

Resultatrapport NICE

Norvik Infrastructure CCS East Sweden Projektfas 2 – fördjupad förstudie



Kund

Beställare: Mattias Sandell
Stockholm Hamn AB
mattias.sandell@stockholmshamnar.se
+46 8-670 27 20

Kontakt Aenigma AB

Utfärdare: Fredrik Boman
Aenigma AB
fredrik.boman@granitor.se
+46 76-127 39 73

Projektteam: AP2 - Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn

AP-Ledare RISE: Vendela Santén
Projektgrupp RISE: Johan Algell, Martin Ericson Borgh,
Sara Kilicaslan och Åsa Kärnebro

AP3 - Kostnadsberäkningar, energibehov och koldioxid

AP-Ledare Profu: Jenny Westerberg
Projektgrupp Profu: Jan Kjärstad (Chalmers/Profu), Clara
Haag Johansson och Arvid Rensfeldt

AP4 - Affärsmodell för vald/valda systemlösningar

AP-Ledare Spinverse: Ulla Lindberg
Projektgrupp Spinverse: Ulrika Wahlström och Jonas Norrman

AP5 – Genomförandemodell

AP-Ledare Aenigma: Robert Djurberg
Projektgrupp Aenigma: Anna Höök och Diar Balata

Titel: Norvik Infrastructure CCS East Sweden - fördjupad förstudie

Dokument ID: Resultatrapport NICE – projektfas 2

Revision: Final
Revisionsdatum: 240415
Status: Aktivt
Projektnummer: 32230038
Projektamn: NICE, Norvik Infrastructure CCS East Sweden – projektfas 2
Alternativ ID: Norvik – Mellanlager av CO2 Etapp 2

A	240315	FINAL	AENIGMA	Fredrik Boman	Mattias Sandell
B	240415	FINAL	AENIGMA	Fredrik Boman	Mattias Sandell
Revision	Datum	Status	Utfärdare	Granskad	Godkänd

Dokument ID Resultatrapport NICE – projektfas 2		
Projektnummer 32230038	Projektname NICE	
Revision B	Status Giltig	Revisionsdatum 2024-04-15

Förord

Jag vill från konsultteamets sida (Aenigma) tacka alla som varit med och bidragit med material, kunskaper och erfarenheter. Ni projektparter är huvudsakligen de som varit målgruppen för projektet och bidragit under intervjuer och workshops, Stockholm Exergi AB, Söderenergi AB, Vattenfall AB, Heidelberg Materials Cementa AB, Mälarenergi AB, Plagazi AB, Nordkalk AB. Jag vill också tacka Er som läst och kommenterat rapporten och även bidragit till bra diskussioner. Avslutningsvis vill jag tacka projektägare Stockholm Hamnar som var med att initiera projektet, realisera och varit högst delaktiga under hela projektet.

Utredningsarbetet för projekt NICE har organiserat i 5 st. arbetspaket (AP). AP1 har omfattat projektledning och koordinering. Resterande arbetspaket har ansvarat för specifik utredningsfråga och leveranser i form av rapport enligt följande:

AP2 Tekniska systemdesignlösningar för delad koldioxidinfrastruktur i Östra Sverige

- Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn

AP3 Energi-, koldioxid- och kostnadsanalys

- Kostnadsberäkningar, energibehov och koldioxid

AP4 Affärsmodell

- Affärsmodell för vald/valda systemlösningar

AP5 Genomförandemodell

- Genomförandeplan
- Riskhantering med tillhörande handlingsplan
- Fördjupad analys av Tillståndprocesser

Denna handling är en sammanställning av 6 rapporter vilka utgör slutgiltig resultatrapport för projekt NICE, Norvik Infrastructure CCS East Sweden – projektfas 2.

Solna, 2024-04-15, Fredrik Boman

Dokument ID Resultatrapport NICE – projektfas 2		
Projektnummer 32230038	Projektname NICE	
Revision B	Status Giltig	Revisionsdatum 2024-04-15

Definitioner

Ett antal begrepp och förkortningar används i denna rapport, vilka är sammanställda i Tabell 1.

Tabell 1 Definitioner för begrepp och förkortningar

BEGREPP/ FÖRKORT- NING	DEFINITION/FÖRKLARING
AIS	Automatic Identification System. Ett internationellt system för att dela grundläggande identifikations och manöverparametrar mellan närliggande fartyg i realtid.
AMP/DMSO	AMP/DMSO-teknik (2-Amino 2-Metyl 1-Propanol)/(Dimetylsulfoxid) använder aminer som absorberant vid koldioxidinfångning.
AP	Arbetspaket
ATB	Articulated tug-barge
Bas-P	Byggarbetsmiljösamordnare (planering och förprojektering)
Bas-U	Byggarbetsmiljösamordnare (genomförande)
BECCS	Bio Energy Carbon Capture and Storage (koldioxiden kommer från förbränning av biobränslen)
BP	Beslutspunkt
Bio-CCS	Bioenergy with Carbon dioxide Capture and Storage
BOG	Boil off gas. Den gas som bildas pga. värmeinträngning och friktion när en kryogen gas hanteras och lagras.
BRP	Bruotoregionalprodukten, den regionala motsvarigheten till BNP
Brest	Förtöjning som går tvärskepps, även kallas tvärända.
Capex	Capital expenditure. Investeringskostnader, dvs kostnader för inköp.
CCaaS	Carbon Capture-as-a-Service
CCS	Carbon Capture & Storage
CCU	Carbon Capture & Utilization
CCUS	Carbon Capture, Utilization, and Storage
CNetSS	Carbon Network South Sweden
CO ₂	Koldioxid
FEED	Front End Engineering Design
FID	Final investment decision
FME	Fugitive Methane Emissions
Heel	Den volym kryogen gas som lämnas kvar i en tank efter lossning för att bibehålla ett lämpligt tryck/temperaturförhållande i tanken under returresan.
HPC	HPC-teknik (Hot Potassium Carbonate) använder kaliumkarbonat som absorberant vid koldioxidinfångning,
Högtryck/HP	Ett tänkt tryckintervall där koldioxid hålls flytande utan att kylas, vid ett tryck som är högre än ca 40 bar(a) men längre än den kritiska punktens tryck om 73,8 bar(a).

BEGREPP/ FÖRKORT- NING	DEFINITION/FÖRKLARING
JV	Joint Venture
Kryogen gas	En gas som hanteras i flytande form genom kylning eller genom en kombination av kylning och kompression.
KMA	Kvalitet, miljö och arbetsmiljö
LCO ₂	Koldioxid i vätskefas
LNG	Flytande naturgas
Lågtryck/ LP	Ett tänkt tryckintervall där koldioxid hålls flytande vid ett tryck som är högre än trippelpunktens 5.2 bar(a) men längre än ca 7.5 bar(a). Mättnadstemperaturen i detta tryckintervall varierar mellan ~-47 & -57°C
LÖA	Längd över allt, ett fartygs totala längd från för till akter (Motsvarande akronym på engelska är LOA)
M	Nautisk mil eller sjömil. 1 M = 1,852 km
Mellantryck/ MP	Ett tänkt tryckintervall där koldioxid hålls flytande vid ett tryck som är högre än ca 15 bar(a) men längre än 20 bar(a). Mättnadstemperaturen i detta tryckintervall varierar mellan ~-19 & -29°C
Netto noll	Netto noll är ofta en målbild i klimatarbete och klimatpolitik. Det innebär att man sänker sina utsläpp så mycket som möjligt, och de utsläpp som ej kan reduceras kompenseras med negativa utsläpp på annat sätt. På så vis blir de totala utsläppen "noll".
NICE	Norvik Infrastructure CCS East-Sweden
Nod	En nod är en plats dit koldioxiden transporteras för gemensam mellanlagring och omlastning för vidare transport. En nod har mellanlager och ev. utrustning för tryck- och temperaturförändringar.
O&M	Operation and maintenance
Opex	Operating expense. Driftskostnader (t.ex. inköp av tjänster, personalkostnader, avgifter m.m.).
Oxyfuel	Oxyfuel förbränning bränner kol eller gas i rent syre för att endast ge CO ₂ och vatten.
P&ID	Piping & Instrumentation Diagram
PPP	Purchasing Power Parity
PtX	Power to anything
RoRo	RoRo står för Roll on/Roll off används för fartyg som lastar trailers, lastbilar och annat rullande gods.
SWOT	strengths, weaknesses, opprtunities, and threats
TC-kostnad	Time Charter-kostnad. I denna kostnad ingår alla kostnader för ett fartyg utom de kostnader som direkt hänförs till en specifik resa såsom hamn och farledskostnader samt bränslekostnader. Här ingår alltså både CAPEX och OPEX kostnader för att hålla fartyget i skick och bemannat.
tonkm	Tonkilometer är ett mått på transportarbete för gods. Måttet beräknas genom att multiplicera godset vikt i ton med transportsträckan i kilometer.
tonM	Motsvarar tonkm men för sjötransporter. Måttet beräknas genom att multiplicera godsets vikt i ton med transportsträckan i nautiska mil.
Trippelpunkten	Den punkt i fasdiagrammet för ren koldioxid där sublimations-, smält och ångbildningskurvan möts. För ren koldioxid gäller -56,57°C, 5.185 bar (NIST, 2023)
UKC	Under Keel Clearance, minsta tillåtna avstånd mellan fartygsskrovet och botten i samband med angöring av en hamn eller passage i en farled.
Upprampningsfas	Den tidsperiod som finns mellan det att behov av transportlösning av koldioxid uppstår till det att en fullskalig NOD kan förväntas vara etablerad.
Vapour Return	System för omhändertagande av den gas som finns i en tank i samband med lastning, kan också benämnas som gasretur.
VOYEX	Kostnader som uppstår pga en specifik resa för ett fartyg. Här ingår bränsle, hamnkostnader, ETS mm

1 Innehåll

AP2 Tekniska systemdesignlösningar för delad koldioxidinfrastruktur i Östra Sverige	14
Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn	14
2 Inledning.....	15
3 Metod	16
3.1 Screening och logistikutvärdering systemlösningar.....	16
3.2 Fördjupad analys	17
3.3 Beräkningsförutsättningar	17
3.4 Copyright bilder sjökort	17
4 Screening systemlösningar	18
4.1 Förutsättningar utsläpparna.....	18
4.1.1 Nordkalk.....	18
4.1.2 Plagazi AB.....	19
4.1.3 Mälarenergi	20
4.1.4 Söderenergi.....	21
4.1.5 Vattenfall	21
4.1.6 Stockholm Exergi	22
4.1.7 Heidelberg Materials Cement Sverige	23
4.2 Förutsättningar Stockholm Norvik hamn.....	24
4.2.1 Etablering och nuläge.....	24
4.2.2 Framtida behov av grusutlastning	26
4.2.3 Framtida kajinfrastruktur för LCO ₂ -hantering	27
4.3 Tre alternativa systemlösningar	27
4.3.1 Tågdimensionering	27
4.3.2 Två fartyg	29
4.3.3 Pråm + fartyg.....	29
4.4 Analys och slutsats från screening	30
5 Inflöde till Norvik.....	35
5.1 Flöden.....	35
5.2 Beskrivning av lastbärare	36
5.2.1 Mälarmaxfartyg	36
5.2.2 Blocktåg 16	37
5.2.3 Pusher och Pråm.....	37
5.3 Alternativ ”Två fartyg”	38

5.4	Alternativ ”Pråm + fartyg”	39
6	Utflyde från Norvik	40
6.1	Lastkapacitet och servicefart	40
6.2	Storlek på fartyg	42
7	Nod Norvik	43
7.1	Huvudkomponenter	43
7.2	Tankpark	44
7.2.1	Val av tanktyp och storlek	44
7.2.2	Dimensionering av tankpark	45
7.3	Process och systemområdet	46
7.3.1	Övergripande beskrivning	46
7.3.2	BOG-hantering	46
7.3.3	Ändring av tryckintervall	47
7.4	Nod-området	48
7.5	Tågterminal	49
7.5.1	Spårinfrastruktur	49
7.5.2	Lasthanteringsinfrastruktur	50
7.5.3	Rörsystem	51
7.6	LCO ₂ -terminal Kaj 1	52
7.6.1	Övergripande beskrivning	52
7.6.2	Mälarmax	53
7.6.3	59K	54
7.6.4	19K	55
7.6.5	Utvärdering av In- och utlastning kaj 1	56
7.6.6	Lasthanteringsutrustning	56
7.6.7	Rörsystem	57
7.6.8	Kapacitetsutnyttjande	57
7.7	Pråmterminal Kaj 8 och 9	58
7.7.1	Kajinfrastruktur	58
7.7.2	Kapacitetsutnyttjande	59
7.7.3	Lasthanteringsinfrastruktur	59
7.7.4	Rörsystem	60
7.8	Lastbilsterminal	60
7.8.1	Infrastruktur	61

7.8.2	Lasthanteringsinfrastruktur	61
8	Logistik och nod-lösningar för upprampningsfasen.....	61
8.1	Övergripande behov	61
8.2	Internt hanteringssystem för LCO ₂	62
8.3	Tåg till Norvik.....	62
8.4	Tåg till slutlager eller interimis-nod.....	62
8.5	Direktomlastning.....	63
8.6	Flytande interimis-nod	63
8.7	Möjligheter för stegvis uppskalning av tankparken.....	64
9	Slutsatser och rekommendationer	64
9.1	Bakgrund och utformning	64
9.2	Mellanlager	65
9.2.1	Dimensionering	65
9.2.2	Flexibilitet	65
9.3	Tryck, temperatur och sammansättning	65
9.4	Tåginfrastruktur.....	66
9.5	Internt hanteringssystem	66
9.5.1	Investering ägande och operation.....	66
9.5.2	Rör och pumpsystem.....	67
9.6	LCO ₂ -terminal vid kaj 1	67
9.6.1	Ytbehov och tillståndsutmaningar.....	67
9.6.2	Samverkan med sten/grusutlastningsoperatörer.....	67
9.6.3	Dimensionerande fartyg	67
9.6.4	Beläggingsgrad.....	68
9.7	Pråmterminal vid kaj 8 och 9	68
9.8	Övergripande slutsats och rekommendation	68
10	Referenser.....	69
	AP3 Energi-, koldioxid- och kostnadsanalys	71
	Kostnadsberäkningar, energibehov och koldioxid.....	71
11	Inledning.....	72
12	Beräkningsförutsättningar	72
12.1	Analyserat system	72
12.2	Beräkningsantaganden	74
12.3	Kostnad jämfört med pris/tariff.....	75

12.4	Mellanlager	75
12.5	Hamn- och anlöpskostnader	76
13	Kostnadsberäkningar	77
13.1	Inflöde till Nod Norvik.....	77
13.1.1	Tågstämplat	78
13.1.2	Alternativet ”Två fartyg”	78
13.1.3	Alternativet ”Pråm + fartyg”	79
13.1.4	Kostnad per anläggning för inflöde till Nod Norvik	80
13.2	Utflyde från Nod Norvik.....	81
13.2.1	Mottagningsterminaler för tåg och lastbil	82
13.2.2	BOG-hantering och tryckändring	82
13.2.3	Mellanlagring i Nod Norvik.....	83
13.2.4	Hamn- och anlöpskostnader	84
13.2.5	Fartygskostnader	84
13.2.6	Övriga kostnader	86
13.2.7	Sammanlagda kostnader för utflyde från Nod Norvik	86
13.3	Påverkan på kostnaden av olika koldioxidmängd.....	87
14	Energi- och koldioxidberäkningar.....	88
15	Diskussion och slutsatser	92
16	Nästa steg	93
17	Referenser.....	94
18	Bilagor.....	95
18.1	Bilaga 1. Generella antaganden, inkluderade kostnader samt kostnadsunderlag.....	95
18.2	Bilaga 2. Resultatfiler.....	99
	AP4 Affärsmodell	101
	Affärsmodell för vald/valda systemlösningar	101
	Sammanfattning	103
19	Inledning.....	105
19.1	Bakgrund.....	105
19.1	NICE’s syfte och mål	106
19.2	Projektgrupp.....	106
19.1	Varför Stockholm Norvik Hamn och nod Norvik.....	107
19.2	NICE arbetspaket	109
19.3	Olika partners roller och tidsplaner.....	110

19.3.1	Definition affärsmodell	111
19.3.2	Projektets tidsplan och relation till angränsande arbetspaket.....	111
20	Metod och avgränsningar	113
20.1	Avgränsningar	113
20.2	Individuella möten och Workshops	114
20.3	Workshop Affärsmodell & Affärsrelationer	116
20.4	Workshop Ägarstruktur.....	120
21	Viktiga resultat från Workshops och dialoger.....	125
21.1	Inledande diskussion och möte med respektive organisation	125
21.2	Roller, tidsplan	126
21.3	Workshop Affärsmodeller & Affärsrelationer	128
22	Rekommendationer för fortsatt arbete i projektet NICE.....	132
22.1	Rekommendationer från konsultteamet i AP4	132
22.2	Rekommendationer från projektpartner som deltagit i AP4	133
23	Referenser.....	134
	Bilaga: Omvärldsbevakning	135
	Bilaga: Kommunikationsmaterial – NICE	145
	AP5 Genomförandemodell	148
	Genomförandeplan.....	148
24	Inledning.....	150
25	Genomförande	151
25.1	Genomförandeplan.....	151
25.2	Tidskritiska moment och utrustning med lång ledtid.....	153
25.2.1	Förväntade leveranstider för LCO ₂ -fartyg	153
25.2.2	Färdigställande av kajer	153
25.2.3	Lagertankar för flytande koldioxid.....	154
25.2.4	Miljö tillstånd	154
25.2.5	Finansiering	154
25.3	Tidplan för Projekt NICE.....	156
25.3.1	Utsläppares tidplaner.....	157
26	Projektfas 3 - En konkretisering av design och tillståndsprocesser	158
26.1	Förprojektering.....	158
26.1.1	Huvudaktiviteter projektägare - Förprojektering	158
26.1.2	Huvudaktiviteter projektgrupp - Förprojektering.....	159

26.1.3	Beslutspunkt 1	166
26.2	Detaljprojektering	167
26.2.1	Huvudaktiviteter projektägare – Detaljprojektering	167
26.2.2	Huvudaktiviteter projektgrupp – Detaljprojektering	167
26.2.3	Investeringsbeslut	172
27	Projektfas 4 – Realisering av valda systemlösningar	174
27.1	Genomförande (förberedelser)	174
27.1.1	Huvudaktiviteter projektägare – Genomförande (förberedelser)	174
27.1.2	Huvudaktiviteter projektgrupp – Genomförande (förberedelser)	174
27.2	Genomförande (utförande)	177
27.2.1	Huvudaktiviteter projektägare – Genomförande (utförande)	177
27.2.2	Huvudaktiviteter projektgrupp – Genomförande (utförande)	177
27.2.3	Beslutspunkt 2	180
27.3	Driftsättning & Överlämning	180
27.3.1	Huvudaktiviteter projektägare – Driftsättning & Överlämning	180
27.3.2	Huvudaktiviteter projektgrupp – Driftsättning & Överlämning	181
28	Avslut	184
	Referenser	185
	186	
	AP5 Genomförandemodell	190
	Riskhantering med tillhörande handlingsplan	190
	Sammanfattning	191
29	Inledning	192
29.1	Bakgrund	192
29.2	Syfte	193
29.2.1	Syfte med riskhanteringsarbetet i AP5	193
29.3	Mål	193
29.3.1	Mål med riskhanteringsarbetet i AP5	193
29.4	Definition risk	193
29.5	Avgränsningar	193
30	Genomförande	194
30.1	Identifiering riskkällor	194
30.2	Avstämning övriga arbetspaket	194
30.3	Sammanställning risker / bruttorisklista	195

30.4	Riskworkshops	195
30.4.1	Metodik riskbedömning	196
30.5	Sammanställning resultat / nettorisklista	197
31	Resultat.....	198
31.1	Resultat utifrån bedömning	198
31.2	Resultat utifrån FID.....	199
31.3	Resultat utifrån kategorisering	199
31.4	Resultat, sammanställning.....	200
32	Analys.....	201
32.1	Generella risker	201
32.2	Risker specifika för projekt NICE.....	203
33	Handlingsplan.....	203
34	Referenser.....	214
	AP5 Genomförandemodell	218
	Fördjupad analys av Tillståndsprocesser	218
	Sammanfattning	219
35	Introduktion tillståndsprocesser	220
35.1	Övergripande om tillståndsplikt.....	220
35.1.1	Tillståndsplikt för miljöfarliga verksamheter.....	220
35.1.2	Tillståndsplikt för vattenverksamhet.....	220
35.1.3	Tillståndsplikt för hantering av koldioxid.....	221
35.1.4	Samprövning	222
35.1.5	Ändringstillstånd eller omprövning	223
35.1.6	Ägande och ansvar för tillstånd.....	224
35.1.7	Förfarande vid tillståndsprövning	224
35.1.8	Handläggningstid miljötillståndsprövning	225
36	Stockholm Norvik Hamn - Befintlig verksamhet och tillstånd.....	228
36.1	Planerade aktiviteter.....	228
36.2	Befintliga tillstånd.....	229
36.3	Detaljplan	231
36.4	Påverkan på redan tillståndsgivna verksamheten.....	232
36.4.1	Nod för koldioxid	233
36.4.2	Kaj.....	234
36.4.3	Tågterminal	238

36.4.4	Buller.....	239
36.4.5	Vatten	240
36.4.6	Utsläpp till luft	242
36.4.7	Gods	242
36.5	Samlad bedömning.....	243
36.5.1	Tillstånd som krävs	243
36.5.2	Framtida aktiviteter för att säkra tillstånd	245
37	Direktiv kopplat till värdekedjan för koldioxid.....	249
37.1	CCS-direktivet	249
37.2	Direktivet om utsläppshandeln.....	249
37.3	Regulatoriska utmaningar som identifierats:	249
38	Referenser.....	251

AP2 Tekniska systemdesignlösningar för delad koldioxidinfrastruktur i Östra Sverige

Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn

A	240206	DRAFT	RISE	Konsultgruppen och StH	
B	240209	DRAFT	RISE	NICE-konsortiet	
C	240229	FINAL	RISE	Vendela Santén, RISE	Jonny Nisbet. RISE
Revision	Datum	Status	Utfärdare	Granskad	Godkänd

2 Inledning

Denna rapport sammanfattar resultatet från arbetspaket två (AP2) inom ramen för projekt NICE. Arbetet inom AP2 har letts av RISE och fokuserar på möjliga tekniska systemlösningarna för delad koldioxidinfrastruktur i östra Sverige utifrån förutsättningen att en koldioxid etableras i Stockholm Norviks Hamn.

Arbetet har genomförts i två steg. Det första steget innefattade en övergripande screening i form av en kartläggning över logistiksystemets ingående delar. Kartläggningen inkluderade en beskrivning av förutsättningar hos utsläppare att transportera CO₂ till noden Stockholm Norvik Hamn, förutsättningar i transportsystemet både på land och sjösidan för transport av CO₂ mellan utsläppare och nod, samt förutsättningar i Norvik att ta emot CO₂ för mellanlagring i noden för vidare uttransport till slutlagring. Utifrån kartläggningen har olika transportalternativ in till Norvik tagits fram med hjälp av kapacitetsberäkningar och jämförts genom en SWOT. En riskjämförelse samt kostnadsjämförelse har även gjorts i samarbete med AP3 och AP5. Reflektioner från AP4, påverkan på affärsmodeller, finns också med i underlaget. Resultatet från screeningen har presenterats och diskuterats på två workshopar (24 november och 13 december 2023) samt sammanställts i dokument MP113863-01-00-A. En sammanfattning av screeningen finns i kapitel 4.

Den övergripande screeningen och logistikutvärderingen låg till grund för den andra delen av arbetet i AP2, vilket är den fördjupade analysen av minst en systemlösning (och är därmed huvudfokus i denna rapport). Utifrån resultatet från de arrangerade workshoparna togs beslut om vilket alternativ som konsortiet ville gå vidare med i den fördjupade analysen. Det beslutades att den fördjupade analysen skulle ha sitt huvudsakliga fokus på Stockholm Norvik hamn som nod med hänsyn tagen till hur volymerna kommer transporteras in till noden. Två alternativ valdes ut, ”Två fartyg” samt ”Pråm + fartyg” (tåg används i bägge alternativ för Vattenfalls volymer i Jordbro).

Kostnadsanalyserna för systemlösningarna som beskrivs i denna rapport redovisas separat, se slutrapport från NICE arbetspaket 3 (Westerberg, Kjærstad, Haag, & Rensfeldt, 2024). I den vidare löptexten kommer denna rapport att benämnas som Rapport AP3 eller AP3-rapporten.

På samma sätt är risker som identifierats för systemlösningen presenterade i rapporten *Riskhantering med tillhörande handlingsplan* (Höök & Djurberg, 2024) och tillståndsfrågor presenterade i *Fördjupad analys av tillståndsprocesser* (Djurberg, Balata, Boman, & Höök, AP5 Tillstånd, 2024) samt möjligheter för genomförande i rapporten *Genomförandeplan* (Djurberg, Balata, Boman, & Höök, AP5 genomförande, 2024) alla tre framtagna inom ramen för NICE arbetspaket 5 (Genomförandeplanering). I den vidare löptexten kommer dessa rapporter att benämnas som Riskrapport AP5 eller AP5 Riskrapport, Tillståndsrapport AP5 eller AP5 Tillståndsrapport samt Genomföranderapport AP5 eller AP5 genomföranderapport.

Påverkan på affärsmodeller redovisas inom ramen för NICE arbetspaket 4 (Affärsmodell för vald/valda systemlösningar) i rapport *Affärsmodell för vald/valda systemlösningar* (Lindberg, Wahlström, & Norrman, 2024). I den vidare löptexten kommer denna rapport att benämnas som Rapport AP4 eller AP4-rapporten.

3 Metod

3.1 Screening och logistikutvärdering systemlösningar

De logistiska förutsättningarna hos respektive utsläppare som ingår i industrikonsortiet NICE kartlades utifrån indata från företagen samt studiebesök som genomfördes hos utsläpparna under oktober. På dessa besök diskuterades vilka förutsättningar som finns för mellanlagring av CO₂ (både på land och flytande lager) samt transport ut, både genom lastbil, tåg och sjöfart. Projektgruppen har också fått ta del av befintlig dokumentation hos respektive utsläppare, i de fall tidigare studier genomförts som ansetts relevanta för underlaget.

Förutsättningarna i Stockholm Norvik hamn kartlades i dialog med Stockholms Hamnar, vilka diskuterades i flertalet gemensamma möten. Ett studiebesök genomfördes i början av november och dokumentation i form av relationshandlingar och ritningar från Stockholms Hamnar över Stockholm Norvik Hamn har varit del av underlaget. Kartor och representation av kaj och terminalområden har tagits fram av RISE med hjälp av GIS-verktyg samt Kartvisaren Fyren. (Sjöfartsverket, 2023)

Tre alternativa systemlösningar för transport av CO₂ mellan utsläppare och Stockholm Norvik Hamn togs fram utifrån de logistiska förutsättningarna hos utsläppare och i Norvik, samt utifrån förutsättningar i transportsystemet både på land och sjösidan för transport av CO₂ mellan utsläppare och nod. Anledningen till att fokusera på de inkommande volymerna var att hur dessa transporteras ställer olika krav på anpassningar av Norviks hamn och själva noden. De tre alternativen var 1. Tåg, 2. Två fartyg och 3. Pråm + fartyg. För alla tre alternativ sker transporten för Vattenfalls volymer med tåg och Heidelberg Material Cements volymer med fartyg.

För att ta fram kapaciteter och underlag för kostnadsberäkningar för respektive alternativ genomfördes ett antal analys-steg. För tågalternativet fördes dialog med Trafikverket, tågoperatörer och utrustningsleverantörer. För sjöfartsalternativen fördes dialog med Transportstyrelsen, Sjöfartsverket, varv, redare och utrustningsleverantörer. För sjöfartsalternativen har det varit viktigt att utröna möjliga fartygs- och pråmkapaciteter på farlederna mellan Norvik och utsläpparnas kajer (bl.a. på de inre vattenvägarna) samt sluss och seglingstider för de olika rutterna. AIS-analys för nuvarande trafik har också nyttjats för att skapa realistiska omloppstider i systemet.

Utifrån denna data och de volymer som utsläpparna planerat transportera till Norvik under maxmånaderna 2035 har kapaciteter på transportenheter tagits fram i form av antal vagnar/blocktåg för alt 1, fartygsstorlek för alt 2 samt pråm och fartygsstorlek för alt 3.

Kapaciteter på fartygssidan och behov av antal vagnar på järnvägssidan är framtagna utifrån logistikuppläggen i de tre presenterade alternativen (där en hög utnyttjandegrad skall uppnås utifrån maxvolym 2035).

En SWOT-analys (vilket står för Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) genomfördes på en workshop den 24 november 2023. Efter workshopen sammanställdes allas inspel i en MURAL (en digital whiteboard) som förmedlades till projektdeltagarna och det gavs även möjlighet att fylla på med fler inspel innan den slutliga sammanställningen gjordes. Inspelen var relaterade till flera kategorier: Yta & infrastruktur, Flexibilitet, Ekonomi, Drift, Organisation och Övrigt.

I den andra workshopen som genomfördes den 13 december utfördes gruppdiskussioner för att diskutera vilket alternativ som konsortiet ansåg ha mest nytta av att gå vidare med i den fördjupande analysen. Följande frågor var vägledande i diskussionen:

- *Vilka aspekter tycker ni är viktigast att ta hänsyn till i valet?*
- *Vilket alternativ verkar mest attraktivt att analysera vidare från er organisations perspektiv?*
- *Vilket alternativ har ni som konsortium mest nytta av att gå vidare med i mer detaljerade analyser?*

Utifrån deltagarnas presentationer beslutades att varje organisation skulle få möjlighet till att fundera ytterligare ett varv på frågeställningen internt och återkomma med ytterligare inspel via mejl. Anteckningar från gruppdiskussionerna skickades ut till alla deltagarna efter workshopen som ytterligare underlag.

3.2 Fördjupad analys

Utifrån de olika inspel som kom fram i samband med workshopen den 13 december samt den efterföljande mejlkommunikationen tog konsultgruppen i samråd med Stockholms hamnar beslut om att fokus för den fördjupande analysen skulle vara förutsättningarna i och kring själva noden med utgångspunkt i de i huvudsak sjötransportbaserade alternativen 2 och 3 för inflödet till Norvik samt ett fartygsbaserat utflöde utifrån en sjötransportmodell tillhandahållen av AP3.

En tät dialog har i detta steg förts med Stockholms hamnar som varit del i beslut kring hur nodens utformning specificeras i detta steg. Detta har exempelvis gällt utformning av nya kajlägen på norra delen av området (kaj 8 och 9), lokalisering av mellanlager samt rördragning. Tät dialog har även skett med övriga arbetspaket, gällande risker, tillstånd, kostnader och affärsmodeller.

3.3 Beräkningsförutsättningar

Underlag för kalkylsiffror som används i beräkningarna är sammanställda i Tabell 2.

Tabell 2 Utgångspunkter i kalkylerna

Kalkylsiffror	DEFINITION/FÖRKLARING
Dagar per månad	30 dagar per månad oberoende av månad
Timmar på en månad	$30 \cdot 24 = 720$
Densitet LCO ₂	1,1 ton/m ³

3.4 Copyright bilder sjökort

Innan de figurer med sjökortbakgrund som finns i denna rapport offentliggörs måste publiceringstillstånd sökas från Sjöfartsverket. Detta gäller följande figurer:

Figur 25 Figur 31 Befintligt utförande av den sydöstra delen av hamnområdet

Figur 32 Förslagsskiss Mälarmaxfartyg - 155/23/6,8

Figur 33 Förslagsskiss Typfartyg 1 - 59 K 274/40/12

Figur 34 Förslagsskiss Typfartyg 2 - 19K 189,5/30/8,5

Figur 37 Förslagsskiss 2-systemlösning Pusher-Pråm

4 Screening systemlösningar

Denna del av rapporten sammanfattar resultaten från den första delen av arbetet i AP2, vilken även redovisats i delrapport AP2 - Screening och logistikutvärdering av logistiklösningar (RISE Maritim, 2024).

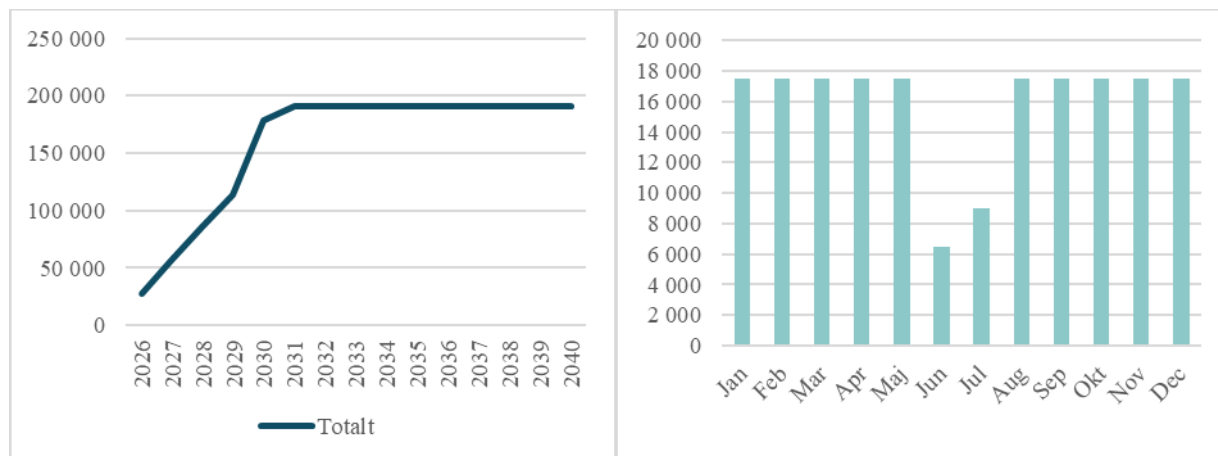
4.1 Förutsättningar utsläpparna

Förutsättningarna hos utsläpparna inom projekt NICE har kartlagts och sammanställts. Möjligheterna att lagra samt transportera CO₂ med sjöfart, tåg och lastbil beskrivs nedan utifrån de lokala förutsättningarna hos respektive företag,

4.1.1 Nordkalk

Nordkalk ägs av det brittiska företaget SigmaRoc PLC och är specialiserade på produktion och försäljning av kalkprodukter för användning inom bland annat jordbruk, stål- och papperstillverkning. Nordkalk är verksamma i 10 länder runt Östersjön och finns på nästan 40 orter i Europa. Huvudprodukterna från Köpingsanläggningen är kalksten, kalstensmjöl, samt bränd och släckt kalk som kommer via en täkt, malningsanläggning, kalkugn och släckningsanläggning. Allt kalk som bränns i Köping kommer dock inte från täkten i Köping, utan huvuddelen kommer från Nordkalks täkt på Gotland. (Nordkalk, 2023). Nordkalk kommer att installera en CCS-lösning på ugnen i Köping och senare även på andra ugnar i företaget. För tillfället har de en avskiljningsdemonstrationsanläggning igång i Köping.

Nordkalk beräknar att starta infångning av CO₂ 2026 med en volym på 28 000 ton/år. Sedan kommer avskiljningsanläggningen att byggas på i moduler med en kapacitet om ca. 30 000 ton per modul. Planen är att komplettera anläggningen med 1–2 moduler per år fram till 2030. Anläggningen i Köping förväntas genererar max 200 000 ton/år, med ett genomsnitt på 120 000 ton/år. Utsläppen förväntas vara stabila över året förutom tre veckors stop för underhåll under sommartid.



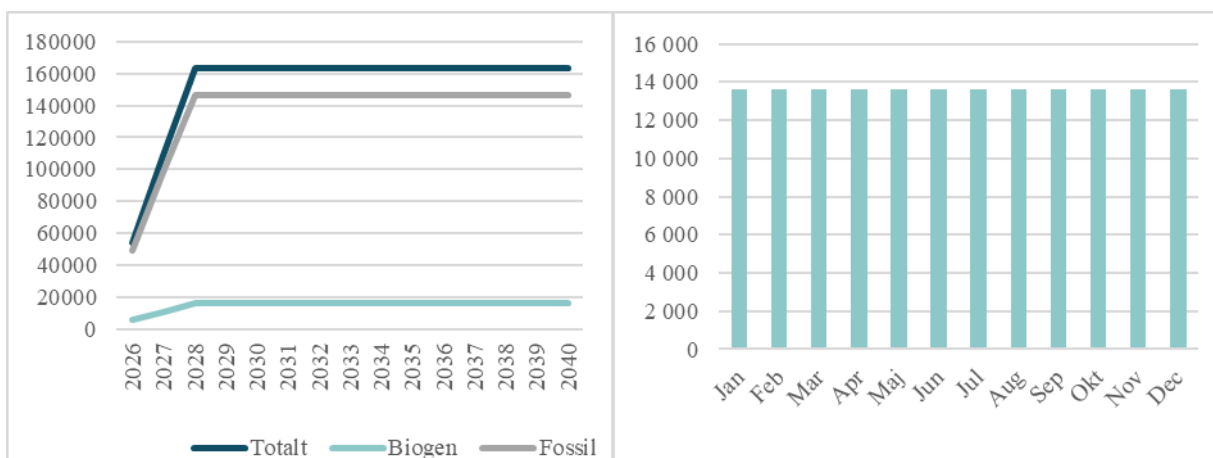
Figur 1 Nordkalks prognostiserade CO₂-volymer (ton)

Nordkalk i Köping har egen rådighet över en stor industritomt på 44 hektar med en hel del outnyttjad yta. Platstillgången är god för att etablera infångning, förvätskning, lager och terminalytor på egen tomt. Nordkalk har goda förutsättningar för vägtransport med bra anslutningar till BK4 klassat huvudvägnät. Transporter till Norvik förväntas ske via E20 söder om Mälaren via Eskilstuna. Det finns även bra förutsättningar för järnvägstransporter, med egen spåranslutning till huvudjärnvägsnätet. Dessutom finns tillgängliga spår inom området som kan nyttjas som LCO₂-terminalspår. Inom området finns tillgång till egen 110 m lång betongkaj i direkt anslutning till sin verksamhet. De sköter även operationen av kaj strax väster om sin egen kaj på uppdrag av Heidelberg Materials Cement. Mälarhamn ansvarar för farled och bogserkapacitet. Flytande lagerlösning på pråm skulle kräva minst ett men förmodligen två dedikerade kajlägen. Det bör finns plats för detta öster om den egna kajen. Just nu planerar Nordkalk för att etablera ett lågtrycksmellanlager med ett tryck på 7 bar, totalvolym för mellanlager ca 3000–5000 ton.

4.1.2 Plagazi AB

Plagazi AB är ett svenskt företag som fokuserar på att utveckla och implementera nya tekniker för avfallshantering och återvinning. Företaget specialiserar sig på att omvandla icke återvinningsbart avfall till cirkulär vätgas genom plasmaförgasning (Plagazi, 2023). Plagazis flaggskeppsprojekt, Köping Hydrogen Park, sker i utveckling tillsammans med Köpings Kommun. Detta har en planerad start 2026 och förväntas bli ett av de största hållbara och cirkulära vätgasprojekten i Europa. En del av detta projekt innefattar även CCS, då LCO₂ skall fångas in och sedan transporteras till slutförvar. Plagazi har ansökt om miljötillstånd hos mark- och miljödomstolen, samt arbetat fram en riskanalys. Vidare har arbetsgången gått över från en grundstudie till Pre-FEED fas, med säkerhetsställande av miljötillstånd och investeringsbeslut för att under 2025 starta konstruktion av anläggning och anskaffning av utrustning. Man planerar att vara i drift under slutet av 2026.

Plagazi beräknar att starta infångning av CO₂ 2026 med en volym på närmare 55 000 ton/år varav 10% beräknas vara biogen. Redan 2027 beräknas en ökning till närmare 110 000 ton/år för att sedan 2028 öka till volymen 163 000 ton/år. Utsläppen förväntas ligga stabila under året utan märkbar variation mellan månaderna, se nedan.



Figur 2 Plagazis prognostiserade CO₂-volym (ton)

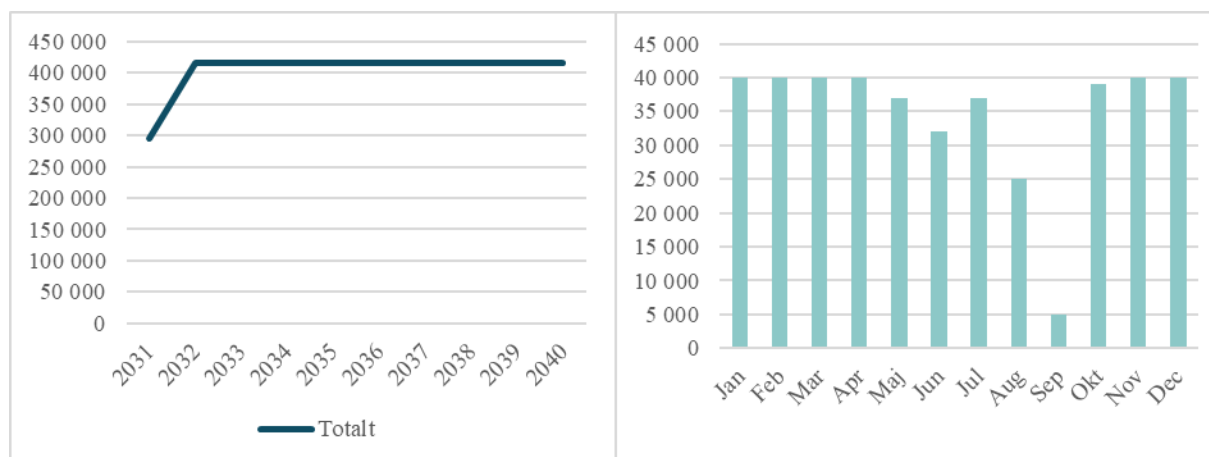
Plagazi har egen rådighet över industritomt strax söder om Nordkalk där de planerar för Köping Hydrogen Park. Närheten till Nordkalk gör det möjligt för en samordnad logistiklösning.

Därmed är det logistiska förutsättningarna detsamma som för Nordkalk. Plagazi har i sin tillståndsprocess sökt för ett 5000 ton CO₂ lager på eget område. Detta för att se till att det finns nog med lagerkapacitet. Vidare analyser i detta arbete bygger på att Nordkalk och Plagazi samordnar sina flöden från lokalt mellanlager och vidare.

4.1.3 Mälarenergi

Mälarenergi är ett energibolag med verksamhet i Mälardalsregionen och ägs av Västerås Stad. Företaget är engagerat inom produktion och distribution av el, fjärrvärme och fjärrkyla samt vatten och avloppsverksamhet (Mälarenergi, 2023). Mälarenergi har som mål att nå nettonoll utsläpp av fossil koldioxid senast 2035. CCS har bedömts vara en lösning för att kunna nå övergripande mål. Anläggningen i Västerås består idag av tre kraftvärmeblock (5,6 och 7) samt delar av block 3 som agerar reservanläggning för varmeproduktion. Pågående CCS-projekt hos Mälarenergi utreder möjlighet att bygga infångningsanläggning för förbränningspanna block 6 och block 7.

Mälarenergi beräknar att starta infångning av CO₂ kvartal 2 2031 med en initial volym på 295 000 ton/år första året och 410 000 ton/år kommande år. Utsläppen har en hög årsvariation med lägre utsläpp under sommarmånaderna.



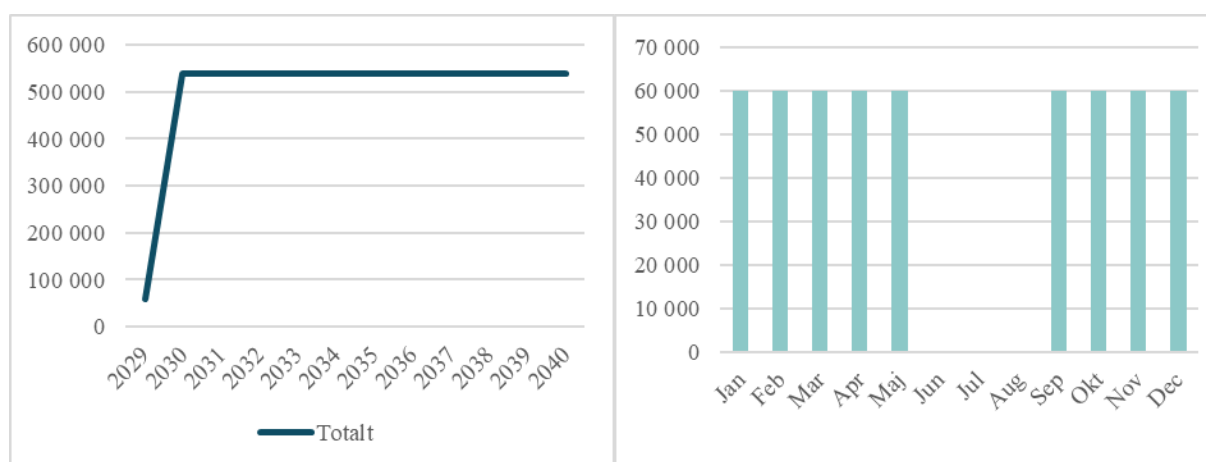
Figur 3 Mälarenergis prognostiserade CO₂-volymer (ton)

För att rymma avskiljningsanläggning, förvätskning samt buffertlagring kommer stor ombyggnation krävas på det område som Mälarenergi har rådighet över. Om erforderlig terminalyta kan tillhandahållas i närområdet är förutsättningarna goda för lastbilstransport då det finns bra anslutningar till BK4-klassat huvudvägnät. Tågtransport skulle kunna utgå från ett stickspår tillhörande Mälärhamnar i anslutning till området. Erforderlig yta för terminal bedöms dock inte finnas på Mälarenergis eget område, vilket istället kan finnas inom hamnområdet eller vid existerande rangerbangård vid huvudjärnvägsnätet ca 800 m åt nordväst. Med 100 m till Mälärhamnar bör det finnas möjlighet för att etablera utlastningsterminal för LCO₂ till fartyg vid existerande kajläge inom Mälärhamnars hamnområde. Detta måste koordineras med Mälärhamnar. En flytande lagerlösning på pråm skulle kräva minst ett men förmodligen två dedikerade kajlägen. Även detta måste koordineras med Mälärhamnar. Generellt sett är det ont om yta för etablering av utlastningsterminaler till alla olika transportslag. I övrigt planeras mellanlager på eget område eller i hamnen.

4.1.4 Söderenergi

Söderenergi är ett energibolag som ägs av Huddinge och Botkyrka kommun via Södertörns Energi och av Södertälje kommun via Telge. Företaget erbjuder energilösningar inom el, fjärrvärme, hetvatten och ånga (Söderenergi, 2023). Produktionsanläggningarna på Igelstaverket i Södertälje står för den största delen av värmeproduktionen här produceras även elen i kraftvärmeverket. Söderenergi har ett pågående CCS-projekt med mål att börja bygga en anläggning söder om Igelstaverkets område 2026, som beräknas vara i drift 2029. Förutom CCS ser man även över möjligheterna för CCU.

Söderenergi beräknar att starta infångning av CO₂ i december 2029 med en initial volym på 60 000 ton för att sedan trappa upp till 540 000 ton/år från 2030 och framåt. Utsläppen har en hög årsvariation med nollproduktion under sommarmånaderna.



Figur 4 Söderenergis prognostiserade CO₂-volymer (ton)

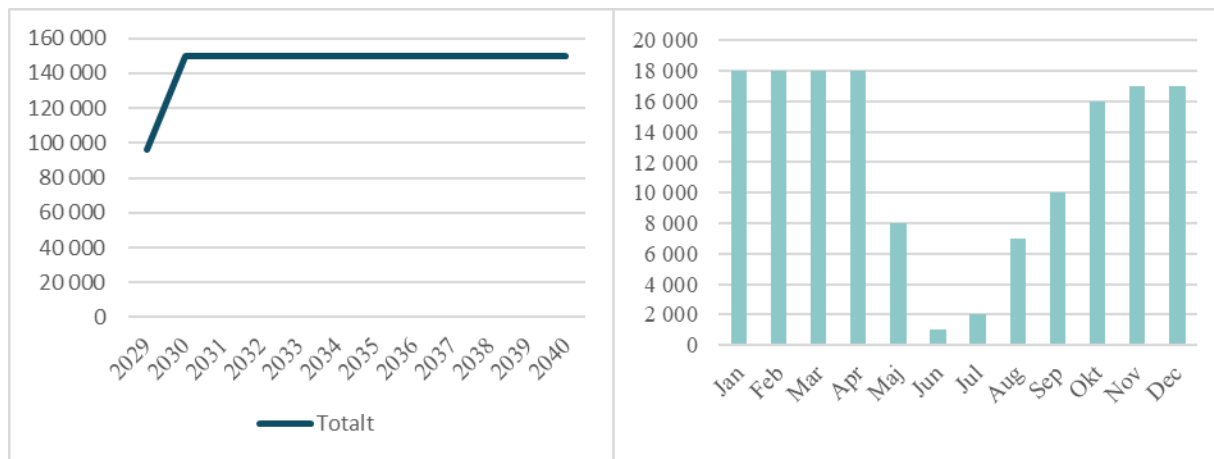
Det pågår planarbete för bygge av den nya anläggningen söder om Igelstaverket. I samma område finns även bra yta för expansion av Bio-CCS och eventuellt IKV block 2. Vägtransport bedöms vara möjligt, då anslutningsväg norr ut till huvudvägnät är BK4-klassad. Dock har man redan idag ca 16 000 fordonsrörelser per år vid anläggningen vilket gör att en stor ökning kan vara utmanande. Huvudjärnvägsnät finns både söder och norr om anläggningen men inga lämpliga terminalytor. Lämpliga terminalytor bedöms dock finnas väster om Igelstaviken i anslutning till Södertälje hamn. För att möjliggöra detta krävs etablering av pipeline. Generellt sett är det ont om yta för etablering av utlastningsterminaler i direkt anslutning till anläggningen. Detta gäller framför allt för utlastning till tåg och bil. Söderenergi har idag tillgång till egen kaj men utreder även möjligheter för etablering av ytterligare kajläge söder om den existerande kajen för LCO₂ fartyg med en LOA på upp till 160 m. Här skulle man även kunna etablera en flytande lagerlösning på pråm. Detta skulle kräva minst ett men förmodligen två dedikerade kajlägen. Det finns osäkerheter kring teknik/tillstånd. Ett mellanlager på egen yta är planerat till 8 x 2000 kubik, trycket är i dagsläget ej låst.

4.1.5 Vattenfall

Vattenfall är en av Europas största energikoncerner och är engagerad i produktion och distribution av el, värme och energirelaterade tjänster (Vattenfall, 2023). Moderbolaget, Vattenfall AB, är helägt av svenska staten. Söder om Stockholm finns Jordbro kraftvärmeverk, en av Vattenfalls anläggningar för produktion av både el och fjärrvärme. Vattenfall har som

mål att nå nollnettoutsläpp år 2040 och infångning av koldioxid från rökgaser på Jordbro kraftvärmeverket är en del för att nå detta mål.

Vattenfall beräknar att starta infångning av CO₂ kvartal 2 2028 med närmare 100 000 ton totalt första året. 2029 och kommande år beräknas en utsläppsvolym på 150 000 ton/år. Utsläppen har en hög årsvariation med lägre produktion under sommarmånaderna.



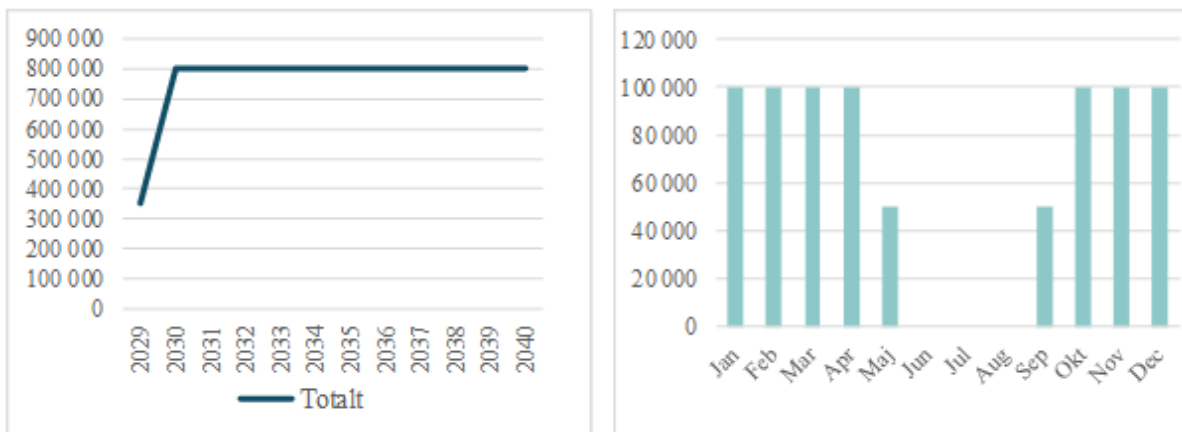
Figur 5 Vattenfalls prognostiserade CO₂-volymer (ton)

Vattenfall undviker om möjligt att nyttja nuvarande logistiktor för den CCS-relaterade verksamheten. I samband med etableringen av CCS-anläggningen kan ytan direkt söder om nuvarande anläggning förhoppningsvis nyttjas för hela eller delar av anläggningen. Denna yta ägs idag av kommunen och möjligheter till köp utreds. I Jordbro finns goda förutsättningar för vägtransport men det vore bra om utlastningsterminaler kan etableras utanför nuvarande logistiktor. Med sin placering i direkt anslutning till Nynäshamnsbanan finns även goda förutsättningar för järnvägstransporter. Utredning pågår kring etablering av terminalspår, antingen i direkt anslutning till anläggningen eller inom existerande terminalområde Driftsplat Jordbro, sydväst om anläggningen på andra sidan Nynäshamnsbanan. På grund av anläggningens placering finns varken tillgång till hamn eller kajläge. Möjlighet för flytande lager är därför inte heller aktuellt att utreda. Ett mindre mellanlager på verksamhetsområdet finns med i samrådsunderlaget för CCS.

4.1.6 Stockholm Exergi

Stockholm Exergi är ett energibolag som levererar fjärrvärme, fjärrkyla och elektricitet till Stockholm och närliggande områden. Stockholm Exergi ägs till lika delar av Stockholms stad och Ankhiale, ett europeiskt konsortium bestående av APG, Alecta, PGGM, Keva och Axa (Stockholm Exergi, 2023). Värtaverket, Stockholms Exergis kraftvärmeanläggning är belägen i Värtahamnen i Stockholm. Där produceras fjärrvärme, fjärrkyla och elektricitet av både avfall och biomassa. Vid denna anläggning planerar de att utveckla CCS-teknik som en del av sitt mål att verksamheten ska ha uppnått netto noll år 2030.

Stockholm Exergi beräknar att starta infångning av CO₂ i september 2027 för att sedan trappa upp till 800 000 ton/år från 2030 och framåt. Utsläppen har en hög årsvariation med lägre produktion under sommarmånaderna. Stockholm Exergi har även inlett CCS relaterade projekt för sina värmekraftverk i Brista och Högdalen med de förväntade volymerna från dessa anläggningar har inte ingått i analysen utifrån de avgränsningar för uppdraget som beslutats.



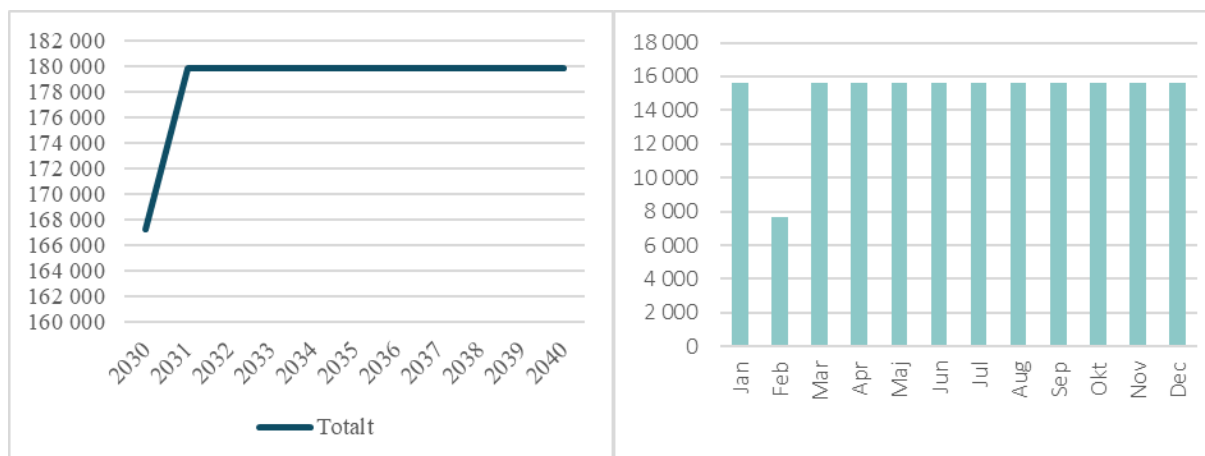
Figur 6 Stockholm Exergis prognostiserade CO₂-volymer (ton)

Anläggningen ligger stadsnära belägen mellan Hjorthagen och Värtahamnen. Detta medför begränsad tillgång till lämpliga ytor och skapar utmaningar oberoende av transportslag. Både Stockholm Exergi och andra aktörer har annan omfattande logistikverksamhet i området vilket måste beaktas. För tillfället pågår arbete med en ny detaljplan i Energihamnen. Inom planförslaget ryms både förvätskningsanläggning och mellanlagring. Både de lokala förutsättningarna och förutsättningarna kring befintlig väginfrastruktur bedöms ej möjliggöra lastbilstransporter i den omfattning som krävs. Därför kommer det alternativt ej att utredas vidare. För att möjliggöra tågtransporter måste dedikerad tågterminal etableras i närområdet. Det kan finnas möjligheter att nyttja existerande spår vid kajläge 501–504, vid kajläge 510–511 eller i rangerbangård sydväst om anläggningen. På samtliga platser kommer detta påverka annan verksamhet och konsekvenserna för detta måste utredas vidare. Baserat på Stockholm Exergis nuvarande planer med ombyggnationer av kajläge 503 kommer det finnas goda möjligheter till utlastning till fartyg. Flytande lagerlösning på pråm har utretts tidigare men ej bedöms som en lämplig lösning. Just nu planerar Stockholm Exergi för ett mellanlager på ca 16 000 m³ på ett ombyggt kajläge 503.

4.1.7 Heidelberg Materials Cement Sverige

Heidelberg Materials Cement Sverige är verksam inom byggmaterialindustrin och fokuserar på produktion och distribution av cement och kalkprodukter. Slite är en anläggning för cementtillverkning belägen på Gotland i Sverige och är en av de största cementfabrikerna i Norden. Heidelberg har redan börjat sitt CCS arbete på sin fabrik i Brevik Norge och vill nu skala upp sina CCS-initiativ för att möjliggöra klimatpositiv Cement från Slite.

Heidelberg Materials Cement beräknar att starta infångning av CO₂ i Slite 2030 och beräknar att en del av denna volym kan gå via Norvik. Man räknar med ca 167 000 ton första året och ca 180 000 ton/år nästföljande år. Utsläppen förväntas ligga relativt stabila under året förutom en minskning under februari månad.



Figur 7 Heidelberg Materials Cement Sveriges prognostiserade CO₂-volymer (ton)

Heidelberg Materials Cement Sverige i Slite har goda förutsättningar för sjötransporter, både till mellanlager men även till slutförvar. På grund av sin placering är det inte aktuellt med land- eller tågtransporter, därför är endast sjötransporter aktuellt för vidare analys. I Slite finns tillgång till egen hamn med vissa kapacitetsbegränsningar kring fartygsstorlek. De utreder möjligheter för omfattande hamnexpansion i samband med implementeringen av CCS. Detta för att öka kapaciteten både för koldioxidtransport men även andra verksamhetsrelaterade transportbehov. Om planerad utbyggnad av hamnen genomförs i samband med etableringen av CCS anläggningen finns goda möjligheter för utlastning till fartyg av olika storlekar. Flytande lager har ej bedömts som relevant.

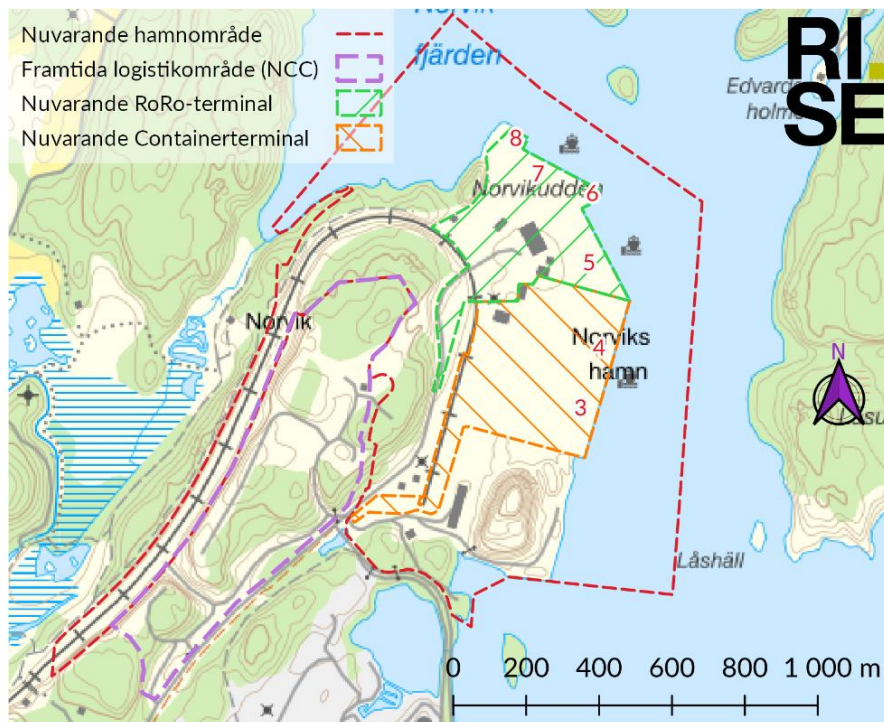
4.2 Förutsättningar Stockholm Norvik hamn

4.2.1 Etablering och nuläge

Stockholm Norviks hamn är en relativt ny verksamhet inom Stockholms hamnar. Hamnen började byggas 2016 och öppnades för trafik under 2020. Hamnen består av två delar, en containerterminal som drivs av Hutchison Ports, och en RoRo-terminal som drivs av Stockholms Hamnar. En översikt över området i och kring Norviks Hamn finns i **Fel! Hittar i nte referenskölla. Fel! Hittar inte referenskölla.**

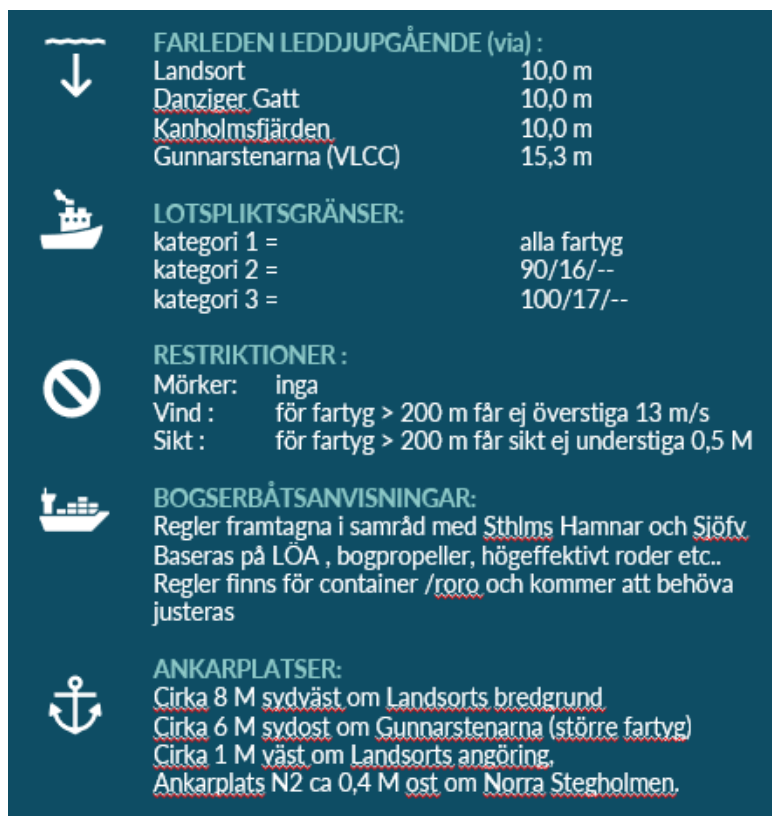
RoRo-terminalen ligger på den norra delen av området och är på totalt 12 hektar. Det finns två kajer (kaj 5 och 7), som totalt är 525 meter. Sjökortsdjupet för dessa kajer är 9,8 m och 10,3 m. Hamnen har kapacitet att hantera 200 000 enheter per år och det finns 142 parkeringsplatser för trailrar, 4 000 kvm omlastningslager samt 7 000 kvm uppställningsyta för import- och exportenheter.

Containerterminalen i Stockholm Norvik Hamn förfogar över ett område på 20 hektar och en kajsträckning på 450 meter, omfattande Kaj 3 och 4. 16,5 meter sjökortsdjup vid kaj möjliggör anlop av större fartyg med stort djupgående, hamnen tillämpar en UKC-policy på 0,5 m vid medelvatten. Terminalparken är utrustad med åtta grensletruckar, två super-post panamax-kranar, vars räckvidd sträcker sig 22 enheter från kranen. Denna tekniska kapacitet möjliggör effektiv lastning och lossning av containrar. Fullt utbyggd har containerterminalen kapacitet att hantera upp till 500 000 TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) per år.



Figur 8 Översikt över nuvarande utformning på hamnområdet

De nautiska förutsättningarna för att anlöpa Norvik sammanfattas i Figur 9 nedan.



Figur 9 De nautiska förutsättningarna i Stockholm Norvik hamn

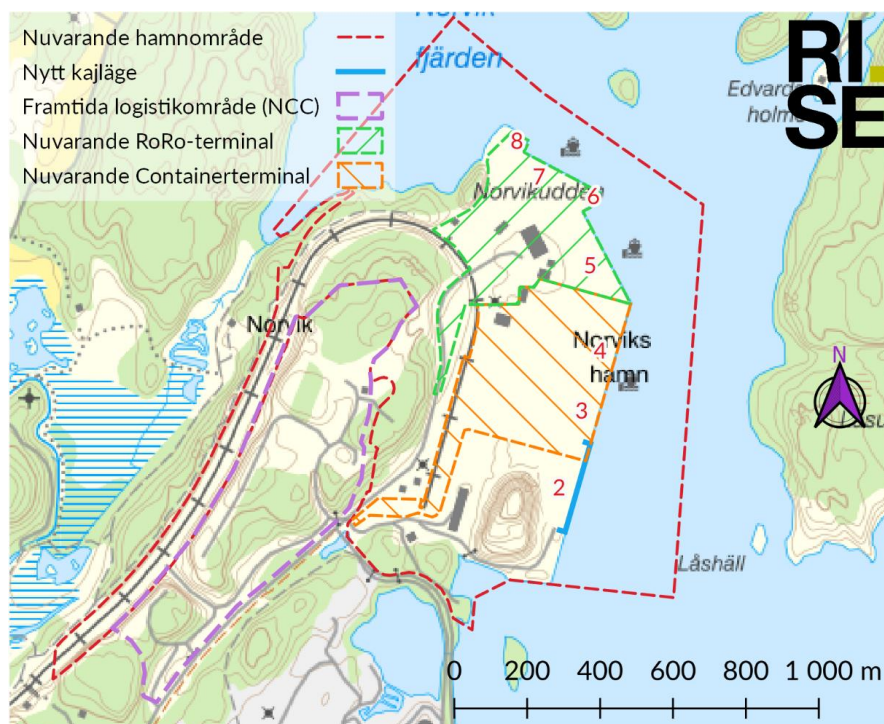
I direkt anslutning till terminalen finns även en dedikerad tågterminal. Denna integrerade tågkapacitet förbättrar logistikflödet och möjliggör smidig övergång mellan sjö- och järnvägstransporter, vilket bidrar till en mer effektiv och hållbar godshantering.

4.2.2 Framtida behov av grusutlastning

I Stockholm Norvik finns ett framtida behov av att lasta ut totalt 16,5 miljoner ton grus. Denna omfattande uppgift kommer att genomföras i två etapper. Den första etappen skall hantera de 1,5 miljoner ton grus som genererades under byggnationen av nuvarande hamnanläggning. Detta grus ligger idag upplagt i den sydöstra delen av hamnens markområde. I etapp två skall ytterligare 15 miljoner ton grus och sten lastas ut. Dessa volymer kommer att genereras i samband med NCC:s exploatering av det framtida logistikområdet som finns utmärkt i Figur 10 nedan.

Stockholms hamn har genomfört en kartläggning av lämpliga fartyg i varierande storlek från en LÖA på 75 meter upp till 250 meter. Utifrån denna kartläggning har den mest sannolika längden för de största fartygen som kommer att nyttjas för denna hantering antagits till en LÖA ≤ 190 meter.

För att möta detta behov har byggnation av en specialdesignad kajstruktur för effektivt utlastning av sten/grusmassor från Norvik påbörjats.



Figur 10 Översikt över hamnområdet efter etablering av kaj 2

Arbetet kommer att leda fram till etablering av kajläge 2. Den nya kajen kommer att sträcka sig över en längd av cirka 250 meter. Av denna sträcka kommer 50 meter av befintlig kaj 3 nyttjas. Enligt gällande plan skall utlastning av grus och sten kunna påbörjas vid kajläge 2 under det tredje kvartalet 2025.

Kajläge 2 finns markerad i Figur 10 ovan.

4.2.3 Framtida kajinfrastruktur för LCO₂-hantering

För att ta kunna ta emot LCO₂-fartyg och pråmar, både för inkommande och utgående CO₂-volymerna finns behov av att komplettera befintlig kajinfrastruktur. Inom ramen för screeningen har existerande och framtida planering av hamnverksamheten, befintliga tillstånd, samt nuvarande hamnområdesgräns analyserats.

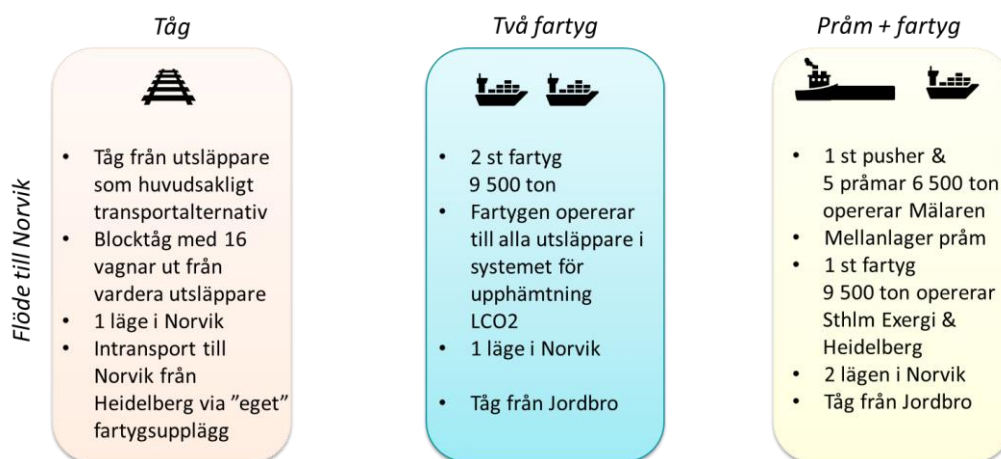
Utifrån denna analys har ett område kring nuvarande kajläge 8 bedömts som mest lämpligt för etablering av en kajinfrastruktur lämpad för mindre LCO₂-fartyg samt pråmar. För större LCO₂-fartyg har området söder om och i förlängningen av det kajläge 2 som beskriv i avsnitt 3.2.2, bedömts som lämplig för etablering av nödvändig kajinfrastruktur.

Möjlig kajinfrastruktur detaljeras och diskuteras vidare i kapitel 6.

4.3 Tre alternativa systemlösningar

Tre alternativa systemlösningar för transport av CO₂ mellan utsläppare och Norvik togs fram i screeningen utifrån de logistiska förutsättningarna hos utsläppare och i Norvik, samt utifrån förutsättningar i transportsystemet både på land och sjösidan för transport av CO₂ mellan utsläppare och nod. Anledningen till att fokusera på de inkommande volymerna i detta steg var att hur dessa transporteras ställer olika krav på anpassningar av Norvik som nod i ett logistiksystem för CO₂, vilket är huvudfokus i den fördjupade analysen.

De tre alternativen som togs fram är 1. Tåg, 2. Två fartyg och 3. Pråm + fartyg. Dessa tre alternativ beskrivs översiktligt i figuren nedan. För alla tre alternativ sker transporten för Vattenfalls volymer med tåg och Heidelberg Material Cements volymer med fartyg.



Figur 11 Tre alternativa systemlösningar för CO₂-volymerna in till Norvik

Dimensioneringen av kapaciteter på tåg, fartyg och pråm utgår från gemensamma systemlösningar för de volymer som utsläpparna prognostiserat för år 2035 samt med hänsyn tagen till de kända begränsningarna i transportsystemet, såsom maxkapacitet för ett blocktåg och maxkapacitet för fartyg genom de nya slussarna i Södertälje (s.k. Mälarmax).

4.3.1 Tågdimensionering

I nedan tabell ges en översikt över dimensioneringen för tåglösningen utifrån varje sajt med utsläppare. Köping har här klustrats till en utsläppssajt vilket inkluderar både Plagazis och

Nordkalks volymer. Utifrån utflöde per dygn och månad har behov av antal vagnar och blocktåg med totalt 16 vagnar specificerats. Även en lämplig mellanlagerstorlek samt tidsutnyttjandet av vagnarna per månad har räknats fram.

Tabell 3 Dimensionering tåg utifrån utflöde och mellanlagerbehov hos respektive utsläppare

	Utflöde per dygn			Mellan- lagerstorlek m ³ /ton	Utflöde per månad			Tidutnyttjande per månad	
	ton	Vagnar (antal)	Block 16 (antal)		kton	Vagnar (antal)	Block 16 (antal)	Vagnar (tim)	Block 16 (tim)
Köping	1 036	16	1,0	2 280/2 500	31	480	30	6 718	419
Västerås	1 333	21	1,3	2 900/3 200	40	617	38	8 008	499
Södertälje	2 000	31	1,9	4 400/4 840	60	926	58	11 521	718
Värtan	3 333	51	3,2	7 000/7 700	100	1 543	96	18 521	1 154
Jordbro	600	9	0,6	1 320/1 450	18	278	17	2 492	155
Totalt	8 303				249			47 261	2 944

Tabell 4 visar hur systembehovet ser ut för tåglösningen, vilket innefattar samordningsvinster utifrån att alla vagnar/blocktåg förutsätts ingå i en gemensam pool där transportererna optimeras av tågoperatören på systemnivå.

Tabell 4 Systembehov järnvägsvagnar och blocktåg

	Behov i systemet 0% marginal ⁽ⁱ⁾		Behov i systemet 22% marginal ⁽ⁱⁱ⁾	
	Vagnar	Block 16	Vagnar	Block 16
Köping	9	0,6	11	0,7
Västerås	11	0,7	14	0,8
Södertälje	16	1,0	20	1,2
Värtan	26	1,6	31	2,0
Jordbro	3	0,2	4	0,3
Totalt	66	4,1	80	5,0

i) Behovet är baserat på de transit- och lasthanteringstider för tåg som är angivna i transportenheter och infrastrukturen utan tidsmarginal.

ii) Behovet är baserat på de transit- och lasthanteringstider för tåg som är angivna i transportenheter och infrastrukturen med 22% tidsmarginal.

4.3.2 Två fartyg

I detta alternativ krävs två fartyg med kapacitet på 9 500 ton för att på systemnivå transportera volymer från utsläpparna till Stockholm Norvik hamn. Det blir totalt 28 lastningar och lossningar per månad vid maxvolym. Fartyget går då på en slinga som konsoliderar volymerna från Nordkalk, Plagazi och Mälarenergi, men med separata resor till Söderenergi, Heidelberg Materials Cement och Stockholm Exergi. Flest resor per månad sker till Stockholm Exergi (11) och minst antal till Heidelberg Materials Cement (2). De lokala mellanlager som skulle krävas i ett sådant upplägg är även specificerat enligt Tabell 5. I denna dimensionering har det tagits höjd för 50% buffertlager.

Utöver volymerna som transporteras med fartyg tillkommer volymerna som transporteras med tåg även i detta alternativ (Vattenfall, Jordbro). Se Tabell 3 för tågdimensioneringen.

Tabell 5 Dimensioneringsberäkningar maxmånad för två fartyg

	Kapacitet fartyg [ton]	Antal fartyg	Antal lastningar/lossningar per månad vid maxvolym	Lokalt mellanlager med 50% buffertlager för upphämtad volym				
				Nordkalk Plagazi	Mälarenergi	Söderenergi	Heidelberg	Stockholm Exergi
Nordkalk, Plagazi, Mälarenergi	9 500	2	8	5 829	7 500			
Söderenergi			7			12 857		
Heidelberg Materials Cement			2				11 738	
Stockholm Exergi			11					13 636
Totalt					28			

4.3.3 Pråm + fartyg

I detta alternativ är det två delsystem för sjöfartsdelen. Ett system som består av en pråmlösning och en andra del som består av en fartygslösning.

En pusher kommer räcka för att transporterar de pråmar som behöver finnas i systemet (5 st). I detta exempel konsolideras volymer från Köping med en pråmlösning, och utöver det finns en pråmlösning till Mälarenergi och Söderenergi vardera. Totalt tre pråmar ligger kontinuerligt vid kajlägen hos tre utsläpparsajter och fungerar även som mellanlager, en pråm är kontinuerligt under transport och en pråm är i Norvik för lossning av volym. Dessa skiftas sedan runt i systemet för maximal effektivitet. Totalt krävs 20 hämtningar per månad vid maxvolym, se Tabell 6.

Tabell 6 Dimensioneringsberäkningar maxmånad för pråm/pusher

	Kapacitet pråm [ton]	Antal pushers som lägst behövs	Antal hämtningar per månad vid maxvolym	Nyttjandegrad pusher, % av tid vid maxvolym
Nordkalk+Plagazi: pråm/pusher	6 500	1	4,8	26,6%
Mälarenergi: pråm/pusher			6,2	31,6%
Söderenergi: pråm/pusher			9,2	25,6%
Totalt			20,2	83,8%

I Tabell 7 sammanställs dimensioneringarna för fartygsdelen av systemet. Ett fartyg med kapacitet på 9 500 ton är tillräckligt för att transportera volymer från Stockholms Exergi (11 hämtningar) och Heidelberg Materials Cement (2 hämtningar). Fartyget har då en belägningsgrad (i tid) på ca 76%.




Tabell 7 Dimensioneringsberäkningar maxmånad för fartygsdelen

	Kapacitet fartyg [ton]	Antal fartyg som lägst behövs	Antal lastningar/lossningar per månad vid maxvolym	Nyttjandegrad % av tid vid maxvolym
Stockholm Exergi: fartyg	9 500	1	11	64,2%
Heidelberg Materials Cement: fartyg			2	11,9%
Totalt			13	76,1%

Utöver Pråm/pusher och fartygens dimensionering tillkommer volymerna som transporteras med tåg även i detta alternativ (Vattenfall, Jordbro). Se dimensioneringen för tåg i Tabell 3.




4.4 Analys och slutsats från screening

De tre alternativen analyserades utifrån en SWOT där styrkor, möjligheter, svagheter och hot med de tre alternativen fångades upp. En grov kostnadsanalys genomfördes också av AP3. I nedan figurer sammanfattas styrkor, möjligheter, svagheter och hot inom kategorierna; YTA OCH INFRASTRUKTUR, FLEXIBILITET, DRIFT, EKONOMI, ORGANISATION OCH MILJÖ.

 TÅG	 TVÅ FARTYG	 PRÅM + FARTYG
Befintlig infrastruktur	Ingen trängsel på vattnet	Ingen trängsel på vattnet
Goda förutsättningar att ta emot tåg i Norvik med rangering och långa tåg	Enbart ett anpassat kajläge behövs	Attraktivt med mellanlager på pråm, slippa landlager, lägre risk
Möjlighet att använda vagnar som lager		
Kapacitetskonkurrens med pendeltåg i delar av aktuell järnvägsnät	Läser kajkapacitet	Kräver 2 dedikerade kajlägen hos utsläppare och i Norvik
Ytkrävande terminal krävs	Större mellanlager krävs hos utsläppare - ökad risk för allmänheten	Kräver 2 lägen i NORVIK (kaj 8-9)
Komplex lösning krävs för vissa utsläppare (Söderenergi)		
Risk för förseningar → behöver man överdimensionera mellanlager?		Specifik hamnlösning för specifikt nyttjande - exkluderar alternativt nyttjande?




Figur 12 Sammanfattande SWOT inom kategorin YTA OCH INFRASTRUKTUR

Inom YTA OCH INFRASTRUKTUR är det tydligt att tågalternativet har bra förutsättningar genom befintlig infrastruktur och goda förutsättningar att ta emot tåg i Norvik. En möjlighet med tågalternativet är också att använda vagnar som lager. Dock finns kapacitetsproblematik på tåginfrastrukturen och det största hotet är att det finns risk för förseningar. På sjösidan är en styrka att det inte finns någon trängsel på vattnet och med Två fartyg så behövs enbart ett anpassat kajläge i Norvik. Pråmalternativet har sin fördel med att kunna nyttja pråmen som mellanlager, och därmed slippa landlagret (vilket eventuellt blir en lägre risk). Dock kräver pråmalternativet två dedikerade kajlägen hos utsläppare och i Norvik.

 TÅG	 TVÅ FARTYG	 PRÅM + FARTYG
Enkelt att anpassa transportkedjan efter varierande flöde	Redundans med två lika fartyg	Bäst möjlighet att växa in i ökande flöde av flytande lösningar
Skalbart med standardenheter (små jmf sjöfart)		
Möjlighet att använda vagnar som lager	Kan anpassa fartygsstorlek och antal för optimering av systemet	Möjlighet att nyttja pusher i andra uppdrag vid säsongsvariation
		Möjlighet att använda andra fartyg för Slite/Värtan vilket kan skapa redundans
Inlåst i ett system - känsligt för störningar	Svårare att hantera säsongsvariation	Två delsystem - ett fartyg ger låg redundans och svårt att hantera säsongsvariation
Oklart när det finns tillgängliga slottider dagtid	Specifik hamnlösning för specifik fartygsstorlek - exkluderar framtida spot-marknad?	Väderkänslighet för pråmlösningen




Figur 13 Sammanfattande SWOT inom kategorin FLEXIBILITET

Inom FLEXIBILITET ses det positivt att tågalternativet gör det möjligt att anpassa transportkedjan efter ett varierande flöde. Det blir med tåg skalbart med mindre standardenheter jämfört med sjösidan. Däremot bli tågalternativet känsligt för störningar då transportenheterna är inlåsta i ett system. Det finns också en risk att det inte finns tillgängliga slottider alla tider på dygnet. Med Två fartyg finns redundans i systemet och det är även möjligt att bygga ett optimerat system för tillgänglig volym utifrån fartygsstorlek och antal. Med Pråm + fartyg finns förutsättningar att växa in i ökande volymer, och en stor fördel är att pushern skulle kunna nyttjas i andra uppdrag vid lågsäsong. Det finns dock en oro för att pråmlösningen är väderkänslig och här behöver man titta vidare på navigeringsförutsättningar i de inre farlederna (t.ex. norr om Landsort).

TÅG 	TVÅ FARTYG 	PRÅM + FARTYG 
Relativt kortast ledtid från beställning till leverans	Möjlighet att väva in i ökande flöde	Pråm kan ha kortare ledtid än fartyg
I hög grad färdiga tillstånd för transport av farligt gods	Robusthet - få störningar vattenvägarna. Stockholms hamnar rådighet över tidtabell.	Fördelaktig riskbild med flytande lager
Standard-lastbärare		Robusthet - få störningar vattenvägarna. Stockholms hamnar rådighet över tidtabell.
		Möjlighet att väva in i ökande flöde
Skapar möjlighet att skicka LCO2 inland, till andra hubbar och till CCU	Optimering av kedjan en möjlighet	Pusher kan nyttjas i synergi med andra uppdrag
Kan användas som backup-lösning		Finns fler alternativa leverantörer av pusher och pråmar
Operationell osäkerhet p.g.a. känslighet för störningar (tex spår/växlar och underhållsläget på Nynäsbanan mm)	Större mellanlager krävs hos utsläppare - ökad risk för allmänheten	Mer energikrävande än motsvarande fartyg
Ej dubbelspår hela vägen till Norvik		Lägre operationell fart än motsvarande fartyg
Hur etableras ett lager i hamn sett till placering om tåg & fartygslösning är obalanserade?	Fartyg tillgängliga? Långa leveranstider	Specialiserad lastbärare
	Personalförsörjning	Ju fler in och utkopplingar, mer läckage?
	Svårt att optimera - hur synka transportkapacitet och volymer?	




Figur 14 Sammanfattande SWOT inom kategorin DRIFT

Inom DRIFT ser projektgruppen att tågalternativet är det alternativ som bör ha kortast ledtid till operationell drift i jämförelse med fartygsalternativen. Tågalternativet skapar också möjligheter att transportera volymer till andra hubbar eller destinationer landvägen (t.ex. Göteborg). Den operationella osäkerheten lyfts fram här med kopplat till känsligheten för störningar, vilket är ett reellt hot mot denna lösning. För alternativen Två fartyg och Pråm + fartyg ses bägge som robusta system i förhållande till tågalternativet, med få störningar på vattenvägarna. Att Stockholms hamnar kan ha rådighet över tidtabellen ses också som en fördel för bägge sjöfartslösningarna. I alternativ Pråm + fartyg kan pushern nyttjas i synergi med andra uppdrag, vilket är en möjlighet. Det finns dock en oro kring leveranstiden för fartygen, med potentiellt långa ledtider.

TÅG 	TVÅ FARTYG 	PRÅM + FARTYG 
Lägst total systemkostnad/ton	Ett i stort gemensamt system ger kostnadsfördelar både i anskaffning och drift	Något lägre systemkostnad än fartygslösningen
Lägst CAPEX		
Secondhandvärdet för tågagnar	Många alternativa leverantörer för driften	Möjligheter att använda pråmar som lager i andra applikationer
Finns alternativa leverantörer för drift	Kan utveckla gränssnittet mot större grupp	Möjlighet att nyttja pusher för alt. Pråmflöden för andra godsslag
	Secondhandvärdet för fartygen	
Högst OPEX	Investeringsmässig tung - högst CAPEX pga mellanlagerkostnad	Relativt hög systemkostnad jämfört med tåglösning
	Högst total systemkostnad	Andrahandsvärdesrisk för högspecialiserat system
Andra terminaler (tex GBG) kan visa sig mer kostnadseffektiva	Tillkommande kostnader bl.a. infrastruktur (kaj) och lasthanteringskost för varuhamsavg	Tillkommande kostnader bl.a. infrastruktur (kaj) och lasthanteringskost för varuhamsavg




Figur 15 Sammanfattande SWOT inom kategorin EKONOMI

Inom EKONOMI har i jämförelsen alternativ tåg lägst total systemkostnad/ton utifrån lägst CAPEX, men högst OPEX. Alternativ Pråm + fartyg hade något lägre systemkostnad än två fartyg. Det finns potentiellt tunga investeringskostnader kopplat till mellanlagerkostnaderna och investering i infrastruktur kopplat till kaj och lasthantering i noden. Dock bör poängteras att denna analys utgick från schablonkostnader och har detaljerats vidare utifrån de val som gjorts i fördjupningen (se AP3-rapport).

TÅG 	TVÅ FARTYG 	PRÅM + FARTYG 
Möjlighet för samutnyttjande av vagnspool	Mest samverkansfördelar – samma lösning till de flesta	
Ger möjlighet att skala upp för fler utsläppare	Kanske lättare att kontraktera än pråm + fartyg	
Drift kan upphandlas individuellt	Kan utveckla gränssnittet mot större grupp	
Tågvagnar kan köpas/chartras individuellt		
Mer i händerna på tågoperatörer	Stora gemensamma åtaganden investering + tid	Stora gemensamma åtaganden investering + tid
Ej bästa lösningen för alla?		
Minst samarbete?	Kräver samordning	Kräver samordning
	Fastläsning till en TRP-aktör?	Mer komplext med två olika system?
		Tillståndsfråga? Oprövat kort
		Fastläsning till en TRP-aktör?

Figur 16 Sammanfattande SWOT inom kategorin ORGANISATION

Inom ORGANISATION utmärker sig alternativ två fartyg med potentiella samverkansfördelar för de utsläppare som kan transportera volymerna sjövägen. Detta kräver å andra sidan samordning och en oro finns inom konsortiet om det skapar en fastläsning gentemot en tredjepartsaktör. På tågsidan finns en fördel att potentiellt kunna samutnyttja vagnspoolen. Drift/tågvagnar skulle dock kunna upphandlas/chartras individuellt, vilket i sin tur skulle kräva minst samarbete mellan parterna.

TÅG 	TVÅ FARTYG 	PRÅM + FARTYG 
Låga miljö och klimatutsläpp från driften		
	Fossilfria alternativ finns till i dagsläget högre kostnad (stor utveckling just nu)	Fossilfria alternativ finns till i dagsläget högre kostnad (stor utveckling just nu)
		Grönt alternativ. Batteri på pråm, laddas vid lastning
Ev. bullerproblem Nynäsbanan nattetid	Risk för hög klimat- och miljöpåverkan i driftsfasen	Störst miljöpåverkan vid byggnation av nödvändiga anläggningar och transportenheter.
		Risk för hög klimat- och miljöpåverkan i driftsfasen

Figur 17 Sammanfattande SWOT inom kategorin MILJÖ

Inom MILJÖ sticker tåget ut med låga miljö- och klimatutsläpp. På fartygssidan finns fossilfria alternativ, dock till en i dagsläget högre kostnad. Beroende på val av tekniklösning finns därmed en risk för en hög klimat- och miljöpåverkan i driftsfasen för fartygsalternativen.

Konsortiet diskuterade de tre alternativen på en gemensam workshop i syfte att identifiera vilket eller vilka alternativ som konsortiet ansåg ha mest nytta av att gå vidare med i mer detaljerade analyser. En majoritet av företagen ville gå vidare med de alternativ som inkluderar sjöfart. Majoriteten av grupperna ansåg också att tågalternativet kunde uteslutas då det inte är det primära alternativet för flera av utsläpparna själva. Detta trots att kostnadssidan såg fördelaktig ut i jämförelsen och att inga tydliga övergripande kapacitetsbegränsningar identifierats för den aktuella järnvägsinfrastrukturen. Det fanns en tydlig skepsis bland utsläpparna kring att en helt tåg baserad lösning skulle fungera i både kapacitets- och flexibilitetsperspektiv. Hos framför allt Söderenergi och Stockholms Exergi finns också lokala utmaningar med en tåglösning, utmaningar som gjort att tåg valts bort av båda i deras interna utvecklingsprocesser. Därmed uteslöts alternativ 1 Tåg ur det fortsatta arbetet. Tåg finns dock med för Vattenfalls volymer i de andra två alternativen.

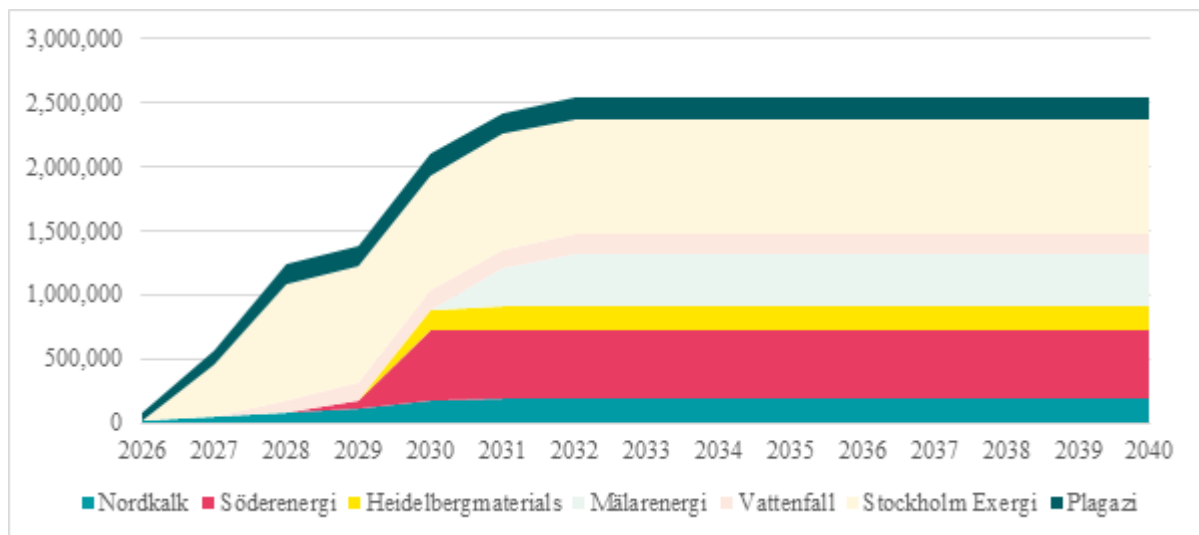
Det fortsatta arbetet kommer därmed beakta Norvik som nod utifrån båda alternativ där inkommande volymer kan komma med antingen sjöfart eller järnvägslösningar (alt 2 och 3). Den gemensamma nämnaren för bägge alternativ är att kajläge 1 kommer behövas, dock med olika beläggningsgrad. För pråmalternativet kommer även kajläge 8/9 krävas. Volymer med tåg kommer i ett första steg utgå från Vattenfalls volymer. Ytterligare potentiella volymer med tåg kommer att tas in i diskussionen kring upprampning (se kapitel 7) i den fördjupade beskrivningen.

5 Inflöde till Norvik

Utifrån resultatet i den första delen av arbetet inom AP2, ”Screening och logistikutvärdering av systemlösningar”, har de två valda systemalternativen nyttjats för att dimensionera system och infrastruktur för Nod Norvik (”Två fartyg” samt ”Pråm + fartyg” där Vattenfalls volymer transporteras med tåg in till noden).

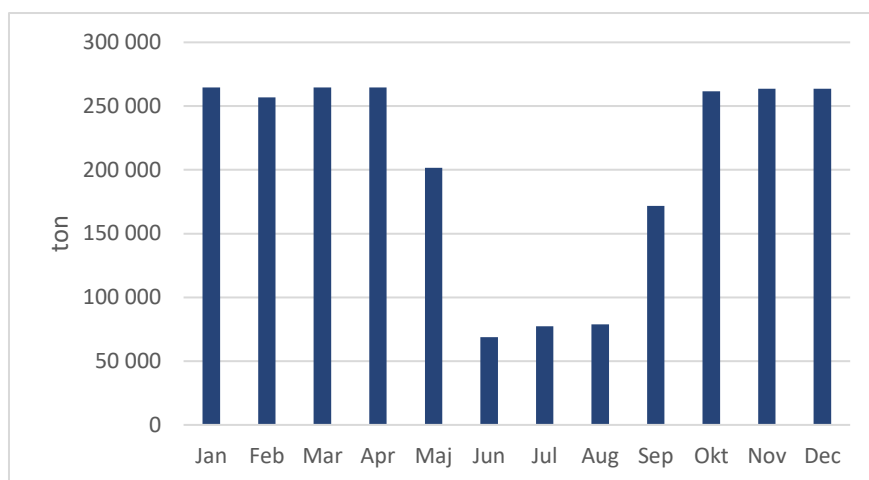
5.1 Flöden

Nordkalk och Plagazi är de två företag som planerar att starta sina CCS-anläggningar närmast i tiden, med förväntad start år 2026 och en kombinerad utsläppsvolym på cirka 80 000 ton. Därefter följer Stockholm Exergi år 2027, Vattenfall 2028, Söderenergi 2029, Heidelberg 2030 och Mälarenergi 2031. År 2031 förväntas den samlade volymen nå cirka 2 420 000 ton, vilket närmar sig den högsta planerade volymen år 2032 och framåt på cirka 2 540 000 ton. Den kumulativa totalvolymen presenteras i figuren nedan.



Figur 18 Prognos total volym infångad koldioxid 2026–2040

Den totala säsongsvariationen är relativt hög, med lägre utsläppsnivåer under sommarmånaderna. Detta följer det typiska mönstret för energibolagens produktion och därmed deras relaterade utsläpp. Årsvariation för den totala volymen presenteras i figur nedan. Månadsfördelning är från 2035, vilket även är det år som försatta analyser baseras på.



Figur 19 Månadsfördelat genomflöde Nod Norvik 2035

Störst genomflöde i noden är det vintertid. 2035 förväntas det maximala månadsgenomflödet vara ca 265 kton.

5.2 Beskrivning av lastbärare

För att etablera en effektiv logistikinfrastruktur till och från Nod Norvik krävs ett antal lastbärare. I kommande avsnitt beskrivs de centrala transportmedlen för sjö- och tågtransporterna mellan utsläpparna och Nod Norvik, med särskild inriktning på dimensioner, kapacitet och klassificering. Dessa detaljer är av avgörande vikt för att fullt ut förstå och strategiskt planera transportinfrastrukturen som stödjer NICE-projektet.

5.2.1 Mälarmaxfartyg

En fartygstyp, vidare benämnd Mälarmax, kan utföra alla fartygsbaserade sjötransporter mellan utsläpparna och Nod Norvik. Mälarmaxfartyget är något större än den serie av 7,5k LCO₂-fartyg, illustrerade i Figur 20, som är beställda av norska Northern Light JV från det kinesiska varvet DSIC- Dalian Shipbuilding Industry.

Illustration of the Northern Lights 7,500 m³ CO₂ ships
©Northern Lights JV DA



Figur 20 7,5k LCO₂-fartyg (©Northern Light JV DA)

Ett Mälarmaxfartyg uppskattas ha följande huvuddimensioner:

LÖA:	155 m
Bredd:	23 m
Designdjupgående:	6,8 m
Kapacitet:	8 600 m ³ / 9 500 ton
Lastning/Losningskap_{max}:	780 m ³ /h
Servicefart:	12 knop

Fartyget är avsett att klassificeras som ett SOLAS-fartyg och designas för att kunna hämta LCO₂ från alla sjönära utsläppare inklusive HCS i Slite. Fartyget är anpassat för att kunna navigera in och ut ur Mälaren genom den nya slussen i Södertälje, men det har begränsningar som hindrar det från att passera genom Hammarbyslussen.

5.2.2 Blocktåg 16

För tågtransporterna har ett blocktåg bestående av 16 vagnar antagit som lämplig transportenhet. Ett Blocktåg 16 har följande huvuddimensioner.

Antal vagnar:	16 st
Lastkapacitet:	~1 040 ton
Totallängd:	~250 m
Flödes hastighet_{max} per vagn:	~60m ³ /h

5.2.3 Pusher och Pråm

De pråmar som är avsedda att fungera som både lokalt utlastningslager och transportenhet uppskattas ha följande huvuddimensioner:

LÖA:	80 m
Bredd:	23 m
Designdjupgående:	6,8 m
Kapacitet:	5 900 m ³ / 6 500 ton

Lastningskapacitet ¹	≥75 m ³ /h
Lossningskapacitet	≤300 m ³ /h

Dessa pråmar kan klassas och opereras som SOLAS-fartyg, som IWW-fartyg eller i SE-klass.



Figur 21 Pråm/pusher-ekipage för transport av LCO₂ (Illustration: Stella Maris CCS)

För transporten av dessa pråmar krävs en pusher anpassad för enkel koppling till de aktuella pråmarna. Servicefarten för en kopplad pråm/pusher beräknas till 8 knop. Den kopplade pråm/pushern är anpassad för att navigera in och ut ur Mälaren via den nya slussen i Södertälje, men kan inte passera genom Hammarbyslussen.

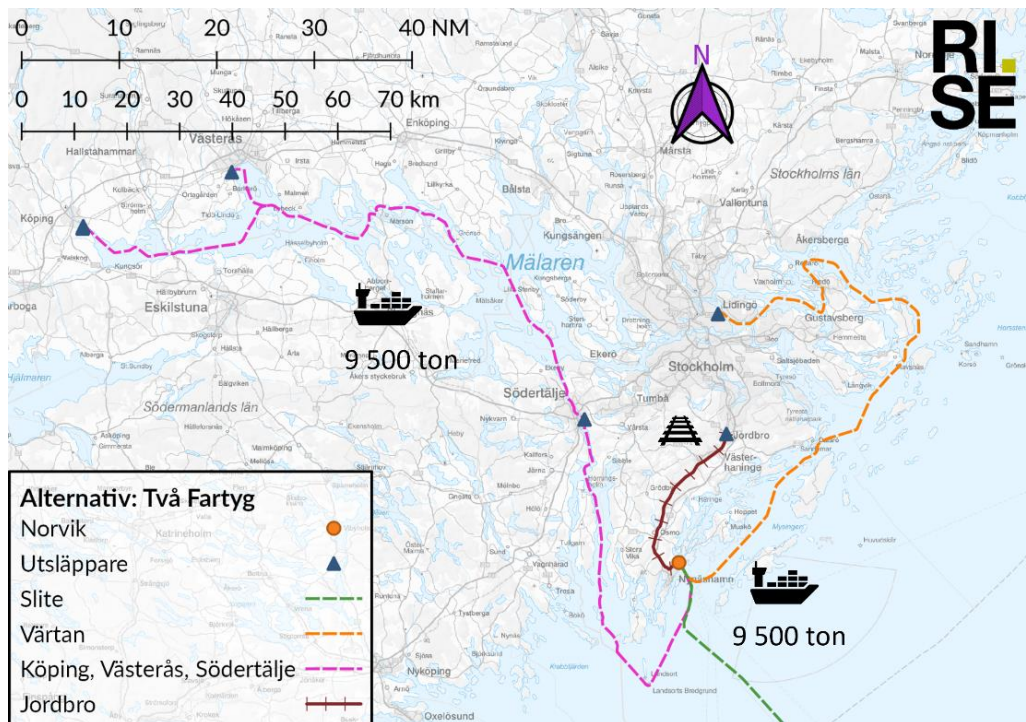
5.3 Alternativ ”Två fartyg”

I alternativ ”Två fartyg” transporteras alla volymer från de olika utsläpparna till Nod Norvik med fartyg förutom Vattenfalls volymer från Jordbro som i stället nyttjar tåg. Två Mälarmaxfartyg är tänkta att nyttjas för de sjöburna transportererna där de ena framför allt hanterar volymerna från Stockholm Exergi i Värtan och HCS i Slite och det andra Söderenergis volymer samt volymerna från utsläpparna vid Mälaren. I Figur 22 finns en översikt över alternativ ”Två Fartyg”.

För att hantera de sjöbundna flödena under de månader när flödena är som störst beräknas Mälarmaxfartygen angöra Stockholm Norvik 28 gånger per månad. Vid varje angöring uppskattas kajen beläggas 14 timmar totalt varav själva lossningstiden, räknat från det att lastarmen är kopplad på fartygets manifolden till det att den kan lossas igen, är uppskattad till 12 timmar.

Utöver fartygen ankommer också flödet från Vattenfalls anläggning i Jordbro med tåg. För att hantera detta flöde de månader med störst flöde beräknas ett Blocktåg 16 lossa i Norvik 17 gånger per månad.

¹ 75 m³/h motsvarar maxutflödet från Söderenergi vilket är det högsta förväntade maxutflödet från de utsläppare som är tänkta att nyttja pråmsystemet i alternativ ”Pråm + Fartyg” beskrivet i avsnitt 5.4.



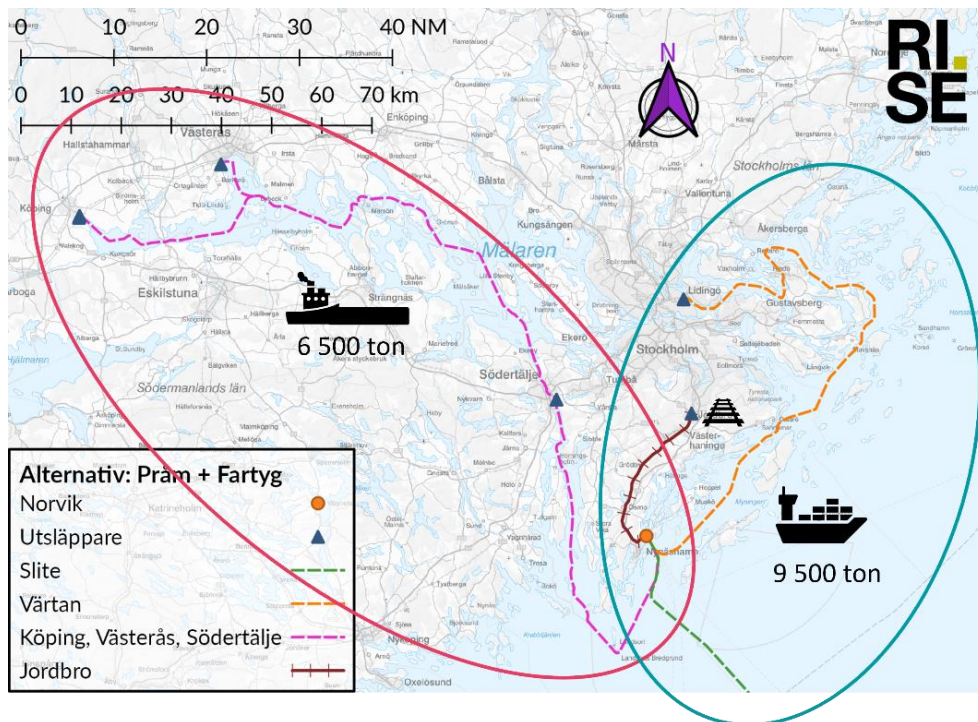
Figur 22 Översikt alternativ "Två Fartyg"

5.4 Alternativ "Pråm + fartyg"

I alternativ "Pråm + fartyg" nyttjas pråm som lokalt mellanlager och transportenhet för de tre utsläpparna i Mälaren samt för Söderenergi i Södertälje. Alternativet innebär också att inget eller ett mycket litet landbaserat mellanlager behövs vid respektive utsläppare. Totalt bedöms 5 pråmar och 1 pusher vara tillräckligt för att hantera dessa volymer. I detta alternativ kommer alltid en pråm ligga förtöjd för lastning i Köping, Västerås och Södertälje, en pråm ligga förtöjd för lossning eller i vänteläge i Norvik och en pråm vara i transit mellan Norvik och någon av utsläpparna.

I alternativ "Pråm+fartyg" nyttjas fortsatt Mälarmaxfartyg för hämtning av flödena från Stockholm Exergi i Värtan samt HCS i Slite. Ett Mälarmaxfartyg bedöms vara tillräckligt för att hantera dessa volymer. Transporten av Vattenfalls volymer från Jordbro nyttjar tåg på samma sätt som i Alternativ "Två Fartyg". I Figur 23 finns en översikt över alternativ "Pråm + fartyg".

För att hantera de pråmbaserade flödena de månader med högst flöde beräknas skifte av pråm ske i Norvik 20 gånger per månad. Tidsintervallet mellan skiften varierar dock beroende på vilken utsläppare som betjänas. Flödes hastigheten vid lossning kan anpassas för att optimera flöden i rörsystem, BOG-hanteringsutrustning m.m. samt efter turlistan. Detta för att säkerställa att den ineliggande pråmen alltid är tom när nästa lastade pråm ankommer Norvik. För att möta det kortaste tidsintervallet innan pråm skall skiftas igen krävs en lossningskapaciteten ca $300 \text{ m}^3/\text{h}$.



Figur 23 Översikt alternativ "Pråm + Fartyg"

För att hantera de fartygst transporterade flödena kommer ett Mälarmaxfartyg angöra Stockholm Norvik knappt 13 gånger per månad. Vid varje angöring uppskattas kajen beläggas 14 timmar totalt varav själva lossningstiden, räknat från det att lastarmen är kopplad på fartygets manifolder till det att den kan lossas igen, är uppskattad till 12 timmar.

Utöver det sjöbundna inflödet ankommer också flödet från Vattenfalls anläggning i Jordbro med tåg på samma sätt som för Alternativ "Två fartyg".

6 Utflöde från Norvik

För att effektivt hantera utflödet av koldioxid från Norvik krävs en noggrann analys av flera viktiga faktorer. Dimensioneringen av fartyg är särskilt beroende av lastkapacitet och servicefart, medan angöringsfrekvens, utlastningsvolym och beläggningsgrader är avgörande för att skapa en helhetsförståelse och strategi för transporten av koldioxid från Norvik till slutlagringsplatserna. Följande kapitel kommer att tillhandahålla detaljerad information kring dessa aspekter.

6.1 Lastkapacitet och servicefart

Dimensioneringen av fartyg för transport från Norvik till lagringsplatser avgörs bland annat av koldioxidflöde (maxflöde), hastighet och antal fartyg samt avstånd till lagringsplats. Dessa faktorer, framtagna av AP3, beskrivs närmare nedan och de antaganden som ligger till grund för analyserna i NICE specificeras. Fartygsdimensioneringen är central och påverkar i sin tur även exempelvis utrymmesbehov för kajer i Norvik samt dimensioneringen av mellanlager.

Koldioxidflödet från Stockholm Norviks Hamn är samma som inflödet till hamnen, vilket beskrivs i avsnitt 5.1. År 2035 uppgår det alltså totalt till 2,4 Mton per år, med maxflöde om 265 kton/månad (januari).

De två antagna lagringsplatserna för koldioxidtransporter till är dels Northern Lights i Norge (Öygarden mottagande hamn), dels Havnsö i Danmark (Kalundborg mottagande hamn). Avståndet från Norviks hamn är 818 och 467 M för enkel resa till Öygarden respektive Kalundborg. Dessa lagringsplatser är endast exempel som fungerar som underlag för projektets analyser.

Analyser har utförts för transport med ett respektive två fartyg till de två nämnda lagringsplatserna. Om endast ett fartyg ska ansvara för koldioxidtransporten krävs högre lastkapacitet än vid två fartyg och ökande avstånd till lagringsplatsen ökar också kravet på lastkapacitet. Fartygens hastighet och avstånd till lagringsplats har störst påverkan på tiden det tar för ett fartyg att transportera koldioxiden från Norviks hamn till lagringsplats samt återvända till Norviks hamn (en så kallad roundtrip).

För vidare analys har fartygen antagits ha en servicefart om 12 knop antagits för alla fartygsstorlekar vilket för de aktuella fartygsstorlekarna bedöms som konservativt. I mindre utsträckning påverkar även tid för tilläggning i hamn, lastning och lossning. Antagandena inkluderar att det krävs 4 timmar för manövrering och tilläggning i de två hamnar som omfattas av en roundtrip (Norviks hamn samt hamn vid lagringsplats) samt 16 timmar för större fartygs lastning och lossning och 14 timmar för mindre fartyg.

Baserat på ovanstående antaganden har fartygsstorlekar och tidsåtgång för att genomföra en roundtrip beräknats och sammanställts i Tabell 9. För den fortsatta dimensioneringen av systemet och nödvändig infrastruktur för etablering av Nod Norvik utgår man från det största och minsta fartyget i Tabell 9.

Tabell 8 Dimensionerande fartygskapaciteter (Se AP3-rapport)

		LAST- KAPACITET (ton)	SERVICE- FART (knop)	ROUND- TRIP (timmar)	ANGÖRINGAR NORVIK (per månad)
Norvik- Öygården	1 fartyg	65 000	12	176	4,1
	2 fartyg	32 000	12	172	8,4
Norvik- Kalundborg	1 fartyg	43 000	12	118	6,1
	2 fartyg	21 000	12	114	12,6

6.2 Storlek på fartyg

För att bedöma rimliga huvuddimensioner på de olika fartygskapaciteterna som finns beskrivna i Tabell 8 ovan har ett antal olika fartygsdesigner i storlekar från 7,5k MP till 50k LP nyttjats. Med hjälp av grundläggande fartygsdesignssamband har sedan en uppskattning av fartygsdimensioner sammanställts i Tabell 9.

När det kommer till designtryck och temperatur på lasttankarna för de olika fartygen har bedömning gjorts att det är osannolikt att fartyg med en lastkapacitet över 30 000 m³ kommer att byggas med MP-tankar medan fartyg med en lastkapacitet på under 20 000m³ förväntas använda MP-tankar. Bedömningen bygger på dialog med nybyggnadsvarv med erfarenhet av att bygga LCO₂-fartyg samt en analys av gällande regelverk för denna typ av fartygstankar.

Tabell 9 Uppskattning av huvuddimensioner och lasthanteringskapacitet för de fartyg som används i den vidare analysen

BETECKNING	TYP	LASTKAPACITET	LÖA	BREDD	DJUP- GÅENDE	MAXFLÖDE LASTNING /LOSSNING	
		m ³	ton	m	m	m	m ³ /h
59k LP	LP	59 000	65 000	274	40	12	3 900
29k LP	LP	29 000	32 000	199	33,6	9,5	2 200
29k MP	MP	29 000	32 000	218	37,6	8,2	2 200
39k LP	LP	39 000	43 000	230	35	10,5	2 800
19k MP	MP	19 000	21 000	189,5	30	8,5	1 700

För att kunna hantera ett dimensionerande genomflöde i Nod Norvik om drygt 8 800 ton/dygn, måste 59k-fartyget göra ett anlöp i Norvik drygt 4 gånger per månad. Vid varje angöring uppskattas kajen beläggas 20 timmar totalt varav själva lastningstiden, räknat från det att lastarmen är kopplad på fartygets manifold till det att den kan lossas igen, är uppskattad till 16 timmar.

För 19k-fartyget krävs ett anlöp knappt 13 gånger per månad för att hantera motsvarade volym. Vid varje angöring uppskattas kajen beläggas 16 timmar totalt varav själva lastningstiden, räknat från det att lastarmen är kopplad på fartygets manifold till det att den kan lossas igen, är uppskattad till 12 timmar.

7 Nod Norvik

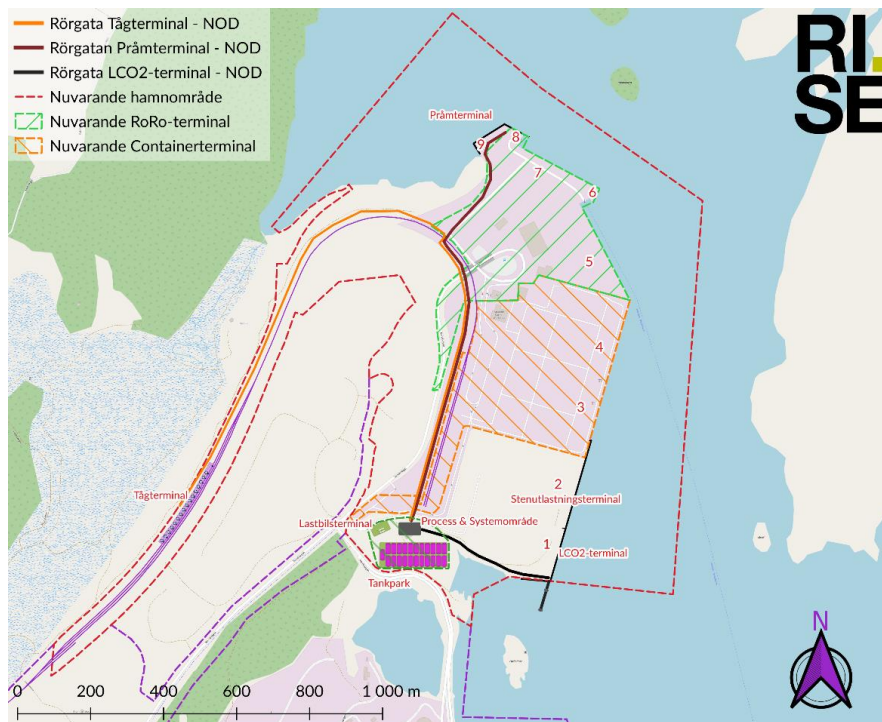
I detta kapitel behandlas olika förutsättningar och aspekter av Nod Norvik. Mellanlagret undersöks närmare med fokus på faktorer som dimensionering, typ, lokalisering och ytbehov. Därefter presenteras information om terminalsystemet, inklusive driftcentral, BOG-hantering, pumpar, rörsystem, och även lokalisering och ytbehov. Kajläge 1 och pråmterminalen på kajläge 8 och 9 utforskas med avseende på kaj- och lasthanteringsinfrastruktur och tågterminalen på likande sätt med avseende på spår- och lasthanteringsinfrastruktur.

7.1 Huvudkomponenter

Nod Norvik består av följande huvudkomponenter:

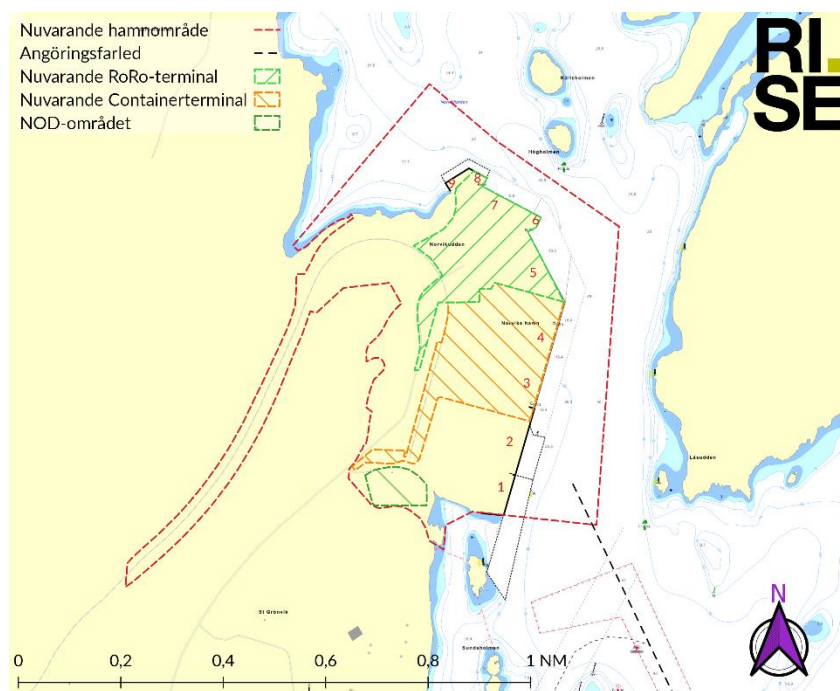
- Tankpark
- Process & Systemområdet
- Rörsystem
- Tågterminal
- Lastbilsterminal
- In- och utlastningskaj, kajläge 1
- Pråmterminal, kajläge 8 och 9. (Endast för alternativ Pråm-Fartyg)

I Fel! Hittar inte referenskälla. illustreras den översiktliga lokaliseringen av de olika huvudkomponenterna av Nod Norvik.



Figur 24 Översiktlig lokalisering av huvudkomponenterna av Nod Norvik

Det övergripande förutsättningarna ur ett nautiskt perspektiv illustreras i Figur 25



Figur 25 Nautisk översikt över Nod Norvik

7.2 Tankpark

Tankparken, d.v.s. mellanlagret i Nod Norvik, utgör en central del av Nod Norvik. Två väsentliga aspekter lyfts fram i detta kapitel: valet av tanktyp och storlek samt dimensionering av tankparken. Specifikationen av tankparken är av stor betydelse för att säkerställa effektiviteten och hållbarheten i Nod Norviks mellanlager, och ger möjligheter för ytterligare analys i nästa projektsteg.

7.2.1 Val av tanktyp och storlek

Mellanlagret i noden förväntas konstrueras med antingen cylindriska eller sfäriska tankar. Valet av tankstorlek påverkas av ett antal olika faktorer. Ur ett rent materialkostnads- och BOG-perspektiv föredras ofta ett mindre antal stora tankar. Dock har faktorer som tillgänglig produktionskapacitet och transportmöjligheter stor påverkan på det slutgiltiga valet av både storlek och form.

En annan mycket viktig faktor, med stor påverkan på tankstorlek, är tillståndsprocessen och dess tillhörande riskanalyser. Det har visat sig att mindre tankstorlekar ofta måste övervägas för att uppnå acceptabla risknivåer i relation till eventuella större läckage. I Norvik bedöms dock förutsättningarna vara goda för att nyttja ett färre antal stora tankar. Mer information om tillstånd och risker kopplat till tankstorleken finns i Tillstånds- och riskrapporterna från AP5.

Cylindriska tankar kan placeras både horisontellt och vertikalt. Fördelen med vertikal placering är att ytbehovet blir mindre men innebär också att hela tankparken blir betydligt högre. Dessutom innebär vertikalt placerade tankar att tanken utsätts för ett högre yttryck i den nedre delen av tanken. De principlayouter och ytbehovsbedömningar som tagits fram bygger på horisontellt placerade tankar eftersom det ger konservativa bedömningar på ytbehovet.

Val av slutgiltig tanktyp och tankdimension måste utredas vidare i nästa steg.

För Nod Norvik har en tankstorlek på 4 000 m³ bedömts som lämplig. Dessa horisontellt placerade cylindriska tankar har följande dimensioner:

Längd: 30 m
Diameter: 13 m
Kapacitet: 4 000 m³/ 4 400 ton
BOG: <0,1% per dygn

7.2.2 Dimensionering av tankpark

Lastkapacitet på de olika utlastningsfartyg, beskrivna i kapitel 5 ovan, tillsammans med det maximala dygnsgenomflödet i noden har använts som utgångspunkt för dimensioneringen av mellanlagerkapaciteten i Nod Norvik. Tre olika principer har utvärderats och beräkningar är gjorda för varje av följande principer:

1. 150% av utlastningsfartygets lastkapacitet
2. 110% av utlastningsfartygets lastkapacitet
3. Utlastningsfartygets lastkapacitet + det maximala dygnsgenomflödet (ca 8 800 ton)

I Tabell 10 presenteras en sammanställning över denna utvärdering.

Tabell 10 Mellanlagerdimensionering utifrån de tre utvärderade principerna

Beteckning	PRINCIP 1			PRINCIP 2			PRINCIP 3			Typ
	Kapacitet ton	Kapacitet m ³	Antal tankar	Kapacitet ton	Kapacitet m ³	Antal tankar	Kapacitet ton	Kapacitet m ³	Antal tankar	
59k LP	97 254	88 413	23	71 320	64 836	17	73 661	81 027	21	LP
29k LP	47 524	43 204	11	34 851	31 683	8	40 507	44 558	12	LP
29k MP	47 524	43 204	11	34 851	31 683	8	40 507	44 558	12	MP
39k LP	65 026	59 115	15	47 686	43 351	11	52 175	57 393	15	LP
19k MP	31 410	28 554	8	23 034	20 940	6	29 765	32 741	9	MP

För den vidare dimensioneringen av noden och dess komponenter kommer den största och minsta storleken enligt princip 1, redovisat i Figur 10, nyttjas som utgångspunkt och detaljbeskrivas. När det gäller kostnader kommer dock ett större antal varianter att beskrivas i AP3-rapporten.

Den minsta tankparken, baserat på ett 19k MP fartyg och princip 1, består av åtta 4 000 m³ MP-tankar. Ytbehovet för denna tankpark uppskattas vara drygt 4 000 m². Den största tankparken, som dimensionerats utifrån ett 59k LP fartyg och princip 1, består av tjugotre 4 000 m³ LP-tankar. Ytbehovet för denna tankpark uppskattas vara drygt 12 000 m².

Varje tank utrustas normalt med en egen utlastningspump, vars storlek dimensioneras med hänsyn till det maximala utlastningsflöde som skall uppnås. Detta relaterar primärt till den största mottagningskapacitet som de fartyg som förväntas hämta LCO₂ i noden har. Pumpar i en eller flera av tankarna kan dock arbeta parallellt för att uppnå detta flöde. Det är dock viktigt att notera att ju fler pumpar som arbetar parallellt desto mer komplext styr- och reglersystem krävs. Som utgångspunkt för vidare analys antas varje tank vara utrustad med en pump som kan leverera ett maxflöde om 1 000 m³/h.

Att överväga användning av centralt placerade pumpar i stället för en per tank kan potentiellt minska kostnaderna för Nod Norvik. Denna lösning måste dock utvärderas både i tekniskt och operationellt i nästa fas av projektet.

7.3 Process och systemområdet

7.3.1 Övergripande beskrivning

Från process och systemområdet styrs samtliga funktioner i Nod Norvik. I området placeras och hanteras flödesmätare, flödesventiler, övervakningssystem, kontrollrum och diverse andra komponenter. Samtliga inflöden av LCO₂ passerar genom detta område innan de mellanlagras, och så även utlastningsflödena till fartygen. Om kravet är nollutsläpp för Nod Norvik måste all koldioxid som uppstår på grund av BOG etc. tas emot och förvätskas här innan volymerna återförs till mellanlagertankarna.

Om tankparken konstrueras för lågtryck krävs även utrustning för tryck- och temperaturförändring inom detta område. Ytbehovet för detta område kommer att variera beroende på den slutgiltiga utformningen av Nod Norvik, men det uppskattas ligga mellan 2 000 och 3 000 m³.

För att effektivt styra och övervaka hela noden krävs en övervaknings- och driftcentral samt personalutrymmen. Dessa utrymmen kan placeras inom process- och systemområdet eller samlokaliseras med andra verksamheter, beroende på hur och av vem noden skall styras och övervakas. Den exakta utformningen och behoven av övervaknings- och driftcentral liksom personalutrymmen, kommer därför att utredas närmare i senare delar av projektet.

7.3.2 BOG-hantering

De nyckeltal som använts för beräkning av BOG-volymer är sammanställda i Tabell 11. Siffrorna bygger i huvudsak på dialog med ett antal olika utrustningsleverantörer och från kommunikation med utsläppare med pågående CCS projekt.

Kapaciteten på BOG anläggningen påverkas framför allt av den största momentana BOG-volym som uppstår under drift av noden. Däremot är energiförbrukningen för hanteringen av BOG i huvudsak relaterad till den totala mängden BOG.

Störst momentan BOG-generering uppstår i samband med utlastning till fartyg eftersom systemet då även måste ta om hand om den volym koldioxid i gasfas som finns i fartygstanken när lastningen påbörjas. Observera också att sammansättningen på denna koldioxid kan avvika kraftigt från sammansättningen av den BOG som genereras från övriga delar av systemet.

Tabell 11 Nyckeltal för beräkning av BOG-volymer

KÄLLA	NYCKELTAL	RELATERAT FLÖDE/VOLYM
Avlastning från bil	0,2 %	Av lossad volym
Avlastning från tåg	0,2 %	Av lossad volym
Avlastning från fartyg/pråm	0,2 %	Av lossad volym
Från lagertankar och interna rörsystem	0,1 %	Per dygn av total lagringskapacitet
Lastning av fartyg	0,5%	Av lastad volym

I Tabell 12 är en kvantifiering av BOG-generering gjord för de 4 dimensionerande transportuppläggen på in och utflöde från Nod Norvik och som beskrivs mer i detalj i kapitel 5 och 6.

Tabell 12 BOG per fartygstyp och tidsenhet

	TVÅ FARTYG 59K	TVÅ FARTYG 19K	PRÅM FARTYG 59K	PRÅM FARTYG 19K
BOG helår (ton/år)	52 566	28 533	52 566	28 533
BOG maxmånad (ton/månad)	4 812	2 837	4 790	2 815
BOG max (ton/h)	28,2	13,4	28,9	14,1

7.3.3 Ändring av tryckintervall

Om de fartyg som slutligen väljs för att hämta volymerna i Nod Norvik för vidare transport till slutlager är designade för LP samtidigt som alla andra volymer in till Nod Norvik kommer till noden vid MP krävs utrustning för att omvandla tryckintervallet på koldioxiden från MP till LP. Denna omvandling behöver ske någonstans i noden eller ombord på de fartyg som hämtar volymer i Nod Norvik. Att byta tryckintervall från MP till LP innebär primärt att gasen måste kylas från ungefär -25°C till -55°C i kombination med en trycksänkning.

Utifrån de olika tankparksstorlekar som beskrivs i avsnittet ovan 7.2.2, är behovet av denna typ av utrustning endast relevant för tankparkerna av LP typ. Om tankparken är designad för LP måste de inkommande MP-volymer hanteras innan de lastas in i tankparken. Följande tabeller ger en uppskattning av hur stora volymer som denna utrustning måste kunna hantera.

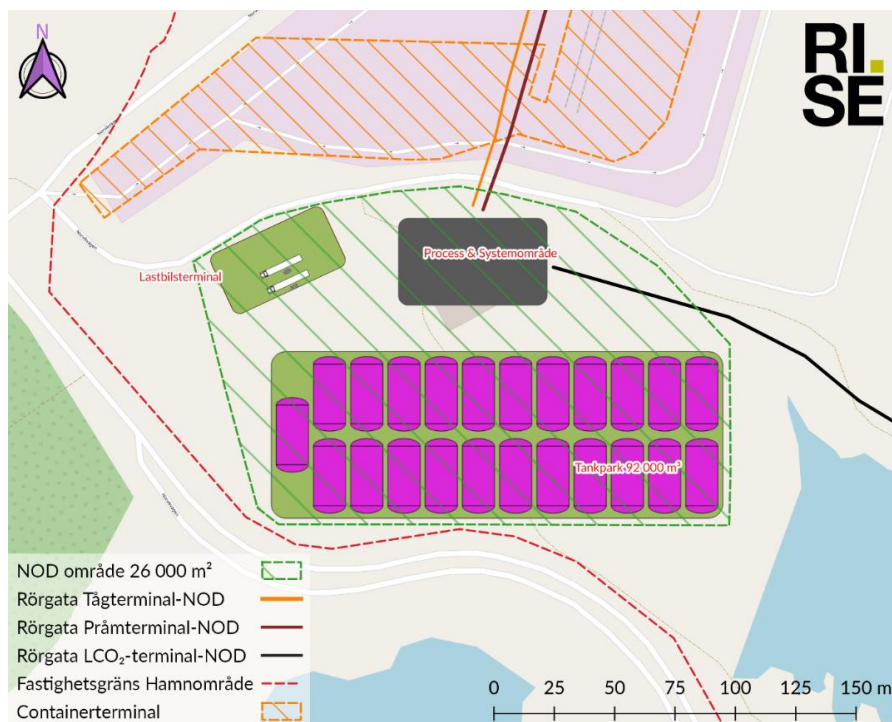
Tabell 13 Kapacitetsbehov för de två alternativa lösningarna

	MAX PER TIMME (ton/h)	MAX PER DYGN (ton/h)	PER ÅR (ton/år)
--	--------------------------	-------------------------	--------------------

Alt. Två Fartyg	1 375	10 540	2 438 387
Alt. Pråm Fartyg	1 705	17 040	2 438 387

7.4 Nod-området

Utifrån de två olika dimensionerande fartygsstorlekarna 59K och 19K och resonemanget kring val av tankpark samt process och systemområde har nodområdet dimensionerats geografiskt. Den stora nodens område innefattar 26 000 m², och den lilla noden 17 000 m² enligt visualisering i figurerna nedan.



Figur 26 Det stora nodområdet på 26 000 m²



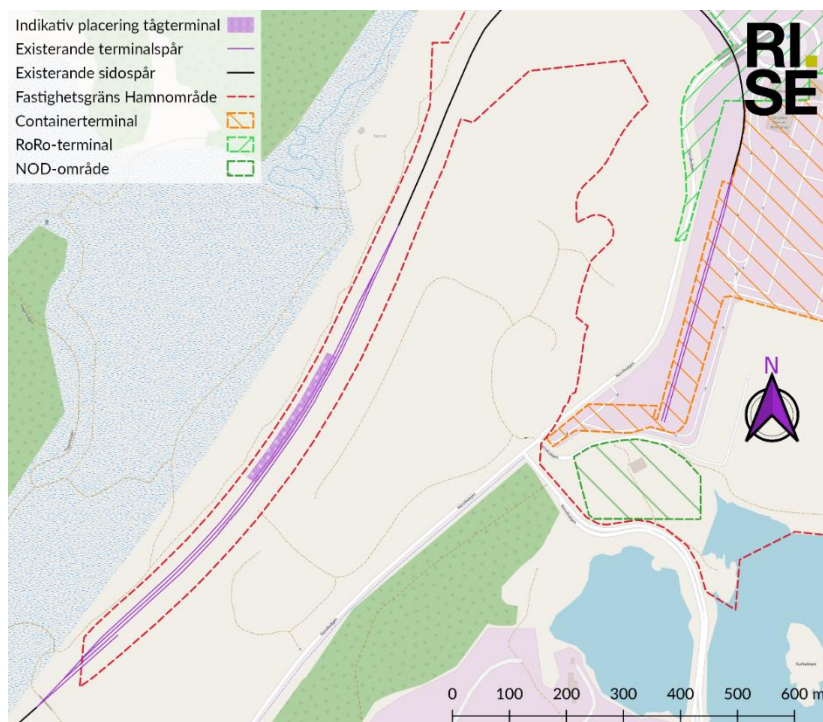
Figur 27 Det lilla nodområdet på 17 000 m²

7.5 Tågterminal

Mottagande av koldioxid via tåg utgör det primära valet för volymerna från Vattenfall och gör således förutsättningar för tågterminal en viktig del av den logistiska analysen. Trots att övriga aktörer inte ser tåg som förstahandsalternativ, har det nämnts som en eventuell backuplösning av andra utsläppare inom konsortiet.

7.5.1 Spårinfrastruktur

I Nod Norvik finns för närvarande tre terminalspår, vardera med en längd av 1 000 meter, i den västra delen av hamnområdet. Dessutom finns två 400 meter långa spår inom området för containerterminalen.



Figur 28 Indikativ placering av tågterminal

För närvarande är kapacitetsutnyttjandet för samtliga terminalspår lågt. Detta innebär att det finns en betydande möjlighet att effektivt ta emot koldioxid med tåg utan ytterligare investeringar i spårinfrastruktur. De befintliga terminalspåren i Norvik anses ha tillräcklig kapacitet för att hantera potentiella tågtransportflöden inom ramen för detta projekt. Baserat på att potentialen för alternativutnyttjande av de två terminalspåren i containerterminalen bedöms som god har en indikativ placering av tågterminalen valts i enlighet med Figur 28.

7.5.2 Lasthanteringsinfrastruktur

Även om det finns god tillgång av spår behöver tågterminalen utrustas med lasthanteringsinfrastruktur. Varje vagnsläge längs det utvalda spårområdet bör utrustas med en utlastningsskid bestående av lastarm med anslutning för koldioxiden samt gasretur/BOG. Varje utlastningsskid kan också vara utrustad med flödesmätare vilket är att föredra om tåg med vagnar från olika utsläppare skall lossas samtidigt.

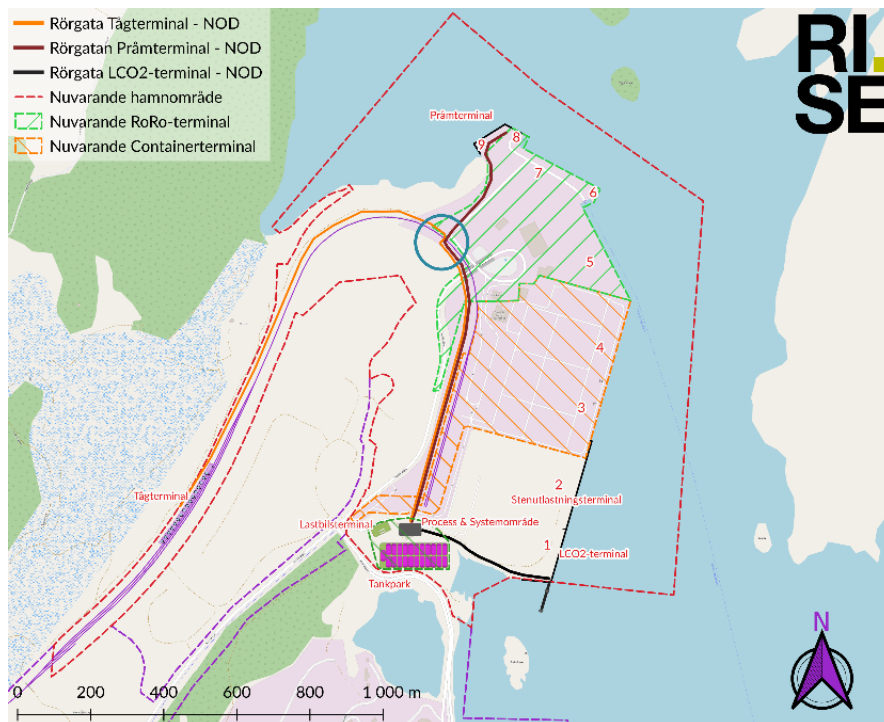


Figur 29 utlastningsskid för tågterminal (Bild Euromekanik)

Lastarmens på- och frånkoppling förväntas utföras manuellt och beräknas ta cirka 5 minuter per vagn. Utöver lastarm måste terminalen även förses med egna pumpar eftersom LCO₂-vagnar vanligtvis inte är utrustade med sådana. Lossningskapacitet per vagn antas vara 60 m³/h, dock förväntas maxflödet ut från tågterminalen vara ≤ 960 m³/h. Turn-around tiden för ett blocktåg 16 förväntas vara 4 timmar under förutsättning att tillräckligt med personal finns tillgängliga för att koppla i och ur lastarmarna till respektive vagn.

7.5.3 Rörsystem

Från tågterminalen till mellanlagret måste två rörledningar dras, en för kryogen koldioxid och en för gasretur/BOG-hantering. I Figur 30 visas den dragning som bedöms mest lämplig. Denna dragning innebär att rören blir ca 2 000 m långa.



Figur 30 Möjlig placering av rörgata mellan tågterminal och mellanlager

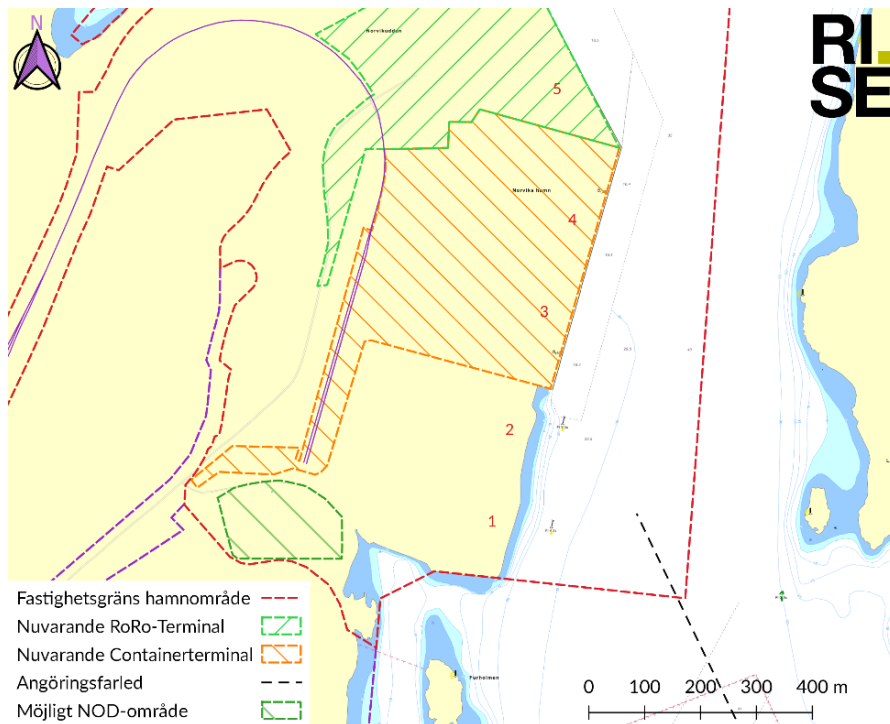
Från punkten där de förslagna rörgatorna från prämterminal respektive tågterminal till mellanlagret går ihop, kan möjligheter finns att samutnyttja samma rörsystem. Detta måste utredas vidare i nästa steg.

7.6 LCO₂-terminal Kaj 1

7.6.1 Övergripande beskrivning

Som tidigare beskrivits i bl.a. avsnitt 4.2, finns det ett område i den sydöstra delen av den nuvarande hamnfastigheten med potential för att utveckla ny koldioxidrelaterad kajinfrastruktur. Det finns idag ett befintligt tillstånd att etablera ytterligare 150 m kaj i detta område utöver den kaj för sten och grusutlastning som är under produktion. För att säkerställa en trygg förtöjning av de fartygsstorlekar som har identifierats i projektet kommer det också att behövas förtöjningspunkter utanför hamn- och tillståndsområdet. För mer detaljerad information hänvisas till AP5:s tillståndsrapport. Tillgängligheten till det sydöstra hamnavsnittet bedöms vara god utifrån ett nautiskt perspektiv, med en relativt kort insegling och ett maximalt leddjupgående på 15,3 m.

Utgångspunkten för de behov som identifierats och de principförslag som tagits fram är de två utlastningsfartygen 19k och 59k beskrivna i kapitel 7 samt Mälarmaxfartyget beskrivet i avsnitt 5.2.1. Fartygens dimensioner är avgörande för designen av nödvändig kajinfrastruktur för att säkerställa att fartygen kan förtöjas på ett säkert och effektivt sätt ur ett nautiskt och operationellt perspektiv.

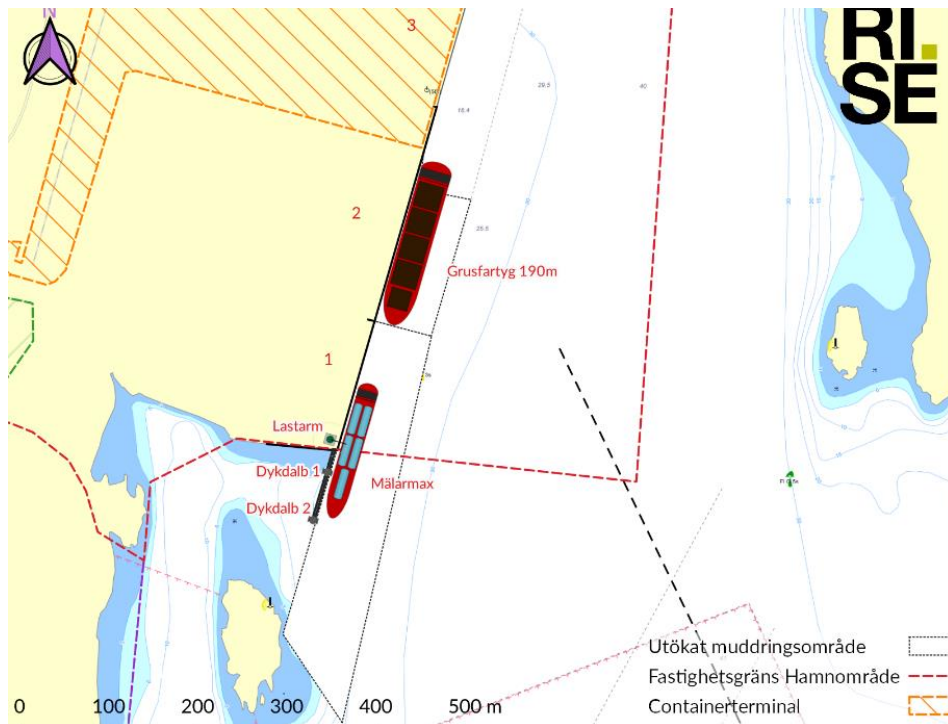


Figur 31 Befintligt utförande av den sydöstra delen av hamnområdet

Den slutliga utformningen skall sträva efter att kunna ta emot och hantera fartyg med varierande LÖA. För fartyg med en LÖA på mellan 150 och 200 meter är praxis att nyttja 3 trossar som både för- och akterändor, samt 2 brestar och 2 för- och akterspring för en säker förtöjning vid kaj. Större fartyg med en LÖA över 200 m kommer att ha behov av ytterligare förtöjningstrossar där praxis är ytterligare en förända och akterända. Detta kan komma att utökas beroende på vindstyrka och riktning på vinden. Denna information är av betydelse vid planering av nybyggnation av kajer, där placering och styrka på förtöjningspunkter måste beaktas. Dessutom är det viktigt att ta hänsyn till närheten till andra fartyg som potentiellt kan behöva använda samma pollare.

7.6.2 Mälarmax

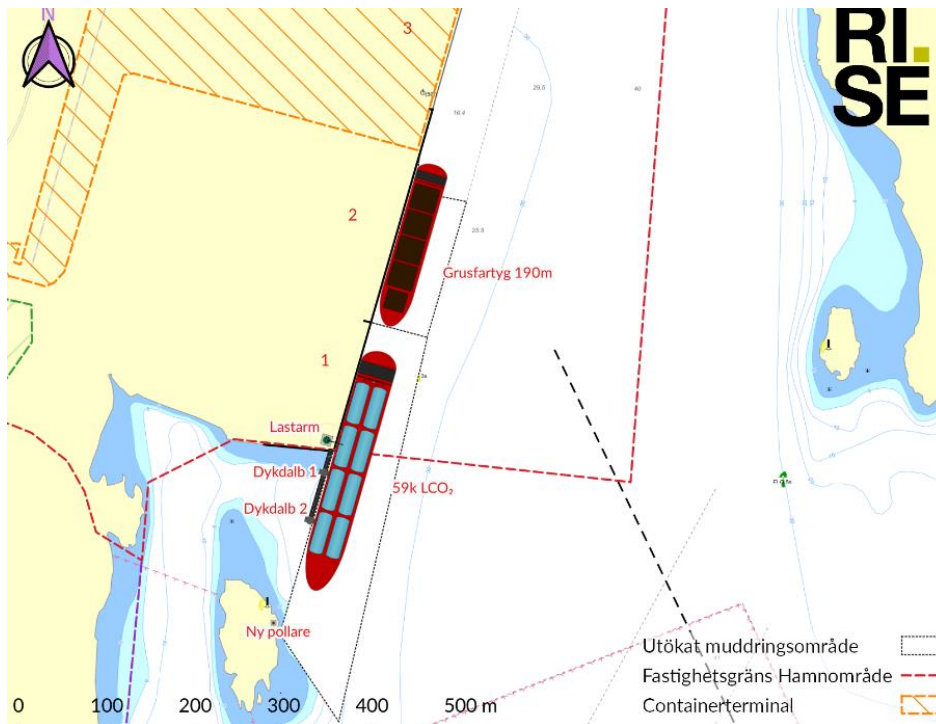
Manövrering till och från kaj 1 bedöms vara genomförbart med ett Mälarmaxfartyg. Dock bör nämnas att läget är förhållandevis väderutsatt och eventuella tillkommande simuleringar kan behövas för att hitta de rekommenderade vindbegränsningarna för en säker manövrering. Fartygets position vid kajen är avhängigt var den förmodade mottagningsanordningen/lastarmen för lastning/lossning förväntas vara placerad. För att kunna hantera olika fartygsstorlekar och med hänsyn tagen till ineliggande maxfartyg på kaj 2, så är mottagningen/lastarmen placerad i hörnet av änden på kaj 1. För ett Mälarmaxfartyg innebär det att halva fartygskroppen kommer att befinna sig utanför den fasta kajen och för en säker förtöjning kommer ytterligare förtöjningspunkter att krävas i form av dykdalber. Dykdalb 1 bör vara utformad så att fartyget kan "vila" mot dykdalben och klara den belastning som uppkommer. Den bör även vara utrustad med förtöjningspunkter för trossar (tvärändor). Dykdalb 2 är avsedd att säkerhetsälla en stabil förtöjning av de förliga trossarna.



Figur 32 Förslagsskiss Mälarmaxfartyg - 155/23/6,8

7.6.3 59K

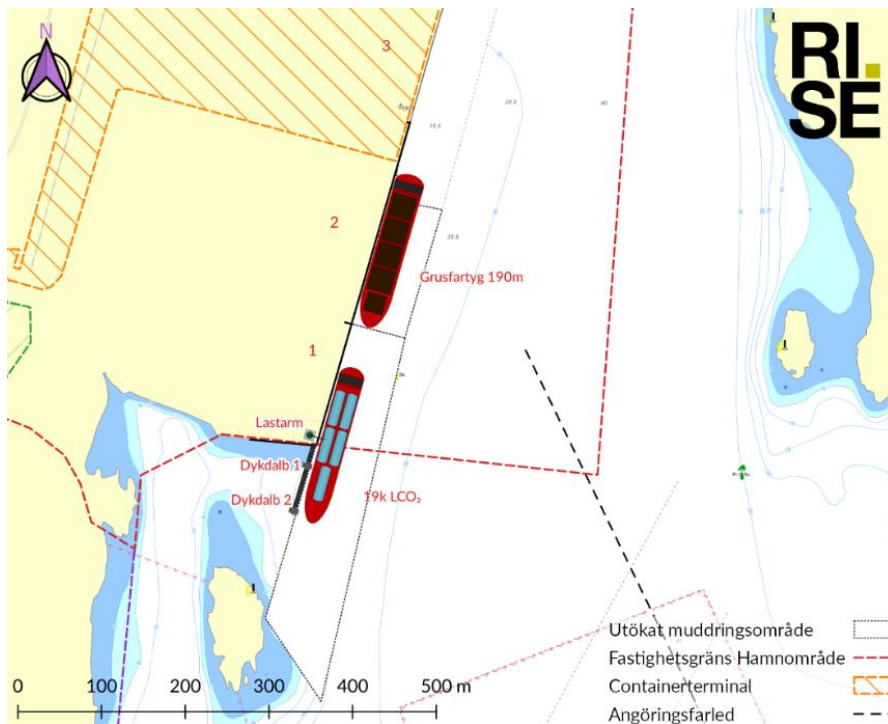
Manövrering av ett så stort fartyg som 59 K till och från kaj 1 bedöms som utmanande och ytterligare analyser och studier krävs för att bättre förstå riskerna, vindbegränsningar för denna fartygsstorlek och de antal bogserbåtar som behövs för en säker ankomst och avgång. För att undvika skador på kajkonstruktionen eller dykdalberna måste fartyget ha en mycket låg angöringshastighet. Samtidigt måste båda dykdalberna vara konstruerade för att klara de krafter som uppstår av belastningen från fartyget. Det är avgörande att säkerställa att både fartyget och infrastrukturen runt kajen hanteras på ett säkert sätt under hela manövreringen. Dykdalberna bör vara placerade och konstruerade så att de klarar fartygets belastning och vara inom fartygets parallella fartygsskrov. För att effektivisera förtöjningsarbetet så rekommenderas att gångväg finns mellan dykdalberna. Förtöjningspunkter, utöver de på dykdalberna, kommer att krävas för fartygets förändor, förslagsvis placerade på ön. Detta innebär att förtöjningsarbetet behöver utföras med förtöjningsbåt.



Figur 33 Förslagsskiss Typfartyg 1 - 59 K 274/40/12

7.6.4 19K

Manövrering till och från kaj 1 bedöms vara genomförbart med ett fartyg av 19 K storlek. Det är dock viktigt att notera att läget är förhållandevis väderutsatt och ytterligare studier och analyser kan behövas för att hitta de rekommenderade vindbegränsningarna för en säker manövrering och behov av bogserbåtsassistans. Fartygets position vid kajen är beroende av var den förmodade mottagningsanordningen/lastarmen för lastning/lossning förväntas vara placerad. För att hantera olika fartygsstorlekar och med hänsyn till ineliggande maxfartyg på kaj 2, har mottagning/lastarm placerats i hörnet vid änden av kaj 1. För ett 19K-fartyg innebär det att halva fartygskroppen kommer att befinna sig utanför den fasta kajen. För en säker förtöjning krävs ytterligare förtöjningspunkter. Dykdalb1 som är utformad så att fartyget kan ”vila” mot dykdalben och klara den belastning som uppkommer. Den bör även vara utrustad med förtöjningspunkter för trossar. Dykdalb2 är avsedd att ytterligare förtöja de förliga trossarna.



Figur 34 Förslagsskiss Typfartyg 2 - 19K 189,5/30/8,5

7.6.5 Utvärdering av In- och utlastning kaj 1

Vid planering av nybyggnation av kajer är det avgörande att ta hänsyn till fartygens dimensioner, förtöjningsbehov och det fysiska läget. För att optimera kajinfrastrukturen och säkerhetsställa en säker och effektiv manövrering av olika fartygsstorlekar rekommenderas ett fortsatt arbete med utvärdering, simuleringar och analyser. En holistisk syn på såväl kaj 1 som kaj 2 är nödvändig. Fartygsstorleken för stenutlastningen på kaj 2 spelar en central roll för att bestämma lämplig placering av förtöjningsanordningar och mottagningsanordningar/lastarmar för LCO₂-fartyg på kaj 1. En genomtänkt strategi är avgörande för att uppnå optimal funktionalitet och säkerhet vid hantering av olika aspekter av kajinfrastrukturen.

7.6.6 Lasthanteringsutrustning

Om fartygs så stora som 59k-fartyget skall kunna lasta LCO₂ föreslås att kaj 1 utrustas med 3 st 10'' lastarmar för vätskeflöde och 1 st 10'' lastarm för gasretur. Om största fartyg som skall kunna lasta i Norvik är motsvarande 19k-fartyget kan en av de tre lastarmarna för vätskefas exkluderas. Ev. kan även en mindre diameter nyttjas också. Slutgiltigt val av antal och storlek måste utredas vidare i nästa steg. Figur 35 i finns exempel på hur installationen av lastarmar på kaj 1 skulle kunna se ut. sådana lastarmar kan se ut.



Figur 35 Lastarmar för kryogen gas

7.6.7 Rörsystem

Från LCO₂-terminalen på kaj 1 till mellanlagret måste två rörledningar dras, en för kryogen koldioxid och en för gasretur/BOG-hantering. Dessa rör, vars principiella dragning visas i Figur 24, blir knappt 400 m långa

7.6.8 Kapacitetsutnyttjande

Kaj 1 står inför utmaningen att hantera både inlastning och utlastning av CO₂, vilket kommer att resultera i en hög belägningsgrad. Koordinering och planering av fartygen kommer att vara nödvändig för att säkerställa en effektiv och säker hantering av inlastning och utlastning av CO₂ samt för att hantera de olika dimensionerande fartygen på ett optimalt sätt. En fördel i detta sammanhang är att fartygen kommer att följa en fördefinierad rutt med förmodade tidsfönster för kajuppehåll. Dock är det viktigt att notera att sjöfarten är känslig för väderförhållanden samt andra störningar som t.ex. brist på tillgängliga lotsar, vilket kan ge upphov till oväntade och snabba förändringar i tidsschemat och som behöver hanteras.

Det sammantagna utnyttjandet av kaj 1 med både in- och utlastning visar en förhållandevis hög belägningsgrad och man bör sträva efter en minskning av den. Flertalet projektdeltagare har uttryckt en önskan, baserat på deras erfarenheter, att få ner belägningsgraden till under 60%. Uppskattade värden för den teoretiska belägningsgraden presenteras i tabellen nedan.

Vid alternativ ”Pråm + fartyg” hanterar ett Mälarmaxfartyg volym från Stockholm Exergi och Heidelberg Materials Cement, och en pusher/pråmlösning hanterar volymerna från Mälaren och Söderenergi. I detta fall blir beläggningen på kajläge 1 betydligt lägre då pråmarna förläggs vid kaj 8/9.

Tabell 14 Beläggingsgrad på kaj 1 för de två alternativen (två fartyg och pråm+fartyg)

	TVÅ FARTYG 59K	TVÅ FARTYG 19K	PRÅM FARTYG 59K	PRÅM FARTYG 19K
Inlastning	50%	50%	22%	22%
Utlastning	10%	29%	10%	29%
Totalt	60%	79%	32%	51%

7.7 Pråmterminal Kaj 8 och 9

Strax norr om det befintliga RoRo-området finns en oexploaterad yta med tillstånd att bygga en ny 100 meter lång kaj mot Norviksfjärden samt att förlänga nuvarande kaj 8, vilket illustreras i rött i **Fel! Hittar inte referenskälla..**

Figur 36 Skiss över framtagen kaj inom detaljplan (Illustration Stockholms hamn)

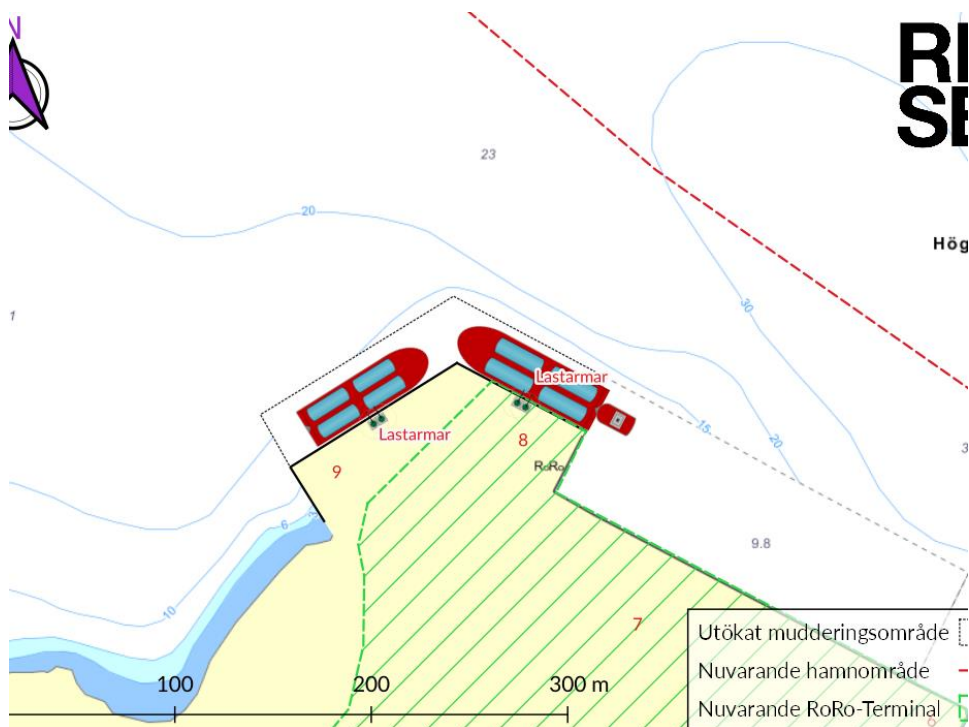
Nautiskt sett är platsen förhållandevis skyddad mot väder och anses vara lämplig för trafik med ett mindre fartygstonnage. Norr om hamnavsnittet finns ett vattenområde med möjlighet för en vändyta på ca 400 m i diameter för manövrering och vändning av fartyg. En översikt över de nautiska förutsättningarna finns i Figur 25 i på sidan 44.

7.7.1 Kajinfrastruktur

Kaj 8 och 9 är två definierade kajplatser som kommer att behövas i alternativ Pråm + fartyg, där pråmtrafiken avser trafikera dessa två kajer. Lösningen med pusher/pråm planeras omfatta 5 pråmenheter som opererar i ett system inkluderande Nordkalk, Plagazi, Mälarenergi och Söderenergi för att hantera de volymer som är angivna.

Pråmen bör ha goda förutsättningar för en säker förtöjning under sitt kajuppehåll. Vad gäller Kaj 8, som är ca 73 meter lång, rekommenderas ytterligare analyser för att bedöma lämplig

layout och förtöjning. Även isproblematik bör utredas vidare med avseende på typ av pusher/pråm och dess egenskaper i isgång.



Figur 37 Förslagsskiss 2-systemlösning Pusher-Pråm

7.7.2 Kapacitetsutnyttjande

För att säkerhetsställa optimal drift krävs tillgång till två dedikerade kajlägen i Norvik. Motsvarande behov finns även hos de utsläppare som skall nyttja det pråmbaserade systemet.

De två dedikerade kajlägen 8 och 9 kommer att hantera all inlastning av LCO₂ från pråmsystemet. Den ena kajlägget kommer alltid vara belagt samtidigt som det andra läget normalt står outnyttjat. Enda tillfället när båda kajerna är belagda är under själva pråmskiftesoperationen. Den sammanlagda beläggningsgraden för dessa två kajlägen blir därför något över 50%.

7.7.3 Lasthanteringsinfrastruktur

Förslaget är att varje kajläge i pråmterminalen utrustas med en lastarm som hanterar både vätskeflöde och gasretur. Som alternativ kan även två separata lastarmar användas, en för vätska och en för gasretur. Indikativ dimensioner på lastarmen är 6'' för vätska och 4'' för gasretur.

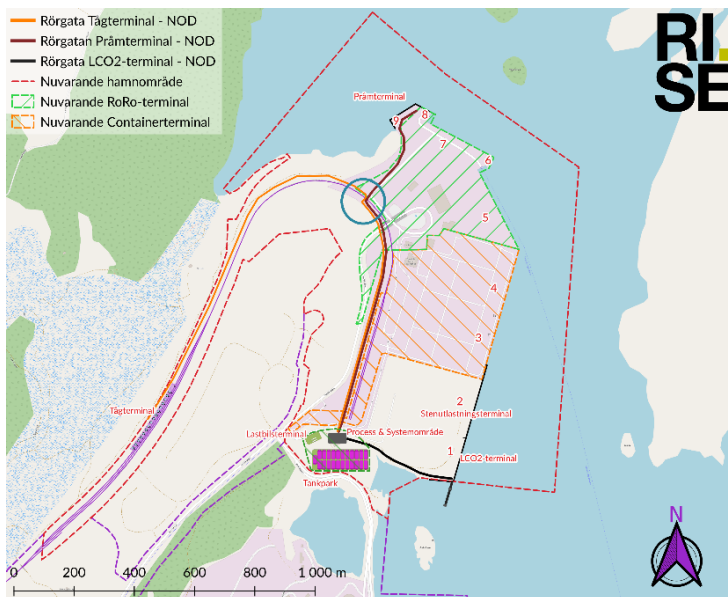
I Figur 38 visas den lastarm som är under installation vid Heidelberg Cements anläggning i Brevik, Norge. Denna lastarm har samma dimensionering och utförande som de som föreslås nyttjas vid pråmterminalen. Från kajlinje räknat behöver motsvarande lastarm ha ett fritt arbetsområde om ca 10 m. Sett från lastarmens rotationspunkt, som bedöms ligga ca 4 m in från kajlinjen behöver lastarmen ha fritt arbetsområde med en radie på ca 6 m. Det totala behovet av fritt arbetsområde på kajen bedöms vara 80-100 m².



Figur 38 Lastarm för LCO₂ under installation i Brevik, Norge. (Bild: Euromekanik)

7.7.4 Rörssystem

Från prämterminalen till mellanlagret måste två rörledningar dras, en för kryogen koldioxid och en för gasretur/BOG-hantering. I Figur 39 visas den dragning som bedöms mest lämplig. Denna dragning innebär att rören blir ca 1 200 m långa.



Figur 39 Möjlig placering av rörgata mellan prämterminal och mellanlager

Från punkten där de förslagna rörgatorna från prämterminal respektive tågterminal till mellanlagret går ihop, kan möjligheter finnas att samutnyttja samma rörssystem. Detta måste utredas vidare i nästa steg.

7.8 Lastbilsterminal

Ingen av de olika utsläpparna i de två alternativa uppläggen för inflödet till Norvik beskrivna i kapitel 5 är tänkta att nyttja landsvägstransport som huvudlösning. Ändå föreslås Nod Norvik

utrustas med möjlighet att lasta och lossa koldioxid från lastbil. Den främsta orsaken är att en sådan bedöms behövas i ett drift och underhållsperspektiv både för själva Noden men även i relation till de olika utsläpparnas anläggningar. Lastbilsterminalen kan även ha en viss roll under uppdrampningsfasen av de volymer som skall hanteras via Nod Norvik. Pga de regelmässiga begränsningar i lastförmåga som finns för ett LCO₂-fordon anpassat för det aktuella vägnätet samt den förväntade tillgången på dessa typer av fordon jämfört med det dimensionerande transportbehovet år 2035 bedöms lastbilstransporter som ett helt realistiskt alternativ att nyttja i stor skala för inflödet till Nod Norvik.

7.8.1 Infrastruktur

Det finns idag en fungerande väginfrastruktur fram till och inom Stockholm Norviks Hamn. Hamnen har idag kapacitet att ta emot 200 000 lastbilstransporter per år i relation till den redan pågående verksamheten i de två existerande terminalerna. Att även hantera de lastbilstransporter som förväntas genereras i relation till Nod Norvik bedöms som helt realistiskt.

7.8.2 Lasthanteringsinfrastruktur

Nod Norvik föreslås utrustas med en mindre lastbilsterminal med två separata lasthanterings-skidor för att möjliggöra parallella operationer med två fordon samtidigt. Indikativ placering av denna terminal visas i Figur 27 och Figur 28 ovan. Båda skidarna skall kunna hantera både inlastning och utlastning av koldioxid.

Det kan också finns fördelar med att dessa skidor utrustas för att även hantera andra kryogena gaser eftersom detta kan behövas i ett drift och underhållsperspektiv. Exakt behov av denna möjlighet bör utredas vidare.

8 Logistik och nod-lösningar för uppdrampningsfasen

8.1 Övergripande behov

Dimensionering och beskrivningen av den framtida koldioxidnoden i Stockholm Norvik i kapitel 7 ovan, tar utgångspunkt i de förväntade genomströmningsvolymerna 2035 i enlighet med Figur 19 på sidan 36. Detta angreppssätt har varit en del i de överenskomna avgränsningarna för denna utredning.

Samtidigt har flera av utsläpparna inom NICE ett behov av att etablera en transportlösning för sin koldioxid långt tidigare än så, vilket framgår i avsnitt 4.1. och sammanfattas i Figur 18 på sidan 35. Enligt de olika utsläpparnas planer finns behov av en fungerande transportlösning från 2026 och redan 2028 förväntas den sammanlagda volymen koldioxid som behöver hanteras passera 1 Mton/år.

Även om nödvändiga FID för etablering av Nod Norvik i linje med beskrivningen i kapitel 7 tas under 2024 är bedömningar att det är mycket utmanande att hinna etablera noden i tid för att möta alla utsläppares behov vilket beskrivs mer i AP5 Genomföranderapport. Utifrån det arbete som gjorts kring affärsmodeller och som beskrivs i AP4-rapporten bedöms också sannolikheten att nå i mål med nödvändiga FID under 2024 som små.

Syftet med detta kapitel är att peka på olika möjliga logistiska lösningar, fortfarande med utgångspunkt i Stockholm Norvik, som skulle kunna nyttjas under upprampningsfasen redan från 2026 och fram till att en komplett koldioxid-nod är etablerad.

I kapitlet finns även en kvalitativ analys vilka delar av den färdiga noden som är lämpliga att etablera stegvis och på så sätt skjuta på delar av investeringen till dess att ett konkret behov finns.

Allt innehåll i detta kapitel skall ses som förslag på möjliga interimslösningar och förutsätter ytterligare studier innan deras fulla realiserbarhet går att bedöma.

8.2 Internt hanteringssystem för LCO₂

Bedömning är att etablering av ett internt hanteringssystem för LCO₂ inom Norviks hamn kan genomföras relativt snabbt och med en begränsad investering. Ett sådant system är en möjliggörare för flera av de förslag som beskrivs nedan. På principiell nivå består ett sådant system av ett eller flera rörsystem med tillhörande pump- och styr-, och reglersystem. Även lasthanteringsutrustning kan tänkas ingå. Om möjligt bör dessa system lokaliseras och dimensioneras utifrån den färdiga nodens behov och utformning men även temporära lösningar kan vara nödvändiga och/eller fördelaktiga.

8.3 Tåg till Norvik

Av de tre huvudalternativ för inflödet till Norvik, beskrivna i avsnitt 4.3 ovan, som togs fram och analyserades under den inledande screeningen var ”Alternativ Tåg” den lösning som bedömdes ha kortast realiserbarhetstid. Lösningen valdes dock bort av projektdeltagarna till den fördjupande analysen eftersom riskerna relaterade till tillgängligheten i det svenska tågsystemet bedömdes vara för stora.

Att nyttja tåg för transportererna från utsläppare till Norvik kan dock fortfarande vara en fungerade interimslösning för de utsläppare som har tidiga behov av en transportlösning i kombination med närhet till lämplig järnvägsinfrastruktur. För att hålla nere investeringskostnaden i nödvändig fast infrastruktur kan temporära tågterminaler med ett mindre antal anslutningspunkter nyttjas. Detta kommer dock öka turn-around-tiden både hos utsläppare och i Norvik vilket ökar behovet av antalet tågvagnar i systemet. En nyckelfråga att utreda vidare är om det kommer vara kommersiellt möjligt att korttidshyra tågvagnar till en acceptabel kostnadsnivå.

8.4 Tåg till slutlager eller interimslösning

Framför allt baserat på den utveckling som sker i Danmark kring slutlagring och hantering av CCS relaterad koldioxid kan det komma att finnas möjligheter att transportera relativt stora volymer med tåg direkt till danskt slutlager eller till annan slutlagrare via interimslösning i Danmark inom en tidshorisont som helt eller delvis möter behovet under upprampningsfasen. I ett sådant upplägg skulle Norvik kunna fungera som en konsolideringsplats för tågvagnar lastade med koldioxid innan den längre tågtransporten till Danmark. Även omlastning till tåg från båt eller bil skulle kunna ske inom hamnområdet. I övrigt och i ett logistiskt perspektiv är utmaningarna kring denna lösning liknande som för de tågbaseade intransporterna beskrivna i avsnitt .

8.5 Direktomlastning

Rent tekniskt och operationellt är det möjligt att lasta ett fartyg direkt från både bil, tåg och andra fartyg/pråmar inom Norviks hamn utan behov av mellanlagring. Utmaning med detta är framför allt att balansera behovet av interiminfrastruktur och de kostnader sådan medför och tidsåtgången för själva omlastningsoperationen. Även risk- och tillståndsperspektivet måste beaktas.

Det som bedöms som mest realistiskt är att genomföra direktomlastning mellan två fartyg eller mellan pråm och fartyg. Denna typ av operation är redan idag vanligt förekommande för cryogena gaser som hanteras i bulk som tex LNG och det finns väl utvecklade metoder och regelverk att utgå ifrån.

8.6 Flytande interim-nod

Det finns idag flera aktörer på marknaden som utvecklar olika varianter på flytande nod- och mellanlagerlösningar. Lagringskapaciteten på denna typ av lösning kan anpassas utifrån ett specifikt behov eller utifrån en förväntad långsiktig efterfrågan. Även utrustning och förmåga kan anpassas på olika sätt. T.ex. kan denna typ av lösning utrustas med eget propulsions- och energiförsörjningssystem, BOG-hantering, storskalig förvätskning, möjligheter till direktutlastning till fartyg, samt mottagande av både CO₂ och LCO₂ från land och fartyg.



Figur 40 Flytande koldioxid-HUB (Illustration: Stella Maris CCS)

Denna typ av lösning skulle kunna fungera som en interimslösning i Norvik under förutsättning att det förväntas finnas en annan sysselsättning för enheten efter det att Nod Norvik är färdigställd. Det finns dock utmaningar både kring förväntade leveranstider samt möjligheter till annan sysselsättning för denna typ av lösning vilket måste utredas vidare.

Om en sådan lösning kan etableras kan enheten placeras både vid kaj och på redan i närheten av Norviks hamn.

8.7 Möjligheter för stegvis uppskalning av tankparken

Den del av Nod Norvik som bedöms ha störst möjlighet till stegvis uppskalning är själva tankparken. Framför allt cylindriska tankar byggs normalt färdigt hos tillverkaren och transporteras sedan till lagerplatsen där de placeras på lämpliga fundament.

Viktigt är att den förväntade framtida lagerkapaciteten tas hänsyn till när övriga delar av noden konstrueras och byggs. Framför allt handlar det om utrustningen i process- och systemområdet beskrivet i avsnitt 7.3.

Eftersom tankarna går att hantera och transportera som fristående enheter innebär detta också att det kan finnas möjligheter att minska lagringsvolymen i noden om sådant behov uppstår senare genom att sälja dessa vidare till annan aktör.

Även delar av den utrustning som finns i process och systemområdet kan byggas upp modulärt vilket kan komma att öka den totala kostanden för denna del av noden men skjuta på delar av investeringen till dess att kapacitetsbehovet finns.

9 Slutsatser och rekommendationer

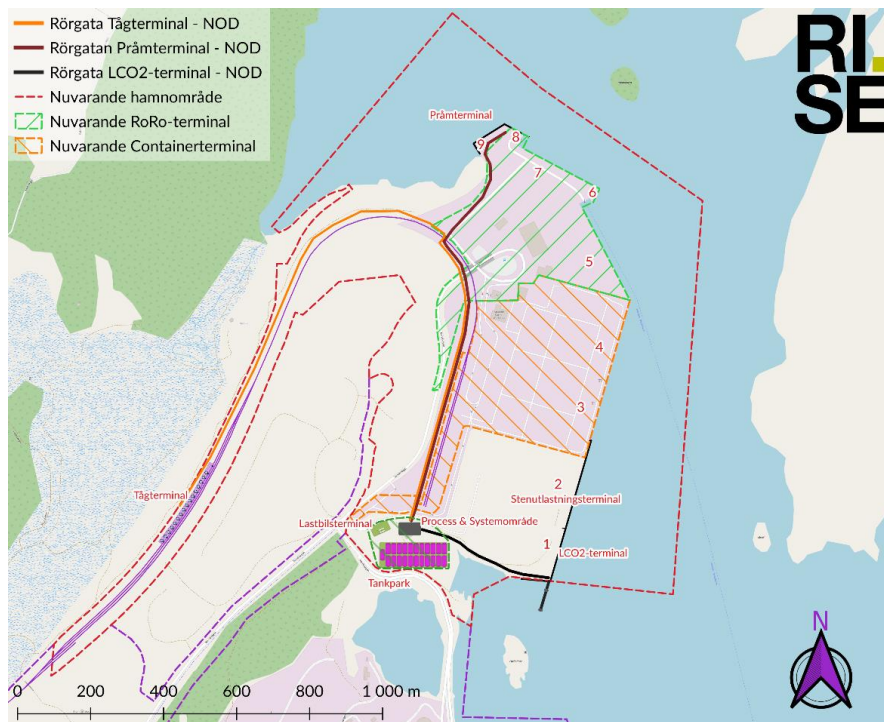
9.1 Bakgrund och utformning

AP2 har inom ramarna för NICE tagit fram förslag på hur en koldioxidnod i Stockholm Norvik hamn skulle kunna utformas. Utgångspunkten för arbetet har varit resultatet av den screening som genomfördes i den inledande delen av uppdraget. (RISE Maritim, 2024) samt de volymer som förväntas passera Noden år 2035 utifrån de prognoser som de olika utsläpparna gett.

Arbetet inom AP2 har primärt fokuserat på de tekniska och operationella förutsättningarna men genom nära samarbete med övriga arbetspaket har även aspekter kring ekonomi, affärsmodeller, risker, tillståndsfrågor och genomförandeplanering beaktats under arbetets gång. En nära dialog med både Stockholms Hamnar och de olika utsläpparna har också varit en grundläggande del i AP2:s arbete.

På principiell nivå har fyra varianter av utformningen tagits fram där två olika upplägg på lösningar för inflödet till Noden, beskrivet i kapitel 5, samt två olika fartygsstorlekar för utflödet, beskrivet i kapitel 6 har beaktats.

Den principiella utformning samt de i Noden ingående komponenterna visas i Figur 41 och beskrivs i detalj i kapitel 7.



Figur 41 Översiktlig lokalisering av huvudkomponenterna av Nod Norvik

9.2 Mellanlager

9.2.1 Dimensionering

Upplägget på uttransporterna är den främsta dimensionerande faktorn när det gäller behov av lagringskapacitet. Eftersom detta upplägg kan arrangeras på ett stort antal olika vis både tekniskt, operationellt och kommersiellt har utgångspunkt i detta arbete tagits i ett stort, 59k, och ett litet, 19k, utlastningsfartyg vilket resulterat i en variant på Noden med en stor lagringskapacitet på drygt 90 000 m³ och en variant med drygt 30 000 m³. Mer om detta finns beskrivet i kapitel 6. I det fortsatta arbetet bör transportalternativen för uttransporterna studeras vidare i dialog med transportleverantörer för att kunna beakta en trolig utlastningskapacitet i dimensioneringen av mellanlagret.

9.2.2 Flexibilitet

Eftersom lager för LCO₂ normalt byggs upp med mindre fristående tankenheter är dock lagerstorleken den del av Noden där det finns störst möjlighet att anpassa kapaciteten i takt med det faktiska behovet under förutsättning att detta beaktas i samband med den grundläggande designen av Noden och de olika ingående komponenterna. En rekommendation här är tex att säkerställa att tillräckligt yta för en betydligt större lagerkapacitet reserveras även om den initiala kapaciteten på noden blir i det mindre spannet. Dessutom behövs ytterligare analyser gällande slutgiltig tanktyp samt tankdimensionering i förhållande till uppskalningsbehov.

9.3 Tryck, temperatur och sammansättning

En viktig aspekt som måste beaktas i samband med design och dimensionering av alla ingående komponenterna i Noden är vid vilket tryck/temperaturområde som LCO₂ skall kunna hanteras.

Idag är hantering vid mellantryck, MP, vanligast eftersom det rent tekniskt och operationellt är enklare än det primära alternativet lågtryck, LP. Samtidigt bedöms hantering vid LP ha stora fördelar när LCO₂ skall transporteras i stora volymer över längre sträckor, något som aldrig tidigare gjorts. Även transport i högtrycksområde, HP, föreslås av vissa aktörer. I de alternativa utformningar av Noden som beskrivs i kapitel 7 har Noden med den mindre lagringskapaciteten föreslagits hantera all LCO₂ vid MP. För Noden med den större lagringskapaciteten förslås i stället en kombination där inlastning hanteras vid MP men där mellanlagring och utlastning hanteras vid LP.

Eftersom det pågår en omfattande utveckling kring dessa typer av transporter är det idag svårt att ge en exakt rekommendation för det tryck och temperaturområde som Noden och dess ingående komponenter skall designas för. Klart är dock att det finns lösningar som gör att Noden kan hantera LCO₂-flöden i olika tryck/temperaturområden.

En annan viktig aspekt att beakta är sammansättningen på den koldioxid som skall hanteras. CCS relaterad koldioxid innehåller i princip alltid olika typer av föroreningar vilka kan skapa problem i olika delar i kedjan från avskiljning till slutlagring. I en Nod där koldioxid från olika källor kommer att blandas innan utlastning för transport till ett eller flera olika slutlager måste denna fråga beaktas i det vidare arbetet med utvecklingen av Nod Norvik.

9.4 Tåginfrastruktur

De lokala förutsättningarna att hantera betydligt större volymer av olika typer av spårbundet gods via tåg i Norviks Hamn bedöms som mycket goda eftersom utnyttjandegraden på den befintliga tåginfrastrukturen inom hamnområdet är låg. Det finns därför goda möjligheter att snabbt och kostnadseffektivt etablera en tågterminal som kan hantera stora mängder LCO₂, både för inlastning och utlastning från noden. Baserat på de analyser som genomfördes under den inledande screeningen framkom att det finns goda möjligheter att relativt snabbt skapa tågbaseade logistiksystem för LCO₂ från utsläppare i både Mälardalen och stora delar av Mellansverige till Noden i Norvik. Även kostnaderna för sådana system framstod som attraktiva. Dock framkom en tydlig reservation från de olika utsläpparna kring tillgängligheten i det svenska tågsystemet vilket gjorde att fokus för den fördjupande analysen endast inkluderade tåglösning för volymerna från Vattenfall i Jordbro.

En rekommendation i det vidare arbetet är därför att etablera en tågterminal som kan eller snabbt kan anpassas för att hantera betydligt större flöden både in och ut ur noden än de som specifikt är relaterade till NICE.

9.5 Internt hanteringssystem

9.5.1 Investering ägande och operation

Utifrån de dialoger och workshops som genomförts inom ramarna för både AP2 och AP4 har det framkommit att det är sannolikt att investering, ägande och drift av de olika delarna i logistikkedjan mellan utsläppare och slutlager kommer innehålla ett flertal aktörer. Motsvarande upplägg kan även komma att gälla för de olika komponenterna inom NOD Norvik.

En central del av NOD Norvik är det interna hanteringssystemet som finns beskrivet både i olika delar av kapitel 7 samt i avsnitt 8.2. Ett sådant system består av ett eller flera rörsystem med tillhörande pump- och styr-, och reglersystem En rekommendation till Stockholms Hamn

är att utreda möjligheten för att själva investerar i, äga och operera hela eller delar av detta system både på kort och lång sikt eftersom det förväntas ge större möjligheter för både snabb etablering och en större flexibilitet kring att integrera olika intressenter och operatörer i Nod Norvik både i ett kommersiellt och operationellt perspektiv.

9.5.2 Rör och pumpsystem

När det gäller rördragningen för LCO₂-och gasreturflöden bör både dimensionering och möjligheter för att koppla samman rörsystem mellan t.ex. tåg- och prämterminal till Noden utredas vidare.

Det kan också finnas möjligheter att nyttja externt installerade utlastningspumpar i Noden i stället för att utrusta varje lagertank med en integrerade pump. Även detta bör studeras vidare i nästa steg.

9.6 LCO₂-terminal vid kaj 1

9.6.1 Ytbehov och tillståndsutmaningar

Området i den södra delen av nuvarande hamnområdet bedöms som mest lämpligt för att etablera en kajinfrastruktur för att hantera fartyg som skall lasta eller lossa LCO₂. I Figur 41 är detta område utmärkt som LCO₂-terminal och kajläge 1. I detta område behöver en ny kajinfrastruktur etableras. I relation till de större fartyg som kan bli aktuella för framför allt utlastning av LCO₂ är dock området för litet för att etablera en fungerande infrastruktur utan att gå utanför den nuvarande hamnfastigheten. Dessutom kommer förmodligen omfattande muddringsarbete behöva genomföras i området för att LCO₂-fartygen skall kunna manövrera till och från kaj på ett säkert sätt. Att inleda arbetet kring möjligheter att etablera nödvändig infrastruktur även i fastigheten direkt söder om måste därför inledas skyndsamt. Motsvarande gäller möjligheten för att genomföra erforderligt muddringsarbete både inom och söder om den nuvarande hamnfastigheten.

9.6.2 Samverkan med sten/grusutlastningsoperatörer

En annan rekommendation är att i samverkan med de parter som kommer att genomföra utlastningen av sten och grus på det nya kajläge 2 utvärdera om det finns möjlighet att helt eller delvis nyttja delar av den tänkta kaj 2 i samband med framför allt utlastning av LCO₂. Om detta bedöms som möjligt kan behovet av att etablera infrastruktur söder om det nuvarande hamnområde minska eller helt utebli.

9.6.3 Dimensionerande fartyg

Eftersom de fartyg som kan komma att bli aktuella är både större och av en annat typ än de fartyg som trafikerar Norviks Hamn idag måste fördjupande analyser inledas kring vilka dimensionerande fartyg som skall ligga till grund för analys och utformning av den nya infrastrukturen. Eftersom marknaden för både sjötransport och slutlagringstjänster är i snabb utveckling fiskalt, tekniskt, kommersiellt, etc. är denna uppgift grannlaga men en rekommendation är att genomföra detta i samverkan med parter som bedöms som lämpliga för och intresserade av att investera i och operera NOD Norvik.

9.6.4 Beläggingsgrad

I Tabell 14 i avsnitt 7.6.8 framgår att den förväntade beläggingsgraden på kaj 1 blir högre än önskvärt för en av de fyra varianter på upplägg som analyserats. Detta måste beaktas i det vidare arbetet.

En framtida kaj 1 föreslås nyttjas för uttransporterna, där de olika fartygsstorlekarna kräver olika lösningar för förtöjning. Alternativen för intransporterna ställer dock olika krav på noden. I alternativet att ta emot volymer in till Nod Norvik med fartyg (och tåg) föreslås kaj 1 för fartygstransporterna. Därmed kommer denna kaj kunna nå en eventuellt alltför hög beläggingsgrad (79%). Denna höga beläggning kan uppnås om utlastningen sker i ett system med två fartyg i kombination med att intransporterna sker med huvuddelen fartyg. I nästa steg bör beläggingsgraden och planering för hamnanlöpen till kajen ses över i mer detalj. Flera faktorer inverkar på beläggingsgraden vilka har en stor osäkerhetsfaktor i dagsläget, bl.a. frekvens och storlek på lossande och lastande fartyg, tid för lossning/lassning (vilket dimensioneras av vald systemlösning och design på denna) samt kontrollnivå på transportplaneringen.

Intransportlösningarna med fartyg och pråm som är diskuterade inom ramen för AP2 utgår från gemensamma logistikupplägg som är möjliga utifrån partnerkonstellationen som den ser ut idag. Det kan uppstå andra varianter på intransporter utifrån egna upplägg från respektive utsläppare. Detta har inte analyserats i detta steg, men kommer givetvis påverka antal anlöp och beläggingsgrad.

9.7 Pråmterminal vid kaj 8 och 9

Om delar av inflödet till Norvik kommer att hanteras med pråmar i linje med avsnitt 5.4 bedöms hanteringen av dessa pråmar inte kunna ske vid LCO₂-terminalen vid kaj 1. Dels för att det inte finns tillräcklig med utrymme för detta i den södra delen av hamnområdet, dels att den delen är mest väderutsatt vilket kan komma att ha en negativ inverkan på tillgängligheten i pråmsystem.

I stället föreslås en lämplig kajinfrastruktur etableras i den norra delen av hamnområdet vid nuvarande kajläge 8. Förslaget på utformning av denna infrastruktur finns beskrivet i avsnitt 7.7. I samverkan med AP5 och Stockholms Hamn har bedömningen gjorts att denna infrastruktur kan etableras inom redan givna tillstånd vilket är fördelaktigt. Se även Tillståndsrapport AP5.

9.8 Övergripande slutsats och rekommendation

Utifrån det arbete som genomförts inom ramarna för AP2 är den generella bedömningen att det ur ett logistiskt, tekniskt och operationellt perspektiv finns goda möjligheter för att framgångsrikt etablera en central logistiknod för koldioxid i östra Sverige i Stockholm Norviks Hamn. Den existerande hamninfrastrukturen är välutvecklad samtidigt som den generella beläggingsgraden idag är relativt låg. Det finns också goda möjligheter att komplettera den befintliga hamninfrastrukturen med den specifika infrastruktur som krävs för att etablera en väl fungerande Nod för koldioxid.

För ett framgångsrikt resultat kommer det dock krävas omfattande samverkan med olika aktörer och intressenter och detta både inom privat och offentlig sektor. Betydelsen av att Stockholms Hamn AB fortsätter ta en central roll i detta arbete kan inte betonas nog.

10 Referenser

- Djurberg, R., Balata, D., Boman, F., & Höök, A. (2024). *Fördjupad analys av Tillståndsfrågor*. Stockholm: Aenigma.
- Djurberg, R., Balata, D., Boman, F., & Höök, A. (2024). *Genomförandeplan*. Solna: Aenigma.
- Höök, A., & Djurberg, R. (2024). *Riskhantering med tillhörande handlingsplan*. Stockholm: Aenigma.
- KANFA. (2022). *Cinfracap Study Report – Feasibility Study II (WP2)*. Eskilstuna: Energimyndigheten.
- Kildén, A. (februari 2024). Euromekanik. Göteborg. Hämtat från <https://www.euromekanik.se/>
- Kjärstad, J. (den 15 februari 2023). CCS Infrastruktur- Metodik för kostnadsberäkningar. Göteborg.
- Lindberg, U., Wahlström, U., & Norrman, J. (2024). *Affärsmodell för vald/valda systemlösningar*. Göteborg: Spinverse Sweden AB.
- Lundström, F., Söderström, U., Backman, M., & Mattisson, J. (den 3 februari 2023). *Järnvägens kapacitetsutnyttjande 2022*. Hämtat från Trafikverket.
- RISE Maritim. (2024). *MP113863-01-00-A Delrapport AP2 Screening och logistikutvärdering systemlösningar*. Presentation, Research Institutes of Sweden, Maritim.
- Sjöfartsverket. (november 2023). *Kartvisare Fyren*. Hämtat från Sjöfartsverket: <https://geokatalog.sjofartsverket.se/kartvisarefyren/>
- Sveriges Riksdag. (den 17 september 1998). Trafikförordning (1998:1276). *Svensk Författningssamling, SFS 2023:565*. Stockholm: Landsbyggs- och infrastrukturdepartementet. Hämtat den 13 november 2023
- Tellerup, F. (2023). *Lokguide - Ellok i trafik - järnväg.net*. (F. Tellerup, Redaktör) Hämtat från Guiden till Sveriges tåg och järnvägar - järnväg.net: <https://www.jarnvag.net/lokguide/ellok-i-trafik> den 16 april 2023
- Trafikverket. (den 2 december 2022). *Järnvägsnätsbeskrivning 2023 - Bransch*. Hämtat från Trafikverket: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/jarnvagsnatsbeskrivningen-jnb/jarnvagsnatbeskrivning-2023/> den 29 mars 2023
- Trafikverket. (den 21 04 2023). Hämtat från <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/jarnkoll--fakta-om-svensk-jarnvag/>
- Trafikverket. (2023). Nationella Järnvägsdatabasen - NJDB. Borlänge. Hämtat från <https://lastkajen.trafikverket.se/home> november 2023

Trafikverket. (den 15 maj 2023). *Uppdatering av regeringsuppdrag - Implementering av bärighetsklass 4.* (T. Eriksson, Red.) Hämtat från Trafikverket: <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/9d861d7e13004618aa2decb5db07510c/implementering-av-barighetsklass-4.pdf>

VTG. (den 29 mars 2023). *CRYOGENIC RAIL TANK CARS G92.062D.* Hämtat från VTG: Your partner for sustainable rail transport: https://www.vtg.com/fileadmin/VTG/Dokumente/waggon_datenblaetter/Fluessiggas-Kesselwagen-tiefkalte-Gase-Kohlendioxid-G92.062D.pdf den 29 mars 2023

Westerberg, J., Kjärstad, J., Haag, C., & Rensfeldt, A. (2024). *Energi, koldioxid och kostnader – AP3.* Göteborg: PROFU.

AP3 Energi-, koldioxid- och kostnadsanalys

Kostnadsberäkningar, energibehov och koldioxid

A	240220	DRAFT	PROFU	NICE-konsortiet	
B	240209	FINAL	PROFU	Jenny Westerberg	Fredrik Boman
C	240415	FINAL	PROFU	Jenny Westerberg	Fredrik Boman
Revision	Datum	Status	Utfördare	Granskad	Godkänd

11 Inledning

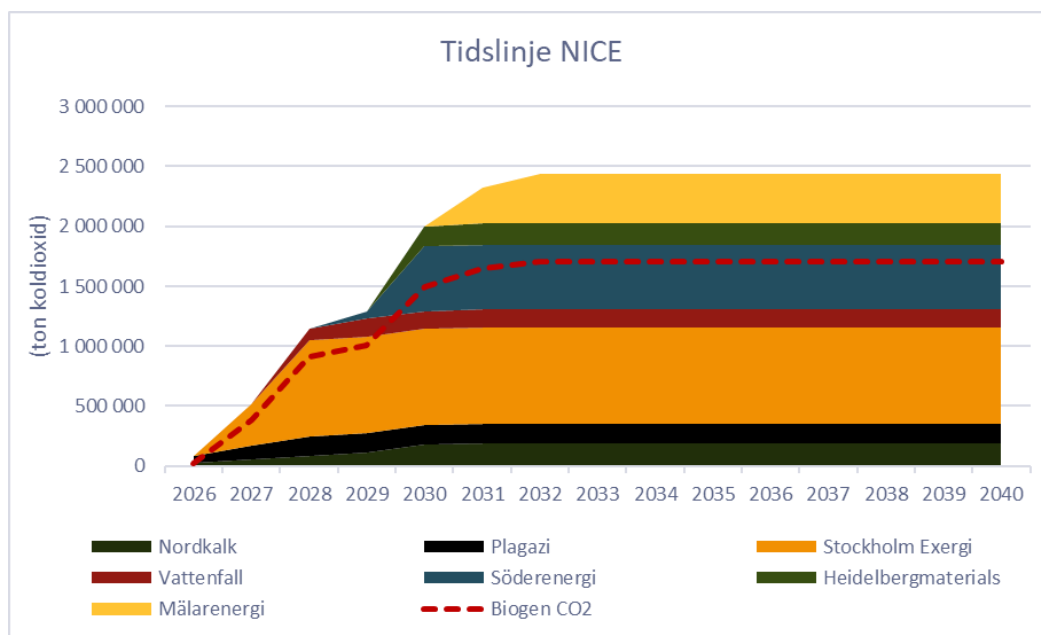
Detta PM utgör slutleverans från arbetspaket 3 (AP3) i projektet NICE (Norvik Infrastructure CCS East Sweden – projektfas 2). AP3 har syftat till att presentera energi-, koldioxid- och kostnadsanalys för de tekniska systemlösningar som analyserats och rapporterats av arbetspaket 2. I enlighet med projektbeskrivningen för NICE omfattar kostnadsanalysen beräkning av Capex, Opex och specifik kostnad (SEK/ton CO₂), se även avsnitt 12.3.

I flera fall hänvisas till ”AP2-rapporten” och med detta avses (Santén, Algell, & Kärnebro, 2024) (se referenslista). Huvudfokus för AP3 har varit på kostnadsberäkningar. AP3 har även bidragit till leveranser i andra arbetspaket. Dessa redovisas inte i denna rapport.

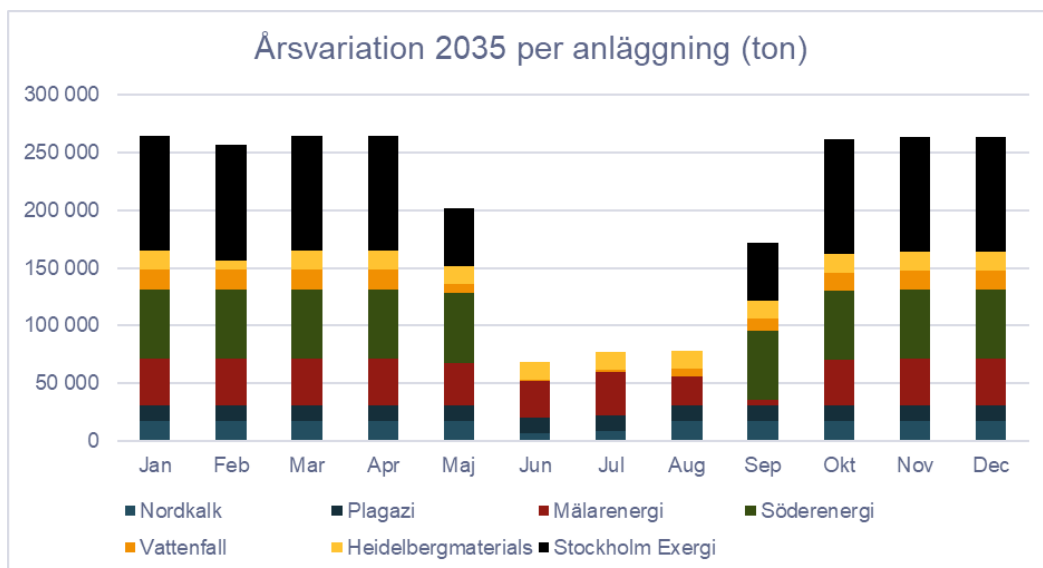
12 Beräkningsförutsättningar

12.1 Analyserat system

Beräkningarna är baserade på koldioxidvolym och tidplaner som presenteras i Figur 42 och Figur 43. Samtliga beräkningar har gjorts för år 2035, vilket representerar ett år då max koldioxidvolym för CCS uppnåts. Maxvolym uppnås egentligen redan år 2032 (se Figur 42), och 2035 används bara som exempelår.

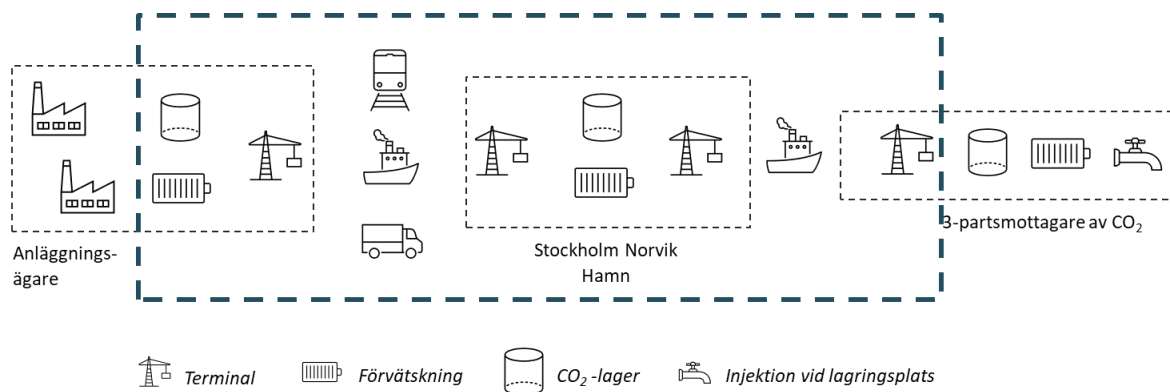


Figur 42. Baseline som utgör underlag för projektet. Figuren sammanfattar de olika företagens CCS-planer över åren. Varje färgat fält representerar en anläggning där höjden visar den koldioxidmängd (fossil och biogen) för CCS som projektet räknat på. Den röda streckade linjen visar total mängd biogen koldioxid som avskiljs och lagras.



Figur 43. Baseline som utgör underlag för projektet. Figuren visar årsvariation i koldioxidflöde år 2035 per anläggning.

Systemgränser för beräkningarna framgår av Figur 44. De är i stora delar samma som i arbetspaket 2 med vissa skillnader. Medan AP2 stannar vid dimensionering i noden i Stockholm Norvik Hamn (hädanefter benämnd Nod Norvik) har beräkningarna i AP3 även inkluderat fartygstransporten till två olika lagringsplatser – en i Norge och en i Danmark.



Figur 44. Systemgräns för AP3

För transporten från anläggningar till Nod Norvik har två olika alternativ studerats (för mer detaljer hänvisas till AP2-rapporten):

- Alternativ 1. "Två fartyg"
I denna lösning hämtar två fartyg upp koldioxid från samtliga anläggningar utom Vattenfall vars koldioxid transporteras med tåg.
- Alternativ 2. "Pråm + fartyg"
I denna lösning hämtar ett fartyg upp koldioxid från Stockholm Exergi och Heidelberg Materials, medan koldioxid från Nordkalk, Plagazi, Mälarenergi och Söderenergi hämtas via ett pusher-/pråmsystem. Koldioxid från Vattenfall transporteras med tåg.

Följande delsystem har ingått i beräkningarna i AP3:

- **Delsystem från anläggningsägare till ankomst i Nod Norvik:**
 - Mellanlager hos anläggningsägare

- Transport från anläggningsägare till Nod Norvik med tåg, fartyg och i ett fall även pusher/pråm
- **Delsystem från Nod Norvik till lagringsplats**
 - Mottagningsterminaler för tåg respektive lastbil
 - BOG-hantering²
 - Mellanlagring
 - Hamnkostnader
 - Fartygstransport
 - Övriga kostnader (t.ex. lastarmar, rör- och pumpkostnader)

Eftersom de olika anläggningsägarna har olika transportsätt från anläggning till Nod Norvik så kommer de också bära olika kostnader. I AP2-rapporten ges detaljerad beskrivning av systemlösningarna för inflöde respektive utflöde från Nod Norvik.

12.2 Beräkningsantaganden

Några generella antaganden som ligger till grund för beräkningarna sammanfattas i Tabell 15, medan detaljer redovisas under respektive delsystem samt i Bilaga 1.

En hel del kostnadsdata är baserat på underlag som tagits fram och utvecklats i samarbete mellan Chalmers Energiteknik och Sintef Porsgrunn över en period på mer än 10 år. En utgångspunkt i beräkningarna är att kostnadsuppgifter ska vara verifierade på något sätt, t.ex. genom skriftligt tillgänglig information eller muntliga uppgifter från intervju.

Tabell 15. Sammanfattning av några viktiga antaganden/beräkningsförutsättningar. För detaljer hänvisas till respektive delsystem.

	Antagande/beräkningsförutsättning	Kommentar
Ekonomiska förutsättningar	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020 års penningvärde³ ● 15 års annuitet, 8% diskonto 	Känslighetsanalys: 30 år
Koldioxidens tillstånd	<ul style="list-style-type: none"> ● Mellantryck (MP) i samtliga fall för transport till Norvik och i vissa fall för transport från Norvik ● Lågtryck (LP) i vissa fall för transport från Norvik 	Valt tryck beror på fartygsstorlek Opex för tryckändring från MP till LP inkluderas där så är aktuellt
Lagringsplatser	<ul style="list-style-type: none"> ● Northern Lights (hamn: Øygarden) ● Havnsø (hamn: Kalundborg) 	
Elpris	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 kr/kWh 	
LNG-pris	<ul style="list-style-type: none"> ● 222,3 €/ton (2020) 	
Lagerbehov	<ul style="list-style-type: none"> ● 50% buffert (150% lagerkapacitet) 	Känslighetsanalys: 10% buffert
Utsläppsdata	<ul style="list-style-type: none"> ● El: Emissionsfaktor beräknad för perioden 2028-2040 av (Profu, 2023)⁴ ● LNG: Direkta utsläpp från (EU-kommissionen, 2014)⁵. Uppströms utsläpp från (Energimyndigheten, 2021)⁶ 	

² BOG = Boil off gas, dvs den gas som bildas pga. värmeinträngning och friktion när en kryogen gas hanteras och lagras.

³ Kostnadsunderlaget från Chalmers/Sintef är i dagsläget baserat på 2020 års penningvärde, men uppdateras regelbundet.

⁴ Beräknad av Profu i ett nordeuropeiskt elsystemperspektiv (konsekvensanalys)

⁵ Resolution MEPC.245(66), 2014

⁶ Energimyndigheten Drivmedel 2021, Profus bearbetning (Klimatbokslut)

Kostnadsberäkningarna är förknippade med osäkerheter. Chalmers och Sintef uppskattar osäkerheten i sina kostnadsdata till cirka $\pm 35\%$, vilket är att betrakta som klass 5 enligt reglerna från AACE (American Association for the Advancement of Cost Engineering). Vissa kostnadsuppskattningar är mer osäkra, exempelvis avseende pusher-/pråmsystem. Totalt sett bedöms ändå kostnadsuppskattningarna som redovisas i rapporten uppfylla NICE-projektets mål om noggrannhet på $\pm 65\%$. Samtliga kostnader avser 2020 års penningvärde. Under projektet diskuterades att göra en uppskattning av kostnaderna i dagens penningvärde. KPI har till exempel stigit med ca 20% sedan 2020, vilket i stor utsträckning är följd effekter av Rysslands anfallskrig mot Ukraina. Samtidigt är det många kostnader som inte påverkas av KPI utan av till exempel pris på stål, el och LNG. Dessa kostnader har varierat kraftigt de senaste åren. Att utgå från de priser som gäller idag (februari 2024) kan visa sig ge än mer osäkra kostnader än att utgå från 2020. Därför beslutades vid en workshop 2024-01-16 att stå fast vid 2020.

12.3 Kostnad jämfört med pris/tariff

I enlighet med projektbeskrivningen för NICE har arbetspaket 3 främst haft som syfte att presentera kostnader för valda systemlösningar baserat på Capex och Opex. I projektbeskrivningen står följande: ”Kostnadsanalysen omfattar beräkning av CAPEX, OPEX och specifik kostnad (SEK/ton CO₂)...”.

En fråga som återkommit under projektets gång är skillnaden mellan kostnader och pris/tariff. Kostnader beräknas ”bottom-up” baserat på investeringskostnader (Capex) och driftskostnader (Opex), medan pris/tariff är en uppgift som lämnas av en extern aktör som erbjuder en eller flera tjänster längs värdekedjan. De externa aktörerna kan basera sina tariffer på andra antaganden om till exempel avskrivningstid, ränta, koldioxidvolym etc. än de som ligger till grund för detta projekts kostnadsberäkningar. Som exempel kan nämnas att flera av de externa lagringsaktörer som arbetar för att erbjuda lagringstjänster även inkluderar hämtning av koldioxid. De kommer då att ta betalt för hela tjänsten. AP3 har i kontakt med två sådana aktörer efterfrågat prisuppgifter för deras tjänster, vilket inte har varit möjligt att erhålla.

De beräkningar som redovisas i denna rapport är alltså främst baserad på bottom-up kostnadsberäkningar, i enlighet med projektbeskrivningen. I vissa fall har det inte varit relevant att beräkna kostnader utan då har istället prisuppgifter inhämtats. Det gäller exempelvis för tågtransport och för delar av hamn- och anlöpskostnader.

12.4 Mellanlager

Transport av koldioxid med fartyg innebär behov av mellanlager. Mellanlagret måste minst motsvara koldioxidflödet under ett transportomlopp, men för att säkra sig mot eventuella förseningar i transporten behövs en buffert. I projektet har storleken på mellanlager anpassats efter maxflöde för utsläpparna år 2035 (se Figur 43) samt en buffert på 50% som grundfall. Det innebär att mellanlagret har en kapacitet om 150% av det faktiska behovet under maxflöde. En känslighetsanalys har också gjorts för en buffert på 10% (110% lagerkapacitet).

Kostnadsuppgifterna för mellanlagret kommer från (Gassnova, 2021) för mellantryck och (Chalmers/Sintef, u.å) för lågtryck. Capex inkluderar all tillhörande utrustning som pumpar, ventiler, instrumentering, rör, säkerhetsventiler, och annan fastmonterad utrustning som

exempelvis lejdare och dylikt, all installationskostnad samt nödvändiga grundarbeten som betongfundament. Capex vid mellantryck uppgår till 18 700 SEK/m³ och vid lågtryck 14 900 SEK/m³. Opex uppskattas utgöra 1,5% per år av Capex.

12.5 Hamn- och anlöpskostnader

I Tabell 16 beskrivs vilka kostnadsposter som i rapporten redovisas under hamn- respektive anlöpskostnader. Kostnaderna har diskuterats med Stockholms Hamn under projektets gång.

Tabell 16. Delar som ingår i posterna "Hamnkostnader" samt "Anlöpskostnader"

Delsystem	Beskrivning	Källa
HAMNKOSTNADER		
Förtöjningsavgift	Baseras på fartyglängd. Stockholms Hamns prislista.	(Stockholms Hamn AB, 2024a)
Fartygshamnavgift	Baseras på SEK/m ³ beroende på fartygsstorlek. Stockholms Hamns prislista.	(Stockholms Hamn AB, 2024a)
Varuhamnsavgift	Ej fastställd ännu, i beräkningar antas varuhamnsavgift motsvarande LNG (39,38 kr/ton). I Stockholm Norvik Hamn betalas avgiften endast en gång (utflöde).	(Stockholms Hamn AB, 2024a) (Stockholms Hamn AB, 2024b)
ANLÖPSKOSTNADER		
Lotsavgift	Startavgift + rörlig avgift, ingen lotsdispens antas	(Sjöfartsverket, 2024)
Eskort	Endast för fartyg med DWT >30000 ton	(Svitzer AB, u.å.)
Bogserbåtar	Endast för fartyg med DWT >30000 ton	(Svitzer AB, u.å.)
Farledsavgifter	Farledsavgift för fartyg (Miljöklass A) samt last (CO ₂)	(Sjöfartsverket, 2024)
Agentarvode	Betalas per anlop och beror på fartygsstorlek	(Stockholms Hamn AB, 2024b)

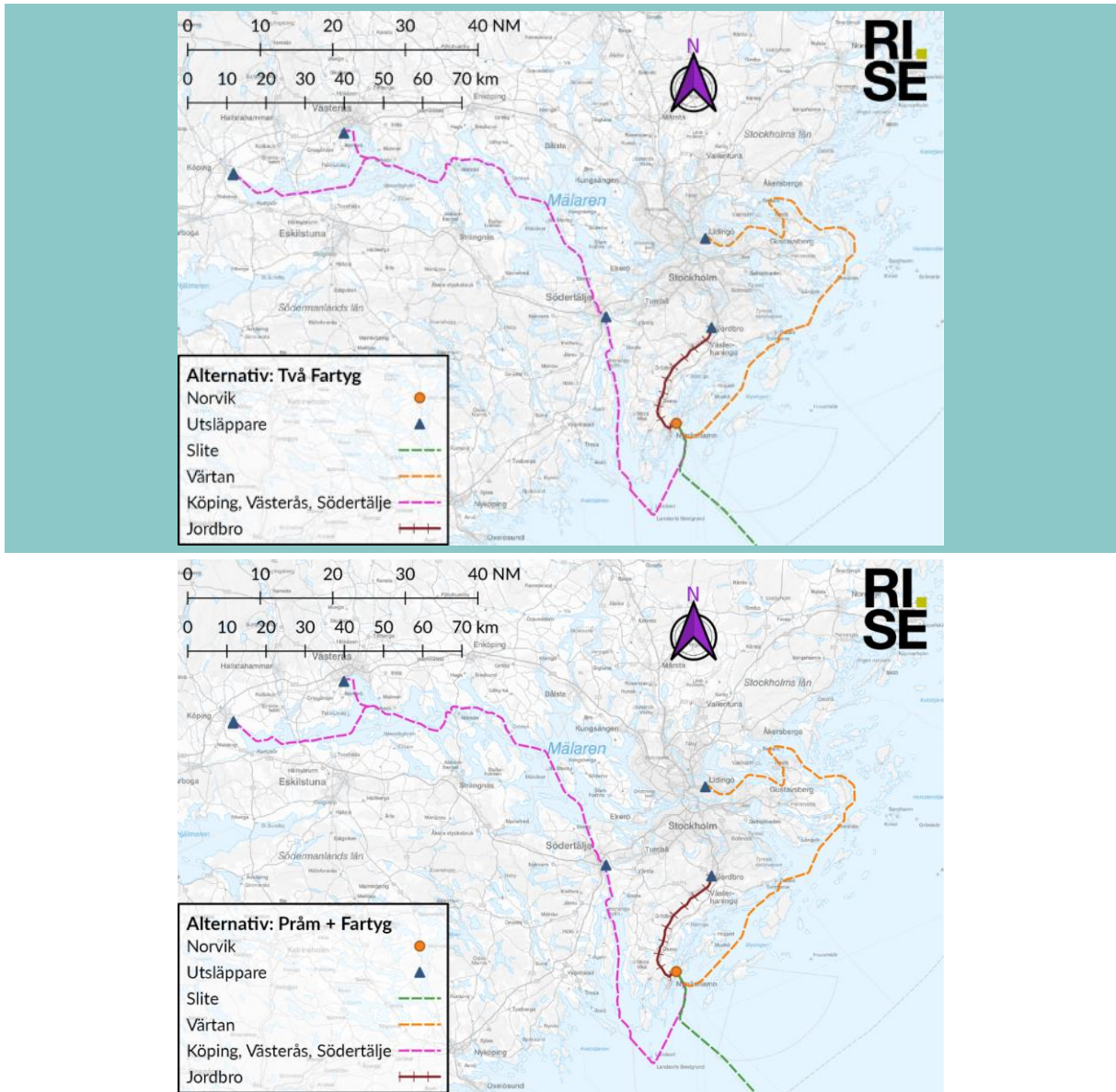
Varuhamnsavgiften är en rörlig avgift som hamnar tar ut för att täcka sina kostnader för bland annat infrastruktur och administration och varierar mellan olika varuslag. Då koldioxid för transport till lagringsplats inte är ett etablerat varuslag idag, har Stockholms Hamnar ännu inte fastställs varuhamnsavgiften. Efter diskussion med Stockholms Hamnar baseras kostnadsberäkningarna i denna rapport på antagandet att varuhamnsavgiften motsvarar LNG och att avgiften till Stockholms Hamnar endast betalas för utgående koldioxid från Stockholm Norvik Hamn (Stockholms Hamn AB, 2024b).

Notera att hamn- och anlöpskostnaderna för koldioxidtransport från Nod Norvik till lagringsplats avser två hamnar, dels Stockholm Norvik Hamn, dels mottagande hamn vid lagringsplats. Hamn- och anlöpskostnaderna vid lagringsplatsernas hamnar är inte exakt kända utan antas utgöras av motsvarande kostnad som vid Stockholm Norvik Hamn. Ett skäl till detta är att det inte är känt vilken lagringsplats (och därmed hamn) som i slutändan kommer att bli aktuell för NICE-projektets parter. Øygarden respektive Kalundborg, som används i denna rapport, är bara exempel för att kunna kostnadsberäkna bland annat fartygstransporten.

13 Kostnadsberäkningar

13.1 Inflöde till Nod Norvik

Två olika systemlösningar har analyserats för inflöde till Nod Norvik. De beskrivs närmare i AP2-rapporten och summeras kortfattat i Figur 45 samt nedan.



Figur 45. Översikt över de två systemlösningar som analyserats för inflöde av koldioxid från anläggningar till Stockholm Norvik Hamn: Två fartyg (övre bild), Pråm + Fartyg (nedre bild). Källa: AP2-rapporten.

Alternativ ”Två fartyg”

- Två fartyg à 9 500 ton hämtar LCO₂ från alla utsläppare utom Vattenfall. Det ena transporterar volymerna från Stockholm Exergi och Heidelberg Materials Cement medan det andra hanterar volymerna från Nordkalk, Plagazi, Mälarenergi och Söderenergi
- Tåg transporterar volymer från Jordbro (Vattenfall)
- Mellanlager hos anläggningsägare

- Hamnkostnad för ankomst till Nod Norvik

Alternativ ”Pråm + fartyg”

- En pusher och fem pråmar à 6 500 ton hämtar LCO₂ från Nordkalk, Plagazi, Mälarenergi och Söderenergi
- Ett fartyg à 9 500 ton opererar Stockholm Exergi & Heidelberg Materials Cement
- Tåg transporterar volymer från Jordbro (Vattenfall)
- Mellanlager hos anläggningsägare (på pråmar där så är aktuellt)
- Hamnkostnad för ankomst till Nod Norvik

Hamnkostnader för utgående hamnar från anläggningarna har uteslutits ur beräkningarna. Skälet till detta är att anläggningsägarna sannolikt har bättre kontroll över dessa kostnader (vissa anläggningar har till exempel egen hamn). Hamnkostnader för ankomst vid Nod Norvik inkluderas dock. Samtliga hamnkostnader som hänförs till uttransport från Nod Norvik till lagringsplats presenteras under avsnitt 12.5.

13.1.1 Tågstämning

Vattenfall levererar koldioxid (150 kton) till Nod Norvik med tåg i båda de systemlösningar som valts i projektet. Kostnader för själva tågtransporten baseras på uppgifter från Green Cargo och är således inte beräknad ”bottom-up” utifrån Capex och Opex. Kostnaderna för tågtransporten och tillhörande system presenteras i Tabell 17.

Tabell 17. Beräkning av kostnader för transport av koldioxid från Vattenfall Jordbro till Stockholm Norvik Hamn. Ny uppdaterad version: 2024-04-15.

Tåg	Capex (MSEK)	Opex (MSEK/år)	Källa
Lastarm	4,0	0,1	(Chalmers/Sintef, u.å)
Mellanlager	25	0,4	(Gassnova, 2021)
Vagnhyra		5,6	(Nordh, u.å)
Hanteringskostnad terminal		5,3	(Nordh, u.å)
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 105 SEK/ton			
Känslighetsanalys 10% buffert för mellanlager			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 99 SEK/ton			
Känslighetsanalys 30 års avskrivningstid (50% buffert för mellanlager)			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 100 SEK/ton			
Känslighetsanalys 30 års avskrivningstid (10% buffert för mellanlager)			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 95 SEK/ton			

13.1.2 Alternativet ”Två fartyg”

Tabell 18 och Tabell 19 sammanfattar kostnader för alternativet där två fartyg hanterar koldioxidvolymerna från samtliga anläggningar utom Vattenfall Jordbro (vars koldioxid transporteras med tåg och inte ingår i nedanstående beräkningar). Fartyg 1 (Tabell 18) transporterar koldioxid från Stockholm Exergi och Heidelberg Materials medan Fartyg 2 (Tabell 19) transporterar koldioxid från Nordkalk, Plagazi, Mälarenergi och Söderenergi. För mer detaljerade beräkningar av kostnader per anläggning hänvisas till avsnitt 13.1.4. För detaljer kring hamn- och anläpingskostnader hänvisas till avsnitt 12.5.

Tabell 18. Resultat kostnadsberäkningar för alternativet "Två fartyg" (inflöde till Norvik). Kostnaderna avser Capex, Opex och specifik kostnad för de anläggningar vars CO₂ hämtas med Fartyg 1, dvs. Stockholm Exergi och Heidelberg Materials. Ny uppdaterad version: 2024-04-15.

Fartyg 1	Capex (MSEK)	Opex (MSEK/år)	Källa
Lastarm	26	0,5	(Chalmers/Sintef, u.å)
Mellanlager	431	6,5	(Gassnova, 2021)
Fartyg	787	21	(Chalmers/Sintef, u.å)
Hamn- och anlöpskostnader		18	Se avsnitt 12.5
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 196 SEK/ton			
Känslighetsanalys 10% buffert för mellanlager			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 180 SEK/ton			
Känslighetsanalys 30 års avskrivningstid (50% buffert för mellanlager)			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 160 SEK/ton			
Känslighetsanalys 30 års avskrivningstid (10% buffert för mellanlager)			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 148 SEK/ton			

Tabell 19. Resultat kostnadsberäkningar för alternativet "Två fartyg" (inflöde till Norvik). Kostnaderna avser Capex, Opex och specifik kostnad för de anläggningar vars CO₂ hämtas med Fartyg 2, dvs. Nordkalk, Plagazi, Mälarenergi och Söderenergi. Ny uppdaterad version: 2024-04-15.

Fartyg 2	Capex (MSEK)	Opex (MSEK/år)	Källa
Lastarm	26	0,5	(Chalmers/Sintef, u.å)
Mellanlager	444	6,7	(Gassnova, 2021)
Fartyg	787	21	(Chalmers/Sintef, u.å)
Hamn- och anlöpskostnader		18	Se avsnitt 12.5
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 155 SEK/ton			
Känslighetsanalys 10% buffert för mellanlager			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 143 SEK/ton			
Känslighetsanalys 30 års avskrivningstid (50% buffert för mellanlager)			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 128 SEK/ton			
Känslighetsanalys 30 års avskrivningstid (10% buffert för mellanlager)			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 118 SEK/ton			

13.1.3 Alternativet "Pråm + fartyg"

Tabell 20 och Tabell 21 sammanfattar kostnader för alternativet där ett fartyg hanterar koldioxidvolymerna från Stockholm Exergi och Heidelberg Materials medan volymerna från Nordkalk, Plagazi, Mälarenergi och Söderenergi transporteras med pusher (1 st) och pråm (5 st). Koldioxid från Vattenfall Jordbro transporteras med tåg och ingår inte i nedanstående beräkningar. För mer detaljerade beräkningar av kostnader per anläggning hänvisas till avsnitt 13.1.4. För detaljer kring hamnkostnader hänvisas till avsnitt 12.5. Som nämnts tidigare är kostnaderna för pusher och pråm osäkra. Uppgifter om Capex för pråmar är inhämtad från en intervju med en skeppsmäklare. Det finns behov av fördjupning och kvalitetssäkring kring dessa kostnader. Det gäller även om det är ett rimligt antagande att kostnaden för mellanlager på pråm är likvärdig med den för mellanlagring på land, vilket antagits i beräkningarna.

Tabell 20. Resultat kostnadsberäkningar för alternativet "Pråm + fartyg" (inflöde till Norvik). Kostnaderna avser Capex, Opex och specifik kostnad för de anläggningar vars koldioxidolymer hämtas med fartyg, dvs. Stockholm Exergi och Heidelberg Cement. Ny uppdaterad version: 2024-04-15.

Fartyg 1	Capex (MSEK)	Opex (MSEK/år)	Källa
Lastarm	26	0,5	(Chalmers/Sintef, u.å)
Mellanlager	431	6,5	(Gassnova, 2021)
Fartyg	787	21	(Chalmers/Sintef, u.å)
Hamn- och anlöpskostnader		18	Se avsnitt 12.5
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 196 SEK/ton			
Känslighetsanalys 10% buffert för mellanlager			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 180 SEK/ton			
Känslighetsanalys 30 års avskrivningstid (50% buffert för mellanlager)			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 160 SEK/ton			
Känslighetsanalys 30 års avskrivningstid (10% buffert för mellanlager)			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 148 SEK/ton			

Tabell 21. Resultat kostnadsberäkningar för alternativet "Pråm + fartyg" (inflöde till Norvik). Kostnaderna avser Capex, Opex och specifik kostnad för de anläggningar vars koldioxidolymer hämtas med pusher + pråm (Nordkalk, Plagazi, Mälarenergi och Söderenergi). Som beskrivits ovan är kostnaderna för pusher+pråm osäkra. Ny uppdaterad version: 2024-04-15.

Pråm	Capex (MSEK)	Opex (MSEK/år)	Källa
Lastarm	26	0,5	(Chalmers/Sintef, u.å)
Mellanlager	444	6,7	(Gassnova, 2021)
Pusher + pråm	3392	30	(Skeppsmäklare, 2023)
Hamn- och anlöpskostnader		18	Se avsnitt 12.5
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 494 SEK/ton			
Känslighetsanalys 10% buffert för mellanlager			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 456 SEK/ton			
Känslighetsanalys 30 års avskrivningstid (50% buffert för mellanlager)			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 390 SEK/ton			
Känslighetsanalys 30 års avskrivningstid (10% buffert för mellanlager)			
TOTAL SPECIFIK KOSTNAD: 360 SEK/ton			

13.1.4 Kostnad per anläggning för inflöde till Nod Norvik

De kostnadsberäkningar som presenterats ovan har avsett aggregerade kostnader för de anläggningar vars koldioxid transporteras på samma sätt. Exempelvis har i fallet "Två fartyg" kostnader för samtliga anläggningar vars koldioxid transporteras med fartyg beräknats tillsammans. Det har funnits önskemål från företagen att se mer specifika kostnader per anläggning. Kostnaderna kan fördelas mellan anläggningar på olika sätt och i slutändan kommer det att vara fråga om överenskommelser/affärsmodeller. Två grova **exempel på kostnadsfördelningar** visas i Tabell 22. Den ena ("ALT 1") är baserad på transporterad tonkm av koldioxid och den andra ("ALT 2") på ett antagande att varje anläggnings månatliga maxflöde skulle gälla samtliga månader. Det sistnämnda exemplet tar alltså hänsyn till varierande årsflöde av koldioxid. Det är framtaget då det är rimligt att aktörer med jämnt koldioxidflöde gynnas eftersom de utnyttjar kapaciteten mer effektivt än de med varierande flöde. För en anläggning med helt jämnt årsflöde förändras inte tonkm alls, medan en

anläggning som har ojämnt flöde får betydligt högre tonkm och får därmed också bära en större del av kostnaderna än i exemplet med tonkm. Avstånd är hämtade från AP2-rapporten, men omräknade från nautiska mil till km.

Det finns förstås andra sätt också att fördela kostnaderna. Till exempel är det kanske mer rimligt att fördela Opex per tonkm än Capex. Baserat på de detaljerade resultaten som redovisas i Bilaga 1 är det möjligt att göra olika antaganden om hur kostnader (Capex, Opex, specifik kostnad) kan fördelas.

Tabell 22. **Exempel** på fördelning av kostnader mellan olika anläggningar baserat på tonkm. Samtliga kostnader avser fallet 15 års avskrivningstid och 50% buffert.

"Två fartyg"	CO ₂ -volym (kton)	Avstånd t&r (km)	ALT 1 (tonkm) Specifik kostnad (SEK/ton)	ALT 2 (maxflöde tonkm) Specifik kostnad (SEK/ton)
Fartyg 1			325	325
Heidelberg Materials	180	422	474	359
Stockholm Exergi	800	259	291	317
Fartyg 2			254	254
Plagazi	163	419	377	326
Nordkalk	191	419	377	359
Mälarenergi	415	324	292	292
Söderenergi	540	161	145	167
Tåg				
Vattenfall	150		153	153
"Pråm + fartyg"	CO ₂ -volym (kton)	Avstånd t&r (km)	EXEMPEL 1. Tonkm Specifik kostnad (SEK/ton)	EXEMPEL 2. Fiktiva tonkm Specifik kostnad (SEK/ton)
Fartyg 1			325	325
Heidelberg Materials	180	422	474	359
Stockholm Exergi	800	259	291	317
Pråm			494	494
Plagazi	163	419	732	633
Nordkalk	191	419	732	697
Mälarenergi	415	324	567	567
Söderenergi	540	161	282	325
Tåg				
Vattenfall	150		153	153

13.2 Utflöde från Nod Norvik

De lösningar för utflödet från Stockholm Norvik Hamn som har kostnadsestimerats framgår av Tabell 23. För detaljer kring dimensioneringar hänvisas till AP2-rapporten. Notera att ju större fartyg som trafikerar samma sträcka desto större mellanlager behövs. Alternativen med ett fartyg innebär alltså behov av större lagringskapacitet i Nod Norvik än om samma sträcka istället skulle trafikerats med två fartyg. Detta har relativt stor inverkan på kostnadsbilden.

Tabell 23. Studerade lösningar för uttransport från Nod Norvik till lagringsplats

Benämning	Antal fartyg	Tryck	Lagringsplats
1 fartyg NO LP	1	Lågtryck	Norge (hamn Øygarden)
2 fartyg NO LP	2	Lågtryck	Norge (hamn Øygarden)
2 fartyg NO MP	2	Mellantryck	Norge (hamn Øygarden)
1 fartyg DK LP	1	Lågtryck	Danmark (hamn Kalundborg)
2 fartyg DK MP	2	Mellantryck	Danmark (hamn Kalundborg)

De delsystem som ingår i beräkningarna för inflöde till Nod Norvik är:

- Mottagningsterminaler för tåg respektive lastbil
- BOG-hantering, tryckändring och lastarmar
- Mellanlagring
- Hamnkostnader
- Fartygstransport
- Övriga kostnader (t.ex. lastarmar, rör- och pumpkostnader)

13.2.1 Mottagningsterminaler för tåg och lastbil

Tågterminalen i Norvik ska hantera inkommande koldioxid från Vattenfall. Terminalen för lastbil är endast tilltänkt som en reservkapacitet i det fall det skulle bli problem med något annat färdssätt. Lastbilsterminalen kan också tänkas ta emot koldioxidvolymen från aktörer med mindre koldioxidvolymen. Kostnadsdata för mottagningsterminaler är hämtade från Kanfas beräkningar i (CinfraCap, 2022)⁷ och anpassade till de koldioxidmängder som ska hanteras i NICE samt till 2020 års penningvärde.

Capex för tågterminal i (CinfraCap, 2022) utgjorde 3% av total Capex och avsåg en kapacitet på 5 480 ton koldioxid. Detta har relaterats till kapacitetsbehov i NICE. På samma sätt har Capex för lastbilsterminal beräknats, dvs. i CinfraCap utgjorde dessa 1% av total Capex för en kapacitet på 2 740 ton vilket relaterats till det valda reservkapacitetsbehovet i NICE.

Opex för tåg- respektive lastbilsterminal utgjorde 14% av total Opex i (CinfraCap, 2022). Baserat på aktuella flöden i CinfraCap respektive NICE har kostnaden beräknats för NICE.

Tabell 24 visar resultat från kostnadsberäkningar av tåg- och lastbilsterminaler.

Tabell 24. Kostnadsberäkningar tåg- och lastbilsterminal.

Tåg- och lastbilsterminal		
Capex (MSEK)	Opex (MSEK/år)	Specifik kostnad (SEK/ton)
56	8	6

13.2.2 BOG-hantering och tryckändring

Hantering av boil off gas (BOG) baseras på de maximala timvärden som presenteras i AP2-rapporten⁸ inom NICE. BOG-flödet varierar beroende på lösning för såväl in- som utflöde av koldioxid till/från Nod Norvik. Maxflödena av BOG uppgår enligt AP2-rapporten till 13,4-

⁷ CinfraCap Study Report - Feasibility Study II (WP2), 2022-09-09

⁸ (Santén, Algell, & Kärnebro, 2024)

28,9 ton/h beroende på vilket fall som studeras. Elbehovet för BOG-hantering beräknas uppgå till 100 kWh/ton CO₂ för mellantryck och 115 kWh/ ton CO₂ för lågtryck.

I de fall transport från Nod Norvik ska ske med lågtryck krävs dessutom en tryckändring från mellantryck till lågtryck. Detta eftersom all koldioxidtransport in till Nod Norvik sker vid mellantryck. Opex omfattar elförbrukningen för att genomföra tryckändringen. Elbehovethar uppskattats till 15 kWh/ton koldioxid baserat på uppgifter om skillnad i elbehov för att komprimera och kyla ned koldioxid till mellan- respektive lågtryck⁹. Det saknas uppgifter om Capex för den utrustning som krävs för tryckändringen, men kostnaden bedöms vara marginell i sammanhanget.

Ett elpris på 1 kr/kWh antas (se Tabell 15). Resultat från kostnadsberäkningar av BOG-hantering och tryckändring presenteras i Tabell 25.

Tabell 25. Kostnadsberäkningar BOG-hantering.

BOG-hantering och tryckändring			
	Capex (MSEK)	Opex (MSEK/år)	Specifik kostnad (SEK/ton)
1 fartyg NO LP	201	17	17
2 fartyg NO LP	135	15	13
2 fartyg NO MP	121	14	12
1 fartyg DK LP	160	16	14
2 fartyg DK MP	98	14	10

13.2.3 Mellanlagring i Nod Norvik

Mellanlagrets storlek beror på faktorer såsom volym koldioxid som ska lagras, avstånd till lagringsplats, val av antal fartyg som ska transportera koldioxiden till lagringsplats samt val av buffertkapacitet. Detaljer kring mellanlagerstorlekar presenteras i AP2-rapporten (Santén, Algell, & Kärnebro, 2024). I samtliga fall har, i enlighet med AP2, en säkerhetsmarginal på 50% inkluderats för mellanlager, men en känslighetsanalys görs även för 10% buffert. Capex för mellanlager är räknat till 60 000 SEK/m³ för mellantryck (Gassnova, 2021) och 43 300 SEK/m³ för lågtryck (Chalmers/Sintef, u.å). Opex är beräknat på 1,5% per år av Capex (Chalmers/Sintef, u.å). Se även avsnitt 12.4.

Tabell 26. Kostnadsberäkningar mellanlager med 50% buffert. Inom parentes under specifik kostnad visas också resultat för en känslighetsanalys med 10% buffert. Ny uppdaterad version: 2024-04-15.

Kostnad för mellanlager i Nod Norvik (50% buffert i samtliga fall utom de siffror som anges i parentes under specifik kostnad, vilka avser en känslighetsanalys med 10% buffert för mellanlager)			
	Capex (MSEK)	Opex (MSEK/år)	Specifik kostnad (SEK/ton)
1 fartyg NO LP	1320	22	72 (53)
2 fartyg NO LP	645	11	35 (26)
2 fartyg NO MP	806	13	44 (32)
1 fartyg DK LP	883	15	48 (35)
2 fartyg DK MP	533	9	29 (21)

⁹ En kontrollberäkning utifrån entalpi, tryck och temperatur ger liknande resultat

13.2.4 Hamn- och anlöpskostnader

Hamn- och anlöpskostnader är beräknade för varje hamn (dvs två hamnar, där den ena är Stockholm Norvik Hamn och den andra Øygarden eller Kalundborg). För beskrivning av ingående kostnadsposter, se avsnitt 12.5. Notera alltså att hälften av nedan angivna kostnader härrör till kostnader vid Stockholm Norvik Hamn och hälften vid hamn i antingen Norge eller Danmark. Det är ett antagande att hamnkostnaden vid lagringsplats är likvärdig med den vid Stockholm Norvik Hamn. Resultat från kostnadsberäkningar av hamn- och anlöpskostnader presenteras i Tabell 27.

Tabell 27. Resultat från beräkningar av hamn- och anlöpskostnader

Hamn- och anlöpskostnader		
	Opex (MSEK/år)	Specifik kostnad (SEK/ton)
HAMNKOSTNADER (varav hälften härrör till hamnkostnader vid Nod Norvik)		
1 fartyg NO LP	217	89
2 fartyg NO LP	218	89
2 fartyg NO MP	218	89
1 fartyg DK LP	195	80
2 fartyg DK MP	219	90
ANLÖPSKOSTNADER (varav hälften härrör till hamnkostnader vi Nod Norvik)		
1 fartyg NO LP	25	10
2 fartyg NO LP	30	12
2 fartyg NO MP	44	18
1 fartyg DK LP	48	20
2 fartyg DK MP	35	14

13.2.5 Fartygskostnader

Som angivits ovan har beräkningar gjorts för ett respektive två fartyg till lagring i Norge respektive Danmark. Transport med ett fartyg till Norge eller Danmark har antagits ske med lågtryck. För transport med två fartyg till Norge har beräkningar gjorts dels för låg- dels mellantryck. Transport med två fartyg till Danmark har antagits ske med mellantryck. Sammantaget har alltså beräkningar gjorts för fem olika fartyg, se även Tabell 28. Fartygens hastighet, tid för lastning/lossning, månadsvolym av koldioxid, avstånd till lagringsplats samt antal fartyg är exempel på faktorer som påverkar antal turer som fartygen behöver göra under ett år. För detaljer kring fartygsdimensioner och liknande hänvisas till AP2-rapporten.

Capex för fartyg är baserat på (Roussanaly, Deng, Skaugen, & Gundersen, 2021)¹⁰. I EU-projektet ACCSESS pågår nu framtagande av uppdaterade kostnadsdata för fartygstransport av koldioxid. Eftersom uppgifterna ännu är preliminära och inte publicerade används de inte som underlag i denna rapport. Preliminära uppgifter visar dock på mycket god överensstämmelse vad gäller Capex för MP-fartyg, medan Capex för LP-fartyg är lägre i de nya uppgifterna än de som används i projektet, se vidare i Bilaga 1 under ”Fartygskostnader – Capex”.

Antal turer per år och per månad baseras på fartygets storlek och månadsflöden (se även AP2-rapporten). LNG är antaget som fartygsbränsle och beräkningar görs för genomsnittligt månadspris TTF¹¹ 2020 (222,3 €/ton). Antagen driftshastighet på fartygen är 12 knop.

¹⁰ Kostnadsuppgifterna i denna referens är från 2017 och har uppräknats till 2020 års penningvärde

¹¹ TTF = Title Transfer Facility, dvs den största virtuella handelsplatsen för naturgas i Europa, belägen i Amsterdam

Personalkostnader är hämtade från (Sjöbefälsföreningen, u.å) med antagande om dubbelt manskap. Övriga kostnader (t.ex. underhåll) är satta till 630 000 USD/år för ett referensfartyg om 8 250 ton.

Tabell 28. Kostnadsberäkningar fartygstransport. Ny uppdaterad version: 2024-04-15.

Kostnad för fartygstransport				
	Lastkapacitet (ton)	Capex (MSEK)	Opex (MSEK/år)	Specifik kostnad (SEK/ton)
1 fartyg NO LP	65 000	1777	88	121
2 fartyg NO LP	32 000	2421	105	159
2 fartyg NO MP	32 000	2870	105	180
1 fartyg DK LP	43 000	1431	62	94
2 fartyg DK MP	21 000	2335	66	139

13.2.6 Övriga kostnader

Övriga kostnader avser lastarmar, rörledningar samt pumpar. Lastarmar som inkluderats är på kaj 1, kaj 8 samt kaj 9 i Nod Norvik. Kostnadsdata är baserade på (Roussanaly, o.a., 2021). Resultat redovisas i Tabell 29.

Tabell 29. Övriga kostnader (lastarmar, rörledningar samt pumpar i Nod Norvik)

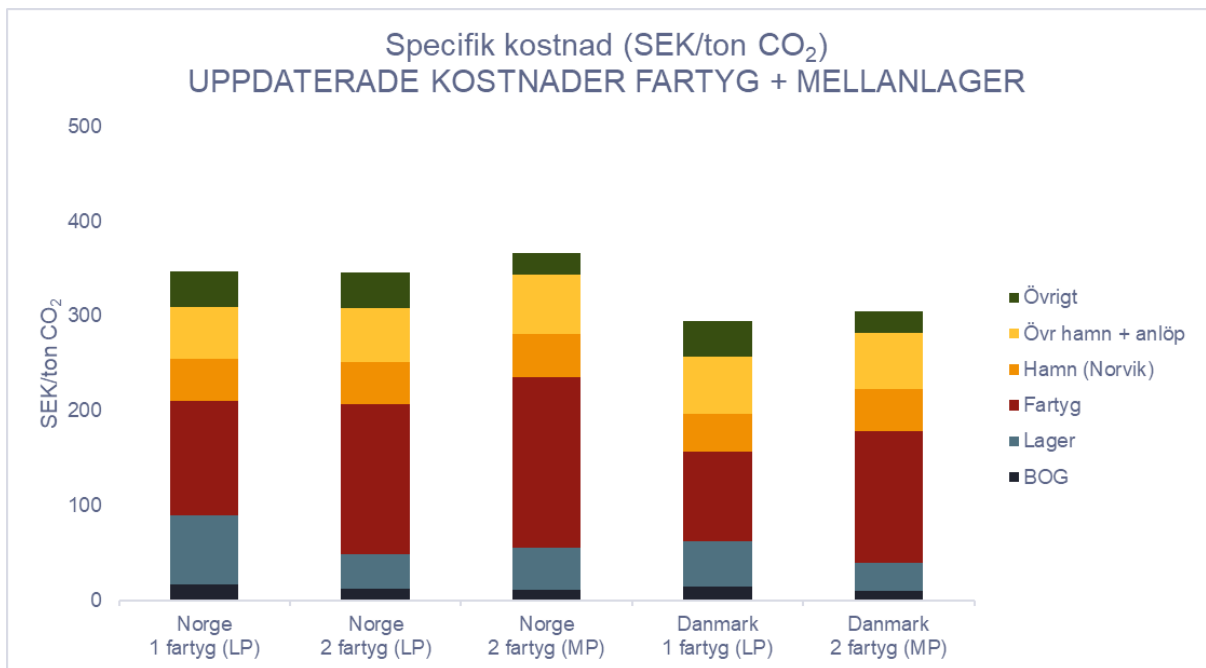
Övriga kostnader			
	Capex (MSEK)	Opex (MSEK/år)	Specifik kostnad (SEK/ton)
1 fartyg NO LP	253	49	32
2 fartyg NO LP	246	49	32
2 fartyg NO MP	248	12	17
1 fartyg DK LP	248	49	32
2 fartyg DK MP	246	12	17

13.2.7 Sammantagna kostnader för utflöde från Nod Norvik

Tabell 30 och Figur 46 sammanfattar specifika kostnader för samtliga delar kopplat till utflöde från Nod Norvik.

Tabell 30. Sammantagna kostnader för utflöde från Nod Norvik (tur och retur, dvs Norvik – lagringsplats – Norvik). Ny uppdaterad version: 2024-04-15.

Sammanlagda kostnader				
	Specifik kostnad – 50% buffert, 15 år (SEK/ton)	Specifik kostnad – 50% buffert, 30 år (SEK/ton)	Specifik kostnad – 10% buffert, 15 år (SEK/ton)	Specifik kostnad – 10% buffert, 30 år (SEK/ton)
1 fartyg NO LP	348	329	306	291
2 fartyg NO LP	346	337	306	299
2 fartyg NO MP	366	355	319	310
1 fartyg DK LP	295	282	263	253
2 fartyg DK MP	305	298	268	262

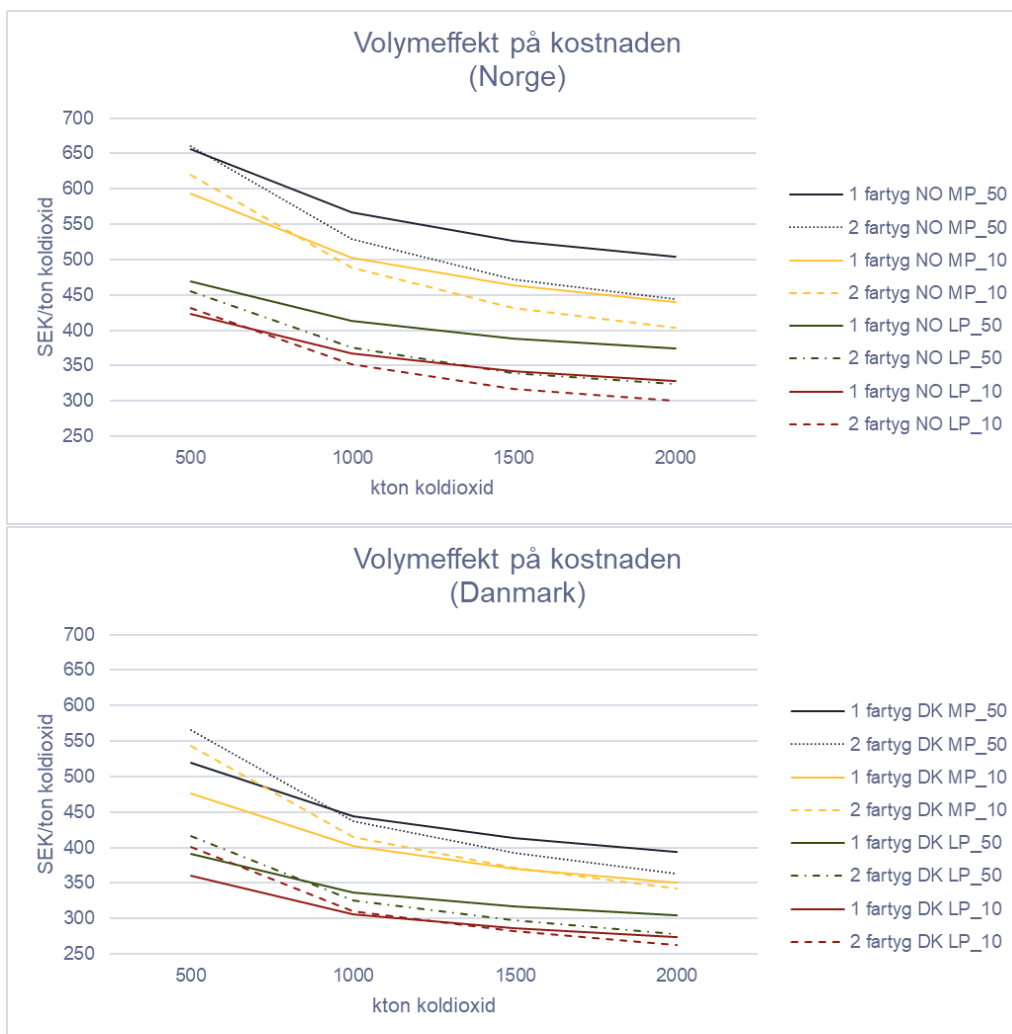


Figur 46. Kostnadssammansättning för system utflöde från Nod Norvik. Ny uppdaterad version: 2024-04-15.

Av Tabell 30 och Figur 46 framgår att lågtryckslösningar i samtliga fall är mer ekonomiskt fördelaktigt. För transport till Norge är det mer fördelaktigt med två fartyg och ett mindre mellanlager. För transport till Danmark är det relativt likvärdig kostnad att transportera med ett större fartyg med lågtryck eller två mindre fartyg med mellantryck. Resultaten visar på liknande kostnader för transport till Danmark med ett fartyg (lågtryck) eller två fartyg (mellantryck) som till Norge med ett fartyg (lågtryck). Att den längre transporten till Norge kan ge liknande kostnader som kortare transport till Danmark beror på att alternativet med två mindre fartyg till Norge drar nytta av två kostnadsbesparande faktorer, dels ett mindre mellanlager, dels transport vid lågtryck.

13.3 Påverkan på kostnaden av olika koldioxidmängd

Figur 47 illustrerar hur kostnaderna påverkas av hur stor mängd koldioxid som transporteras samt när det blir mer ekonomiskt fördelaktigt att transportera med ett större fartyg (= större mellanlager) eller två mindre fartyg (= mindre mellanlager). Figuren visar volymeffekten av mellanlagring och transport av 500-2000 kton koldioxid samt transport med ett respektive två fartyg. Detta har gjorts för att visa vid vilken volym det blir mer ekonomiskt fördelaktigt att övergå från ett större fartyg till två mindre fartyg vid olika antaganden om t.ex. buffertkapacitet för mellanlagret.



Figur 47. Exempelkostnader för mellanlagring och transport av olika koldioxidmängd med ett respektive två fartyg till Norge (t.v.) respektive Danmark (t.h.). Siffrorna är baserade på jämnt koldioxidflöde (8400 h/år). MP = mellantryck, LP = lågtryck, 50 = 50% buffert på mellanlagret, 10 = 10% buffert på mellanlagret.

14 Energi- och koldioxidberäkningar

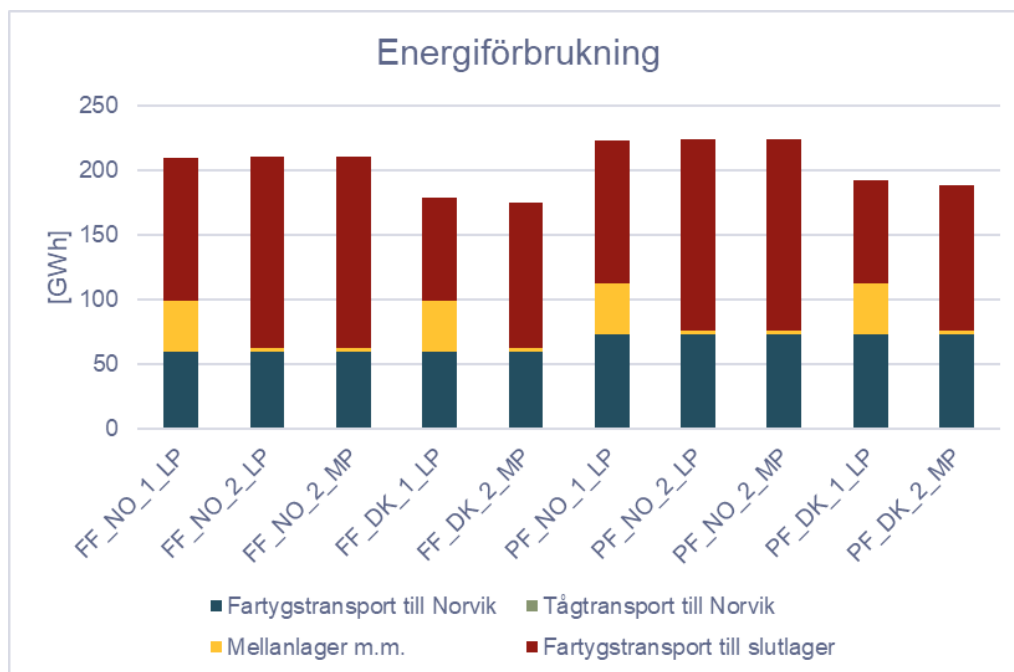
Tabell 31 beskriver de förkortningar av olika alternativa systemlösningar som används i figurerna för energi- och koldioxidberäkningar.

Tabell 31. Förkortningar av kombinationer av systemlösningar. Förkortningarna används i rapportens figurer för att illustrera resultat för beräkningar av energi och klimat.

Benämning	Lösning inflöde till Norvik	Lösning utflöde från Norvik		Trycknivå
		Lagringsplats	Antal fartyg	
FF_NO_1_LP	Två fartyg	Norge	1	LP
FF_NO_2_LP	Två fartyg	Norge	2	LP
FF_NO_2_MP	Två fartyg	Norge	2	MP
FF_DK_1_LP	Två fartyg	Danmark	1	LP
FF_DK_2_MP	Två fartyg	Danmark	2	MP
PF_NO_1_LP	Pråm + fartyg	Norge	1	LP
PF_NO_2_LP	Pråm + fartyg	Norge	2	LP

PF_NO_2_MP	Pråm + fartyg	Norge	2	MP
PF_DK_1_LP	Pråm + fartyg	Danmark	1	LP
PF_DK_2_MP	Pråm + fartyg	Danmark	2	MP

Energiberäkningarna visar att bränsle (LNG) till fartygstransport utgör det absolut största energibehovet i samtliga alternativ (se Figur 48), men störst i alternativen med transport till Norge (Øygarden) på grund av det längre avståndet.



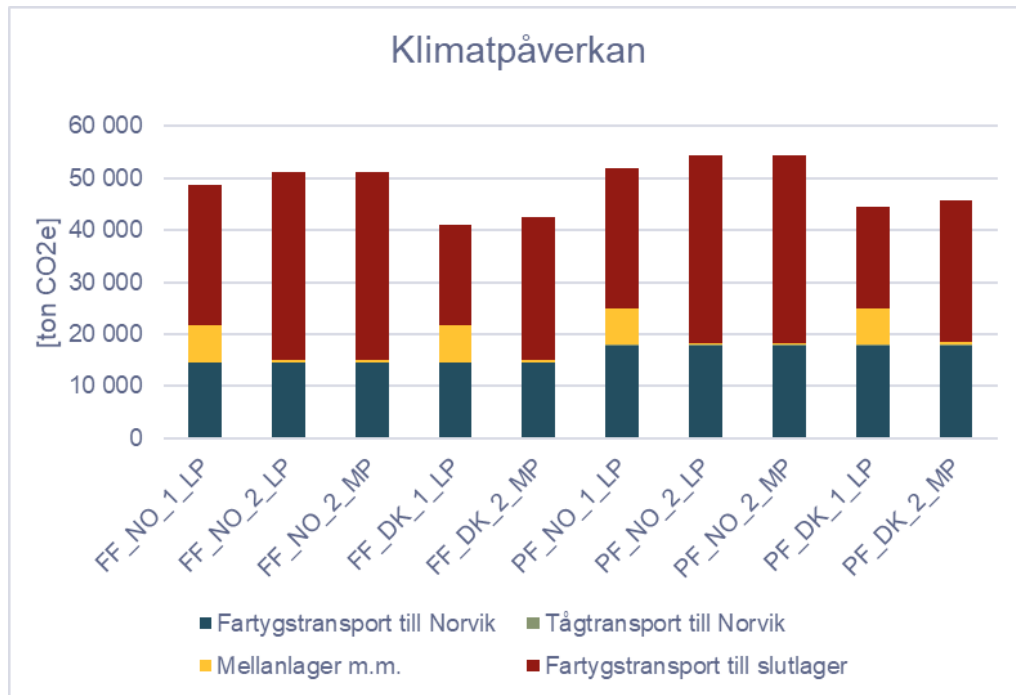
Figur 48. Energiförbrukning för de 10 transportalternativen från aktör till slutlager inklusive mellanlager. Notera att stapeln för tågtransport (0,4 GWh) är så liten att den inte syns i figuren.

Skillnad hittas även i alternativen som använder ett eller två fartyg för transport från Norvik till slutlagring, där två fartyg generellt innebär högre energibehov för fartygsbränsle medan ett fartyg innebär högre energibehov för mellanlager. Vad gäller transporten till Norvik har pråm och fartyg större energibehov än två fartyg medan energibehovet för tåg är väldigt litet i jämförelse. I energibehov för mellanlagret i Figur 48 inkluderas energibehovet av el till förvätskning (BOG-hantering) samt pumpning vid tågterminal, tryckändring, och utlastning till fartyg. Det är alltså snarare energibehov för kringutrustning än för själva mellanlagret. Tryckändringen från låg- till mellantryck har här störst påverkan och posten finns alltså bara för fartyg som använder lågtryck.

Inom systemgränsen för AP3 uppstår en del utsläpp som minskar klimatnyttan med CCS-satsningen. Precis som för energiförbrukningen uppstår utsläppen främst från fartygstransporten till och från Norvik följt av elförbrukning på mellanlager med tillhörande kringutrustning och då främst från tryckförändringar vid lågtryck. Totala utsläpp presenteras i Figur 49. Dessa siffror är baserade på ett livscykelperspektiv för bränsle och el, men utgör ej en fullständig livscykelanalys av till exempel ingående komponenter. Som framgår av figuren utgör utsläpp vid fartygstransporterna den absoluta majoriteten av utsläppen. I projektet har vi utgått från LNG som bränsle. I framtiden är det dock sannolikt att fartyg kan köras på

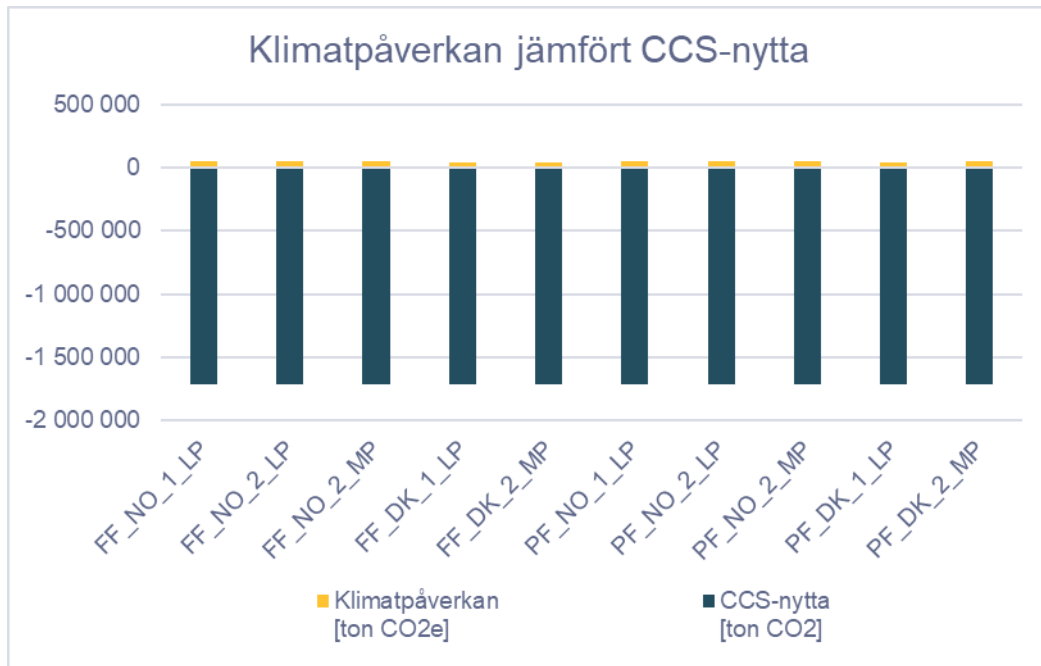
förnybara bränslen alternativt att fartygen utrustas med avskiljning och lagring av koldioxid. Northern Lights anger exempelvis att LNG kommer att utgöra primärt bränsle, men att fartygen även kommer att utrustas med beprövad teknik, såsom vindassisterad rotorsegel och luftsmörjning. De uppskattas då ha cirka 34% lägre koldioxidavtryck jämfört med konventionella fartyg som drivs på marinbränsle.

Klimatpåverkan från mellanlager och tågtransport utgörs av utsläpp från elanvändning. Beräkningarna är baserade på konsekvensanalys där klimatpåverkan i ett långsiktigt systemperspektiv inkluderats med hänsyn till elsystemets utveckling över tid. Konsekvensanalysen utgår från hur elsystemet påverkas av en förändrad elanvändning.



Figur 49. Klimatpåverkan för de 10 transportalternativen från aktör till slutlager inklusive mellanlager. Notera att stapeln för tågtransport är så liten att den inte syns i figuren.

Siffrorna i Figur 49 kan jämföras med den klimatnytta som erhålls genom avskiljning och lagring av fossil och biogen koldioxid från deltagande företag i NICE. Den biogena och därmed negativa klimatnyttan uppgår till totalt 1,7 Mton negativa utsläpp år 2035, se även Figur 42. Utsläppen som uppkommer inom systemgränsen för AP3 är alltså mycket små i sammanhanget, vilket också illustreras av Figur 50. Beroende på lagringsplats och antal fartyg utgör de tillförda utsläppen ca 2-3% av den totala klimatnytta som avskiljningen och lagringen av koldioxid ger upphov till.



Figur 50. Respektive alternativs tillförda utsläpp inom systemgränsen för AP3 (blå staplar) i förhållande till levererad klimatnytta med CCS-planer inom NICE (orangea staplar).

15 Diskussion och slutsatser

Resultaten visar att alternativet ”Två fartyg” för transport **från anläggningar till Norvik** är mer ekonomiskt fördelaktigt än alternativet ”Pråm + Fartyg”. Kostnadsuppgifterna för pusher-/pråmsystemet är dock osäkra och fördjupade analyser krävs. I båda dessa fall transporteras koldioxiden från Vattenfall Jordbro med tåg. Mest avgörande för kostnadsbilden är i fallet ”Två fartyg” kostnaden för mellanlagret, medan det i fallet ”Pråm + Fartyg” är pusher-/pråmsystemet som är mest avgörande. Det har funnits önskemål om ökad detaljgrad kring kostnader per anläggning som ingår i NICE. Det finns olika sätt att fördela kostnader mellan anläggningar. I verkligheten kommer man sannolikt ta hänsyn till många olika aspekter och det blir en fråga om överenskommelse/affärsmo­dell mellan företagen. I rapporten har två exempel på kostnadsfördelningar gjorts. **Båda fördelningarna är alltså endast exempel.** Det ena exemplet baseras på transporterad tonkm av koldioxid utan hänsyn till årsvariationer av koldioxid, medan det andra tar hänsyn till årsvariationer genom att anta att den månad med maxflöde av koldioxid gäller samtliga månader. I det första fallet får de anläggningar som har kortast avstånd till Norvik generellt lägre kostnad. I det andra exemplet gynnas anläggningar med jämnt flöde, vilket också är rimligt då de kapaciteten mer effektivt än de med varierande flöde. Det finns förstås andra sätt också att fördela kostnaderna. Till exempel är det kanske mer rimligt att fördela Opex per tonkm än Capex.

Kostnadsberäkningarna för transport **från Norvik till lagringsplats** visar att för detta konsortium av företag är mest kostnadsfördelaktigt att transportera koldioxiden till Danmark med ett större fartyg vid lågtryck. Det är dock relativt likvärdiga kostnader att istället transportera koldioxiden till Danmark med två mindre fartyg vid mellantryck eller med två mindre fartyg till Norge vid lågtryck. Att det inte är större kostnadsskillnader har tydliga förklaringar. Transport till Danmark med ett fartyg innebär behov av ett större mellanlager än om två fartyg utnyttjas. Kostnaden för mellanlagret blir alltså högre vid ett fartyg, men istället blir fartygskostnaden lägre, bland annat beroende på lägre kostnad att transportera vid lågtryck samt lägre bränslekostnader. Transport till Danmark innebär givetvis en kortare sträcka än transport till Norge. Trots detta faller alternativet två fartyg till Norge vid lågtryck också relativt väl ut. Det beror dels på att två fartyg kräver mindre mellanlager, dels på lägre relativ Capex för LP-fartyg. Kostnaden för fartyg respektive mellanlager avgör oftast vilket av de fem analyserade alternativen som är mest kostnadseffektivt. I fallen med ett större fartyg utgör dock hamn- och anlöpskostnader en större del av kostnaderna än fartygskostnaden.

Beräkningarna av **energi­behov** visar att bränsle till drift av fartyg utgör absolut största post. **Koldioxidberäkningarna** visar att klimatnyttan av att avskilja och lagra fossil och biogen koldioxid från konsortiets anläggningar kraftigt väger upp för de små livscykelutsläpp som uppstår. Beroende på lagringsplats och antal fartyg utgör de tillförda utsläppen endast ca 2-3% av den totala klimatnyttan.

Viktiga slutsatser från arbetspaket 3:

- Beräkningarna av kostnader för transport från anläggningar till Nod Norvik visar att det är mer fördelaktigt ur kostnadssynpunkt med alternativet ”Två fartyg” än ”Pråm + Fartyg”. Kostnaderna för pusher-/pråmsystem är dock mycket osäkra och det finns behov av fördjupad, till exempel intervjuer med olika leverantörer, fler s­kepsmäklare och liknande.
- För transport av koldioxid från Norvik till lagringsplats visar beräkningarna att alternativet med ett större fartyg till Danmark är mest kostnadseffektivt. Transporten sker då vid

lågtryck. Kostnadsskillnaden är dock mycket liten mellan detta alternativ och alternativen två fartyg till Norge vid lågtryck eller två fartyg till Danmark vid mellantryck.

- Transport vid lågtryck är förknippat med lägre kostnader än mellantryck. När koldioxiden ska transporteras vid lågtryck krävs en tryckändring eftersom all koldioxid inkommer till Nod Norvik vid mellantryck. Elförbrukning för denna tryckändring är inkluderad i kostnadsberäkningarna för lågtrycksalternativen. Det är även möjligt att lågtryck kommer att innebära ytterligare lägre kostnader, då preliminära resultat från EU-projektet ACCSESS visar på lägre Capex än de som använts i denna rapport. Siffrorna är dock inte offentliga ännu och har således inte använts.
- Den klimatnytta som CCS-planerna inom NICE-projektet kommer att generera överstiger långt de utsläpp som kan förväntas ske från infrastrukturkedjan. Utsläppen utgör i storleksordningen 2-3% av den totala klimatnyttan. Minskade utsläpp från fartygstransport utgör absolut största potential för utsläppsminskning. Detta skulle till exempel kunna vara alternativa bränslen, förändrad design av fartyg som minskar bränsleåtgång eller avskiljningsteknik på fartygen.

16 Nästa steg

Vi har identifierat vissa behov av fördjupade beräkningar kring kostnader, energi och klimat. Det gäller exempelvis kostnader för pusher-/pråmsystem där dataunderlaget behöver fördjupas. Kostnadsberäkningarna i denna rapport har i stor utsträckning baserats på bottom-up-ansats utifrån investerings- och driftskostnader. Detta i enlighet med projektbeskrivningen för NICE. I ett fortsatt arbete kunde man försöka att för vissa kostnadsposter komplettera med prisuppgifter från aktörer som kan erbjuda olika tjänster. Detta kan dock komma att kräva att projektparterna begär offerter från tjänsteleverantörer.

Fartygskostnader skulle kunna uppdateras när kostnadsdata från EU-projektet ACCSESS är offentliggjorda. Det gäller särskilt för LP-fartyg där det verkar som att kostnaderna kan ha minskat. Fartygskostnader skulle även kunna beräknas utifrån TC (time charter) och bränslekostnader.

Kostnadsberäkningarna skulle även kunna förfinas avseende möjlighet till kostnadsbesparingar längs hela kedjan. Vidare skulle en uppdatering av kostnadsdata till dagens värde kunna göras, ej endast utifrån KPI eller liknande index utan mer detaljerat baserat på typ av kostnadspost och hur just de kostnaderna förändrats.

I denna rapport har endast två grova exempel gjorts av hur kostnaderna skulle kunna fördelas mellan olika aktörer baserat på tonkm utan respektive med hänsyn till årsvariationer av koldioxid. En fördjupad analys skulle kunna ta hänsyn även till andra aspekter såsom olika fördelning av Capex respektive Opex. I slutändan kommer det dock vara upp till de deltagande aktörerna och/eller en extern tjänsteoperatör att ta fram prisuppgifter per utsläppare, men beräkningar kan ge en vägledning kring storleksordningar och vilka aspekter som behöver beaktas.

Kostnader för att ta hand om den koldioxid som återvänder till Nod Norvik (vapour return), som eventuellt kan vara förorenad med olika ämnen, behöver också utredas.

Slutligen skulle energi- och klimatberäkningarna kunna förfinas i detaljgrad och möjlighet till effektivisering samt möjliga alternativa bränslen främst för fartygstransport skulle kunna utredas.

17 Referenser

- Chalmers/Sintef. (u.å). *Chalmers Energiteknik och Sintef Porsgrunn, kostnadsdata utvecklade under över tio års tid.*
- CinfraCap. (2022). *CinfraCap Study Report - Feasibility Study II (WP2), 2022-09-09.*
- Energimyndigheten. (2021). *Energimyndigheten Drivmedel, Profus bearbetning (Klimatbokslut).*
- EU-kommissionen. (2014). *Resolution MEPC.245(66), 2014.*
- Gassnova. (2021). *Developing Longship – Key Lessons Learned. Presentation för Preem, 2021-06-03.*
- Nordh, B. (u.å). Green Cargo, Personlig kommunikation.
- Profu. (2023). *Emissionsfaktor för el beräknad i ett nordeuropeiskt elsystemsperspektiv, modellberäkning i konsekvensanalys.*
- Roussanaly, S., Berghout, N., Fout, T., Garcia, M., Gardarsdottir, S., Mohd Nazir, S., . . . Rubin, E. (2021). Towards improved cost evaluation of Carbon Capture and Storage from industry. *International Journal of Greenhouse Gas Control, Vol 106.*
- Roussanaly, S., Deng, H., Skaugen, G., & Gundersen, T. (2021). *At what Pressure Shall CO₂ Be Transported by Ship? An in-Depth Cost Comparison of 7 and 15 Barg Shipping.* *Energies.* 2021, 14 (18).
- Roussanaly, S., Fu, C., Voldsund, M., Anantharaman, R., Spinelli, M., & Romano, M. (2017). Techno-economic Analysis of MEA CO₂ Capture from a Cement Kiln - Impact of Steam Supply Scenario. *Energy Procedia, Vol 114,* 6229-6239.
- Santén, V., Algell, J., & Kärnebro, Å. (2024). *Fördjupad analys av CO₂-Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn - AP2 Logistik.* Stockholm: Norvik Infrastructure CCS East Sweden - projektfas 2.
- Sjöbefälsföreningen. (u.å). Personlig kommunikation.
- Sjöfartsverket. (2024). *Sjöfartsverkets farleds- och lotsavgifter.* nedladdat 2024-02-20 från www.sjofartsverket.se/sv/tjanster/anlopstjanster/ekonomi-taxor-och-avgifter/.
- Skeppsmäklare. (2023). Personlig kommunikation. (C. H. Johansson, Intervjuare)
- Stockholms Hamn AB. (2024a). *Priser och villkor 2024 Stockholms hamn, Version 2024-01-01.* Stockholm hamn.
- Stockholms Hamn AB. (2024b). Personlig kommunikation.
- Svitzer AB. (u.å.). *Personlig kommunikation.*

18 Bilagor

18.1 Bilaga 1. Generella antaganden, inkluderade kostnader samt kostnadsunderlag

Generella antaganden

- Kostnadsunderlaget har tagits fram över många år tillsammans med norska Sintef och i senare år utvecklats också med underlag från andra aktörer/projekt som t ex norska Gassnova, Profu, RISE och Cinfracap-projektet. Svenska hamnar, Sjöfartsverket och Svenska sjöbefälsföreningen har ytterligare förstärkt kostnadsunderlaget för havsbaserad frakt.
- Osäkerhetsnivåerna för de totala kostnadsuppskattningarna (CAPEX + OPEX) är ca ± 35% - (lagringstankar +/-30%).
- Samtliga kostnader refererar till år 2020
- Visade kostnader refererar till pråm- och fartygslösningar från utsläppare till Norvik, lagringssystem på Norvik hamn inklusive lastinfrastruktur och BOG-hantering samt frakt **till** sluthamn
 - Inkluderar hamnkostnader Øygarden/Kalundborg men **inte** utrustning för lossning
- Alla system har designats baserad på max-flöde genom systemet år 2035
- Specifika kostnaden baseras på summan av årlig kapitalkostnad (annuitiserad över 15 och 30 år med 8% diskonto) och årlig Opex dividerad med årligt CO₂-flöde.
- Kostnaderna har beräknats bottom-up och kan ej jämföras med en eventuell tariff från extern leverantör som inkluderar slutlagring samtidigt som den normalt vill vara exklusiv mellanlagring (som t ex på Norvik).

Kostnader som inkluderats i transportsystemet

- Från anläggningar in till Norvik
 - 2 x 9 500 ton fartyg (DWT 10 577), samlad körsträcka 42 934 nm/år
 - 5 x 6 500 ton pråmar plus 1 pusher samt 1 x 9 500 ton fartyg (DWT 10 577), samlad körsträcka 48 578 nm/år.
 - Tågtransport (endast Vattenfall Jordbro).
- Från Norvik till Øygarden/Kalundborg
 - Lågtryck; 1 och 2 fartyg till Øygarden, 1 fartyg till Kalundborg
 - Mellantryck; 2 fartyg till Øygarden, 2 fartyg till Kalundborg
- Avstånd/omloppstid 1 fartyg och beräknat antal omlopp per år
 - Norvik-Øygarden; 818 nm/7,3 dygn - 38-77 omlopp per år för 1-2 fartyg
 - Norvik-Kalundborg; 467 nm/4,9 dygn - 57-117 omlopp per år för 1-2 fartyg
- Inkluderat kostnader för;
 - In till Norvik;
 - Enskilda anläggningarnas mellanlager och lastutrustning
 - Fartygstransport från enskilda anläggningar in till Norvik
 - Vattenfalls tågtransport av 150 kton/år fördelad i 16 vagnar

- På Norvik;
 - All rörutrustning inklusive pumpar
 - Truckterminal och tågterminal – kostnadsunderlag tagits från Cinfracap projektet i Göteborg.
 - BOG-hantering
 - Lastutrustning
 - Lagringstankar
 - Fartygstransport
 - 2 hamnanlöp/omlopp
 - Kostnader för utrustning på Øygarden/Kalundborg **INTE** medräknat

Kostnadsunderlag

BOG-hantering:

Utrustning baserad på flöden mellan 14 och 29 ton/t, antagit energibehov 100 kWh per ton CO₂ per timme vid mellantryck och 115 kWh vid lågtryck. Minskande Capex vid ökande energibehov, från ca SEK 65 000/kW vid 2 MW till ca SEK 26 000/kW vid 30 MW.

Opex summerar kostnaden för el, personal, maintenance och kylvatten. Elkostnaden satt till SEK 1/kWh. Personalkostnad gemensam för all utrustning på Norvik baserad på 6 arbetare + 1 ingenjör, total årskostnad MSEK 7,4.

Lastutrustning;

Capex lastarmar relaterad till årsflödet, Opex satt till 2% av Capex per år.

Lagringstankar;

Cylindriska/sfäriska tankar med ett inre lager av kolstål, ett yttre lager av rostfritt stål och isolerade med perlit (vulkansten) och vakuum. Tjocklek 40 mm med en max lagringskapacitet per tank på 4 000 m³ (13 x 30 m). Varje tank antas ha egen pump.

Capex inkluderar all tillhörande utrustning som pumpar, ventiler, instrumentering, rör, säkerhetsventiler, och annan fastmonterad utrustning som t ex lejdare och dylikt, all installationskostnad samt nödvändiga grundarbeten som betongfundament.

Capex mellantryck; SEK 60 000/m³ (+/-30%)

Capex lågtryck; SEK 43 300/m³ (+/-35%)

Opex 1,5% per år av Capex

Tågrelaterade kostnader

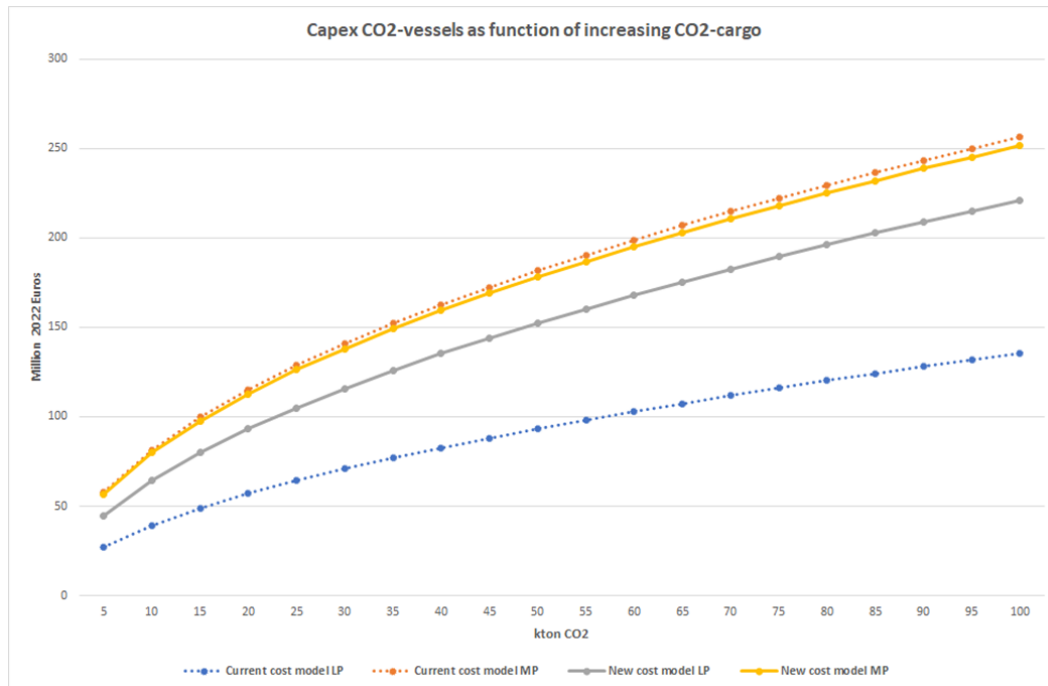
16 tågagnar med vagnhyra KSEK 350/år per vagn, avståndsrelaterad kostnad motsvarande SEK 0,23/ton-km, samt hanteringskostnad 2 terminaler SEK 35/ton.

Fartygskostnader – Capex;

Fartygets storlek beroende på flödet under ett omlopp i december 2035 fördelad över 30 dgr. Omloppstid beräknas utifrån en hastighet på 12 knop plus 4 timmar per hamnanlöp och 2x16 (1 fartyg) eller 2x14 (2 fartyg) timmar för lastning och lossning. Antal omlopp baserad på månadsflöden. Capex fartyg tagits från Roussanaly S. (2021) justerad till år 2020. Exempelkostnader:

- Exempel 7 barg, 5-50 kton; M€ 24.5 – M€ 84.4
- Exempel 15 barg; 5-50 kton; M€ 52.1 – M€ 164.3

I det nu pågående EU-projektet ACCCESS tas bland annat uppdaterade kostnadsdata fram för fartygstransport av koldioxid. Preliminära kostnadsdata visar på mycket god överensstämmelse med denna rapport vad gäller Capex för MP-fartyg, medan Capex för LP-fartyg är lägre än de som används i projektet, se Figur 51. De data som tagits fram inom ACCCESS-projektet är endast för en specifik fartygsstorlek (50 kton), medan kostnad för övriga storlekar är framtagna genom regression.



Figur 51. Jämförelse av Capex för fartygstransport i denna rapport (heldragna linjer) samt preliminära data från ACCCESS-projektet (streckade linjer).

Pråm/pusher; Capex per pråm 65 million US \$, Capex pusher 10 million US \$. Kostnadsuppgiften tagits från Profu-intervju med skeppsmäklare.

Fartygskostnader – Opex

- Bränsle LNG - € 222,3/ton
- Dubbelt sett personal, MSEK 9.8 – MSEK 20.0 per år (per fartyg)
- Underhåll stigande linjärt baserad på dödvikt (Ex MSEK 6.3/år för 8 250 ton)
- Hamn- och anlöpskostnader för **2 hamnar per omlopp** – sammansatt av;
 - Lotsavgifter enligt m3 CO2-last (Sjöfartsverkets tariff, se Transportstyrelsens bestämmelser för "Generell lotsdispens"
 - Eskort och bogserbåtar (Svitzer Sverige AB); **endast för fartyg med DWT > 30 000 ton**, endast 1 bogserbåt nödvändig enligt Stockholm Hamn, kostnad beroende på LOA (Length over All) x bredd
 - Förtöjningsavgift (Klippans Båtmansstation); SEK/m3 som lastas/lossas
 - Hamnavgift fartyg; Taxa enligt Stockholms hamn

- Hamnavgift CO2; Kommit överens med Stockholms hamn om "*preliminär indikativ*" taxa på SEK 39,38 per ton utgående CO2 (ingen taxa på inkommande).
- Sjöfartsverkets farledsavgift **fartyg**; fartygsavgift + beredskapsavgift miljöklass A, starkt rabatterad beroende på antal anlöp per månad – från och med anlöp nr 6 per månad per fartyg ingen avgift.
- Sjöfartsverkets farledsavgift **cargo**; SEK 2,82/ton CO2
- Agentarvode satt till SEK 2 500 per anlöp enligt kommunikation med Stockholms hamnar.
- Summering av ovan avgifter utgör totala kostnaden för 1 hamn som så multipliceras med 2 för att få totala hamnkostnader 2 hamnar (för utgående transport från Norvik).
- Inga hamnkostnader har beräknats för koldioxid utgående från de olika anläggningarnas hamnar.

18.2 Bilaga 2. Resultatfiler

SYSTEM IN TILL NORVIK

PRÅM/PUSHER + FARTYG + TÅG VATTENFALL																							
Anläggning	ton CO2/år	Transportlösning	BOG-hantering		Lastarm		Mellanlager		Mellanlager			Fartygskapacitet, m3 CO2	Antal fartyg/pråmar	Antal pushers	Fartyg DWT, ton	Capex fartyg MSEK	Total bränsleförbr, ton/år	Totala fartygskostnader, MSEK/år	Totala Hamnkostn, MSEK/år	Total Capex, MSEK	Total Opex, MSEK/år	Spec Kostn 15 år, SEK/ton CO2	Spec Kostn 30 år, SEK/ton CO2
			Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	m3 CO2	Ant tanker	Capex, MSEK	Arrende yta, MSEK/år	Opex, MSEK/år												
Heidelberg C	179,807	Mälarmax	na	4.8	0.1	10,671	3	640.3	na	9.6	8636	1	na	10,577	792	1663	21.1	18.2	2,202	61	325	262	
Stockholm Ex	800,000		na	21.1	0.4	12,396	4	743.8	na	11.2													
Plagazi	163,080		na	4.3	0.1	5,299	2	318	na	4.8													
Nordkalk	190,500		na	5.0	0.1																		
Mälarenergi	415,000		na	11.0	0.2																		6,818
Söderenergi	540,000	na	14.3	0.3	11,688	3	701.3	na	10.5														
		Pråm/pusher									5909	5	1	7,233	3392	3236	30.2	26.1	4,855	78	494	390	
Vattenfall	150,000	Tåg	na	4.0	0.1	1,318	1	79.1	na	1.2	16								83	13	153	138	
Totalt/System		2,438,287																	7,140	152	405	323	

Två FARTYG + TÅG VATTENFALL																											
Transportsystem	Anläggning	Årsvolym ton CO2/år	BOG-hantering		Lastarm		Mellanlager		Mellanlager			Fartygskapacitet, m3 CO2	Antal fartyg	Antal pushers	Fartyg DWT, ton	Capex fartyg MSEK	Total bränsleförbr, ton/år	Totala fartygskostnader, MSEK/år	Totala Hamnkostn, MSEK/år	Total Capex, MSEK	Total Opex, MSEK/år	Spec Kostn 15 år, SEK/ton CO2	Spec Kostn 30 år, SEK/ton CO2				
			Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	m3 CO2	Ant tanker	Capex, MSEK	Arrende yta, MSEK/år	Opex, MSEK/år																
Mälarmax 1	Heidelberg C	179,807	na	4.8	0.1	10671	3	640.3	na	9.6	8636	1	na	10,577	792	1,663	21.1	18.2	2202	61	325	262					
	Stockholm Ex	800,000	na	21.1	0.4	12396	4	743.8	na	11.2																	
Mälarmax 2	Plagazi	163,080	na	4.3	0.1	5299	2	317.9	na	4.8	8636	1	na	10,577	792	2,331	22.7	24.3	2255	69	254	206					
	Nordkalk	190,500	na	5.0	0.1																						
	Mälarenergi	415,000	na	11.0	0.2																		6818	2	409.1	na	6.1
	Söderenergi	540,000	na	14.3	0.3																		11688	3	701.3	na	10.5
Tåg	Vattenfall	150,000	na	4.0	0.1	1318	1	79.1	na	1.2	16								83	13	153	138					
Totalt/System		2,438,287																	4540	143	276	224					

NORVIK OCH SYSTEM UT FRÅN NORVIK

Resultat Infrastruktur Norvik + fartygsransport till Övgården/Kalundborg - MP-alternativet - 110%-150% mellanlager, 15 års avskrivning/8% diskonto, fulle hamnkostnader för 2 hamnar men exklusive lossningsutrustning																														
ton/år	2438387	BOG-hantering (specs enl AP2)					Lastarmer, kaj 1, kaj 8, kaj 9, BOG-hantering			Lagringstankar inkl arrende för yta Norvik hamn			Rör- och pumpkostnader, Norvik			Tåg- och truckterminal			Fartygsransport				SYSTEM 150% buffertlager				SYSTEM 110% buffertlager			
System	Trycknivå	Fartygsstorlek, m3	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2, 15 år	Spec Kostn, SEK/ton CO2, 30 år	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2, 15 år	Spec Kostn, SEK/ton CO2, 30 år		
Norvik-Övgården, 2 fartyg	MP	28802	121	14	12	200	4	11	2592	40	141	48	8	6	56	8	6	2887	105	109	153	289	5904	441	464	396	5211	429	426	366
Norvik-Kalundborg, 2 fartyg	MP	19036	98	14	10	199	4	11	1713	26	93	46	8	6	56	8	6	2350	66	110	144	244	4462	380	370	319	4005	371	344	298

Resultat Infrastruktur Norvik + fartygsransport till Övgården/Kalundborg - LP-alternativet - 110%-150% mellanlager, 15 års avskrivning/8% diskonto, fulle hamnkostnader för 2 hamnar men exklusive lossningsutrustning																														
ton/år	2438387	BOG-hantering (specs enl AP2)					Lastarmer, kaj 1, kaj 8, kaj 9, BOG-hantering			Lagringstankar inkl arrende för yta Norvik hamn			Rör- och pumpkostnader inkl tryckändring i Norvik			Tåg- och truckterminal			Fartygsransport				SYSTEM 150% buffertlager				SYSTEM 110% buffertlager			
System	Trycknivå	Fartygsstorlek, m3	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2, 15 år	Spec Kostn, SEK/ton CO2, 30 år	Capex, MSEK	Opex, MSEK/år	Spec Kostn, SEK/ton CO2, 15 år	Spec Kostn, SEK/ton CO2, 30 år		
Norvik-Övgården, 1 fartyg	LP	58942	201	17	17	201	4	11	3827	60	208	53	45	21	56	8	6	1073	88	108	133	187	5410	463	450	387	4389	448	394	344
Norvik-Övgården, 2 fartyg	LP	28802	135	15	13	200	4	11	1870	29	102	46	45	21	56	8	6	1463	105	109	139	215	3770	453	367	323	3272	445	340	302
Norvik-Kalundborg, 1 fartyg	LP	39410	160	16	14	200	4	11	2559	40	139	48	45	21	56	8	6	865	62	98	146	167	3888	418	358	314	3206	408	321	284

AP4 Affärsmodell

Affärsmodell för vald/valda systemlösningar

A	240220	DRAFT	SPINVERSE	Internt Spinverse/ Ulrika Wahlström	
B	240229	DRAFT	SPINVERSE	Konsultgrupp, StH, NICE-konsortiet	
C	240302	FINAL	SPINVERSE	Ulla Lindberg	Fredrik Boman
Revision	Datum	Status	Utfördare	Granskad	Godkänd

Figurer

Figur 1. CCS kan delas in i olika systemdelar, från avskiljning, transport och mellanlager, till permanent lagring (Energimyndigheten, 2023).....	105
Figur 2 : De fyra olika tilltänkta faserna i projektet NICE. Efterföljande fas/er formas utefter utfall från föregående fas.....	106
Figur 3 Projektdeltagare och utsläppare av koldioxid i projektet NICE	106
Figur 4 Inlandssjöfart till nod Norvik	107
Figur 5 Trafikströmmar via färja, container och internationella kryssningstrafik.....	108
Figur 6 Översiktlig lokalisering av huvudkomponenterna av nod Norvik	108
Figur 7 Tre tänkbara roller för projektpartners kring infrastrukturen och nod Norvik.....	110
Figur 8 Prognos total volym infångad koldioxid 2026-2040.....	110
Figur 9 Översiktlig tidsplan och aktiviteter i relation med AP4 och mellan ingående arbetspaket. ...	112
Figur 10 Systemgräns NICE som gränsar till anläggningsägare och 3-parts mottagare av CO2.....	114
Figur 11 Fyra byggstenar för att bygga hållbara affärsmodeller	117
Figur 12 Ekonomiska strömmar för ett mellanlager	118
Figur 13 Illustration av hur projektdeltagarna ser över var de kan tänkas befinna sig i relation till tredje part (röd box).....	119
Figur 14 Process och arbete i grupp, Affärsmodell & Affärsrelation	120
Figur 15 Systemgränser för projektet NICE och figur som illustrerar från koldioxid till permanent lagringsplats (Energimyndigheten, 2023).....	121
Figur 16 Förslag på affärsrelationer för deltagarna kring de diskuterade delsystemlösningarna.	122
Figur 17 Grupp 1 diskuterade ett antal tydliga scenarier, som dokumenterades, A-D.	129
Figur 18 Grupp 1 – sammanställning Alternativ A – E samt följdfrågor för Grupp 1 att besvaras map på övriga grupperns förslag.....	131
Figur 19: Översikt av Göteborgs Hamn. Ungefärligt distans från respektive partner till CO2-terminalen. Preem 5 km; St1 1.7 km; Göteborg Energi 1.5 km; Renova 13 km.....	135
Figur 20: Basscenario i CinfraCap.	136
Figur 21: Alternativt scenario i CinfraCap.	137
Figur 22: Joint Venture affärsmodell.....	142
Figur 23: CCUS-affärsmodell.....	143
Figur 24: "Uppdelad" affärsmodell.	144
Figur 25: Kommunikationsmaterial Stockholms Hamnar, publicerad 31 maj 2023 (Stockholms Hamnar, 2024).....	145
Figur 26: Kommunikationsmaterial Stockholms Hamnar – Kickoff för CCS i Stockholm, publicerad 11 sep 2023 (Stockholms Hamnar, 2024)	146
Figur 27: Kommunikationsmaterial Stockholms Hamnar – del av artikel, publicerad 19 dec 2023 (Stockholms Hamnar, 2024)	147

Tabeller

Tabell 1 Sammanställning från projektpartners vid inledande möte och AP4.....	125
Tabell 2 Citat som AP4 sammanställt för diskussioner vid Workshop Affärsmodeller & Affärsrelationer	128

Sammanfattning

Projektet Norvik Infrastructure CCS East-Sweden, NICE, syftar till att presentera en eller flera hållbara och kostnadseffektiva lösningar för en regional logistikinfrastruktur i östra Sverige för avskild koldioxid inför slutlig geologisk lagring. Projektet är indelat i flera olika faser och denna rapportering ingår i Fas 2, som har genomförts under hösten 2023 fram till och med februari 2024. Spinverse har i projektfas 2 faciliterat ett av arbetspaketen vid framtagandet av en affärsmodell för nod Norvik och mellanlager som innefattar flera olika tekniska systemlösningar. I projektets uppstart skilde sig projektpartnerernas syn på vilken roll de kunde tänka sig i en gemensam affärsmodell i slutfasen såg majoriteten sin roll som kund till en lösning. Vi kunde se en tydlig förflyttning och insikt hos parterna som tydligare mot slutet av projektet såg fördelar i hur man kan samverka genom att agera som kunder till mellanlagret i stället för operatör av mellanlagret.

En fungerande och effektiv logistikkedja krävs för att kunna möjliggöra Carbon Capture & Storage, CCS. Logistikinfrastrukturen ska inte bara vara öppen för de som deltar i NICE-projektet, utan även för tredjepartstillträde, dvs andra utsläppare av koldioxid.

Med den kunskap och insikter som utvecklats i projekts första fas (Aenigma, 2023-02-07) konstateras att förutsättningar för att etablera ett mellanlager som logistiknod för CO₂ i Norviks hamn är goda. Detta genom att samverka kring hur ett system med varierande inflöden av koldioxidvolymer över året kan optimeras.

NICE projektleds av Stockholms Hamnar, som äger Stockholm Norvik hamn. I projektet deltar också aktörer från olika delar av CCS-systemet i östra Sverige, sju utsläppare/avskiljare av koldioxid - Stockholm Exergi, Heidelberg Materials, Vattenfall, Mälarenergi, Söderenergi, Nordkalk, och Plagazi. Flera av dessa aktörer har redan tidsatta planer och projekt för implementering av CCS. NICE är uppdelat i fem arbetspaket (AP) som har letts och samordnats av Stockholm Hamnar med stöd av Aenigma och konsulter med expertis inom de områden de olika arbetspaketen fokuserade på.

Denna rapport sammanfattar arbetspaket 4 (AP4), som letts av Spinverse Sweden AB. AP4 har fokuserat på att ta fram och presentera ett utkast av affärsmodeller som beskriver möjliga samverkans- och/ eller ägarformer för delad koldioxidinfrastruktur i östra Sverige.

Arbetet i AP4 har genomförts iterativt och i flera steg utifrån olika scenarier och affärs- samt samverkansmodeller. Under hösten 2023 inleddes arbetet genom intervjuer för att få en bild av hur respektive aktör ser på arbetet kring affärsmodeller. En omvärldsbevakning och tidigare erfarenheter med insikter sammanställdes kring CCS marknaden och affärsrelationer och delgavs aktörerna. Resultat användes vidare i en gemensam workshop kring affärsmodeller och affärsrelationer. Samtliga parter har bidragit med input kring tänkbara affärsmodeller. Allt material har delats med hela projektgruppen. Parallellt med AP4 har arbeten fortskridit i de andra angränsande arbetspaketen, som knyter an till val av systemlösning/ar.

Under projektets genomförande har det skett ett löpande utbyte och tätt samarbete mellan de angränsande arbetspaketen genom regelbundna möten och aktivt deltagande i workshops som koordinerats av AP1(projektledning). En riskjämförelse i samarbete med AP5 har innefattat reflektioner på affärsmodeller. AP3 har genomfört beräkningar på koldioxidvolymer och tidsplaner som presenteras i AP3, avsnitt Analyserat system. Baserat på detta har AP2

genomfört en kapacitetsberäkning och en SWOT-analys av olika transportalternativ in till Norvik. En kartläggning av AP2 visar på olika transportalternativ in till Norvik. AP3, avsnitt 3, har sett över kostnadsberäkningar. AP5, som även sammanställer genomförandeplanen, redovisar risker som identifierats för systemlösningen.

AP4:s workshop om tänkbara affärsrelationer kring vald affärsmodell byggde på olika (del)systemlösningar in till Norvik och mellanlager. Efter detta följde ytterligare en AP4-ledd workshop för att möjliggöra en diskussion där projektets alla parter tillsammans diskuterade möjliga ägandeformer för vald systemlösning.

Konsultteamet i AP4 ger följande rekommendationer för projektet NICE och nästa fas:

- Att projektdeltagare omgående inleder en dialog med möjliga leverantörer av mellanlager i Norvik för att tillsammans göra en leverantörsbedömning som uppfyller samtligas behov/krav.
- att projektdeltagarna i nästa fas identifierar vilka offentliga bidrag som skulle bidra till investeringen i mellanlagret och därmed minskar den privata investeringsvolymen.
- Att NICE utgår från enskilda aktörers diskussioner kring individuella lösningar (ev. interrimlösningar) med leverantörer av slutförvaring och utreder effekter dessa individuella lösningar får för ett mellanlager i Stockholm Norvik Hamn (hädanefter benämnt nod Norvik).
- Att de aktörer som har möjlighet att använda sig av inlandssjöfart påbörjar realiseringen av en gemensam lösning så snart som möjligt.
- Att kostnadseffektiviteten även inkluderar en flexibilitet för att undvika att låsa in sig till enskilda leverantörer som kan begränsa nod Norviks skalbarhet och möjliga tredjepartsaktörer.

Flera av de projektpartners som deltagit i AP4 har tillsammans formulerat följande rekommendation för det fortsatta arbetet i projektet NICE:

- Projektpartners rekommenderar att Stockholms Hamnar i nästa steg går ut med någon form av intresseanmälan till aktörer inom hela värdekedjan, från utsläppare via transport till slutlig lagring. På det sättet kartläggs kommersiella intresset för att etablera ett mellanlager i Norvik.

Aktiviteter relaterat till ovanstående rekommendation presenteras i kapitel 4.

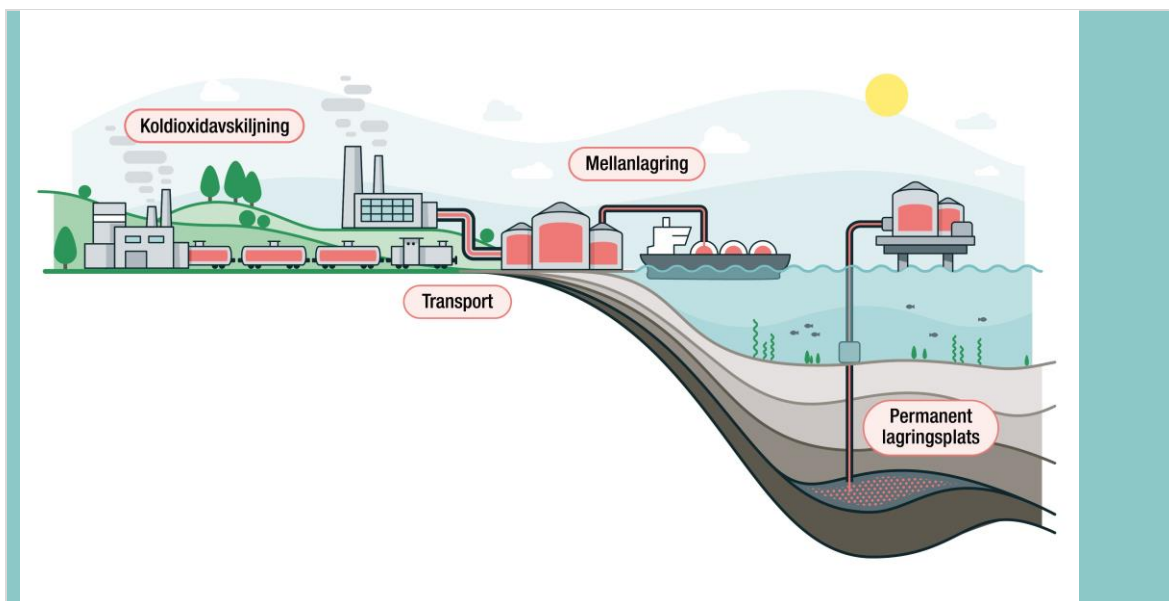
19 Inledning

Denna rapport sammanfattar resultatet från arbetspaket fyra (AP4) inom ramen för projekt NICE andra fas. AP4 fokuserar på Affärsmodeller som beskriver möjliga samverkans- och/eller ägarformer för delad koldioxidinfrastruktur i östra Sverige. Resultatet presenteras som rekommendationer för nästa projektfas.

19.1 Bakgrund

EU har som mål att vara klimatneutralt till år 2050. Sveriges mål är att inte ha nettoutsläpp av växthusgaser år 2045 och att därefter uppnå negativa utsläpp (Sveriges Miljömål, 2024). Avskiljning och lagring av koldioxid (CCS) är ett av många verktyg som Sverige satsar på för att nå klimatmålen. Energimyndigheten arbetar på uppdrag av regeringen för att främja användning av CCS i Sverige.

I detta arbete är (bio¹²)-CCS en betydelsefull teknik enligt bland annat FN's klimatpanel IPCC och EU. En fungerande och effektiv logistikkedja krävs för att kunna möjliggöra CCS. Genom den information, de analyser och resultat som NICE utvecklat i tidigare projektfas, Fas 1 (Aenigma, 2023-02-07), kan konstateras att förutsättningar för att etablera ett mellanlager för CO₂ i Norviks hamn är goda. CCS kan delas in i avskiljning, transport (inklusive mellanlager) och lagring vilket illustreras i Figur 52 nedan.



Figur 52. CCS kan delas in i olika systemdelar, från avskiljning, transport och mellanlager, till permanent lagring (Energimyndigheten, 2023)

Att ta fram ett förslag på en systemlösning för att nå det långsiktiga målet ökar möjligheten för utsläppsminskning och minusutsläpp. För att möjliggöra detta behöver man etablera en regional, hållbar och kostnadseffektiv infrastruktur för att fånga in, mellanlagra och transportera koldioxid i östra Sverige.

¹² Bio-CCS betyder avskiljning och lagring av koldioxid från förnybara källor

19.1 NICE's syfte och mål

NICE, syftar till att presentera en eller flera hållbara och kostnadseffektiva lösningar för en regional logistikinfrastruktur i östra Sverige för avskild koldioxid inför slutlig geologisk lagring. Logistikinfrastrukturen ska inte bara var öppen för de som deltar i NICE projektet, utan även för tredjepartstillträde, dvs andra utsläppare av koldioxid.

Det långsiktiga effektmålet är att öka potentialen för utsläppsminskning och negativa utsläpp genom regional samverkan kring transport, förvätskning och mellanlagring av koldioxid i östra Sverige. Att systemet ska vara öppet för tredjepartstillträde, möjliggör ytterligare ökad kostnadseffektivitet och potential för utsläppsminskning och negativa utsläpp på sikt.



Figur 53 : De fyra olika tilltänkta faserna i projektet NICE. Efterföljande fas/er formas utefter utfall från föregående fas.

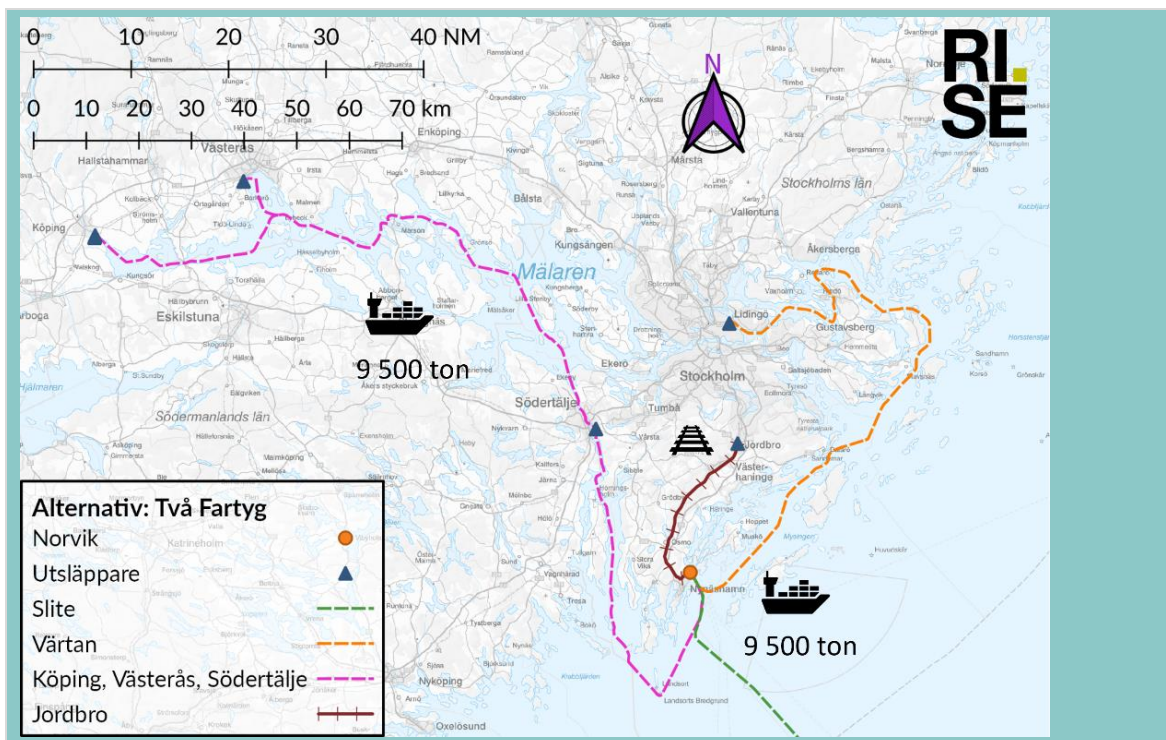
19.2 Projektgrupp

NICE's genomförbarhetsstudie projektleds av Stockholms hamnar. Stockholms Hamnar är projektägare och projektledare, övriga projektdeltagare är: Stockholm Exergi, Heidelberg Materials, Vattenfall, Mälarenergi, Söderenergi, Nordkalk, och Plagazi. Projektet representerar tillsammans aktörer från olika delar av infrastrukturkedjan, såsom utsläppare av koldioxid och hamnaktör. Flera av företagen har redan tidsatta planer och projekt kring implementering av CCS.



Figur 54 Projektdeltagare och utsläppare av koldioxid i projektet NICE

För alla aktörerna förutom Vattenfall är det möjligt att transportera via vatten in till Norvik, vilket illustreras i Figur 4 nedan, se Rapport AP2 för mer detaljer kring fartygsalternativ och inlandssjöfart till nod Norvik. Även om Heidelberg materials på Gotland är beläget vid vatten, är det inte sammankopplat vid Mälaren med möjlighet till inlandssjöfart till Stockholm och nod Norvik, såsom de andra är.



Figur 55 Inlandssjöfart till nod Norvik

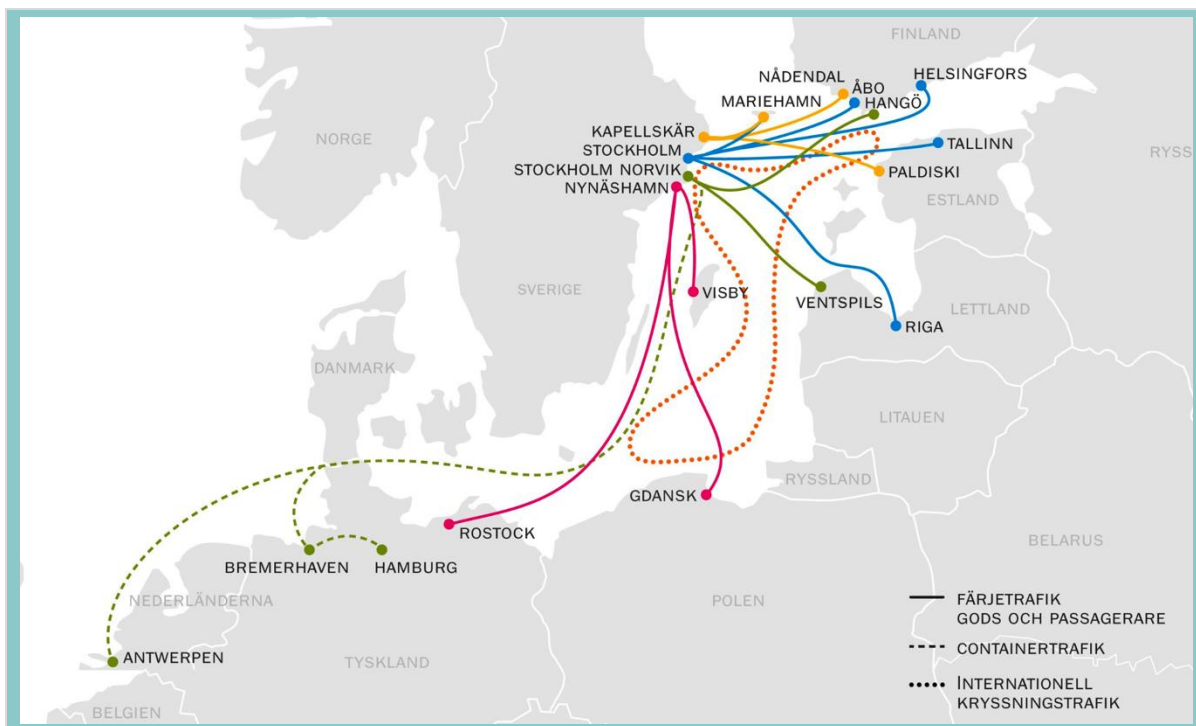
19.1 Varför Stockholm Norvik Hamn och nod Norvik

För projektet NICE är nod Norvik ett bra läge i regionen och Östersjön. Här finns tillgänglighet via prämtrafik, järnväg och väg. Hamnen har ett stort vattendjup och ligger nära öppet vatten. Hamnen kan tillgodose utvecklingsytor med bra förutsättningar för hållbara lösningar. Till och från hamnen finns en väl utbyggd landinfrastruktur att tillgå och en 4 km lång järnväg kopplar samman Stockholm Norvik med hela Sveriges järnvägsnät.

Stockholm Hamnar som helhet har 14 km kaj och 170 000 kvm lokalyta. Omsättningen 2023 var 729 Mkr och innan pandemin passerade 16 miljoner passagerare 9 miljoner ton gods hamnen kajer årligen. Det gör Stockholms hamnar till en av världens passagerarhamnar och en av Sveriges största godshamnar. Hamnen beräknas generera 24 000 arbetstillfällen och 29,5 miljarder i bruttoregionalprodukt. Stockholms Hamnars linjekarta ses i Figur 56.

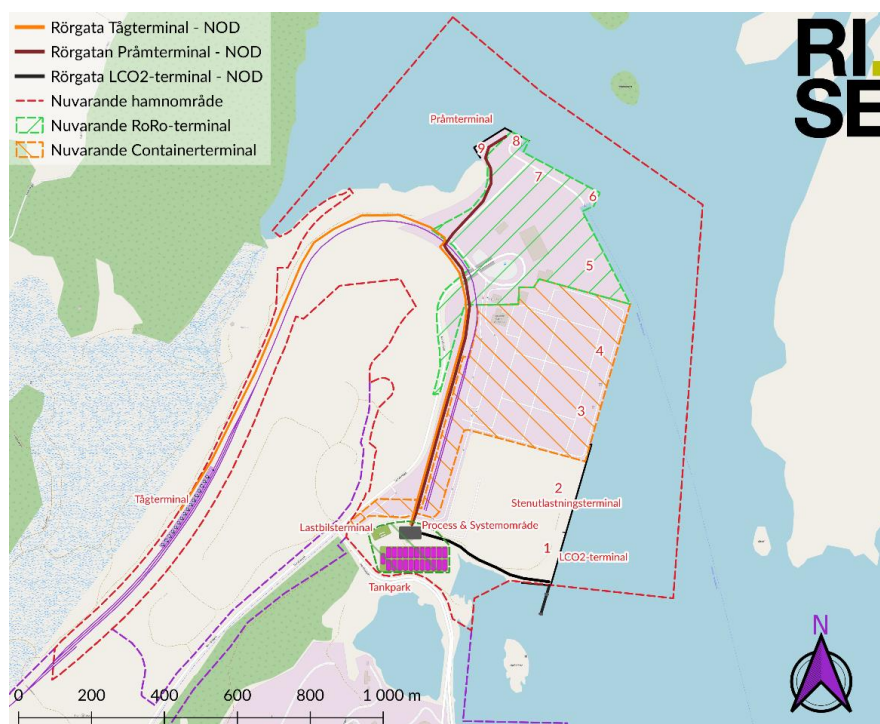
Stockholms hamnar har redan tidigt och under projektets gång kommunicerat externt avseende projektet NICE i syfte för att attrahera andra aktörer *“ta fram ett förslag på en systemlösning för att nå det långsiktiga målet att öka möjligheten för utsläppsminskning och minusutsläpp genom att etablera en regional, hållbar och kostnadseffektiv infrastruktur för att fånga in, mellanlagra och transportera koldioxid i östra Sverige”*. (Stockholms Hamnar, 2024)

Vi återger även kommunikationsmaterial från Stockholms Hamnar i bilaga till rapporten, se Bilaga Kommunikationsmaterial - NICE.



Figur 56 Trafikströmmar via färja, container och internationella kryssningstrafik

Figur 57 illustrerar den tilltänkta och föreslagna placeringen av mellanlagret (tankpark), huvudkomponenterna för nod Norvik med in- och utlastningskaj (kajläge 1) och pråmterminal (kajläge 8, och 9), se Rapport AP2.



Figur 57 Översiktlig lokalisering av huvudkomponenterna av nod Norvik¹³

Det finns många faktorer som inverkar på lönsamheten och samverkan kring infrastrukturen för transport och lagring av koldioxid via Norvik hamn. De olika arbetspaketen har beaktat

¹³ Figur hämtad ifrån AP2 Rapport

olika aspekter såsom nod Norviks huvudkomponenter, olika förutsättningar och aspekter avseende mellanlagret, terminalsystemet, inklusive driftcentral med mera återges i NICE AP2, Kostnadsberäkningar (avsnitt 3), Energi- och koldioxidberäkningar (avsnitt 4) i AP3 och Risker i AP5.

19.2 NICE arbetspaket

Projektet NICE är uppdelat i fem arbetspaket (AP) och leds och samordnas av Stockholm Hamnar (SH) med stöd av Aenigma och konsulter med expertis inom de olika arbetspaketen. Utförare är Stockholms Hamnar, projektets olika arbetspaket med externa konsulter samt samtliga projektpartners.

AP1 Projektledning, koordinering, extern förankring och rapportering

AP1 omfattar projektledning och förankring av resultat, internt och externt. Samtliga projektpartners deltar i projektmöten och resultatrapportering, samt levererar underlag till slutrapport.

Utförare: Aenigma (extern konsult)

AP2 Tekniska systemdesignlösningar för delad koldioxidinfrastruktur i östra Sverige

AP2 syftar till att, efter en övergripande screening, presentera minst en teknisk systemlösning för delad koldioxidinfrastruktur i östra Sverige. Utifrån screeningen väljs en eller flera systemlösningar ut för fördjupade analyser. Särskilt analyseras vilka storskalsfördelar som kan uppnås genom samverkan samt hur ett system med varierade koldioxidvolymmer över året kan optimeras. Infrastrukturlösningar, inklusive samverkansmöjligheter, studeras omfattande transport av koldioxid i gas-/vätskefas från anläggningar till hamn, delad förvätskning, mellanlager, lastaxel samt transport till lagringsplats. Slutligen presenteras minst en teknisk systemlösning för infrastrukturkedjan för vidare analys i AP3 och AP4.

Utförare: RISE (extern konsult)

AP3 Energi-, koldioxid- och kostnadsanalys AP3 presenterar energi-, koldioxid- och kostnadsanalys för de systemlösningar som tagits fram av AP2. Kostnader för olika volymer över året och kostnader för de infrastrukturlösningar och hamnlokaliseringar som identifierats i AP2 innefattas.

Utförare: PROFU (extern konsult)

AP4 Affärsmodell och AP4's uppdrag är att presentera ett utkast till minst en affärsmodell för vald systemlösning samt beskriva möjliga samverkansformer, ägarformer och finansiell modell.

Utförare: Spinverse Sweden (extern konsult)

AP5 Genomförandeplanering

AP5 mål är att ta fram en plan för fortsatt genomförande för NICE (t.o.m. realisering), identifierar och analyserar tillhörande risker och ta fram en handlingsplan om hur dessa kan minimeras. Genomförandeplanen förtydligar specifikt kritiska frågeställningar/milstolpar men också vad som kommer att krävas i efterföljande faser i form av exempelvis finansiering, åtaganden /kontrakt, tillstånd och upphandlingar, mm.

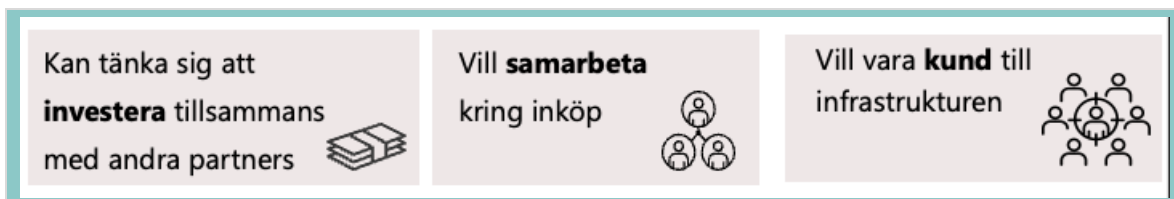
Utförare: Aenigma (extern konsult)

19.3 Olika partners roller och tidsplaner

Vid Fas 2's uppstart exemplifierade AP4 tre olika tänkbara roller för projektpartners i relation till en tilltänkt och gemensam affärsmodell och ställde frågan om de såg det möjligt att:

- Investera tillsammans med de andra projektpartners och i så fall finns kapital?
- Samarbeta kring inköpet, och i så fall vilka behov finns för en gemensam upphandling?
- Vara kund till infrastrukturen som en enskild aktör och i så fall vilka önskemål/krav har man?

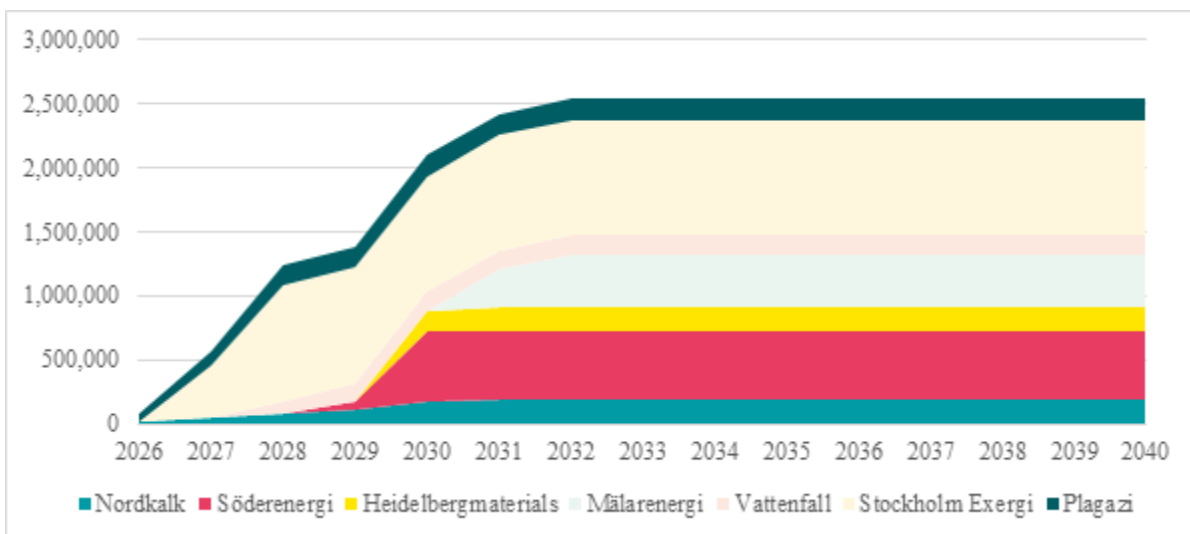
se Figur 58 och respektive projektpartners beskrivning i avsnitt 21.



Figur 58 Tre tänkbara roller för projektpartners kring infrastrukturen och nod Norvik

I projektets uppstart skilde sig projektpartnerernas syn på vilken roll de kunde tänka sig i en gemensam affärsmodell, i slutfasen såg majoriteten sin roll som kund till en lösning.

Nordkalk och Plagazi är de två företag som planerar att starta sina CCS-anläggningar närmast i tiden, med förväntad start år 2026. Därefter följer Stockholm Exergi år 2027, Vattenfall 2028, Söderenergi 2029, Heidelberg 2030 och Mälarenergi 2031. Högsta planerade volymen år 2032 och framåt är cirka 2 540 000 ton, enligt nedan. I Fas 2 NICE-rapport AP2 Logistik finns detaljerade uppgifter avseende kapacitetsberäkningar och inflöde till Norvik, vilket även illustreras i Figur 59 Prognos total volym infångad koldioxid 2026-2040 nedan. Baseline som utgör underlag för projektet är baserade på koldioxidvolym och tidplaner och presenteras av AP3 (Energi-, koldioxid- och kostnadsanalys), avsnitt Beräkningsförutsättningar.



Figur 59 Prognos total volym infångad koldioxid 2026-2040¹⁴

¹⁴ Figur hämtad ifrån Fas2, Rapport AP2 Logistik

19.3.1 Definition affärsmodell

AP4 utgår från vedertagna metoder i arbetet med att skapa en affärsmodell. En affärsmodell är en teoretisk beskrivning av hur en affärsverksamhet är tänkt att fungera. Det är ett konceptuellt verktyg som innehåller en uppsättning komponenter och beskriver deras inbördes relationer på ett sådant sätt att affärslogiken för en viss verksamhet konkret kan beskrivas. En vanlig metod för att beskriva en affärsmodell är Business model canvas. En Business model canvas består av nio byggblock som tillsammans formar en verksamhets huvudområden; kunder, erbjudande, infrastruktur och finansiell genomförbarhet¹⁵. Dessa byggblock har AP4 innefattat i dialoger och workshops som AP4 anordnat.

För att skapa affärsmodeller i AP4 har vi jobbat med förutsättningar då vi arbetat för att alla projektpartners först och främst skall få klarhet i:

- (Del)systemlösning (även nämnt värdekedjan)
- Roller för aktörer i logistikkedjan, se avsnitt 1.3 som beskriver de olika rollerna.
- Relationer till andra projektpartners och aktörer baserat på val av Roller.

19.3.2 Projektets tidsplan och relation till angränsande arbetspaket

Denna rapport innefattar Fas 2 och Arbetspaket 4 Affärsmodeller i projektet NICE med start under hösten 2023 och avslut februari 2024.

Ett uppstartsmöte och kick-off ägde rum under september, 2023 med alla projektpartners följt av individuella möten och workshops med AP4 och representanter från varje deltagande organisation.

De fem arbetspaketen sammanfattas och beskrivs nedan. Kontinuerligt, under projektets genomförande, har ett utbyte skett mellan de ingående och angränsande arbetspaketen vilket illustreras av tidsplan och aktiviteter i nedan

¹⁵ Definition Wikipedia

AP1 - Projektleddning Projekt NICE

- **2023**
- **September**
11 sept, uppstartsmöte och kick-off med alla projektpartners
- Alla parter, per organisation/ företag, och konsultteam presenteras
- **Projektmöten:**
- Konsultteam varannan vecka
- Konsultteam och Stockholms Hamnar varannan fredag
- **2024**
- **Januari**
Projektmöten:
- Konsultteam varje vecka
- Konsultteam och Stockholms Hamnar varje fredag
- **Februari**
14 feb, heldag och besök Norvik, Stockholms Hamnar
- Alla parter samt leverantörer avslut
- slutrapportnsammanställs av AP1 med input från alla AP:n

Arbetspaket 4 - Affärsmodeller

- **2023**
- **September - Oktober**
sept - okt., individuella möten med respektive projektpartner (totalt 8 st möten)
Sammanställning omvärldsbevakning
- **November**
24 nov., workshop - Affärsmodell och affärsrelationer
Sammanställning workshop, utskick och arbeten i grupp
Möte Stockholms Hamnar, fördjupad dialog gällande affärsmodeller/ scenarier
- **December**
Alla kommenterat på utskick avseende workshop 24 nov. och återkoppling AP4
- **2024**
- **Januari**
Bearbetning underlag och slutrapport
- **Februari**
8 feb., workshop - möjliga ägarstrukturer, Rapportutkast, slutrapport AP4

Arbetspaket 1,2,3,5

- **2023**
- **September**
- **Oktober**
AP5 - Genomgång befintliga tillstånd för Stockholms Hamnar, Screening av regelverk för värdekedjan (CO₂)
AP5 - Möte med projektparter - Risk
- **November**
AP2 - Workshop SWOT
AP3 - Presentera Baseline
AP5 - Leverans risklista (utkast)
- **December**
AP2 - Beslut systemlösning
Rapport Screening (utkast)
AP3 - Schablonkostnader, prel. kostnadsberäkningar
- **2024**
- **Januari**
AP2 - Slutrapport Screening
AP3 - Worskhop
AP5 - Worskhop Risk 1 / riskhantering
- **Februari**
AP5 - Workshops Risk 2/ riskvärdering, Rapportutkast, Slutrapport AP5
- Slutrapport sammanställs av AP1, alla APn skriver varsin delrapport som ingår

Figur 60 där vi även placerat AP4 i mitten för att visa utbytet med de andra arbetspaketen under projektets genomförande.

AP1 - Projektleddning Projekt NICE

- **2023**
- **September**
11 sept, uppstartsmöte och kick-off med alla projektpartners
- Alla parter, per organisation/ företag, och konsultteam presenteras
- **Projektmöten:**
- Konsultteam varannan vecka
- Konsultteam och Stockholms Hamnar varannan fredag
- **2024**
- **Januari**
Projektmöten:
- Konsultteam varje vecka
- Konsultteam och Stockholms Hamnar varje fredag
- **Februari**
14 feb, heldag och besök Norvik, Stockholms Hamnar
- Alla parter samt leverantörer avslut
- slutrapportnsammanställs av AP1 med input från alla AP:n

Arbetspaket 4 - Affärsmodeller

- **2023**
- **September - Oktober**
sept - okt., individuella möten med respektive projektpartner (totalt 8 st möten)
Sammanställning omvärldsbevakning
- **November**
24 nov., workshop - Affärsmodell och affärsrelationer
Sammanställning workshop, utskick och arbeten i grupp
Möte Stockholms Hamnar, fördjupad dialog gällande affärsmodeller/ scenarier
- **December**
Alla kommenterat på utskick avseende workshop 24 nov. och återkoppling AP4
- **2024**
- **Januari**
Bearbetning underlag och slutrapport
- **Februari**
8 feb., workshop - möjliga ägarstrukturer, Rapportutkast, slutrapport AP4

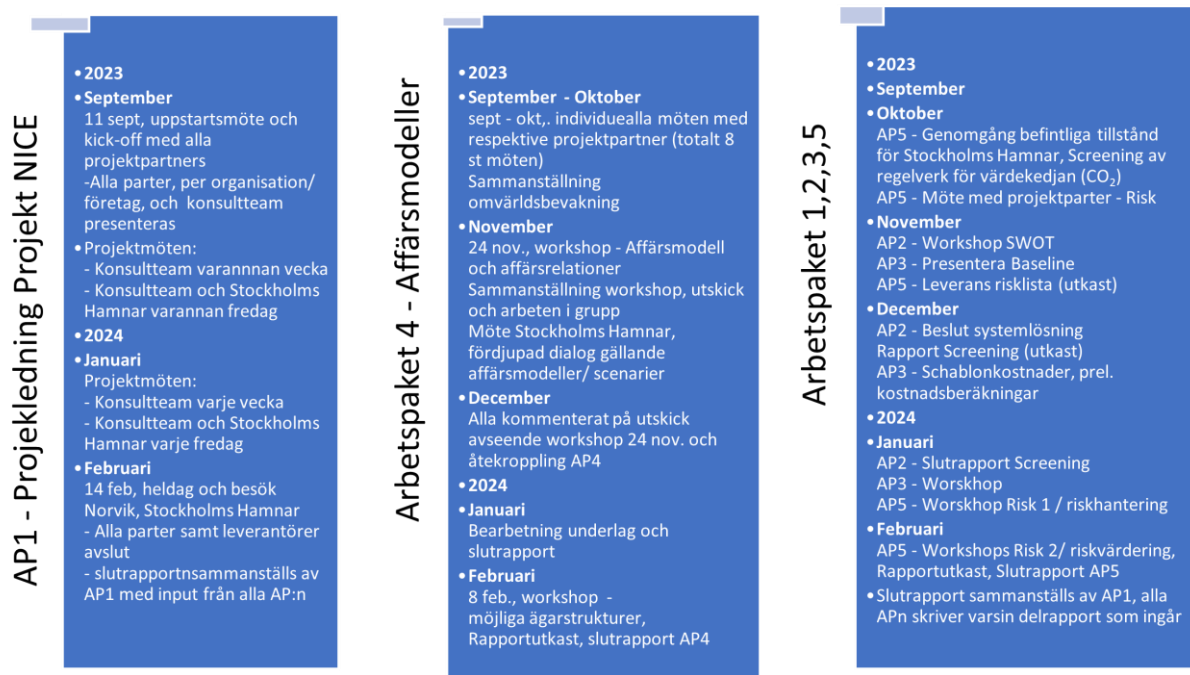
Arbetspaket 1,2,3,5

- **2023**
- **September**
- **Oktober**
AP5 - Genomgång befintliga tillstånd för Stockholms Hamnar, Screening av regelverk för värdekedjan (CO₂)
AP5 - Möte med projektparter - Risk
- **November**
AP2 - Workshop SWOT
AP3 - Presentera Baseline
AP5 - Leverans risklista (utkast)
- **December**
AP2 - Beslut systemlösning
Rapport Screening (utkast)
AP3 - Schablonkostnader, prel. kostnadsberäkningar
- **2024**
- **Januari**
AP2 - Slutrapport Screening
AP3 - Worskhop
AP5 - Worskhop Risk 1 / riskhantering
- **Februari**
AP5 - Workshops Risk 2/ riskvärdering, Rapportutkast, Slutrapport AP5
- Slutrapport sammanställs av AP1, alla APn skriver varsin delrapport som ingår

Figur 60 Översiktlig tidsplan och aktiviteter i relation med AP4 och mellan ingående arbetspaket.

20 Metod och avgränsningar

En projektgrupp har tillsatts med representanter från varje deltagande organisation. Genom intervjuer, enskilt med respektive organisation, och diskussioner i grupp och tillsammans med alla parter har AP4 sammanställt vad som presenterats av projektpartners. Möten har varit både digitala och fysiska, vilket har möjliggjort för alla att vara med. AP4 har faciliterat arbetet med att ta fram affärsmodeller parallellt med angränsande arbetspaketens pågående arbete, se



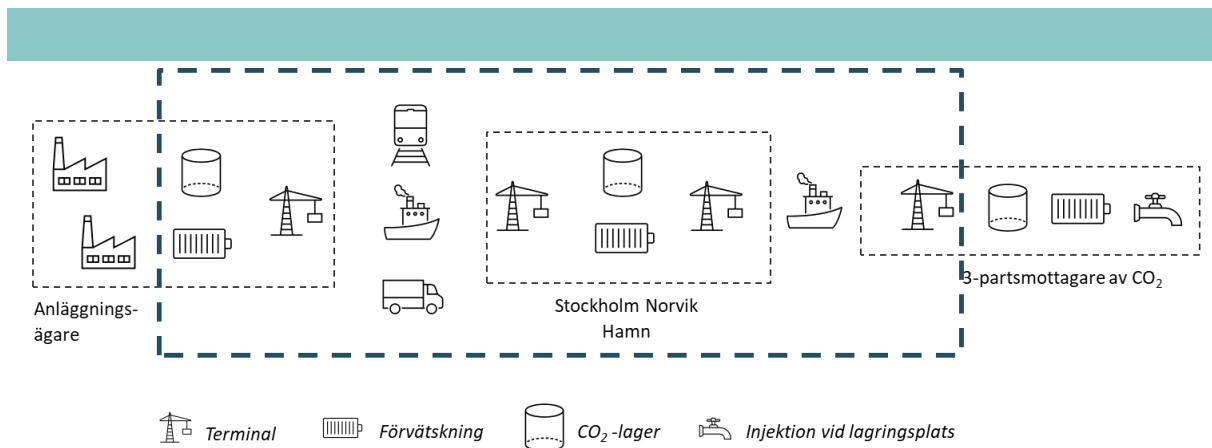
Figur 60. Kunskapssammanställningar har sammanställts efter diskussioner och erfarenhetsutbyten. Dessa har presenterats för projektpartners i syfte att ge inspiration, ökad förståelse och insikter inom området.

Olika scenarier och affärsmodeller bearbetades av aktörerna i såväl separata grupper som emellan grupperna för att närma sig en gemensam bild av sina roller i en systemlösning och utkast till affärsmodell/er för NICE, nedan i avsnitt 3 illustreras arbetet

20.1 Avgränsningar

Projekt NICE's systemgränser illustreras nedan i Figur 61. Det är detta underlag och dessa avgränsningar som AP4 bygger vidare på i detta projekt och i Fas 2¹⁶. Transport till mellanlager kommer att kunna ske både med båt och tåg/ lastbil för CO₂ som ska transporteras från mellanlager för vidare för slutlagring. Till höger i figuren nedan finns tredjepartsaktörer och mottagare av CO₂. NICE är även beroende av gränssnittet däremellan och förutsättningar som råder i Stockholm Norvik Hamn likaså till vänster och hos anläggningsägare och deras lokala förutsättningar.

¹⁶ Fas 2 har föregåtts av Fas 1, se avsnitt 1.1 och Figur 53.



Figur 61 Systemgräns NICE som gränsar till anläggningsägare och 3-parts mottagare av CO₂

Att skapa ett affärsupplägg sker stegvis och iterativt genom diskussioner med olika utgångspunkter. Vi använde två utgångspunkter för diskussionerna:

- Affärsrelationer, innefattar hur partners grupperar sig längs värdekedjan
- Affärsmodeller, omfattar de resurser och relationer som finns längs värdekedjan

En tredje utgångspunkt är affärsplaner som kan ge förutsättningar att bygga detaljerade planer avseende kunder, intäkter, kostnader och vinstförväntningar. Den nivån användes inte inom ramen för projektfas 2, då det är ett senare steg som kan tas när man sett över och bestämt sig för Affärsrelationerna och Affärsmodellerna.

20.2 Individuella möten och Workshops

För att förankra olika lösningar och bygga kunskap kring affärsmodeller och affärsrelationer, faciliterade AP4 både individuella möten och workshops. Redan vid uppstarten fick alla projektpartners möjlighet att bidra till det gemensamma arbetet i projektet. Det är tydligt att alla organisationerna har ett behov av att avyttra sin infångade CO₂, med önskemål om olika tidsplaner. Vid uppstartsmötet fördes även diskussioner för att uppnå en samsyn avseende systemgränsen för NICE, Figur 61, samt roller se avsnitt 19.3.

AP4 genomförde individuella intervjuer under september och oktober 2023 med projektpartners för att bli bättre insatt i hur respektive aktör ser på arbetet kring affärsmodeller.

Intervjuerna och mötena utformades för att låta samtliga projektpartners kunna bjuda med sig flera deltagare från sina respektive organisationer för att ge input till och ta del av projektet och bädda för en löpande och tillåtande dialog i ett mindre forum. Syftet var att introducera oss för varandra och gemensamt diskutera hur vi utvecklar en affärsmodell tillsammans. Vi diskuterade även roller i affärsmodellen.

Ett frågebatteri låg till grund för att i dialog fånga partners olika syn på roller, organisation med mera:

- Vägledande frågor kring aktörers roller
- Vägledande frågor avseende respektives organisations anknytning till NICE

- Vägledande frågor med utgångspunkt att beskriva organisation

Vägledande frågor kring aktörers roller:

- Varför är ni med i NICE? Vilka är de viktigaste frågorna/behoven för er?
- Vem hos er är ansvarig för transporttjänster? På vilket sätt är hen involverad i NICE?
- Vilka transportalternativ har ni prioriterat? Finns det möjligheter för samutnyttjande av andra parter?
- Vem hos er tar beslut om tjänster ska köpas in, utföras själva, eller tillsammans med partners? På vilket sätt är hen involverad i NICE?
- Hur ser ni på viljan/möjligheten hos styrelsen/ägarna att anpassa era CCS-tidsplaner för att kunna hitta en gemensam lösning med andra aktörer?
- Vilka juridiska/politiska/strategiska utmaningar ser ni kring en gemensam infrastruktur på annan ort och kommersialisera tredjepart-accessen till den?
- Hur ser ni på riskerna/möjligheterna med att binda upp sig ekonomiskt i ett konsortium i en föränderlig omvärld där nya lösningar växer fram löpande?

Vägledande frågor avseende respektives organisations anknytning:

- Engagemangsnivå
- Organisation
- Gemensam infrastruktur (för- och nackdelar, barriärer, tidsplan, begränsning i och med ägandeform/er)
- Värdekedja/affärsmodell (aktörer, kostnad och intäkt, kundanalys, kundnytta, värdeerbjudande, marknadens behov)
- Övrigt (flexibilitet i tidsplanen)

Vägledande frågor med utgångspunkten att beskriva sin organisation var:

- NICE-ansvarig i organisationen
- Prioriterade transportalternativ
- Inköpsansvarig
- Ansvarig för affären
- Marknadsansvarig
- Risker
- Beslutsunderlagskrav
- Viktiga aspekter

Det som diskuterades och det som projektgruppen lyfte fram presenteras i avsnitt 21 och som Tabell 1, detta har även varit en grunden till vår utformning av fortsatta arbetet i projektet och Workshop nedan.

20.3 Workshop Affärsmodell & Affärsrelationer

Den 24 november, 2023, genomförde AP4 en workshop där parterna tillsammans diskuterade affärsrelationer och hur den gemensamma verksamheten och mellanlager kan fungera. Syftet var att identifiera vad som skapar trygghet, vilka ägarformer och partnerskap som ska bildas för att få till en logistiklösning, vad som skapar engagemang / ”commitment” hos tidiga aktörer och vad man behöver för att få till investeringsbeslut.

Workshopen utformades för att låta samtliga partners komma till tals för att ge input kring tänkbara scenarier på affärsrelationer i NICE. Utgångspunkten var:

- Omvärldsbevakning och andras projekts affärsmodeller och relationer
- Insikter från liknande projekts affärsmodeller och relationer
- Tänkbara scenarier på affärsrelation i NICE

Målet med diskussionerna på workshopen var att komma närmare en samsyn kring:

- Hur en framtida affärsmodell ser ut för en fungerande logistiklösning
- Hur NICE partners skapar affärsrelationer för att bidra till fungerande affärsmodeller
- Vilka förutsättningar som krävs för affärsmodeller resulterar i lönsamma verksamheter

Workshopen startade med en inledande presentation och förklaring avseende:

- Hur vi jobbar vi med affärsmodeller i denna projektfas, se definition Affärsmodell avsnitt 1.3.1
- Kunskapssammanställningar som sammanställts av Spinverse efter diskussioner och erfarenhetsutbyten.

Dessa sammanställningar låg även till grund för en gemensam diskussion och frågeställningar, se nedan, som AP4 faciliterade. En av kunskapssammanställningarna, omvärldsbevakningen, hade vi skickat projektpartners innan workshopen¹⁷. Som utgångspunkt till denna valde vi ett antal projekt, i huvudsak med nordisk anknytning. Detta för att ge projektpartners i NICE insikter kring Trygghet, Investeringsbeslut, Engagemang samt Ägarformer & Partnerskap som är byggstenar för att skapa hållbara affärsmodeller som vi faciliterade frågeställningar kring för gruppen.

¹⁷ I Bilaga: Omvärldsbevakningen som utfördes av AP4.



Figur 62 Fyra byggstenar för att bygga hållbara affärsmodeller

Frågeställningar kring trygghet som diskuterades var:

- Är vi ödmjuka för komplexiteten?
- Kan alla partners inklusive hamnen enas om ett koncept som alla tror på?
- Kan alla enas om en gemensam bild av vad vi menar med affärsmodell?
- Kan vi enas om en policy för öppenhet om vad som kan delas?
- Kan vi vara öppna med svagheter och styrkor?
- Vad behövs för att ha ett öppet och transparent klimat som alla partners kan vara bekväma med?

AP4 presenterade lärdomar från andra projekt och i Tabell 2 avsnitt 4 finns de citat som lyftes fram och diskuterades kring tillsammans med projektpartners vid workshopen. Citaten är indelade på de fyra byggstenarna i Figur 62.

För att få till en fungerande systemlösning behöver man hitta svar på en sådan till synes enkel fråga som: "Vem måste skaka hand med vem?". En del frågeställningar har man fått ett svar på under Fas 2, men en del kvarstår.

Vägledande frågeställningar som vi riktade till projektpartner till diskussion om "vilka måste skaka hand" handlade bland annat om olika roller som projektpartners diskuterat, se avsnitt 1.3, och nedan:

- Vi vet vem som äger yta/ mark i Norvik och kajen; nod Norvik?
- Kommer du att vara med och bilda ett JV eller liknande?
- Är du intresserad av alla/ delar av värdekedjan/ systemlösningen (transport till mellanlager, mellanlager, in/utlastning från mellanlager, transport från mellanlager).
- Vad kan du tänka dig att ta för roll?

- Vad tar du ansvar för?
- Vem ska bygga mellanlagret?

Deltagarna delades in i fyra grupper. Grupparbetet inleddes med att presentera olika tänkbara scenarier som AP4 fått inspel till vid tidigare möten och diskussioner med aktörerna, se nedan och övergripande beskrivning i Figur 65 Process och arbete i grupp, Affärsmodell & Affärsrelation.

Sju olika tänkbara scenarier och affärsmodeller:

- En affärsmodell som kretsar kring en tredje part som agerar Mellanlagersoperatör
- En affärsmodell som kretsar kring en tredje part som hanterar Mellanlagret samt transport till mellanlager
- En affärsmodell/er som hanterar transport till mellanlager (fartyg Mälaren)
- En affärsmodell som kretsar kring att NICE-partners går samman i ett konsortium och agerar Mellanlagersoperatör
- Att NICE-partners går samman och bildar en juridisk enhet – AB - för hantering av en definierad grad av operationell verksamhet samt ekonomi och administration
- Att NICE-partners bildar ett Joint Venture (JV)
- Att NICE-partners upprättar bilaterala avtal

Baserat affärsmodell diskuterades i grupper de tänkbara ekonomiska strömmar kring att anlita en tredje part som agerar alternativt att NICE-partners går samman och bildar en juridisk enhet, joint venture eller bilaterala avtal för mellanlager och/ eller in/ uttransporter. Nedan Figur 63 illustrerar ekonomiska strömmar för mellanlager

Projektdeltagare

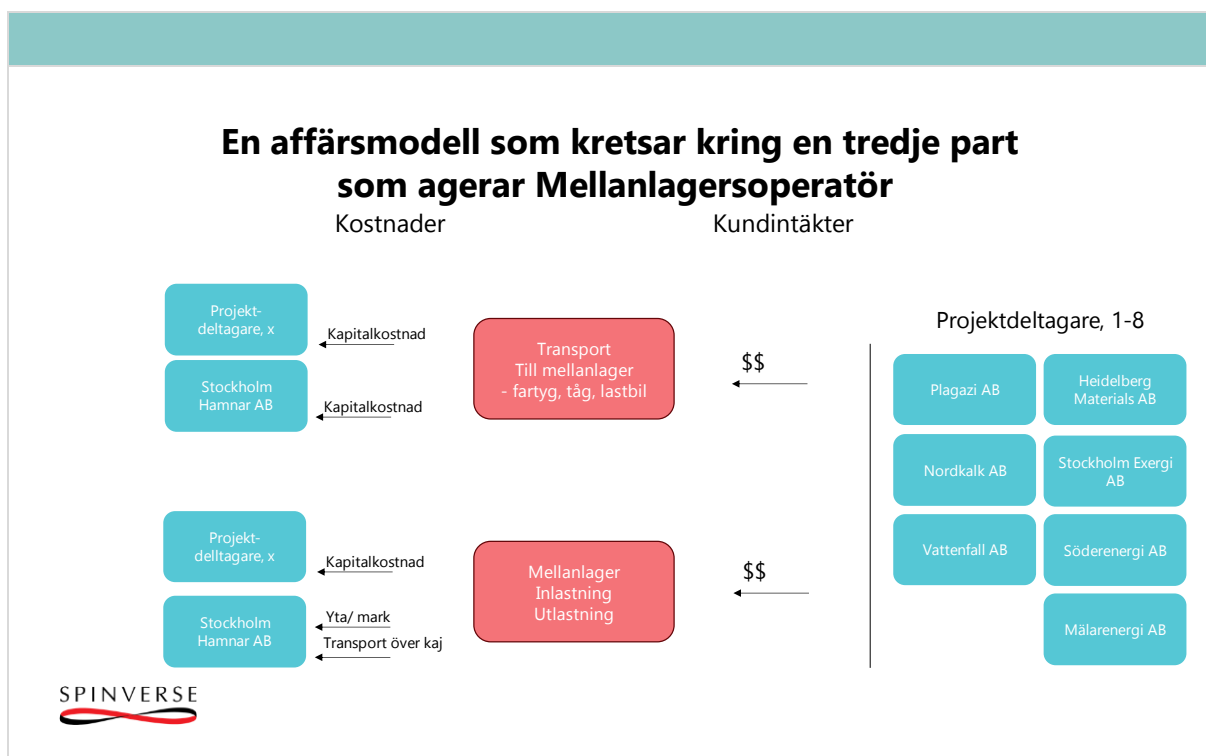


Tänkbar ekonomiska strömmar för mellanlager:

- Intäkter baserat på tariffer för mottagning, lagring och utlastning.
 - Kunder?
- Kapitalkostnader för realisering
 - Investerare
 - Banker
- Utdelningar
 - Aktieägare
- Kostnader för drift
 - Leverantörer (el etc)
 - Operatör
- Kostnader för yta/ mark
 - Stockholm Hamnar
- Kostnader för transport över kaj. (In/ avlastning)
 - Stockholm Hamnar

Figur 63 Ekonomiska strömmar för ett mellanlager

Figur 64 nedan illustrerar hur projektdeltagarna i grupparbetet ser över var de kan tänkas befinna sig genom att flytta ”sin box” dit den hör hemma på respektive sida av den röda boxen (som representerar t ex tredje part) och de ekonomiska strömmarna.



Figur 64 Illustration av hur projektdeltagarna ser över var de kan tänkas befinna sig i relation till tredje part (röd box).

Att skapa affärsupplägg sker stegvis och flera olika steg behövs. För planering av affärsupplägg mellan parterna använde vi i AP4 två nivåer i diskussionerna framåt:

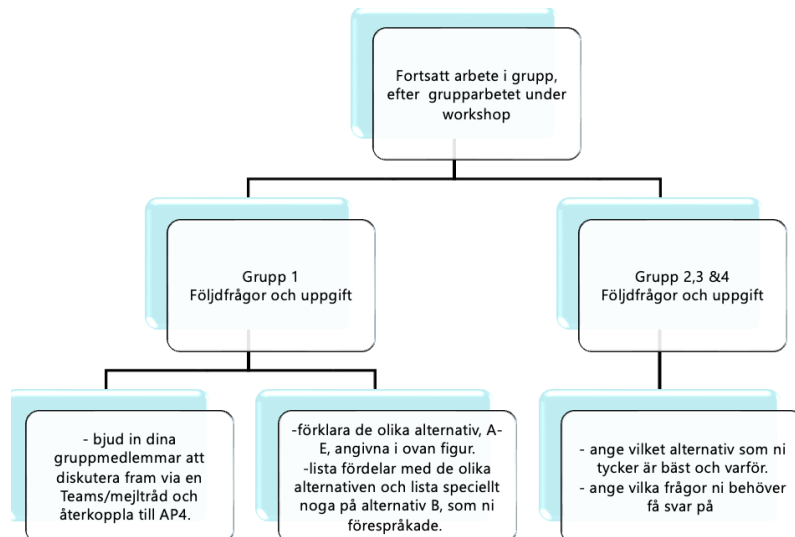
- affärsrelationer – partners gruppering längs värdekedjan
- affärsmodeller – resurser och relationer längs värdekedjan

En tredje nivå innefattar affärsplaner som kan ge förutsättningar att bygga detaljerade planer avseende kunder, intäkter, kostnader och vinstförväntningar. Den nivån användes inte inom ramen av detta projekt, fas 2, det är ett senare steg.

Deltagarna delades upp i fyra grupper (samma indelning som AP2 använde sig under förmiddagens workshop), varje grupp utsåg en gruppleddare. Det diskuteras och dokumenterades fördelar, nackdelar, möjligheter och utmaningar med de olika tänkbara scenarierna på affärsrelationer i NICE.

Varje gruppleddare sammanfattande sin grupps arbete och AP4 sammanställde efter workshopen ett utskick till alla med ett tillhörande frågebatteri för att få ett inspel och flöde mellan de olika grupperna, för exempel se avsnitt 4, och resonemang i grupparbeten, Figur 69 Grupp 1 – sammanställning Alternativ A – E. Den som var ansvarig för varje grupp, hjälpte till att lösa fortsatta uppgifter och arbete enligt upplägget nedan i Figur 65.

Efter workshopen fick alla grupperna i uppgift att läsa igenom det sammanställda materialet. Respektive grupp, utefter behov, fick även i uppgift att förtydliga och komma med input till de andra gruppernas förslag.



Figur 65 Process och arbete i grupp, Affärsmodell & Affärsrelation

Vid workshoppen har alla konsulterna/ representanter från respektive arbetspaketet medverkat, detta för att bygga projektet och kunskap/ utbyte mellan de olika arbetspaketen.

Underlaget bearbetades efter workshoppen för att utefter dialogerna kunna konkretisera ett första gemensamt utkast på affärsmodell för deltagande parter vilken i näst steg kan ligga till grund för en dialog om ägarstrukturer och avtal mellan parter.

20.4 Workshop Ägarstruktur

AP4 genomförde en workshop 8 februari, 2024, där parterna fortsatte att diskutera ägarrelationer. Syftet var att tillsammans identifiera möjliga ägarstrukturer och samverkan för framtida lönsamma affärsmodeller.

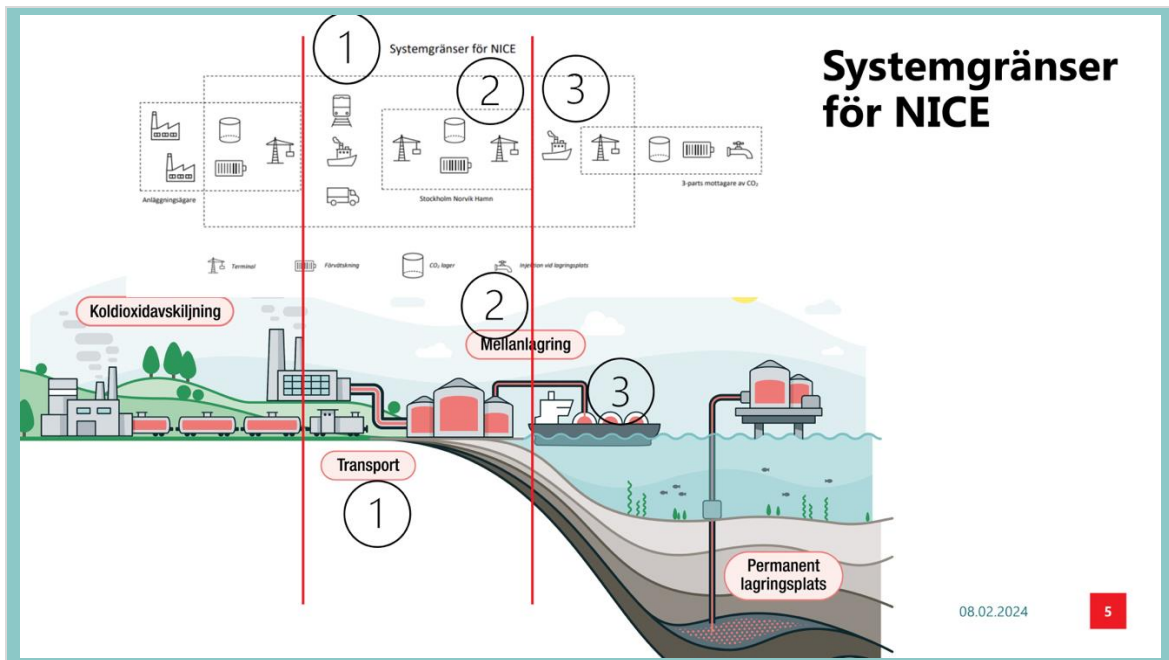
Workshoppen utformades för att skapa öppna diskussioner kring affärsmodeller, ägarstrukturer och förvaltningsmodeller för koldioxidinfrastruktur.

Utgångspunkten var de identifierade systemdelarna:

- Transport från avskiljningsanläggningar till Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn.
- Mellanlager i nod Norvik.

I Figur 66 nedan beskrivs systemgränserna för projektet NICE som:

- Del 1: Transport från avskiljningsanläggningar till nod Norvik.
- Del 2: Mellanlager i Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn.
- Del 3: Uttransport till permanent lagringsplats.



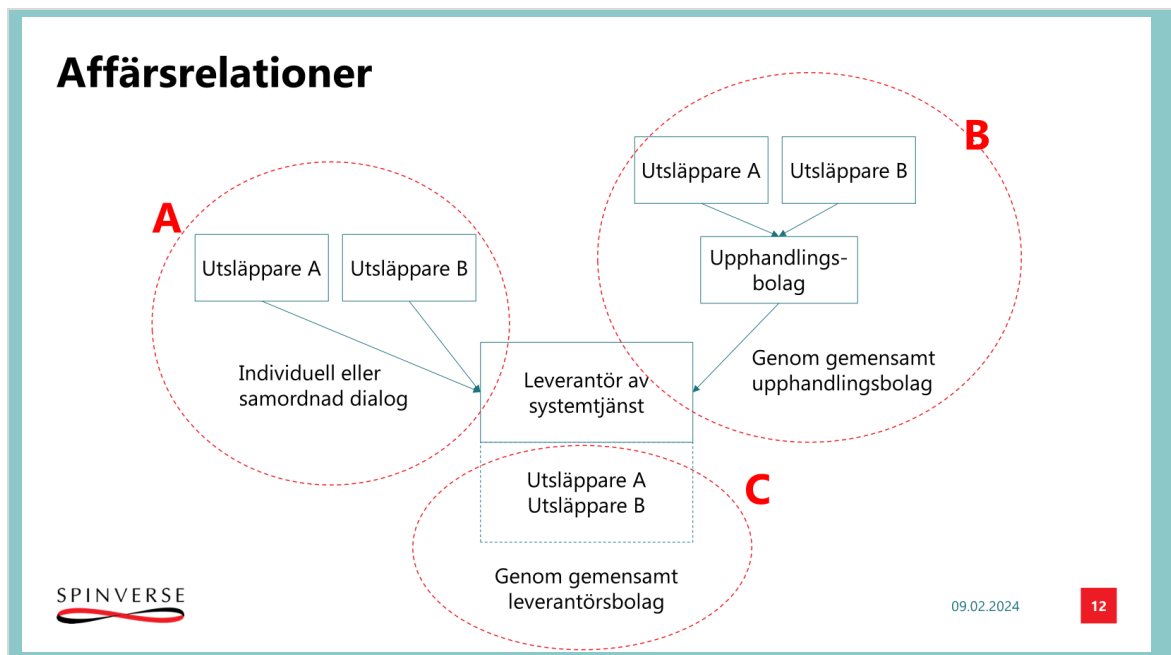
Figur 66 Systemgränser för projektet NICE och figur som illustrerar från koldioxid till permanent lagringsplats (Energimyndigheten, 2023)

Målet med diskussionerna på workshopen var att få samsyn kring:

- Hur kopplas koldioxidavskiljarnas verksamhet till delsystemlösningarna?
- Hur förvaltas samarbetet kring delsystemlösningarna under de kommande decennierna?

Deltagarna delades upp i två grupper och grupparbetet inleddes med att gruppen beskrev vilka affärsrelationer de såg framför sig, enligt nedanstående figur med

- Individuella eller samordnade dialoger med en leverantör.
- Bildande av ett gemensamt upphandlingsbolag som företräder delägarna i upphandling av leverantör.
- Bidande av ett gemensamt leverantörsbolag för utförande av delsystemtjänst.



Figur 67 Förslag på affärsrelationer för deltagarna kring de diskuterade delsystemlösningarna.

Baserat på vilka affärsrelation deltagarna i gruppen lyfte fram, så valdes en av nedanstående listor (A, B eller C) med bedömningskriterier för diskussionen.

A. Leverantörsbedömning

- Ekonomisk stabilitet
 - Hur är leverantörens ekonomiska hälsa och stabilitet?
 - Har leverantören varit inblandad i några finansiella problem eller konkurs?
- Kvalitet och produktionskapacitet
 - Hur säkerställer leverantören kvalitet i sina produkter eller tjänster?
 - Vilka är leverantörens kvalitetssäkringsprocesser och certifieringar?
 - Vad är leverantörens produktionskapacitet och leveranskapacitet?
- Leveranspålitlighet och leveranstider
 - Har leverantören historiskt sett kunnat leverera produkter eller tjänster i tid?
 - Vilka åtgärder vidtar leverantören för att säkerställa leveranspålitlighet?
- Teknisk kompetens
 - Har leverantören den tekniska kompetens som krävs för att producera eller tillhandahålla de önskade produkterna eller tjänsterna?
 - Vilka innovationer eller förbättringar kan leverantören bidra med?
- Efterlevnad av lagar och regler
 - Uppfyller leverantören alla nödvändiga lagar och regler inom sitt verksamhetsområde?
 - Har leverantören rätt certifieringar och överensstämmer med branschstandarder?
- Miljömässig hållbarhet
 - Hur påverkar leverantörens verksamhet miljön?
 - Vilka hållbarhetsinitiativ har leverantören implementerat?
- Affärsetik och samhällsansvar

- Följer leverantören etiska affärsprinciper?
- Vad gör leverantören för att bidra till samhället och socialt ansvarstagande?
- Kundreferenser och tidigare erfarenheter
 - Kan leverantören tillhandahålla referenser från andra kunder?
 - Vilka tidigare erfarenheter har andra företag haft med leverantören?
- Prisbild och kostnadstransparens
 - Är leverantörens prissättning rimlig och konkurrenskraftig?
 - Finns det tydlig information om alla kostnader och avgifter?

B. Partnerbedömning

- Affärsstrategi och mål:
 - Hur överensstämmer företagens övergripande affärsstrategier och mål?
 - Vilka är de gemensamma målen för det planerade joint venture-projektet (JV)?
- Finansiell hälsa:
 - Hur är de finansiella resurserna för varje partner?
 - Vilken ekonomisk stabilitet har varje partner och hur påverkar det (JV)?
- Kompletterande kompetenser och resurser:
 - Vilka kompletterande kompetenser och resurser bidrar varje partner med till JV?
 - Hur kommer dessa kompetenser att stärka den kombinerade verksamheten?
- Risk- och konflikthantering:
 - Hur kommer parterna att hantera risker och konflikter som kan uppstå under JV?
 - Finns det tydliga mekanismer för att lösa tvister och hantera oenigheter?
- Teknisk kapacitet och innovation:
 - Vilken teknisk kapacitet och innovationsförmåga har varje partner?
 - Hur kan teknologiska framsteg från varje partner integreras i JV?
- Juridiska och regelverksfrågor:
 - Hur överensstämmer företagens juridiska strukturer och regelverk?
 - Vilka lagar och regler gäller för den planerade verksamheten och hur kommer de att hanteras?
- Styrning och beslutsfattande:
 - Hur kommer styrningen och beslutsfattandet att struktureras inom JV?
 - Finns det tydliga riktlinjer för fördelningen av makt och inflytande mellan parterna?
- Kultur och värderingar:
 - Hur överensstämmer företagens företagskultur och värderingar?
 - Hur kommer kulturella skillnader att hanteras för att säkerställa samarbete och effektivt arbete?
- Varumärke och marknadsposition:
 - Hur påverkar varje partners varumärke och marknadsposition joint venture?
 - Hur kommer varumärkesfrågor att hanteras och integreras?
- Utgångsstrategier:

- Finns det tydliga planer för att avsluta eller omvärdera joint venture i framtiden?
- Vilka är de gemensamma utgångsstrategierna och överenskommelserna?

C. Ägaravtal

- Syfte och mål
 - Beskrivning av syftet och de övergripande målen med gemensamma företaget.
- Ägarandelar
 - Angivelse av hur ägandet fördelas mellan kommunen och enskilda ägare, inklusive andelar och eventuella förändringar över tid.
- Investeringar och kapitaltillskott
 - Hur och när ska parterna ska bidra med kapital till det gemensamma företaget, samt eventuella ytterligare finansiella åtaganden.
- Beslutsfattande
 - Styrning och beslutsprocesser, inklusive hur beslut tas, vilka beslut som kräver majoritet och vilka som kräver enhällighet.
- Styrelse och ledning
 - Sättet på vilket styrelsen sammansätts och beslutsfattande inom ledningen. Här ingår också hur representanter från kommunen och enskilda ägare kan ingå.
- Rapportering och transparens
 - Krav på regelbunden rapportering och hur finansiell och operationell information delas mellan parterna.
- Riskhantering och fördelning av förluster
 - Hur risker hanteras och fördelas mellan parterna, samt hur förluster och vinster fördelas.
- Varumärkesfrågor
 - Hur eventuella varumärkesfrågor hanteras och hur det gemensamma företags varumärke används.
- Konflikthantering och utträde
 - Mekanismer för att lösa tvister och konflikter mellan parterna samt hur och under vilka förutsättningar en part kan lämna det gemensamma företaget.
- Konfidentialitet och konkurrensklausuler
 - Bestämmelser om konfidentialitet och eventuella begränsningar för parternas deltagande i konkurrerande verksamhet.
- Utgångsstrategier
 - Planer för hur och under vilka förhållanden det gemensamma företaget kan avvecklas eller överlåtas.
- Efterlevnad av lagar och regler
 - Säkerställande av att det gemensamma företaget och dess ägare efterlever alla tillämpliga lagar och regler.

Workshoppen avslutades med en gemensam presentation av gruppernas diskussion samt en gemensam bedömning av projektets fortsatta affärsmässighet och genomförbarhet.

21 Viktiga resultat från Workshops och dialoger

Utefter individuella möten, intervjuer och workshops presenteras viktiga resultat nedan.

21.1 Inledande diskussion och möte med respektive organisation

Resultat från AP4 visar att aktörerna vid uppstarten hade olika engagemangsnivå med ett gemensamt behov av att avyttra sin CO₂. Tidsplaner för när ett mellanlager behövs skiljer sig åt, beroende varje enskild aktörs tidsplan. För de som behöver en avyttring innan ett mellanlager i Norvik är färdigställt är det av stor vikt att veta hur de löser eventuellt glapp fram tills Norvik och mellanlager etablerats. Organisationsformerna varierar mellan aktörerna såsom storlek, omsättning och ägande- och beslutsformer. Det påverkar även hur olika beslut kan tas i respektive organisation. När det gäller infrastruktur som knyter an till och från NICE systemgräns finns flera tänkbara alternativ. Till och från Norvik finns möjligheter, beroende på aktör, med både lastbil, tåg och båt som behöver utredas. Vid dialogen kring affärsmodellen diskuterades värdet av modellen, ingående komponenter och CO₂. De olika aktörerna uppskattar värdet på olika sätt. Några ser det som avfall och andra ser det som högkvalitativt och värdefullt gods som transporteras in, lagras i Norvik och slutligen transporteras ut från Norvik i CCS värdekedjan.

I Tabell 1 nedan visas den input som samlades in ifrån projektpartners avseende engagemangsnivå, organisation, gemensam infrastruktur, värdekedja och övrigt som framkom vid inledande mötet och intervjuer som AP4 genomfört med respektive projektpartner.

Tabell 1 Sammanställning från projektpartners vid inledande möte och AP4

Engagemangsnivå Vilken roll man vill ta anses vara beroende av projektets avgränsningar. Flera olika roller finns, det uttrycks att alla är relevanta, en faktor som påverkar är tidshorisonten. Oavsett, en tydlig fördelning av rollerna är önskvärd. Tekniken behöver man förstå bättre, ser framemot att ta del av de kunskaperna. Likaså lyftes att det saknas kunskaper om vilka standarder som kan/ kommer tillämpas inom området "CO ₂ ".
Organisation Det är olika storlek, och olika volymer CO ₂ som avses avyttras av organisationerna som medverkar. Olika organisationsformer innebär även olika förutsättningar att ta beslut för t ex investeringar. Man önskar få tydliga och tidiga besked för att kunna ta beslut, beslutsunderlag efterfrågas. Det är olika tidsplaner och aktörerna har egna CCS projekt som gör att det skiljer sig åt om när ett mellanlager behöver realiseras.
Gemensam infrastruktur Projektpartners har olika alternativ för transporten från sin anläggning till nod Norvik. Det är svårt att veta, upplevs otydligt av en del, vad som gäller avseende slutförvaringen. Det finns behov av aktörer, som identifieras, för transport och lagring. Flera föreslår att det är önskvärt att få till ett möte för att träffa potentiella leverantörer och veta mer om vad som kan erbjudas för NICE. Flera projektpartners har själva haft inledande möten med leverantörer. När det gäller transport efterfrågades standardisering av hur transport av CO ₂ sker (trycknivå, reningsgrad, storlek på enhetslager)

Värdekedja

Affärsmodell bör vara beroende volym som levereras (storlek företag). Innan beslut efterfrågas en tydlig kostnadsbild som visar på uppdelningen: dels mellanlager och transporter; dels volymens storlek och årsvariation; dels när i tiden man väljer att börja nyttja tjänsterna. (kronor och ören).

Olika aktörer har olika roller i värdekedjan. Hamnen har en roll som man vill förstå bättre. För att ta en roll så vill man veta vad som ingår i respektive roll, innefattar även vad som ingår i Hamnaktörens roll.

Man förstår att det kan/kommer finnas många olika alternativ på affärsmodeller i projektet. Ägarformerna måste vara "rättvisa". Värdet av CO₂ var olika för olika aktörer, från att anses vara av stort värde till att vara något som skall avyttras och får kosta en peng.

Tabellen ovan visar förväntningar och önskemål på svar kring CCS och NICE. Mycket av det som nämndes var även sådant som konsultteamet hanterade under projektets genomförande i sina olika AP:n. I slutet bjöds projektgruppen in till ett heldagsevent av Stockholm Hamnar för ett besök vid tilltänkta nod Norvik, vid det tillfället medverkade även tredjepartsaktörer och leverantörer som presenterade sig för NICE.

21.2 Roller, tidsplan

Vid kick-off och vid efterföljande intervjuer och workshops presenterade projektpartners samt projektledare Stockholms Hamnar sina (då möjliga) roller och relation till projektet vilket presenteras nedan. Utförliga beskrivningar, beräkningar och screening för projektpartners samt gränssnitt mot NICE har utförts och presenteras i rapport AP2, AP3 har även sett över kostnadsanalyser. Nedan återges en kortare beskrivning, syn på sin roll, tidsplan och gränssnitt mot NICE. Flera av aktörerna har fler än en anläggning som inte ingår i NICE men visar på möjligheten av att fortsätta och vidareutveckla planer på olika systemlösningar för CCS i andra projekt.

Heidelberg Materials – CCS-satsningen kommer innebära en historisk ombyggnation av den befintliga verksamheten. Systerfabrik är Brevik. Arbetar med att ställa om svensk cementtillverkning och vill vara redo att driftsätta en fullskalig CCS-anläggning vid cementfabriken i Slite 2030.

Syn på sin roll: ser sin roll som kund och enskild aktör. Har idag, med Slite, en av de största anläggningar i Europa.

Tidsplan/ utsläpp: Beräknar att starta infångning av CO₂ i Slite 2030. En del av denna volym kan gå via Norvik. Utsläppen förväntas ligga relativt stabila under året.

Gränssnitt mot NICE: Har goda förutsättningar för sjötransporter till mellanlager och slutförvar.

Nordkalk – Har funnits och varit med länge i branschen. Använder kalksten till olika typer av produkter och levererar till olika applikationer t ex stålindustri, cementtillverkare, bränd kalk och släckta produkter för rening. Ägs av engelska bolaget SigmaRoc. Hela koncernen består av 1 800 personer varav Nordkalk har 800 anställda. I Sverige finns verksamhet på 6 platser, nu i NICE innefattas Köping. I Köping finns liten demo i drift för CCS, den är liknande planeras för verksamheten på Gotland. Det finns idag ett samarbete mellan Nordkalk (Köping) och Plagazi för samtransport. SigmaRoc kommer att fortsätta rapportera om framsteg samt sin plan för att implementera tekniken till 2030 för alla Nordkalks fungerande ugnar. I NICE projektet kan de anses vara en stor aktör. Nordkalk och Heidelberg, har tidigare ingått i ett gemensamt bolag och delades på 1980-talet.

Syn på sin roll: ser sin roll som kund, men även ägare till ett mellanlager.

Tidsplan/ utsläpp: beräknar att starta infångningen av CO₂ 2026. Utsläppen förväntas vara stabila över året förutom drift- och underhållsarbete sommartid.

Gränssnitt mot NICE: goda förutsättningar för vägtransport, sjötransport och förutsättningar för järnvägstransporter.

Mälarenergi - Mälarenergi är ett energibolag i Mälardalsregionen med produktion och distribution av el, fjärrvärme och fjärrkyla. Ägare är Västerås Stad. Målet är att nå nettonoll utsläpp av fossil koldioxid senast 2035.

Syn på sin roll: rollen är för tillfället (vid projektets uppstart) svår att bestämma då det finns många faktorer som påverkar. En tydlig rollfördelning är viktig. Om Mälarenergi var tvungna att välja imorgon är enklaste valet att ta rollen som enbart kund, det förutsätts att affärsmodellen är kostnadseffektiv.

Tidsplan/ utsläpp: beräknar starta sin infångning av CO₂ 2031. Utsläppen har hög årsvariation med lägre utsläpp under sommarmånaderna.

Gränssnitt mot NICE: goda förutsättningar för lastbilstransport, tågtransport och närhet till Mälarhamnar för möjlig utlastningsterminal.

Plagazi – Ser sig själva som en liten aktör. Är projektutvecklare, kommer inte själva att driva projektet. Plagazi AB är svenskägt. En del av deras projekt, Köping Hydrogen Park, sker i utveckling tillsammans med Köping kommun och omfattar även CCS.

Syn på sin roll: vill ta rollen som kund i affärsmodellen, men det kan förändras.

Tidsplan/ utsläpp: beräknar att starta sin infångning av CO₂ 2026 med förväntan av stabila utsläpp under året.

Gränssnitt mot NICE: liknande Nordkalk, dvs förutsättningar goda för vägtransport, sjötransport och järnvägstransporter, och Nordkalk och Plagazi kan samordna sina flöden.

Stockholm Exergi – Ett energibolag som till hälften ägs av Stockholms stad. Värtaverket är Stockholms Exergi kraftvärmeanläggning och som fjärrvärmeproducent har Stockholm Exergi en unik möjlighet att utveckla och införa bio-CCS-tekniken, internationellt kallad BECCS (Bio Energy with Carbon Capture and Storage) vid sin biobränsleeldade anläggning på Värtaverket i Stockholm. Planer finns även för relaterade projekt för värmekraftverk i t ex Brista.

Syn på sin roll: är idag (vid projektets start) öppen för att det finns tre alternativa roller (investera i logistiklösningar, vara kund logistikleverantörer, samarbete kring inköp av logistik tjänster, se avsnitt 1.3).

Tidsplan/ utsläpp: beräknar att starta sin infångning av CO₂ sent 2027.

Gränssnitt mot NICE: ligger stadsnära, och det finns goda möjligheter till utlastning till fartyg.

Söderenergi - Erbjuder energilösningar inom el, fjärrvärme, hetvatten och ånga. Ägare är Huddinge och Botkyrka kommun via Södertörns Energi och Södertälje kommun via Telge. Det finns ett pågående CCS-projekt med mål att börja bygga en anläggning söder om Igelstaverkets område 2026, som beräknas vara i drift 2029. Förutom CCS ser man även över möjligheterna för CCU.

Syn på sin roll: vill vara kund till logistiklösningen, är kommunalt ägt energibolag och därmed inte riskvilliga med externa investeringar.

Tidsplan: Infångning är beräknad att starta i slutet av år 2029. Utsläppen har en hög variation

under året, ingen produktion sommartid.

Gränssnitt mot NICE: Sjötransport är den primära lösningen, järnväg är inte trolig och bil kan enbart vara backup.

Vattenfall - Jordbro har kraftvärmeverk för produktion av både el och fjärrvärme. Vattenfall är en europeisk stor energikoncern och moderbolaget Vattenfall AB är helägt av svenska staten. Vattenfall har som mål att nå nollnettutsläpp år 2040 och infångning av koldioxid från rökgaser på Jordbro kraftvärmeverket för att nå detta mål. Är medvetna om att de är en av de mindre aktörerna när det gäller volymerna.

Syn på sin roll: ser sig som kund.

Tidsplan/ utsläpp: infångning av CO₂ är planerat till 2028 med behov av lagring från 2027–2028. Utsläppen har en hög årsvariation med lägre produktion under sommarmånaderna.

Gränssnitt mot NICE: goda förutsättningar för järnvägstransporter.

21.3 Workshop Affärsmodeller & Affärsrelationer

Omvärldsbevakning och tänkbara affärsmodeller och ägarstrukturer från marknaden

I en omvärldsbevakning, som projektpartners tog del av innan workshopen, presenterade AP4 olika tänkbara affärsmodeller och ägarstrukturer från befintlig marknad. Vid genomgången och dialogen kring omvärldsbevakningen framkom att projektgruppens kunskapsnivå varierade något, men att gruppen tillsammans hade goda kunskaper inom området.

Även insikter som samlats av AP4 från andras arbeten vid framtagande av affärsmodeller diskuterades med aktörerna. Genom att tillsammans diskutera dessa fick projektgruppen en gemensam insikt i arbetet att bygga sina affärsrelationer, se Tabell 1

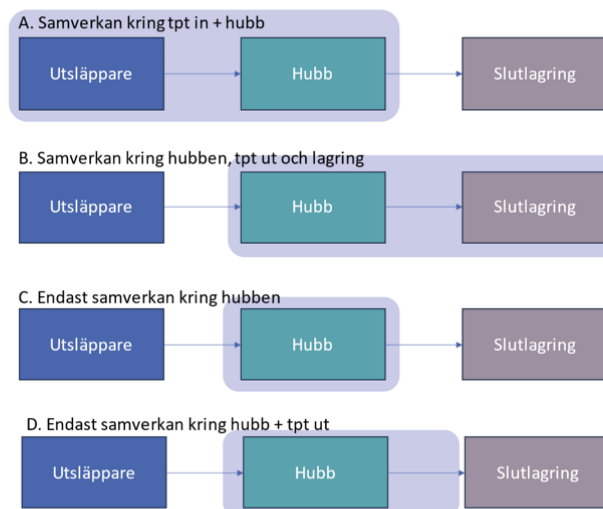
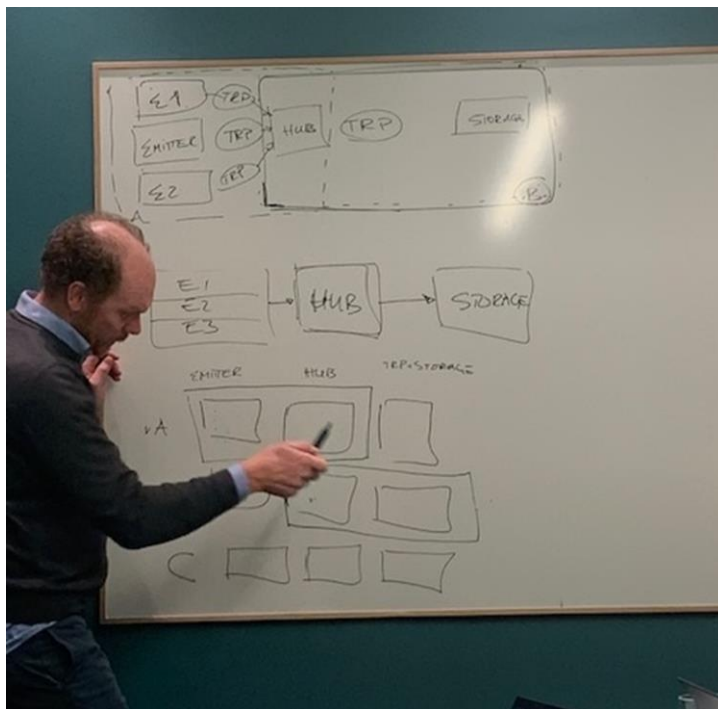
Tabell 2 Citat som AP4 sammanställt för diskussioner vid Workshop Affärsmodeller & Affärsrelationer

	Citat:
Trygghet	<i>”Trygghet, det är det viktigaste. Att skapa trygghet och se till att det för alla känns att det är rätt samarbetspartners i projektet. Se på det fina samarbetet mellan Microsoft och Ørsted. De har deklarerat att de vill samma sak, de vet inte exakt hur det ska gå till, men de gör det tillsammans, ända in i kaklet.”</i>
Ägarformer & Partnerskap	<i>”Vi drev tekniken för avskilt från affären. Det är inte så konstigt, då vi var först ut. Men när nya projekt startar bör teknik och affär gå hand i hand för att få det kommersiella på plats. Det viktigaste är då att prata om roller och om och om igen diskutera: ” Vad kan du tänka dig att ta för roll?” och ”Vad ansvarar du för?”</i>
Commitment	<i>”Att få engagemang ”commitment” – det är en knäckfråga. Hur kan man få engagemang från tidiga aktörer när man vet att det egentligen inte är bra att vara först? Man kan ta fram en övre gräns av vad det max kostar – sedan kan det bara bli bättre - det blir det man benchmarkar mot. Man kan premiera tidiga aktörer – till exempel genom att skapa bonusar efter X antal år osv Man kan lista fördelar med att vara först, såsom att man får vara med och skapa marknaden”</i>

Investeringsbeslut	<i>"Ingen bygger på spekulation. Hur mycket risk är varje partner villig att ta? Vågar man ha bindande avtal innan investeringsbeslut är taget? Vad är var och en villig att binda upp sig för? Och vad är good enough för den som tar infrastrukturkostnaderna?"</i>

Tabell och resonemang i grupparbeten Affärsmodell & Affärsrelationer 24 november

Tidigare i avsnitt Metod, Figur 65 Process och arbete i grupp, presenteras upplägg för grupparbetet. Grupp 1, som ett exempel nedan, diskuterade ett antal tydliga scenarier. Gruppen verkade föreslå alternativ B, Figur 68_och Figur 69_. Gruppen tycktes föredra en affärsmodell kring en gemensam nod vilket även överensstämde med annan grupp.



Figur 68 Grupp 1 diskuterade ett antal tydliga scenarier, som dokumenterades, A-D.

Vägledande frågor och frågebatteri Grupp 1 i affärsrelationsresonemanget

Efter att gruppen, i detta exempel Grupp 1, arbetet fram sina förslag sammanställdes förslagen, Figur 69, och följdfrågor, **Fel! Hittar inte referenskölla.**, ombads att besvaras, se nedan som beskriver processen och ger exempel hämtat ifrån Grupp 1. De andra grupperna följde liknande process som Grupp 1 och övergripande beskrivning i Figur 65 Process och arbete i grupp.

Alternativ A: Samverkan kring transport in samt nod

- Med alt A kan även Stockholms Hamnar erbjuda andra tjänster kring andra godsslag.
- Detta alternativ till affärsmodell bedömer Stockholms Hamnar kan tillföra kunskaper kring sjötransporter

Alternativ B: Samverkan kring nod, transport ut och lagring

- Detta scenario för gruppen som innefattar en stor andel utsläppare verkade vara lättast att enas om
- Kan samtidigt kännas riskfyllt då man lämnar allt i händerna på en aktör
- Kan skapa en beroendeställning hos tredjepartsaktörer och innebära minskad kostnadseffektivitet

Alternativ C: Endast samverkan kring nod

- En operatör (tredjepartaktör) som blir hyresgäst till Stockholms Hamnar och driftar terminalen. Detta alternativ är ganska likt det alternativ som Grupp 3 illustrerat i sitt grupparbete.

Alternativ D: Endast samverkan kring nod och transport ut

Likt alt B, men det är inte samma bolag som sköter slutlagring

Alternativ E:

skulle kunna läggas till, med en "grå markering över samtliga rutor", dvs innefatta utsläppare, hubb och slutlagring.

- Varje organisation skulle isåfall vara kund till ett sådant bolag och tredjepartsaktör som tex Altera
- Det är i princip likt alt B

Faktorer som Grupp 1 ombads att beakta:

- Den som har kontroll på noden gör investeringen.
- Har man noden kontrollerar man flöden av CO₂ i Mellansverige – en möjlighet
- Det finns fördelar med att ej ha kopplat till slutlager
- Fördel att Norvik kan ta in stora fartyg – beakta att Mälarmax också är ett relativt stort fartyg
- Norvik fungerar som nod - inte bara sjöväg - utan också järnväg och bilväg
- Problematiskt om 5 olika aktörer ska förhandla med slutlager
- Ett JV kan köpa transporter
- Ett JV kan både vara nod och köpa upp transporter samt köpa upp kapacitet på slutlager.
- Det kan finnas vinster att Norvik efterliknar en tydlig affärsmodell som finns för verksamhet i hamnar

Notera även att man direkt kan utesluta några aktörer ur vissa scenarier:

- Vattenfall kan bara komma in via tåg – kan ej samverka kring transport in till mellanlager
- Heidelberg kan endast komma in via båt

Figur 69 Grupp 1 – sammanställning Alternativ A – E samt följdfrågor för Grupp 1 att besvaras map på övriga gruppers förslag

Grupp 1 fick, med ledning av gruppleddaren, följdfrågor och uppgift för att bygga vidare i arbetet. På liknande sätt fick även de andra grupperna jobba vidare i sin respektive grupp, totalt var det fyra grupper. Figur 65 Process och arbete i grupp beskriver process som grupparbetet följde.

Workshop Ägarstrukturer

Arbetet i workshopen utfördes i två grupper med en gemensam presentation, diskussion och sammanfattning efteråt.

Båda grupperna valde att fokusera var och hur man tillsammans vill förvalta erbjudandet från Stockholms Hamn att upplåta arrende för ett mellanlager nod Norvik.

Aktörerna var tydliga med att de är intresserade av affärsrelation A, där man önskar att arrendet går till leverantör av mellanlager vilken parterna köper tjänsten av. Diskussionerna i grupparbetet utgick därmed från A. Leverantörsbedömning. Nedan finns en sammanfattning av vilka punkter som diskuterades och vad som gruppen vill lyfta i kommande leverantörsbedömning:

- **Kundreferenser och tidigare erfarenheter:** Det är viktigt att leverantören kan lämna bra kundreferenser och gärna att de har en intressant affärsplan framåt i linje med de klimatambitioner som parterna i NICE har.
- **Affärsetik och samhällsansvar:** Leverantören bör ha en tydlig ägarstruktur där ägarna har en god affärsetik och tar samhällsansvar överallt där de är verksamma. Ägarnas övriga verksamheter bör hålla god Hållbarhetsnivå och ha ett tydligt klimatarbete.
- **Kvalitet och produktionskapacitet:** Leverantören ska kunna möta de kvalitetsnormer som avskiljarna diskuterat. Leverantören ska kunna garantera långsiktig produktionskapacitet, dels för de första kunderna och dels för att kunna möta ett allt större marknadsbehov efter år 2030. Det är önskvärt att det också finns produktionskapacitet för framtida komplettering med lagring av koldioxid för Carbon Capture & Utilization, CCU.
- **Leveranspålithet och leveranstider:** Leverantören bör kunna visa en realistisk plan för att kunna börja ta emot koldioxid år 2028. Finns det kapital för investeringen? Finns leverantörer av tekniks utrustning? Finns det kompetens och kapacitet att etablera och driva verksamheten?
- **Prisbild och kostnadstransparens:** Hur kommer prisbilden att utvecklas över tid? Kan tidiga kunder få ta del av att kostnaderna på en mogen marknad om 10 år då kanske priserna tack vare ökade volymer sjunker?

22 Rekommendationer för fortsatt arbete i projektet NICE

Parterna i NICE har under projektarbetet och fram till workshopen Affärsmodell och affärsrelationer ökat sin kunskap om för- och nackdelar med olika systemlösningar samt fått insikt om hur de andra parternas tidsplaner, förutsättningar och ambitioner. Baserat på kunskaper och insikter är det bedömningen från AP4 att projektet är redo att ta sig an nästa fas och utveckla konkretare affärsrelationer.

22.1 Rekommendationer från konsultteamet i AP4

För nästa fas rekommenderar konsultteamet i AP4 att arbetet kan utgå från de intressen som identifierats och bilda mindre grupper för att komma vidare utveckling gruppens gemensamma behov. Resultatet från grupparbeten delas med alla parter inom projektet.

- Stockholm Norvik Hamn är snart beredd att skriva markarrendeavtal med en aktör som vill upprätta ett mellanlager för koldioxid och utsläppare/avskiljare av koldioxid om projektpartners (Stockholm Exergi, Heidelberg Materials, Vattenfall, Mälarenergi, Söderenergi, Nordkalk, och Plagazi) är beredda att delta i leverantörsbedömningar för att senare anlita denna leverantör för mellanlagring.
AP4 rekommenderar att projektdeltagare (framförallt Stockholm Hamnar) omgående inleder dialog med möjliga leverantörer av systemlösningar och mellanlager i Stockholm nod Norvik för att tillsammans göra en leverantörsbedömning som uppfyller samtligas behov/krav.
AP4 föreslår följande aktiviteter: En workshop med projektdeltagare för att vidareutveckla leverantörsbedömningen samt skapa en gemensam behovsbeskrivning. Möten med intresserade leverantörer. Workshop med projektdeltagare för att gemensamt rangordna leverantörerna.
- Med en aktör som är beredd att etablera ett mellanlager i Norvik hamn och med projektdeltagare som är intresserade av att bli kunder till detta lager så finns det förutsättningar för att fortsätta arbetet med att utveckla affärsmodeller för dessa affärsrelationer (kunder leverantör). Tillsamman kan man också formulera en affärsplan för realiseringen av mellanlagret där investeringen görs med nationella eller europeiska offentliga bidrag.
AP4 rekommenderar att projektdeltagare (primärt Stockholms Hamnar och Terminaloperatör) i nästa fas identifierar vilka offentliga bidrag som skulle bidra till investeringen i mellanlagret och därmed minskar kapitalkostnaderna. Baserat på denna kartläggning görs en plan för ansökningar om offentlig finansiering vilken inkluderas till den gemensamma affärsplanen.
AP föreslår följande aktiviteter: Workshop för utformning av gemensam affärsplan. Kartläggning av möjliga offentliga investeringsbidrag. Workshop för planering av ansökningar av offentliga bidrag.

- De projektdeltagare som har de snävaste tidsplanerna diskuterar redan individuella lösningar med leverantörer av slutförvar för att vara säkra på att det finns en lösning på plats när deras avskiljning av koldioxid startar.
AP4 rekommenderar att NICE i nästa projektfas, utgår från enskilda projektdeltagares diskussioner kring individuella lösningar med leverantörer av slutförvar och utreder vilka effekter dess individuella lösningar får för ett mellanlager i Stockholm Norvik Hamn. Det är också bra att utreda hur länge dessa lösningar kommer att användas och när det blir möjligt att ansluta till en större gemensam lösning?
AP föreslår följande aktiviteter: Intervjuer med Projektdeltagare för att dokumentera deras preliminära lösningar. Workshop med projektdeltagare för att diskutera hur de preliminära lösningarna, möjligheterna och utmaningarna för en långsiktig lösning av behovet av regionens behov av logistikinfrastruktur för koldioxid.
- Transport av infångad koldioxid från utsläpparnas anläggningar till mellanlagret nod Norvik kommer att kräva olika lösningar. De projektdeltagare som har möjlighet att använda sig av inlandssjöfart är intresserade av att samordna sig kring en gemensam lösning.
AP4 rekommenderar att de projektdeltagare som har möjlighet att använda sig av inlandssjöfart påbörjar realiseringen av en gemensam lösning så snart som möjligt.
AP4 föreslår följande aktiviteter: En workshop med projektdeltagare för att skapa en gemensam behovsbeskrivning. Möte med inköpsorganisation för att diskutera möjligheter för ett samarbete. Workshop med projektdeltagare för att diskutera väg framåt, med inköpsorganisation, var och en för sig, eller annan lösning?

22.2 Rekommendationer från projektpartner som deltagit i AP4

Flera av de projektpartners som deltagit i AP4 har tillsammans formulerat följande rekommendation för det fortsatta arbetet i projektet NICE:

- Projektpartners rekommenderar att Stockholms Hamnar i nästa steg går ut med någon form av intresseanmälan till aktörer inom hela värdekedjan, från utsläppare via transport till slutlig lagring. På det sättet kartläggs kommersiella intresset för att etablera ett mellanlager i Norvik. Intresseanmälan bör innefatta möjlighet att etablera verksamhet i Norvik, inklusive ett mellanlager samt tjänster för transport och lagring, antingen inkluderande ”first mile” eller med leveranspunkt vid kajkant i Norvik för inkommande volymer. Genom att gå ut till ”marknaden” och efterfråga intresse ger kartläggningen ett realistiskt underlag för beslut om fortsatt väg framåt.

23 Referenser

- (2023-09-11). Hämtat från <https://www.stockholmshamnar.se/om-oss/nyheter/2023/kickoff-for-ccs-i-stockholm-norvik/>
- Aenigma, G. (2023-02-07). *Översiktlig förstudie: Mellanlager för CO₂ vid Stockholm Norvik Hamn, Fas 1.*
- Energimyndigheten. (den 23 Februari 2023). Hämtat från <https://www.energimyndigheten.se/klimat--miljo/ccs/>
- Stockholms Hamnar. (den 23 Februari 2024). Hämtat från <https://www.stockholmshamnar.se/om-oss/nyheter/2023/kickoff-for-ccs-i-stockholm-norvik/>
- Stockholms Hamnar. (den 23 Februari 2024). Hämtat från <https://www.stockholmshamnar.se/om-oss/nyheter/2023/stockholm-norvik-hamn-som-ccs-nav-for-att-na-nationella-klimatmal--nu-startar-forstudien/>
- Sveriges Miljömål. (den 23 Februari 2024). Hämtat från <https://sverigemiljomal.se/etappmalen/utslapp-av-vaxthusgaser-till-ar-2045/>

Bilaga: Omvärldsbevakning

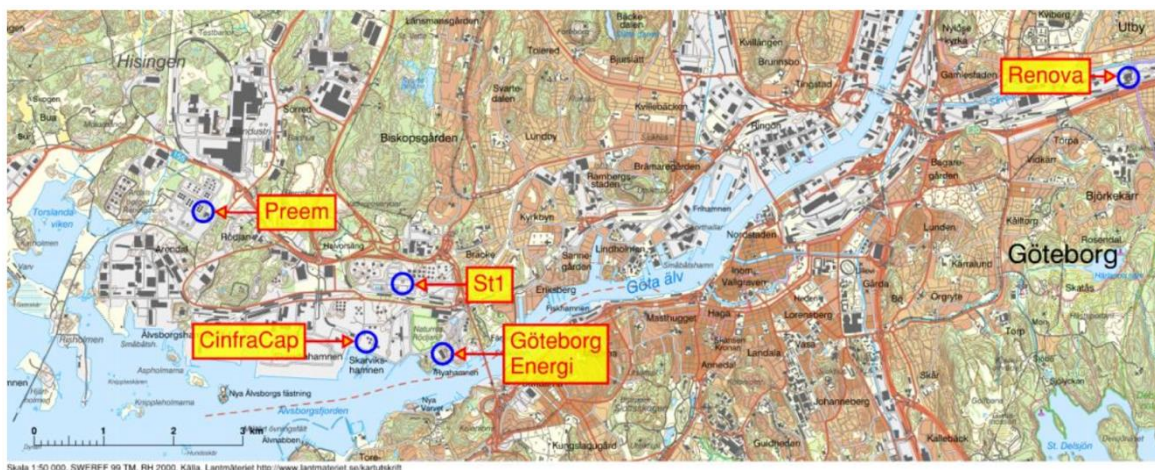
Omvärldsbevakning affärsmodeller

I följande del presenteras en omvärldsbevakning som utfördes av AP4 i inledningen av Fas 2 i NICE,. Som utgångspunkt har ett antal projekt med nordisk anknytning valts och beskrivits. I AP4 har man valt att fördjupat sig i projekten CinfraCap och C4. Av intresse finns även CNetSS, men i nuläget finns inte lika mycket information publicerat ifrån dem. Dessutom har ett antal ytterligare affärsmodeller, (Aker Carbon Capture, ALGIECEL, Carbon Clear, Stella Maris) identifieras för närmare granskning av hela/delar av värdekedjan. Slutligen presenteras ett antal ägarformer, där ett CCUS exempel används.

CinfraCap

I detta avsnitt beskrivs CinfraCap – Carbon Infrastructure Capture, ett projekt baserat i Göteborg¹⁸. Samarbetet består av Göteborg Energi, Nordion Energi, Preem, St1, Renova och Göteborgs Hamn, som har bildat ett klustersamarbete för transport och hantering av infångad CO₂ i Göteborg, innan slutlagring.

Göteborg Energi och Nordion Energi har som avsikt att bygga, äga och driva infrastrukturen för att transportera CO₂ via pipeline till anläggningen i Göteborgs Hamn. Preem, Göteborg Energi, St1 och Renova kommer att avskilja CO₂ vid sina anläggningar i Göteborg och avskiljningsanläggningarna kommer att byggas, ägas och drivas av dem själva (se figur 1). Infrastrukturen kommer dessutom vara tillgängligt för tredje part, genom lastbilar och tåg, för att få tillgång till kostnadsfördelarna. CO₂ kommer sedan att samlas in i hamnen i ett mellanlager, innan en slutlig lagringsleverantör.



Figur 70: Översikt av Göteborgs Hamn. Ungefärligt distans från respektive partner till CO₂-terminalen. Preem 5 km; St1 1.7 km; Göteborg Energi 1.5 km; Renova 13 km.

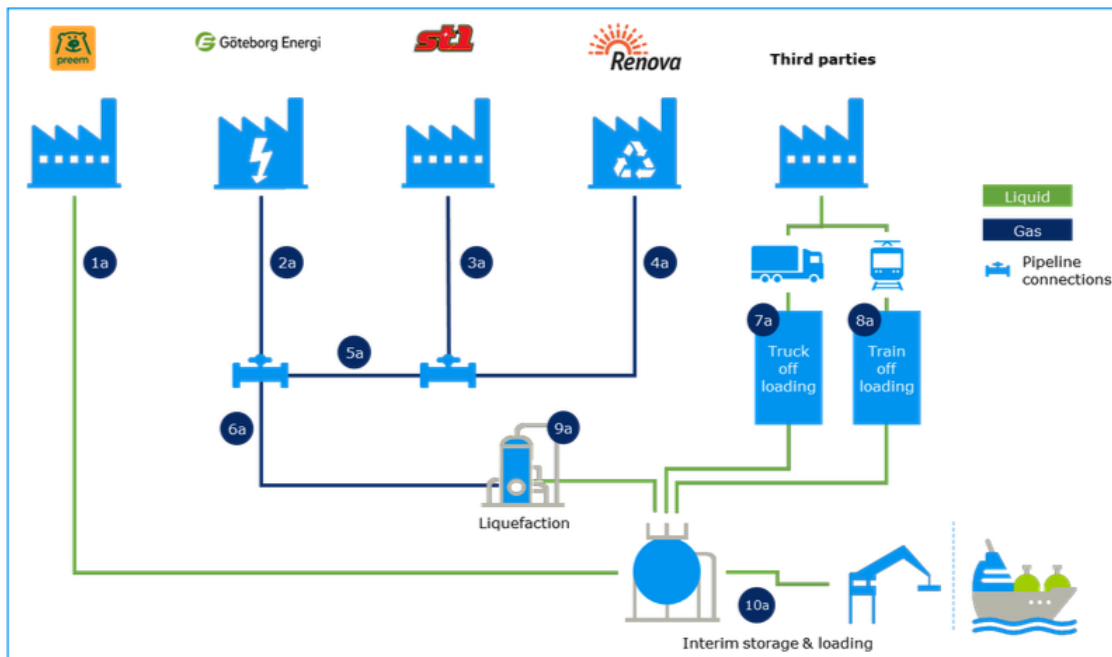
Affärsmoellsscenarion

¹⁸ <https://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdata/sokresultat/?registrationsnummer=2021-043868>

I CinfraCap har man utgått ifrån två scenarion, ett så kallat Basscenario och Alternativt scenario.

Basscenario

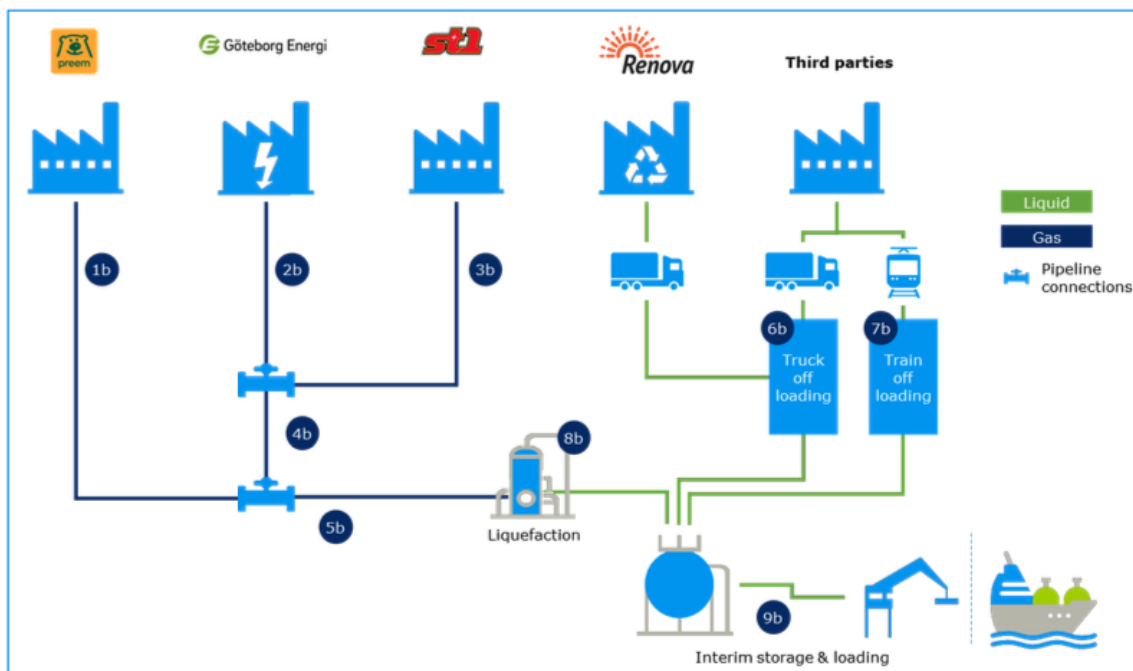
I basscenario levererar alla partner CO₂ genom rörledningar till Göteborgs Hamn. Som demonstreras i bilden levererar Preem CO₂ i vätskeform direkt till mellanlagringsanläggningen, medan CO₂ från Göteborg Energi, St1 och Renova förvätskas på CinfraCaps gemensamma anläggning. Se figuren nedan.



Figur 71: Basscenario i CinfraCap.

Alternativt scenario

Det två huvudsakliga skillnaderna i det alternativa scenariot är att Renova kommer att leverera flytande CO₂ med lastbil, istället för i rörledningar. Dessutom kommer Preem att leverera i gasform, istället för flytande, som i basscenario. Preem kommer alltså att behöva använda CinfraCaps gemensamma förvätskningsanläggning. I det här scenariot kommer partners att dela det sista segmentet av rörledningarna (illustrerat som 5b i figuren nedan).



Figur 72: Alternativt scenario i CinfraCap.

Gemensamma principer för affärsmodellen

I utvecklingen av tariffstrukturen har ett antal principer valts ut att användas som utgångspunkt:

- Tarifferna måste avspegla kostnaderna och beräknas per infrastrukturelement för att undvika/minimera korssubventionering mellan partner.
- Tariffer betalas på SEK/ton för genomströmning per infrastrukturelement.
- Partnerna ska endast betala för användningen av infrastrukturelement som de använder.
- Det antas att partnerna kommer att betala samma taxa per ton för användning av samma infrastrukturelement.
- Tariffen för varje infrastrukturelement ska återspegla både CAPEX-relaterade och OPEX-relaterade kostnader samt finansieringskostnaderna.
- För alla tariffer beräknas avgifterna som lägsta möjliga taxa per ton som fortfarande ger den avkastning som krävs till CinfraCap.

Ägandefrågor

Ägarstrukturen för CinfraCap är ett Joint Venture (JV) mellan Nordion Energi och Göteborg Energi som drivs kommersiellt. Preem anses vara en potentiell första kund som man testar lösningen emot i dagsläget.

Övergripande slutsatser och ställningstaganden

CAPEX och OPEX

De största kostnadsfördelarna kan uppnås genom delad, öppet tillgänglig och storskalig koldioxidinfrastruktur. Detta är inte genom att endast dela mellanlager, men också delade hamnavgifter och bättre förhandlingsläge gentemot utskoppning och slutförvararna. Att utesluta tredje part kan leda till högre tariffer, eftersom kostnaderna då måste fördelas på färre ton CO₂.

Förväntade kapitalkostnader (CAPEX) för CinfraCap ligger på cirka 1,6 miljarder SEK, vilket inkluderar investeringar i CO₂-transport, mellanlagringsanläggningar, mottagarstationer, och andra relaterade poster. Driftkostnaderna (OPEX) förväntas uppgå till 1,6 miljarder SEK efter 25 års drift. Investeringskostnaden för förvätsknings- och mellanlagringsanläggningen utgör majoriteten av den totala kostnaden och förväntas uppgå till 90%.

Projektrisker/tillstånd

Projektet innebär vissa risker, främst kopplade till att CCS-industri fortfarande är omogen. Detta inkluderar osäkerhet i CO₂-volym och timing, samt risker kopplade till tillståndprocesser, leveranstider för mellanlagring, och osäkerheter kring slutförvaring.

En av de större riskerna bedöms vara möjligheten att få miljötillstånd för att implementera en storskalig förgasningsanläggning i Göteborgs Hamn. Ett tillstånd som ännu inte är beprövat. Dessutom krävs andra tillstånd kopplat till pipelines, järnvägsanslutningar och övriga gränssnitt inom Göteborgs Hamn.

Tariffer

Tariffer för användning av CinfraCaps infrastruktur förväntas utgöra cirka 5-15% av den totala CCS-värdekedjans kostnad, och är mest känsliga för timing, volym, och i vilken grad partner använder de gemensamma anläggningarna.

C4 – Carbon Capture Cluster Copenhagen

I detta avsnitt beskrivs C4 – Carbon Capture Cluster Copenhagen, ett projekt baserat i Köpenhamn¹⁹. Det består av nio företag baserade i Köpenhamn som har bildat ett klustersamarbete för koldioxidinfångning, lagring och användning. Klustret är ett av fem i Danmark, bildade utifrån två politiska överenskommelser om CCS och Power-to-X (PtX).

Samarbetet representerar hela värdekedjan från energiproduktion till användning av restvärme och transport av infångad CO₂ för lagring (CCS) eller användning (CCU).

Geografiskt sett ligger alla medlemmarna lokaliserade relativt nära varandra. Detta kan innebära att man har möjlighet att utnyttja stordriftsfördelar genom att etablera en gemensam lokal transportinfrastruktur runt dessa punktkällor. Det kan även innebära att kostnadsfördelar, till exempel genom att omvandla överskottsvärme till fjärrvärme och genom att dela på CO₂-infrastrukturen.

Sammantaget finns det enligt C4 potential att minska CO₂-utsläppen från C4-medlemmarna med tre miljoner ton årligen genom CO₂-avskiljning.

¹⁹ <https://www.c4cph.dk/klynge/>

Gemensamma principer för affärsmodellen

I utvecklingen av tariffstrukturen har ett antal principer valts ut att användas som utgångspunkt:

- Tarifferna bör återspegla kostnaderna
- Tariffer bör inte diskriminera mellan användare
- Kostnadsfördelningen ska vara effektiv
- Tarifferna ska vara teknikneutrala
- Tarifferna bör baseras på öppna och objektiva kriterier

Övergripande slutsatser och ställningstaganden

Affärsmodellen inom C4 är inte färdigutvecklad än, men det finns ändå en hel del slutsatser att dra ifrån nuvarande stadium.

Gemensam infrastruktur: Genom att bygga en gemensam infrastruktur förväntas det ge stora kostnadsfördelar. Detta kommer att göras utifrån en etablerad bild av förväntad framtida kapacitet. Däremot behöver man vidare utreda hur tariffstrukturen ska se ut för att de första användarna inte tvingas ta på oproportionerligt mycket risk för en initialt överdimensionerad infrastruktur.

Ytterligare kunder: Konsortiet har som mål att öppna upp den gemensamma infrastrukturen för ytterligare kunder, även att erbjuda en tjänst till aktörer långt utanför konsortiets nuvarande medlemmar. Dessutom har projektet riktat in sig på inhemska marknaden och övriga länder kring Östersjön.

CCS och CCU: I projektet ser partner bara slutlagring som en av möjligheterna för insamlad CO₂. Både CCS och CCU ingår i planen, tex är produktion av e-bränslen med i affärsmodellen.

Försörjning av fjärrvärmenät: Eftersom CO₂-infång är en energikrävande process i flera utav stegen resulterar det i överskottsvärme. Överskottsvärmen kommer användas för att försörja i Köpenhamn. Genom att inkludera detta i affärsmodellen förväntas C4 kunna ersätta delar av gasanvändningen genom utbyggnad av fjärrvärmenätet.

Ägandefrågor

Inom C4 planerar man ett transporterat CO₂ genom gemensamt äga rörsystem. Det innebär att man behöver utreda hur ägarformen av detta kan se ut. Man utreder följande fem former:

- Gemensamt kommunalt ägande
- Statligt ägande
- Gemensamt ägande av fångstaktörerna
- Privat ägande
- Offentligt-privat partnerskap (PPP)

De olika ägarformerna medför olika för- och nackdelar och det är fortfarande inte fastställt vilken C4 valt. För att utvärdera vilken ägarform har partnererna använt följande utgångspunkter:

- Möjlighet att involvera lokala intressenter
- Möjlighet till regional, nationell och transnationell utveckling
- Lagstiftning och annan reglering
- Säkerhet
- Tillgång till finansiering
- Effektivitet

Tariffstruktur

C4 har inte fastställt någon tariffstruktur än. Partnerna bedömer dock att utvärdera med samma logik som naturliga monopol, som el, gas och fjärrvärmenät, som vägleds av ett antal internationella principer.

Dessutom bör det utvärderas i tariffstrukturen hur man kan minska risktagandet för det första aktörerna som går in, i förhållandevis till tillkommande aktörer.

Slutligen, bedöms en del av systemet vara ett certifieringssystem för att kunna skilja på fossil och biogen CO₂, eftersom det är viktigt att kunna urskilja ursprunget från CO₂ för en del av marknaden (till exempel PtX).

CNetSS – Carbon Network South Sweden

I detta avsnitt presenteras CNetSS – Carbon Network South Sweden. Det är ett sydsvenskt klusterprojekt för infrastrukturlösningar för transport och permanent lagring av infångad koldioxid. I projektet är följande bolag med som partners Växjö Energi, Copenhagen Malmö Port, E.ON, Höganäs AB, Kemira, Kraftringen, Nordion Energi, Stora Enso, Sysav och Öresundskraft.

Eftersom CNetSS är en förstudie som pågår fram till och med 2023 har information inte publicerats än. Det är först då, vid publiceringen, som vi kommer att kunna ta del av ett mer komplett underlag.

Gemensamma principer för affärsmodellen

I CNetSS har den slutgiltiga affärsmodellen/ rapporten inte publicerats än. Däremot från tidigare faser har följande slutsatser dragits inom projektet:

- Systemet ska vara öppet för tredjepartstillträde för att ytterligare öka kostnadseffektiviteten och potentialen för utsläppsminskning och negativa utsläpp på sikt.
- Arbetet ska inspirera fler för liknande regionala samarbeten kring koldioxidinfrastruktur.
- Målet med samarbetet är få ner kostnaderna genom hela värdekedjan.

CCaaS – Carbon Capture-as-a-Service

CCaaS innebär att hela värdekedjan läggs ut på en extern part som betalar per ton CO₂. Inom projektet Nice bör man utreda om man vill erbjuda delar/en komplett värdekedja för CCaaS-tjänster till företag som inte har möjlighet finansiera/delta i större konsortium. Denna

marknad förväntas växa framöver med ökade krav på utsläppsnivåer, speciellt för små och mellanstora verksamheter. Om Nice väljer att inte anamma CCaaS, bör man ta hänsyn till konkurrens på den här fronten.

I följande sektioner presenteras ett antal CCaaS-projekt. Projekten som beskrivs är i olika mognadsgrad, men Stella Maris i Norge anses vara det mest storskaliga och mogna exemplet i denna korta genomgång.

Aker Carbon Capture (Norge)²⁰

Aker Carbon Capture är ett projekt med hög mognadsgrad och som har en CCaaS-modell som täcker hela värdekedjan. Företag erbjuder i nuläget en guide i tre steg där man kan få en bedömning om verksamheten är lämpad för ett CCaaS-erbjudande, eller om verksamheten passar bättre på en annan modell. Företaget har inga egna slutlagringsanläggningar, utan varje enskild installation avgör möjligheterna att lagra eller förädla den infångade koldioxiden.

ALGIECEL (Danmark)²¹

ALGIECEL inriktar sig på små- medelstora verksamheter. Den huvudsakliga målgruppen är biogas- och fermenterings-/jästindustrin. Företaget erbjuder containerbaserade lösningar som fångar in CO₂ och producerar mikroalger. Mikroalgerna delas i nästa steg upp i biomassa och bioolja. I affärsmodellen ingår att ALGIECEL sköter allt arbete med mikroalgerna men att överskottet från försäljning av restprodukterna delas mellan ALGIECEL och den utsläppande anläggningen. Ett obegränsat antal containrar kan kopplas ihop och man bedömer att cirka 30 containrar behövs för att bearbeta utsläppen från en normalstor danska biogasanläggning.

Carbon Clear (Storbritannien)²²

Carbon Clear bygger på lösningen, CycloneCC, som är en kostnadseffektiv modulär teknik som kan installeras i olika miljöer. Tekniken är anpassad inom följande fem industrier: cement, raffinaderier, stål, avfallsförbränning och biogas. Som affärsmodell erbjuder Carbon Clear ett fast pris per ton CO₂ där alla installations- och driftkostnader inkluderas.

Stella Maris (Norge)²³

Stella Maris utvecklar och driver standardiserade terminaler för mellanlagring och i nästa steg erbjuder slutlagring via sjötransport. Varje slutlagringsplats är dimensionerad för cirka 10 miljoner ton per år. Företaget främjar möjligheten för mindre aktörer genom kostnads- och riskreducering inom CCS.

Dessutom erbjuder Stella Maris en one stop-shop från infångning till slutlagring, där infångning och transport till terminalen utformas individuellt i samarbete med respektive aktör. Bolaget har fått en första norsk licens för slutlagring i Nordsjön utanför Norges kust med en årlig kapacitet på 7 miljoner ton.

Ägandeformer för affärsmodeller

²⁰ <https://akercarboncapture.com/offerings/carbon-capture-as-a-service/>

²¹ <https://www.algiecel.com/carbon-capture-as-a-service/>

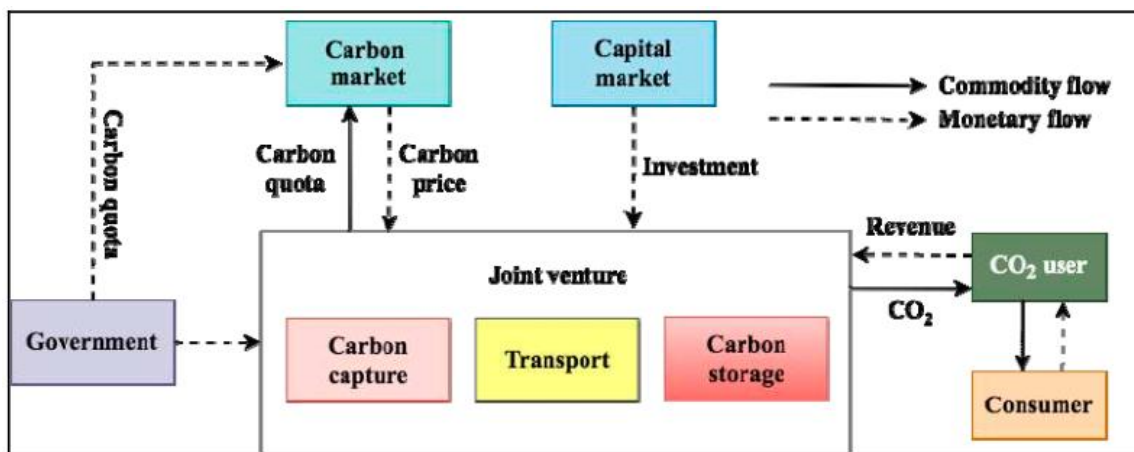
²² <https://www.carbonclean.com/>

²³ <https://cms.alterainfra.com/wp-content/uploads/2022/11/General-Presentation-Stella-Maris-CCS.pdf>

I följande del beskrivs tre olika ägarförhållanden för en affärsmodell. I exemplet används CCUS på stålmarknaden som underlag²⁴.

Joint-Venture affärsmodell

En JV-modell (Joint Venture) bygger på ett partnerskap mellan industri-/kraftföretaget och externa CO₂-användare eller lagringsaktörer. Här, till skillnad från en vertikalt integrerad modell, är samarbete mellan olika sektorer nyckeln till projektets framgång. I en JV-modell fångas CO₂ upp från ett industri- eller kraftverk som ägs av en tredje part, där CO₂ sedan transporteras till en lagrings-/användningsplats, som också ägs av ett tredje företag. Intäkterna kommer från försäljning av CO₂ snarare än från utnyttjande, där CO₂-användaren kan bestämma hur stor andel av CO₂ som ska köpas för användning, medan resten av CO₂ används för lagring. I denna modell kan industriföretaget stå för kostnader och drift av CO₂-avskiljning, men transport och lagring hanteras gemensamt, vilket resulterar i en mer rättvis fördelning av risker och intäkter.



Figur 73: Joint Venture affärsmodell.

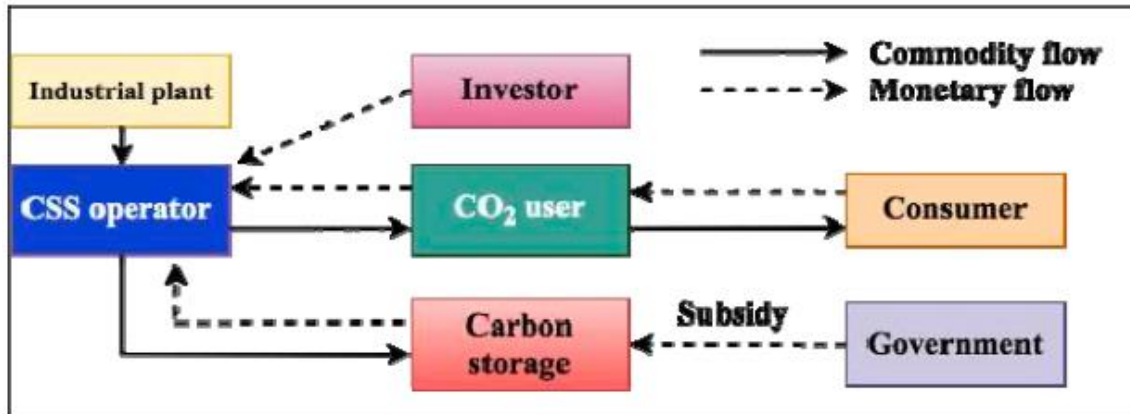
CCUS-affärsmodell

I denna modell samarbetar ett industri-/kraftföretag med en tredje part som har hög teknisk kompetens för att hantera CO₂ efter att den har fångats upp. Den tredje parten kommer sedan, mot en överenskommen avgift, att bedöma olika användnings-/lagringsmöjligheter och ta ansvar för transporten av CO₂. Parterna i denna modell inkluderar industri-/kraftföretaget, CCS-operatören och CO₂-användaren.

Kostnaderna i denna modell är uppdelade enligt följande: CCS-operatören står för kostnader för fångst-, transport- och lagringsutrustning och tillhörande kostnader för drift och underhåll (O&M), medan CO₂-användaren står för kostnader för inköp av CO₂ och kostnader för användningsutrustning, samt drift. Om företaget i fråga är ett kraftverk kan det inte generera någon vinst i denna modell om det är lagligt skyldiga att producera el med låga koldioxidutsläpp. *Om företaget är en industrialläggning, såvida det inte finns ett lagkrav på att producera produkter med låga koldioxidutsläpp, är hypotesen att företaget genererar en*

²⁴ <https://www.mdpi.com/2227-9717/8/5/576>

vinst antingen i form av en premie på producerade varor med låga koldioxidutsläpp och/eller ett statligt bidrag (t.ex. omvänd auktion). CCS-operatören genererar intäkter i form av en direkt subvention från staten för lagring av CO₂ och intäkter från försäljning av koldioxidkrediter och CO₂. CO₂-användaren kan spara på sina produktionskostnader genom att köpa CO₂ till ett rabatterat pris.

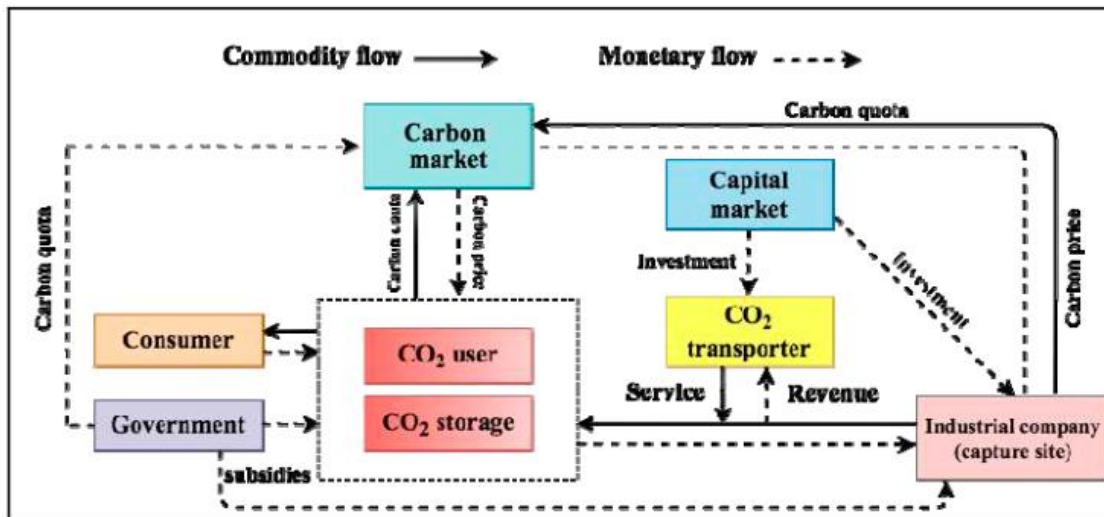


Figur 74: CCUS-affärsmodell.

”Uppdelad” affärsmodell

I den här affärsmodellen är en tredje part ansvarig för endast transporten av CO₂. Industriföretaget ansvarar för att fånga upp CO₂, inklusive täckning av avskiljningsutrustning och driftskostnader, och genererar intäkter från försäljning av CO₂ och handel med koldioxidkrediter.

Transportföretaget står för kostnader för transportutrustning och deras drift och drift samt tar ut en fast avgift för CO₂-transporter, en som är överenskommen mellan intressenterna. Slutligen täcker CO₂-användaren CO₂-inköpskostnader och kostnader förknippade med användnings- eller lagringsutrustning och deras drift och drift. CO₂-användaren i detta fall genererar intäkter från ett lagringsstöd och/eller ett rabatterat pris på köpt CO₂. Här bär CO₂-transportföretaget och industriföretaget relativt sett lägre risker jämfört med en operatörsmodell då intäkterna garanteras genom ett långsiktigt inköpskontrakt, medan CO₂-användaren garanterar intäkter så länge den upprätthåller större vinstmarginaler på sina produkter.



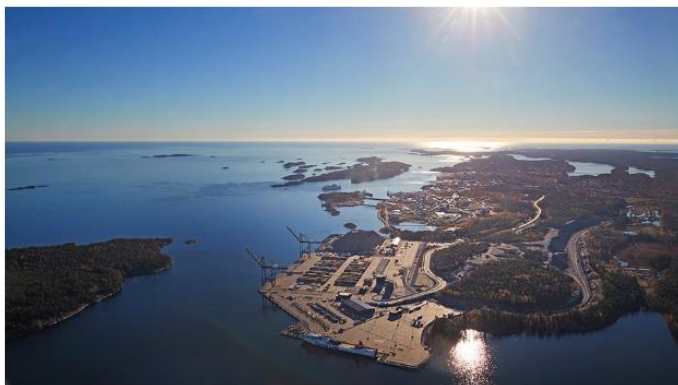
Figur 75: "Uppdelad" affärsmodell.

Bilaga: Kommunikationsmaterial – NICE

Från projektet, under denna projektfas, har Stockholms Hamnar har kommunicerat externt via t ex hemsida nedan artiklar för att nå ut till aktörer avseende projektet NICE. Nedan finns exempel på externa presentationer av projektet.

Stockholm Norvik Hamn som CCS-nav för att nå nationella klimatmål – nu startar förstudien

Publicerad 31 maj 2023



Energimyndigheten har i maj beviljat medel för att genomföra en förstudie om etablering av ett logistiknav för insamlad koldioxid i Stockholm Norvik Hamn tillsammans med ledande aktörer inom CCS-området. Det långsiktiga målet är att öka möjligheten för utsläppsminskning och minusutsläpp genom att etablera en regional, hållbar och kostnadseffektiv infrastruktur för att fånga in, mellanlagra och transportera koldioxid i östra Sverige. En lösning för transport och hantering från utsläppsanläggningar till slutlig avsättning som i hög utsträckning skulle bidra till att Sverige når uppsatta miljömål.

En första övergripande förstudie har tagits fram tillsammans med samtliga deltagande aktörer för att klargöra förutsättningar och villkor för etablering av ett mellanlager i [Stockholm Norvik Hamn](#). Nu tar Stockholms Hamnar arbetet vidare i en fördjupad förstudie där målet är att arbeta fram ett förslag på en systemlösning. Studien omfattar bland annat riskanalyser, affärsmodeller och tillståndsfrågor. Projektet går under namnet NICE – Norvik Infrastructure CCS East Sweden.

– Det är oerhört glädjande att vi beviljats medel från Energimyndigheten till en fördjupad förstudie. En tänkt transportlösning med Stockholm Norvik Hamn som CCS-nav skulle kunna stå för en väsentlig andel av koldioxidtransporterna från Sverige, säger Jens Holm (V), styrelseordförande Stockholms Hamn.

Figur 76: Kommunikationsmaterial Stockholms Hamnar, publicerad 31 maj 2023 (Stockholms Hamnar, 2024)

Publicerad 11 sep 2023



Måndag 11 september träffades samtliga involverade aktörer i projekt NICE – Norvik Infrastructure CCS East Sweden. Det här var en gemensam start för att kalibrera arbetet framöver.

Syftet med NICE är att ta fram ett förslag på en systemlösning för att nå det långsiktiga målet att öka möjligheten för utsläppsminskning och minusutsläpp genom att etablera en regional, hållbar och kostnadseffektiv infrastruktur för att fånga in, mellanlagra och transportera koldioxid i östra Sverige.

Deltar i projektet gör förutom Stockholms Hamnar även Stockholm Exergi, Mälarenergi, Söderenergi, Vattenfall, Heidelberg Materials, Nordkalk och Plagazi.

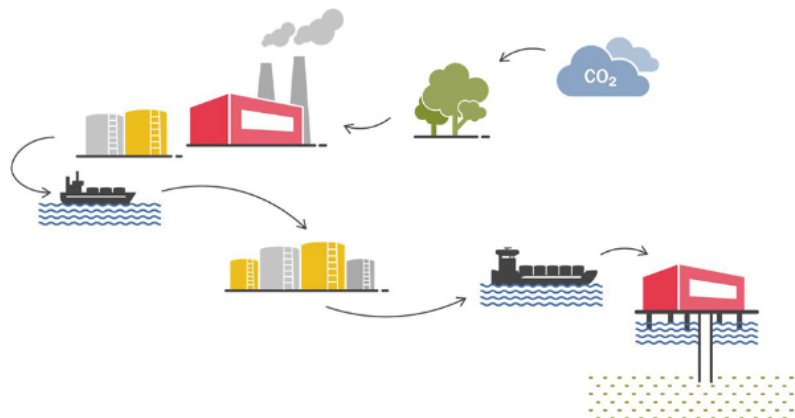
Senast uppdaterad 11 sep 2023

Dela:



Figur 77: Kommunikationsmaterial Stockholms Hamnar – Kickoff för CCS i Stockholm, publicerad 11 sep 2023 (Stockholms Hamnar, 2024)

CCS i Stockholm Norvik Hamn



Stockholms Hamnar har startat en förstudie om etablering av ett nav för insamling av koldioxid i Stockholm Norvik Hamn tillsammans med ledande aktörer inom CCS*-området.

En första övergripande förstudie har tagits fram tillsammans med samtliga deltagande aktörer för att klargöra förutsättningar och villkor för etablering av ett mellanlager i Stockholm Norvik Hamn. Nu tar Stockholms Hamnar arbetet vidare i en fördjupad förstudie där målet är att arbeta fram ett förslag på en systemlösning. Studien omfattar bland annat riskanalyser, affärsmodeller och tillståndsfrågor. Projektet går under namnet NICE – Norvik Infrastructure CCS East Sweden.

Det långsiktiga målet är att öka möjligheten för utsläppsminskning och minusutsläpp genom att etablera en regional, hållbar och kostnadseffektiv infrastruktur för att fånga in, mellanlagra och transportera koldioxid i östra Sverige. En lösning för transport och hantering från utsläppsanläggningar till slutlig avsättning som i hög utsträckning skulle bidra till att Sverige når uppsatta miljömål.

Systemet ska vara öppet för tredjepartstillträde för att ytterligare öka kostnadseffektiviteten och potentialen för utsläppsminskning och minusutsläpp på sikt. Arbetet ska även inspirera fler till liknande regionala samarbeten kring koldioxidinfrastruktur.

Förstudien ska fungera som beslutsunderlag för Stockholms Hamnar och övriga intressenter för att evänera möjligheterna att gå vidare i planeringen för ett regionalt nav

Figur 78: Kommunikationsmaterial Stockholms Hamnar – del av artikel, publicerad 19 dec 2023 (Stockholms Hamnar, 2024)

AP5 Genomförandemodell

Genomförandeplan

A	240229	FINAL	AENIGMA	Diar Batala	Robert Djurberg, Fredrik Boman
Revision	Datum	Status	Utfördare	Granskad	Godkänd

Sammanfattning

Denna rapport presenterar ett förslag till genomförandeplan för Projekt NICE, som strävar efter att etablera en nod för CO₂ i Stockholm Norvik Hamn. Genomförandeplanen är avsedd att fungera som en strategisk ram för att leda projektet genom dess olika faser, från förprojektering till driftsättning och överlämning. Den kommer också att belysa moment med långa ledtider.

I början av rapporten listas viktiga tidskritiska moment och långa ledtider har då dessa är väsentliga för att bygga upp en tillämpbartidsplan. Dessa har identifierats som bland annat leveranstider för LCO₂-fartyg, färdigställande av kajer, och implementering av lagertankar för flytande koldioxid. Utmaningar som miljötillstånd och finansiering har också belysts. Miljötillstandsprocessen och behovet av att söka extern finansiering från olika källor såsom Industrikivet och Europeiska Innovationsfonden har också belysts tillsammans med en beskrivning om varför de bör göras i ett tidigt skede av projektet.

Själva genomförandeplanen i sig som löper efter kapitel 3 och framåt kommer att redovisa huvudaktiviteterna som omfattar Projektfas 3 och Projektfas 4. Projektfas 3 innehåller Förprojektering och Detaljprojektering. Parallellt med dessa löper också de olika tillstandsprocesserna. Förprojekteringen avslutas med en beslutspunkt (BP1) och detaljprojekteringen avslutas med ett investeringsbeslut. Projektfas 4 lägger fokus på själva byggandet av Noden. Här ingår processerna Genomförande (förberedelser), Genomförande (utförande) och Driftsättning & Överlämning. Efter de två genomförandefaserna kommer en sista beslutspunkt (BP2) innan man går över till drift och överlämning.

24 Inledning

Denna rapport presenterar en genomförandeplan för Projekt NICE, vars mål är att realisera en CO₂ nod i Stockholm Norvik Hamn. Genomförandeplanen syftar till att fungera som en vägledning genom projektets kommande faser och är utformad för att ge en strukturerad och metodisk tillvägagång för att säkerställa projektets framgång.

För att uppnå detta syfte har en genomförandeplan utarbetats för att ge en detaljerad plan som omfattar identifiering av resurser, tidslinjer, ansvarsområden och kommunikationsstrategier. Den inledande delen av rapporten presenterar en övergripande genomförandeplan för projektets kommande faser. Denna del inkluderar en indikativ tidslinje för de olika faserna i projektet samt utsläppares planer för infångade volymer av CO₂, kritiska moment som krävs för att uppnå projektets mål.

Kapitlen som följer i denna rapport presenterar en mer detaljerad genomförandeplan som sträcker sig från Projektfas 3 till Projektfas 4. Projektfas 3 innehåller Förprojektering och Detaljprojektering samtidigt som Projektfas 4 innehåller Genomförande och Driftsättning & Överlämning. Dessa faser innehåller i sin tur huvudaktiviteter som utvecklats med hjälp av arbetet från de andra arbetspaketen. Inom huvudaktiviteterna förekommer det benämningar som *projektägare*, *projektledare* och *projektgrupp*. I rapporten avses det att Stockholms Hamnar är projektägare, projektledaren är den organisation som ser till att projektet genomförs enligt planen och projektgruppen består av de som arbetar direkt med att genomföra projektet. I överlag kommer mer vikt att läggas på Projektfas 3 då detta är den mest närliggande fasen. Denna plan är utformad för att vara mångsidig och anpassningsbar och kan användas oavsett hur projektparterna väljer att organisera sig och hur ägandeskapet för Noden kommer att utformas. Genom att erbjuda tydliga mål och aktiviteter för varje fas i projektet, syftar denna plan till att skapa en ram som kan anpassas till olika organisatoriska strukturer och affärsmodeller.

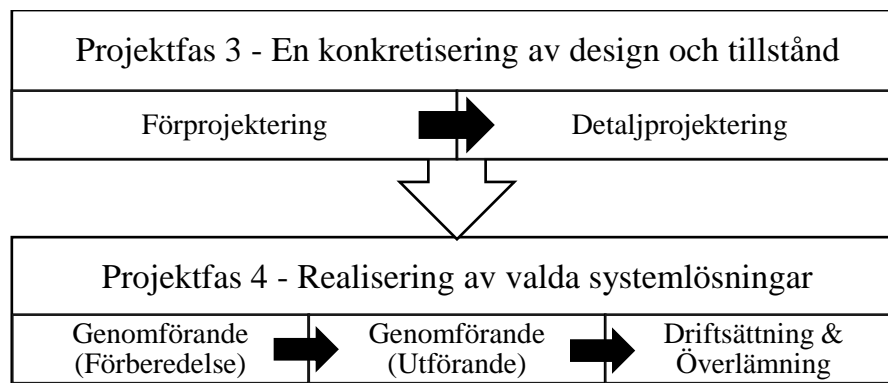
25 Genomförande

I detta kapitel presenteras en översiktlig beskrivning av genomförandeplanen och dess olika faser. Syftet och målet är att detta ska kunna vägleda projektet genom dess olika faser, från förprojektering till överlämning. Vidare presenteras också tidskritiska moment och långa ledtider för att kunna utforma en tidplan för hela projektet. De tidskritiska momenten innehåller bland annat leveranstid LCO₂-fartyg samt handläggningstider för miljötillstånd, vilket utgör viktiga faktorer för projektets tidslinje.

25.1 Genomförandeplan

Den utformade genomförandeplanen ska utgöra en strategisk ram som styr och vägleder projektet genom dess olika faser, från förprojektering till överlämning. Planen syftar till att skapa en strukturerad och metodisk tillvägagångssätt för att säkerställa ett effektivt genomförande av projektet.

Figur 79 Schematisk överblick för fasernas olika delar.



Projektfas 3 - En konkretisering av design och tillståndsprocesser

Förprojektering

Förprojekteringen är första fasen av ett byggprojekt. För projektgruppen innebär det att sätta upp projektmiljön, uppdatera projektplanen och genomföra processdesign av anläggningen. Dessutom inkluderas inventering av förutsättningar för discipliner, utredningar av tillstånd och miljö, samt processriskanalys. Projektering av discipliner som rör, mekanik, elektricitet, instrumentering, automation och bygg genomförs parallellt med designgranskning och specificering av utrustning med lång ledtid. Att specificera utrustning med lång ledtid blir särskild viktigt för projekt NICE då både lagertankar och fartyg för LCO₂ har särskilt lång ledtid. Vidare görs byggbarhetsanalys och inventering av projektrisker samt upprättande av arbetsmiljöplaner efter byggarbetsmiljösamordnare för planering (BAS-P) utsätts. Upprättandet av upphandlingsstrategi och rapport sker i slutet. En revideras budget och tidplan för resten av projektet tas också fram. Förprojekteringen avslutas sedan med Beslutspunkt 1 (BP1).

Detaljprojektering

Aktiviteterna i detaljprojekteringen är för att se till att allt som behövs innan man realisera byggandet av Noden finns på plats Aktiviteterna inkluderar bland annat uppdatering av projektplan, riskanalyser, hantering av tillstånd, samt konstruktion av alla discipliner.

Dessutom ingår, siteplanering, och upprättande av kontrollbudget och upphandlingsplan. Projektfas 3 avslutas med ett färdigt framtaget underlag för kommande investeringsbeslut.

Projektfas 4 - Realisering av valda systemlösningar

I denna fas samplaneras aktiviteter mellan entreprenörer och anläggningens verksamhet. En detaljerad installationstidplan skapas, och nödvändiga tillstånd erhålls. Realiseringsfasen innehåller tre olika övergripande moment. Dessa är Genomförande (förberedelser), Genomförande (utförande) och Driftsättning & Överlämning.

Genomförande (förberedelser)

Under genomförandefasen (förberedelser) förbereds alla nödvändiga aktiviteter noggrant för att säkerställa en smidig övergång till drift. Entreprenörer och anläggningens verksamhet samplanerar aktiviteterna och tar fram en detaljerad installationstidplan. Tillverkning och leverans av utrustning säkerställs, och arbetstillstånd förbereds. Etablering på platsen sker tillsammans med upprättande av Kvalitet, miljö och arbetsmiljö (KMA)-rutiner. En formell överlämning sker från BAS-P till byggarbetsmiljösamordnare av arbetet (BAS-U), och utbildningsmaterial tas fram. Dessutom verifieras resurser, tillverkningskontroller utförs, och kommunikationsplaner samt logistikplaner utarbetas. Siteetablering genomförs inklusive nödvändiga säkerhetsåtgärder, och förberedelser görs för driftsättning och överlämnande av anläggningen. Ett startmöte med entreprenörer hålls för att säkerställa förståelse för säkerhets- och arbetsrutiner.

Genomförande (utförande)

Under genomförandefasen (utförande) ska projektgruppen ansvara för själva utförandet och genomför bygg- och montageaktiviteter parallellt med att de följer upp kostnader och framdrift. Kvalitetskontroller utförs för att säkerställa att arbetet följer ritningar, ställda krav och gällande standarder. Arbetsmiljösamordning sköts av BAS-U för att förebygga risker och säkerställa säkerheten på arbetsplatsen. Driftpersonal utbildas för att hantera den nya utrustningen, och kontroller av dokumentation och riskbedömningar genomförs kontinuerligt. Skyddsronder och förbesiktningar görs för att säkerställa arbetsmiljön och upptäcka eventuella avvikelser tidigt. Avvikelser hanteras och dokumenteras noggrant för att säkerställa att rätt åtgärder vidtas. Slutbesiktning utförs för att verifiera att installationen är enligt avtal och för att säkerställa att anläggningen fungerar korrekt. Tidplanen och budgeten uppdateras kontinuerligt för att säkerställa att projektet fortskrider enligt plan och att resurserna används effektivt. När bygg- och montageaktiviteterna är avslutade påbörjas avetablering av site och projektplanen uppdateras inför Driftsättning & Överlämning, Fasen avslutas med en Besluts punkt 2 (BP2).

Driftsättning & Överlämning

Under Driftsättning & Överlämning sker huvudaktiviteter som att fatta beslut om att påbörja driftsättning baserat på projektets redo-status, säkerställa nödvändig dokumentation för CE-märkning och överensstämmelse, samt utföra funktionsprov och provdrift för att verifiera anläggningens prestanda och funktion. Vidare ingår att upprätta detaljerade driftsinstruktioner och relationshandlingar som beskriver anläggningen och dess funktion för driftorganisationen. Under slutet hanteras även avvikelser och garantitidens start och administration för att säkerställa att eventuella problem åtgärdas och att garantier beaktas enligt avtalet. Projektfas 4 avslutar med överlämning av projekt till kund.

25.2 Tidskritiska moment och utrustning med lång ledtid

Tidig beslutstagning och noggrann hantering av processen från beställning till leverans blir avgörande för att upprätthålla projektets övergripande tidslinje och möjliggöra en framgångsrik driftsättning. Eventuella fördröjningar i dessa tidiga skeden kan påverka hela projektets framsteg och måldatum för slutförande. Detta understryker vikten av att systematiskt och proaktivt hantera dessa kritiska moment för att säkerställa projektets framgång. Detta kapitel betonar de avgörande moment och nödvändig utrustning som har identifierats som tidskritiska för att upprätthålla projektets tidplan.

25.2.1 Förväntade leveranstider för LCO₂-fartyg

Idag finns totalt 5 fartyg i drift för transport av koldioxid. Alla är dock små med en lastkapacitet på <3 500 dödviktston och inte lämpliga för storskalig sjötransport som är nödvändigt för projekt NICE. Utöver dessa 5 fartyg finns idag 6 fartyg i order. Information om dessa fartygsbeställningar finns i Tabell 32.

Tabell 32 Beställda LCO₂fartyg (Sea-web Ships, 2024).

Leverans-månad	Kapacitet (m ³)	Dödvikt (ton)	Order-månad	Status	Ägare	Varv
2024-02	7 500	8 000	2021-10	I prod.	Northern Lights	DSIC
2024-02	7 500	8 000	2021-10	I prod.	Northern Lights	DSIC
2024-09	7 500	8 000	2023-08	I order	Northern Lights	DSIC
2025-12	21 560	27 926	2023-07	I order	Capital Maritime & Trading	Hyundai Mipo
2026-04	21 560	27 926	2023-07	I order	Capital Maritime & Trading	Hyundai Mipo
2026-06	7 500	8 000	2023-12	I order	Bernhard Schulte	DSIC

Fartyg för transport av kryogen gas (LCO₂) i bulk är relativt avancerade jämfört med många andra typer av lastfartyg som tex torrlast- och containerfartyg. Pga. av detta är antalet varv globalt med förmåga att bygga denna typ av fartyg begränsat. Eftersom efterfrågan på denna typ av fartyg just nu är hög, framför allt pga. Ett ökat transportbehov av LNG, har de förväntade leveranstiderna från order till leverans ökat. I och med att intresset för att CO₂ transporter också ökar är det inte orimligt att man får konkurrera med andra CCS-projekt som är tidigt ute. I en normal marknad är en leveranstid på ca. 2 år att betrakta som rimlig för att idag snarare vara upp mot 4 år. Altera och Northern Lights anger att ledtider för fartyg är omkring 3 år från beställning till leverans.

25.2.2 Färdigställande av kajer

Beroende på vilken transportlösning som man väljer för Stockholm Norvik Hamn så ställs olika krav på utformningen av kajer. Detta beskrivs i detalj i rapporten (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024). Att färdigställa kajer har uppskattats

av Stockholms Hamnar ta ca. 2 år om man utformar kajer i linje med tillståndsgiven utformning och detaljplan.

Byggstarten för den nya kajinfrastrukturen för att hantera stenkross är schemalagd till det första kvartalet 2024, och man förväntar sig att lossningen av sten/grus kommer att påbörjas under det tredje kvartalet 2025. Kajläge 2 kommer användas för lossning av stenkross mellan 10–15 år. Att påbörja färdigställande av Kajläge 2 för koldioxid kan påbörjas tidigare än tredje kvartalet 2025 men det är lämpligt att starta bygget när man har utrett vilken transportlösning man vill gå vidare med och då vet om det blir nödvändigt att göra anpassningar till tillståndsgiven utformning av kajer.

25.2.3 Lagertankar för flytande koldioxid

Ett mellanlager innehåller flera tekniska komponenter som är tidskrävande. Den komponent som har identifierats som mest tidskritisk med avseende på leveransen och installationen är lagringstankar för koldioxid. Den erhållna informationen från olika källor ger insikt om betydelsen av att hantera dessa moment noggrant för att säkerställa projektets framgång.

Enligt korrespondens från leverantören Rodoverken AB indikeras att tiden för att implementera lagringstankarna, inklusive design, manluckor, stutsar, plattform, trapptorn, isolering och beklädnadsplåt, ställning, kranar med mera, kan sträcka sig från 20 till 28 månader från det att kontraktet undertecknas.

Den leverantör som har mest erfarenhet att leverera tankar är IDESA S.A. De har levererat tankar till Brevikprojektet och till Northern Lights (IDES A, 2024). Enligt korrespondens med IDESA är leveranstiden från beställning till leverans 18–24 månader om man kan leverera tankar i flera omgångar.

Projektet CinfraCap understryker ytterligare den avgörande rollen som lagringstankarna spelar i projektet. Leveranstiden för dessa tankar är identifierad som den längsta ledtiden i det projektet och uppgår till nästan 40 månader.

25.2.4 Miljö tillstånd

Mark- och miljödomstolen ansvarar för att pröva för miljöfarlig verksamhet. Handläggningstiden varierar beroende på flera faktorer, inklusive komplexiteten i ärendet, antalet inblandade parter och myndigheters resurser. I allmänhet strävar domstolen efter att effektivt behandla ärenden och utfärda beslut inom en rimlig tidsram. I AP5:s rapport om tillståndsprocessen presenteras ledtid för samråd och handläggningstider för miljö tillståndsprövning i detalj i ”Handläggningstid miljö tillståndsprövning” (AP5 För djupad analys av tillståndsprocesser, 2024). Då tillståndsprocessen för detta projekt kan behöva innefatta flera omfattande ändringar (bl.a. tillstånd för miljöfarlig verksamhet, vattenverksamhet, hantering av nytt godsslag) så är bedömningen att det kan ta mellan 2–3 år för samråd och handläggningstid.

25.2.5 Finansiering

Att etablera en Nod för koldioxidlagring i Stockholm Norvik Hamn är kopplat till ekonomiska risker. Att utveckla och implementera ett projekt av denna omfattning kräver betydande investeringar och resurser. Flera olika finansieringsprogram är tillgängliga för projekt som syftar till att reducera koldioxidutsläpp och främja hållbarhet. Dessa alternativ

omfattar både offentliga och privata källor samt olika finansieringsprogram och incitament. För vissa finansieringsprogram krävs det en enklare ansökan för att projektet ska beviljas stöd medan andra kräver omfattande underlag. Genom att ta hänsyn till projektets tidplan och aktiviteter kan man planera in när i tiden det är lämpligt att söka finansiering. För detta projekt har 2 publika finansieringsprogram identifierats som möjliga, Industriklivet och Europeiska Innovationsfonden. Det är dock viktigt att följa upp utvecklingen för publikt stöd då nya möjligheter kan utformas som är lämpliga för projektet.

Redan för Projektfas 3 kan man söka finansieringsstöd från Industriklivet (Industriklivet, 2024). Att göra en ansökan är relativt enkelt om man vet projektfasens omfattning, budget och tidplan. Handläggningstiden är enligt Energimyndigheten mellan 3–6 månader.

EU:s innovationsfond är ett av världens största finansieringsprogram för demonstration av innovativ teknik som bidrar till att minska växthusgasutsläpp. Fonden kan finansiera en betydande del av kostnaderna för projekt, bland annat kostnader för projektering samt investerings- och driftkostnader. Att bli beviljad stöd kräver hög projektmognad och omfattande underlag till ansökan, bland annat en genomförbarhetsstudie och affärsplan. Ansökningsperioden för innovationsfonden är mellan december-april varje år. Om projektet har nödvändigt underlag redan i 2025 års ansökningsperiod så kan man ansöka då. Att ansöka i 2026 års ansökningsperiod kan vara mer aktuellt om investeringsbeslutet för projektet tas under 2027. Detta då kravet är att man inte får ta investeringsbeslut före man tar emot stödfinansiering.

25.3 Tidplan för Projekt NICE

ID	Uppgiftsnamn	Varaktighet	2023		2024				2025				2026				2027				2028				2029				2030				2031		
			K3	K4	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3				
1	Projekttimplementering	317,6v	[Green bar spanning from start of 2023 to end of 2028]																																
2	Fördjupad förstudie	26,2v	[Red bar in 2023]																																
3	Industriklivet	26,4v	[Blue bar in 2024]																																
4	En konkretisering av design och tillståndprocesser	130,8v	[Green bar with arrowheads from 2024 to 2026]																																
5	Förprojektering	52,4v	[Green bar in 2024]																																
6	Detaljprojektering	78,6v	[Green bar in 2025]																																
7	Investeringsbeslut	0v	[Green diamond in 2026]																																
8	Tillstånd	113,2v	[Purple bar with arrowheads from 2024 to 2026]																																
9	Samråd	61v	[Purple bar in 2024]																																
10	Miljö tillståndsprövning	52,2v	[Purple bar in 2025]																																
11	Finansiering - Ansökan innovationsfonden	27,2v	[Blue bar in 2024]																																
12	Realisering	156,6v	[Purple bar with arrowheads from 2026 to 2028]																																
13	Genomförande - förberedelser	52,4v	[Purple bar in 2027]																																
14	Genomförande - utförande	78,2v	[Purple bar in 2028]																																
15	Driftsättning & överlämning	26,2v	[Purple bar in 2029]																																
16	Ledtid för tankar	104,4v	[Red bar in 2026]																																
17	Ledtid för fartyg	209v	[Red bar in 2027]																																
18	Färdigställande av kaj för stenkross	78,4v	[Red bar in 2024]																																
19	Få bort stenkrossen från Norvik mountain	104,2v	[Red bar in 2025]																																
20	Transportera bort stenkrossen	521,8v	[Red bar from 2025 to 2031]																																

Figur 80 Gantt-schema som visar indikativ tidplan för projektets olika faser och aktiviteter.

I tidplanen ovan ser man att de två kvarvarande projektfaserna tar 2,5 respektive 3 år. Tillståndsprocessen hör till Projektfas 3 men sker parallellt och är därför visualiserat separat. Tiderna för faserna är delvis baserat på tidplaner som är gjorda för andra liknande projekt varav tidplanen bör ses som indikativ. Hela projektimplementeringen, inräknad med Projektfas 2 som skrivs just nu kommer då att vara fram till slutet av Q3 2029. De röda staplarna längst ned i schemat representerar aktiviteter som bör/kommer ske utanför ramarna för projektfaserna. Resterande tider är baserade på det som skrivs i kapitel 25.2 om tidskritiska moment. Man kan se att ledtiden för fartyg, som i denna tidplan antas vara 4 år, är mest tidskritiskt för projektet. I Figur 80 ser man att om en beställning av fartyg görs samtidigt som man tar investeringsbeslut så riskerar projektets tidplan försenas med upp till ett år om en ledtid på 4 år är korrekt.

25.3.1 Utsläppares tidplaner

Tabell 33 presenterar en sammanställning av när utsläpparna som deltar i projektet planerar att ta investeringsbeslut och när deras infångningsanläggning kommer driftsättas samt nå full kapacitet.

Tabell 33 Tidpunkt då utsläppare planerar ta investeringsbeslut och driftsätta infångning av CO₂

Bolag	Tid för FID	Planerad idrifttagning (full kapacitet)
Heidelberg	December 2026	2030 (2031)
Mälarenergi	2027/2028	2031 (2032)
Nordkalk	Q4 2025	2026 (2030)
Plagazi	2025/2026	2026 (2028)
Stockholm Exergi	Q4 2024/Q1 2025	2027 (2030)
Söderenergi	Q3 2026	2029 (2030)
Vattenfall	Q1/Q2 2026	2028 (2029)

I den indikativa tidplan som presenteras i Figur 80 visar att man kan möta de förväntade genomströmningsvolymerna 2035 i enlighet med AP2:s rapport (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024). Av vad man kan se från Tabell 33 har flera utsläppare inom NICE en mer tidskritisk tidplan för investeringsbeslut och idrifttagning vilket betyder att de har ett behov av att etablera en transportlösning för sin koldioxid långt tidigare än så. Enligt de olika utsläpparnas planer finns behov av en operativ fungerande transportlösning från 2026 och redan 2028 förväntas volymen koldioxid passera 1 Mton/år. I AP2:s rapport presenteras olika möjliga logistiska lösningar som skulle kunna användas under upprampningsfasen från 2026 fram till etableringen av en fullskalig CO₂ nod, även om det är mycket utmanande att få på plats tills dess. Att bedöma vilka alternativ som är realiserbar för att möta utsläpparnas tidplan förutsätter ytterligare studier.

I dialog med Altera uppskattar de att de kan etablera en Nod i Stockholm Norvik Hamn som sätts i drift under Q4 2028 för att möta utsläppare från denna projektgrupp men även andra aktörer i regionen. Detta innebär att förprojektering måste ske mellan Q3 2024-Q1 2025 och att man måste ha ett investeringsbeslut i mitten av 2025 och beställa tankar och annan utrustning i slutet av 2025. Det förutsätter också att alla tillstånd relaterade till hamnen måste vara på plats då man tar investeringsbeslut vilket bedömt är utmanande.

26 Projektfas 3 - En konkretisering av design och tillståndsprocesser

I Projektfas 3 föreslås det att man gör en **förprojektering** och **detaljprojektering**. Dessa kommer att beskrivas i följande kapitel med tilldelade huvudaktiviteter.

26.1 Förprojektering

I detta avsnitt beskrivs alla huvudaktiviteter avsedda för förprojekteringen. Förprojekteringen utgör en inledande fas där planeras och förbereds inför det kommande projektarbetet. Aktiviteter inkluderar analys av behov, resursplanering, riskbedömning och framtagning av preliminära budgetar. Dessutom kommer en beskrivning av Beslutspunkt 1 som beskriver vad som bör finnas på plats innan man går vidare till detaljprojekteringen. En schematisk bild på alla huvudaktiviteter finns att se i Bilaga 1.

26.1.1 Huvudaktiviteter projektägare - Förprojektering

26.1.1.1 Uppdragsbeställning

Uppdragsbeställningen avser den formella beställningen från Projektägare till projektledare att påbörja Projektfas 3.

26.1.1.2 Definiera styrgrupp

En styrgrupp bör sättas ihop. Styrgruppen kommer att fungera som den övergripande styrande enheten och kommer att vara ansvarig för att fatta strategiska beslut, övervaka projektets framsteg och hantera eventuella utmaningar som kan uppstå längs vägen. Vid sammansättningen av styrgruppen är det viktigt att inkludera representanter från alla relevanta aktörer.

Vidare bör också etableringen av en ägandeform göras. Tre ägandeformer beskrivs i kapitlet "Rekommendationer för Fas 3 i projektet NICE" i rapporten (AP4 Affärsmodell för vald/valda systemlösningar, 2024):

- **Joint-Venture affärsmodell**
- **CCUS-affärsmodell**
- **"Uppdelad" affärsmodell**

26.1.1.3 Definiera projektförutsättningar

Projektägaren bör sammanställa ramarna och förutsättningar för förprojekteringen genom en uppdatering av projektdefinitionen vilket i sin tur granskas och godkänns av projektledaren.

26.1.1.4 Återkommande avrapportering styrgrupp

Projektgruppen rekommenderas bestämma upplägget för kommunikation innan förprojekteringen drar i gång. Upplägget beskriver bland annat vilken information som NICE-projektet ska presentera och hur ofta avrapporteringarna skall ske. Kontaktväg för projektet gentemot projektägare vid akuta ärenden klarställs.

26.1.1.5 Beslut gällande finansieringsalternativ

Projektgruppen bör tidigt fatta beslut gällande finansieringsalternativen som nämns i 25.2.5 om ansökan till dem ska göras. Detta kopplas även till

26.1.2 Huvudaktiviteter projektgrupp - Förprojektering

26.1.2.1 Inläsning bakgrundsmaterial

Projektgruppen bör ges möjlighet att läsa in sig på bakgrundsmaterial vilket i huvudsak utgörs av rapporterna som producerades i de olika arbetspaketen från Projektfas 2.

26.1.2.2 Sätt upp projektmiljön

Identifiering av hur projektet ska bedrivas avseende dokument- och informationshantering samt vilka projekteringsverktyg som ska utnyttjas bör göras. I samband med det bör digitala plattformar och system sätts upp och behörigheter tilldelas. Då det kan förekomma känslig information om Stockholm Norvik Hamn så kan det vara lämpligt eller till och med nödvändigt att använda sig av deras interna digitala plattform.

26.1.2.3 Uppdatera projektplan

Baserat på genomförandeplanen som skrivs nu och den inhämtade bakgrundsinformationerna bör en fortsatt utveckling göras gällande projektplanen. Denna bör då användas för att ge en övergripande vägledning för hur projektet kommer att genomföras och kommer att inkludera viktiga aspekter som referenser till tidplan, budget, riskanalyser, organisationsschema, resursplan och kommunikationsplan. Det är också av vikt att uppdatera och ha diskussioner med utsläpparna kring deras tänkta individuella lösningar samt aktörer för slutlager och se vad för effekt detta kan ha på Stockholm Norvik Hamn som mellanlager. Man bör också inleda en dialog så snabbt som möjligt med potentiella leverantörer av systemlösningar och mellanlager. (AP4 Affärsmodell för vald/valda systemlösningar, 2024).

26.1.2.4 Kontinuerligt förbättringsarbete

Under förprojekteringen så bör man också identifiera, dokumentera och hantera förbättringsförslag kontinuerligt. Förslagen beaktar hela projektlivet gällande såväl arbetsmetoder, strukturkapital som specifika tekniska lösningar. Erfarenheter från tidigare projekt bör beaktas inom samtliga discipliner.

26.1.2.5 Sätt upp organisationen / Kick off

För att säkerställa en effektiv organisation för den aktuella förprojekteringen bör nödvändig kompetens identifieras och tillsättas. Detta inkluderar att definiera klara roller och ansvarsområden för varje projektmedlem och kommunicera dessa tydligt till hela teamet. Dessutom kommer en kickoff-session att planeras och genomföras för att främja en stark teamdynamik och tydligt kommunicera projektets mål, plan och förväntningar.

26.1.2.6 Arbetsmiljösamordning Bas-P

Inom ramen för förprojekteringen för konstruktionen av Noden ska man utse en Bas-P för att säkerställa en trygg och hälsosam arbetsmiljö under hela detaljprojekteringsfasen, specifikt anpassad för arbetet på hamnen. Bas-P utses redan i förprojekteringen då Arbetsmiljöverket gått ut med en ny [regelstruktur](#) som träder i kraft 1 januari 2025 som säger ”*Byggherren ska utse Bas-P så snart som planeringen och projekteringen av ett byggprojekt har påbörjats. Byggherren ska också se till att Bas-P tidigt påbörjar arbetsmiljösamordningen.*”.

När Bas-P utses, ska deras roll omfatta:

Identifiera hamnspecifika risker: Bas-P bör utföra en noggrann analys för att identifiera potentiella risker som är specifika för arbete på hamnanläggningen. Detta kan inkludera risker relaterade till hantering av tunga maskiner och fordon, hantering av farliga ämnen och processer samt arbete i närheten av vatten.

Samordna med hamnens aktörer: Bas-P bör samarbeta med hamnens operatörer, projektägare och entreprenörer för att utveckla åtgärder och säkerhetsrutiner som är anpassade för arbete på hamnanläggningen. Detta kan innefatta att utarbeta specifika säkerhetsåtgärder för hantering av CO₂ och andra farliga ämnen samt att fastställa tydliga kommunikationsprotokoll för att säkerställa samarbete och koordinering mellan olika parter.

Övervaka genomförandet av åtgärder: Bas-P bör aktivt övervaka och följa upp genomförandet av de planerade åtgärderna för att säkerställa att de följs korrekt och att eventuella problem identifieras och åtgärdas omedelbart. Detta kan inkludera regelbundna säkerhetsinspektioner på arbetsplatsen och uppföljningsmöten med alla inblandade parter för att diskutera och utvärdera arbetsmiljöfrågor.

Tillhandahålla hamnspecifikt stöd och rådgivning: Bas-P bör vara väl förtrogen med de specifika kraven och förhållandena på hamnanläggningen och kunna erbjuda relevant stöd och rådgivning till arbetsstyrkan. Detta kan inkludera att ge vägledning om säker hantering av material och utrustning på hamnanläggningen samt att vara tillgänglig för att svara på frågor och lösa eventuella bekymmer som kan uppstå.

26.1.2.7 Processdesign av anläggning

Processdesignen bör vidareutvecklas från förstudien och verifieras med hänsyn till informationen som presenterats i rapporten (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024). Utrustningar och komponenter bör identifieras baserat på den övergripande beskrivningen av process- och systemområdet, inklusive flödesmätare, flödesventiler och övervakningssystem. Detta bör också innefatta hanteringen av Boil-Off Gas (BOG) enligt de nyckeltal som specificeras i AP2. Grundläggande data som kapaciteter, dimensioner, vikter och effektbehov bör tas fram med hänsyn till behovet av BOG-hantering och de uppskattade volymerna som presenteras. Instrumentering och styrning bör definieras för att säkerställa en effektiv och säker drift av anläggningen, med särskilt fokus på att hantera BOG.

Processbeskrivningar och Piping and Instrumentation Diagram (P&ID) bör tas fram för funktionsgranskning, riskanalyser och som underlag för övriga discipliner. Detta bör också inkludera hanteringen av BOG och säkringen av tekniska och gränssnitt mot Stockholm Norvik Hamn. Specifika överväganden bör göras kring tryckförhållandena vid inleverans av CO₂ mot Noden, temperaturförväntningar vid mottagande av CO₂ och materialval i Noden med avseende på den förväntade kvaliteten av koldioxid, vilket betonas i AP2:s analys.

Designen måste även dimensioneras med hänsyn till flödeskapacitet för Noden och maximala flödeskapacitet vid in- och utleveranser.

För att ta itu med ytterligare aspekter rekommenderas det att man också inkluderar följande:

- **Spridningsrisker och anpassning till närliggande verksamhet:** Processdesignen bör utvecklas med hänsyn till spridningsrisker. Detta inkluderar grundlig inventering

av närliggande verksamheter och anpassning av designen därefter för att säkerställa harmoni med omgivande infrastruktur och natur.

- **Logistik och flöden:** En djupare analys av logistik och kopplade flöden behövs för att säkerställa att designen fullt ut dimensioneras och anpassas för att möta framtidens logistikbehov. Detta inkluderar in- och utleveranser, lossningsstationer, uppskattning av belastning, beläggningsgrad och schemaläggning. Dessa logistikrelaterade punkter bör grupperas för att ge en tydligare bild av logistikaspekterna.
- **Hantering av kvalitet på CO₂:** Det finns ett behov av ytterligare analys för att definiera anläggningens specifika "standard" när det gäller hantering av olika CO₂-kvaliteter. Detta inkluderar materialval och kostnadspåverkan kopplat till hanteringen av olika kvaliteter av koldioxid, vilket är väsentligt för att säkerställa enhetlighet och effektivitet i anläggningens drift och underhåll. Northern Lights specifikationer för CO₂-kvaliteter används ofta som referens för många CCS-projekt. De har nyligen publicerat nya specifikationer som ställer högre krav på levererad CO₂, särskilt när det gäller krav på NO_x och Hg som kan vara ett problem för många utsläppare (Northern Lights, 2024).
- **Internt hanteringssystem:** En rekommendation från AP5 är att man också bör utreda möjligheten för att investera, äga och operera ett internt hanteringssystem då detta skulle ge större möjligheter för en snabb etablering för Noden.

26.1.2.8 Undersökningar utrustning / site för mellanlager / kaj

Denna aktivitet fokuserar på att genomföra noggranna undersökningar av både befintlig utrustning och själva site där projektet ska genomföras. Syftet är att fastställa alla relevanta förutsättningar som kommer att påverka projekteringen och implementeringen av den delade koldioxidinfrastrukturen.

De genomförda undersökningarna kan och bör omfatta följande aspekter:

Inmätningar: Det inkluderar att noggrant mäta och kartlägga den geografiska layouten av området där lagret och kajen kommer att byggas. Detta kan innefatta markkonturer, befintliga byggnader, vägar, ledningar och andra infrastrukturella detaljer som kan påverka designen och genomförandet av projektet.

Markundersökningar: Detta innebär att utföra undersökningar av markförhållandena på platsen. Det kan inkludera att bedöma markens bärighet och stabilitet, eventuella föroreningar eller hinder under marken som kan påverka anläggningens konstruktion och drift. Dessutom måste hanteringen av den existerande öppna dagvattenledningen inom området där man har föreslagit att mellanlagret ska placeras noga övervägas, där alternativet att konstruera över den med betong kräver en utförlig undersökning för att fastställa genomförbarheten. Mer information om utmaningen med den öppna dagvattenledningen finns i AP5:s rapport om tillstånd i kapitlet "Tillstånd som krävs" (AP5 Fördjupad analys av tillståndsprocesser, 2024).

Tekniska utrustningsundersökningar: Det är viktigt att undersöka befintlig utrustning på platsen för att bedöma dess tillstånd, kapacitet och eventuella behov av uppgradering eller anpassning för att integreras med den planerade mellanlagringen. Det kan inkludera undersökningar av rörledningar, tankar, kompressorer, system för dagvattenrening, ställverk eller andra relevanta anläggningsdelar.

Mark och miljöundersökningar: Det är också viktigt att genomföra miljöundersökningar för att bedöma potentiella miljöpåverkningar av projektet och identifiera åtgärder för att minimera negativa effekter. Detta kan inkludera bedömningar av luft- och vattenkvalitet, naturresurser, och eventuella hot mot lokala ekosystem.

Vald plats för mellanlager: Enligt (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024) har den valda platsen för mellanlagret tillräcklig kapacitet för att rymma den nödvändiga mängden LCO₂ som behövs vid 50% buffertlager och det största valda fartyget som beskrivs i AP2. Nu måste man undersöka vilka tankalternativ som är mest lämpade med hänsyn till tekniska aspekter, kostnader och risker. Detta innebär alltså att man bör göra en utvärdering gällande tankstorlek, form (sfärisk eller cylindrisk) samt om de ska placeras horisontellt eller vertikalt. För vertikala tankar så måste man ta hänsyn till höjdrestriktioner i detaljplanen. Vidare rekommenderar man också i AP5's rapport i kapitlet "Lagringskapacitet" att man bör reservera utrymme för betydligt större lagerkapacitet, även om det initialt blir en lägre volym

Nautiska undersökningar: Nautiska undersökningar är också väsentliga för att säkerställa säker navigering och hantering av fartyg vid kajen eller lagret för koldioxidinfrastrukturen. Detta inkluderar djupmätningar för att fastställa lämpliga platser för ankring och förtöjningspunkter, analyser av strömmar och tidvatten för att planera båt – och eventuellt pråmnavigering, identifiering av navigationshinder och bedömning av kajförhållanden för säker lastning/lossning av koldioxid. Det är också viktigt att få fram en fysisk placering för en dykdalblösning (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024).

26.1.2.9 Inventera förutsättningar discipliner

Vid förberedelsen för projektet är det avgörande att noggrant klargöra förutsättningarna för arbete inom varje teknisk disciplin. Detta innebär att man bör genomföra en grundlig identifiering och beskrivning av de tekniska områdena samt de specifika krav som är relevanta för varje disciplin. En central del av denna process är att identifiera eventuella tekniska standarder som är applicerbara för de olika disciplinerna och som måste följas för att säkerställa enhetlighet och kvalitet i det tekniska arbetet.

Det är också viktigt att fastställa strukturer, rutiner och krav för dokumentation och ritningar inom varje disciplin. Genom att definiera tydliga krav för dokumentation, såsom format, innehåll och godkännandeprocesser, kan man säkerställa att dokumentationen är korrekt och enhetlig. Dessutom är det nödvändigt att utveckla och implementera ett enhetligt system för namngivning av utrustning inom anläggningen, vilket underlättar kommunikation och förståelse mellan olika team och discipliner.

26.1.2.10 Utredningar tillstånd & miljö

Utifrån det framarbetade konceptet från förstudien, den inledande processdesignen och AP5:s andra rapport (AP5 Fördjupad analys av tillståndprocesser, 2024) bör arbetet med utredningar gällande tillstånd och miljö fördjupas och en samrådsprocess med tillsynsmyndighet påbörjas där man klargör vilka utredande aktiviteter som behövs för att ta fram samrådsunderlag som uppfyller lagkrav och förväntningar. Samrådsprocessen förväntas ske löpande genom hela förprojekteringen och om ansökan om ändringstillstånd bedöms vara komplett kan den redan skickas in under denna fas.

I genomförandeplanen beaktas inte behovet av strandskyddsdispens, då strandskyddet i området kring Norviksudden upphävdes redan 1988. För att realisera projektets infrastruktur måste alla nödvändiga tillstånd och godkännanden erhållas från relevanta myndigheter och intressenter. En omfattande tillståndsprocess kommer vara avgörande för att säkerställa att projektet kan genomföras inom den planerade tidsramen. En mer omfattande beskrivning av nuvarande tillstånd samt tillståndsprocesserna finns ovannämnda rapporten. Några frågor kopplat till tillstånd och detaljplan som beaktas i rapporten är:

- Tillstånd för miljöfarlig verksamhet (lagring av LCO₂)
- Specifika planbestämmelser som råder inom hamnområdet och hur de ligger i linje med tänkt utformning av Noden
- Tillstånd för vattenverksamhet
- Behov av att förvärva kommunal mark
- Tillstånd att hantera ny typ av gods i hamnen

26.1.2.11 Genomför processriskanalys

I Projektfas 2 har en riskanalys genomförts i samarbete med Stockholms Hamnar, utsläppare och konsulter för att upprätta en handlingsplan för riskhantering. Denna analys inkluderar metoder som HAZID för att identifiera övergripande potentiella risker och skadehändelser (AP5 Riskhantering med tillhörande handlingsplan, 2024).

För att bygga vidare på den genomförda riskhanteringen rekommenderas det att man gör en kvantitativ riskanalys, exempelvis HAZOP i förprojekteringen för att noggrant bedöma och kvantifiera de identifierade riskerna. Dessutom är det viktigt att genomföra grundliga riskutredningar för tillståndsansökningar. Detta understryker behovet av en förankrad dialog med tillsynsmyndigheter för att säkerställa att alla nödvändiga utredningar görs för att få en komplett riskbild. Denna riskanalys kommer även att ta hänsyn till hälsa och miljö för att säkerställa en heltäckande riskhantering i projektet.

26.1.2.12 Projektering samtliga discipliner

Rör:

Standarder, rörklasser, ritningar och programvaror bör ses över. Rörkonstruktionen påbörjas utefter framtagna dokumentation. Modeller i 3D för en övergripande modell genomförs. Budget offerter efterfrågas hos lämpliga leverantörer. Kalkyl för material, installation samt projektering beräknas.

Mek:

Tänkbar/lämplig utrustningar ska diskuteras fram. Preliminär konstruktion av tryckkärl, plattformar, rörgator mm. Budget offerter efterfrågas hos lämpliga leverantörer. Åtgång av material beräknas och kostnader tas fram i kalkylen.

El:

Effektbehovet ska analyseras och omfattning samt förbrukare identifieras. Kraftmätning definieras och behov av ställverk och transformatorer tas fram. Utrymmesbehov och huvudstråk för kablage tas fram. Vid projektering i befintlig anläggning bör utrymmesbehov reserveras i ställverk. Budget offerter efterfrågas hos lämpliga leverantörer. Kalkyl för material, installation samt projektering beräknas. Elanslutning vid kajer ska enligt villkor

finnas och det blir särskilt viktigt för att minimera bullernivåer från fartyg vid lastning och lossning av LCO₂.

Instrument:

Instrumentlistor bör tas fram baserade på processdesignen. Projektspecifika typdokument tas fram. Vid projektering i befintlig anläggning bör utrymmesbehov reserveras i instrumentskåp, I/O i styrsystem. Kalkyl för material, installation samt projektering beräknas.

Automation:

Styrsystemsfilosofi bör definieras för projektet. Kalkyl för material, installation samt projektering beräknas.

26.1.2.13 Genomför designgranskning

Designgranskningar är en central del av projektförloppet och genomförs bäst med utgångspunkt från en skapad 3D-modell. Denna metodik möjliggör en utvärdering av konstruktionen, där fokus riktas mot olika tekniska discipliner och framtidens krav på drift och underhåll. I kontexten av LCO₂-lager innebär detta att man noggrant granskar och anpassar konstruktionen för att säkerställa att den inte bara uppfyller tekniska standarder och krav, utan också tar hänsyn till miljöaspekter och arbetsmiljö.

26.1.2.14 Specificera utrustning med lång ledtid

En plan bör utarbetas med målsättningen att specificera och utveckla den listan som presenterades kapitel 25.2 baserat på samverkan med de tekniska disciplinerna. Huvudsyftet är att proaktivt hantera inköp och aktiviteter som är tidskritiska. Planen fokuserar särskilt på att framhäva utrustning och logistiktjänster med lång ledtid för att möjliggöra tidig åtgärdstagande under Projektfas 3. Som exempel är fartyg den ”utrustning” som har identifierats med längst ledtid. Anser man att det är nödvändigt att kortar ner tidplanen för projektet kan man lägga en beställning före man tar investeringsbeslut för hela projektet. Det innebär en ekonomisk risk som man måste överväga.

26.1.2.15 Byggbarhetsanalys

Genomförandet av den föreslagna designen kommer att genomgå en noggrann byggbarhetsanalys för att säkerställa ett effektivt och säkert arbete inom hamnen då det är flera verksamhetsutövare inom området som kommer verka under projektets gång. Speciell hänsyn bör tas mot det parallella arbetet med att transportera bort stenkross från hamnens södra område då den kajen för utlastning av stenkross kommer vara i drift från och med år 2025. AP5 rekommenderar också i kapitlet ”Samverkan med sten/grustlastningsoperatörer” (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024) att man bör utvärdera om det finns möjlighet att helt eller delvis nyttja delar av den tänkta kaj 2 i samband med framför allt utlastning av LCO₂. Nedan följer en sammanfattning av de aspekter som bör beaktas:

Fysiska parametrar och resurser: Alla fysiska begränsningar och möjligheter i hamnen bör noggrant analyseras för att säkerställa att den föreslagna designen kan genomföras inom de givna förutsättningarna. Detta inkluderar utvärdering av markförhållanden, topografi, tillgängligt utrymme och andra relevanta fysiska faktorer.

Tidplan och logistik: En detaljerad tidplan för byggnationen bör vidare utvecklas från den som gjorts i denna rapport. Installationen, inklusive övergripande installationssekvenser och mer specifika tidslinjer för olika faser av projektet bör tas fram. Logistiska utmaningar, såsom transporter till och från byggarbetsplatsen bör också beaktas. Det är extra viktigt att beakta transport och logistik i detta projekt då utsläpparna har olika förutsättningar. De flesta utsläppare uttryckte försiktighet gällande det svenska tågsystemet men en rekommendation från kapitlet ”Tåginfrastuktur” i (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024) är att man vidare ska jobba vidare med att etablera en tågterminal då Vattenfall kommer att behöva det.

Miljö- och arbetsmiljöaspekter: Miljöpåverkan av byggprocessen bör analyseras noggrant för att minimera negativa konsekvenser och uppfylla relevanta miljöregleringar och bestämmelser. Bland annat råder villkor för när man får arbeta i vatten, såsom muddring och sprängning, som man behöver ta hänsyn till. Dessutom kommer arbetsmiljöfaktorer att tas hänsyn till för att säkerställa en säker arbetsplats för alla involverade parter.

Tillfällig utrustning och resursbehov: Behovet av eventuell tillfällig utrustning i hamnen, såsom ställningar, kranar, muddringsverk ska identifieras och planeras. Dessutom kommer andra resurskrav för genomförandet, såsom arbetskraft och material, att bedömas och tillhandahållas enligt behov.

26.1.2.16 Upprätta upphandlingsstrategi

Här bör man fastställa övergripande hur projektets olika delar ska förverkligas och därmed upphandlas. Lämpliga paket att handla upp skapas av projektets olika åtaganden beaktande bland annat projektets och beställarorganisationens kapacitet, tidplan, situationen på leverantörsmarknaden samt efterfrågad ansvarsfördelning mellan Projektägare och leverantör. Varje paket skall ha en given entreprenadform. Upphandlingsstrategin bör också beskriva hur resurser och utrustning till projektet upphandlas. Eventuellt krav att handla upp enligt Lagen om offentlig upphandling (LOU) klarställs. Vidare måste man också bestämma huruvida man ska ha ett gemensamt upphandlingsbolag som företräder delägarna i upphandling av leverantör (AP4 Affärsmodell för vald/valda systemlösningar, 2024).

26.1.2.17 Upprätta tidplan

En uppdaterad tidplan bör tas fram som ska omfatta detaljprojekteringen och Projektfas 4.

26.1.2.18 Upprätta budget

Med underlag inhämtat från AP3:s rapport (AP3 Energi, koldioxid och kostnader, 2024) i kapitel ”Nästa steg” är det nödvändigt att noggrant upprätta en budget för projektet. AP3 identifierar behovet av fördjupade beräkningar, särskilt när det gäller kostnaderna för det planerade pusher-/pråmsystemet. För att förbättra precisionen i budgeten bör man se till att specifika kostnadsdata integreras och kompletteras med prisuppgifter från olika tjänsteleverantörer. Det är också viktigt att inkludera kostnader relaterade till fartygsbefraktning och bränsle för att få en mer omfattande förståelse för projektets ekonomi.

Det skrivs också i AP3:s rapport att man endast gjort en övergripande uppskattning av hur kostnaderna skulle kunna fördelas mellan olika aktörerna baserat på tonkm. Vidare tar beräkningarna inte hänsyn till förändrade årsflöden och de ekonomiska fördelar som kan

uppnås genom större volymer. En mer detaljerad analys bör göras som tar hänsyn till faktorerna och andra relevanta aspekter för att ge en mer precis kostnadsfördelning. Man bör också utreda de kostnader som dyker upp för omhändertagandet av koldioxiden som återvänder till Noden.

Dessutom framhåller rapporten behovet av att revidera och uppdatera kostnadsberäkningar med nya data och priser från olika aktörer. Framtida kostnadsuppdateringar bör inkludera information från EU-projektet ACCSESS för att säkerställa att de återspeglar de senaste trenderna.

När det gäller fördelningen av kostnader mellan olika aktörer understryks det också att det är viktigt att ta hänsyn till årsvariationer av koldioxid och andra aspekter, såsom Capex och Opex. Även om det är upp till deltagande aktörer eller en extern tjänsteoperatör att ta fram slutliga prisuppgifter per utsläppare, kan noggranna beräkningar ge vägledning om storleksordningar och relevanta aspekter att beakta.

26.1.2.19 Upprätta arbetsmiljöplan

Bas-P ska upprätta en första version av arbetsmiljöplan. Arbetsmiljöplanen biläggs förfrågningsunderlaget

26.1.2.20 Upprätta rapport

Rapporter bör skrivas kopplade till de huvudaktiviteter som anses vara relevanta i förprojekteringen. De har som syfte att ge en översiktlig sammanfattning av det som är relevant att rapportera.

26.1.2.21 Uppdatera projektplan

Sisa huvudaktiviteten i förberedelsen. Projektplanen uppdateras och detaljeras för utförandet utifrån kunskap från aktiviteter i förprojekteringen. Efter förprojekteringen inkluderas även referens från projektplanen till skapad inköps och leveransplan.

26.1.3 Beslutspunkt 1

Projektledaren ansöker till projektägare om att stänga fasen och visar genom uppfyllandet av nedanstående kontrollpunkter att förprojekteringen är slutförd. Beslutspunkten avser att fasen kan stängas.

1. Projektplan för detaljprojekteringen framtagen
2. Budget framtagen
3. Tidplan framtagen med kritisk linje
4. Processriskanalys genomförd
5. Designgranskning genomförd
6. P&ID fastställda (omfattning fastställd)
7. Projektrisklista framtagen
8. Utrustning med lång ledtid identifierade och rekommendation om att tidigarelägga beställning om relevant

26.2 Detaljprojektering

En utförlig beskrivning av alla huvudaktiviteter som ingår i detaljprojekteringen finns nedan och en schematisk bild på delfasen finns att se i Bilaga 2.

26.2.1 Huvudaktiviteter projektägare – Detaljprojektering

26.2.1.1 Återkommande avrapportering styrgrupp

Projektet och styrgruppen håller kontakt enligt upplägg vilket överenskommit inför fasen. Upplägget beskriver bland annat vilken information som projektet skall presentera och hur ofta avrapporteringarna skall ske. Kontaktväg för projektet gentemot projektägare vid akuta ärenden klarställs.

26.2.2 Huvudaktiviteter projektgrupp – Detaljprojektering

26.2.2.1 Uppdatera projektplan

Projektplanen från förprojekteringen bör detaljeras utifrån erhållet bakgrundsmaterial och projektdefinition. En generell översyn av projektplanen bör utföras för att säkerställa att den är realistisk och anpassad till de specifika kraven och målen för den aktuella fasen. Detta inkluderar att samla in insikter från bakgrundsmaterialet och genomföra en noggrann granskning av projektplanen, som omfattar tidplan, budget och resursallokering.

26.2.2.2 Uppdatera projektrisker

Med den ökade kunskapen och förståelsen för projektet som samlats in under detaljprojekteringen, uppdateras projektrisklistan kontinuerligt. Genom att identifiera och hantera potentiella risker för tidplanen, budgeten och kvaliteten på leveranserna kan projektteamet minimera osäkerheter och säkerställa en smidig genomförandeprocess.

26.2.2.3 Uppdatera processdesign av anläggning

Processdesignen för detaljprojektering ska bygga vidare på den initiala planen från förprojekteringen med en fördjupad analys av de identifierade utrustningarna och komponenterna, med särskild hänsyn till den senaste informationen som presenteras i rapporten (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024).

26.2.2.4 Genomför processriskanalys

Processriskanalysen bör byggas vidare från den HAZOP som gjorts för förprojekteringen. Det är också avgörande att involvera experter från olika relevanta områden under denna process. Genom att samla tvärvetenskapliga perspektiv kan man säkerställa att alla aspekter av risker och faror beaktas på ett omfattande sätt.

26.2.2.5 Hantering tillstånd & miljö

Ansökan för bygglov och eventuellt marklov måste göras till kommunens byggnadsnämnd.

Om ansökan om ändringstillstånd inte är klar under förprojekteringen ska fokus ligga på att ta fram det material som krävs för att göra ansökan så fullständig och tydlig som möjligt. Detta kan omfatta tekniska ritningar, beräkningar, mätningar, analyser, utvärderingar och andra underlag som styrker verksamhetens miljöpåverkan och åtgärder. I AP5:s rapport om

tillståndsprocessen, kapitel "Framtida aktiviteter för att säkra tillstånd" presenterar vad man bör ta extra hänsyn till för aktiviteter under projekteringens gång för att säkra tillstånd (AP5 Fördjupad analys av tillståndsprocesser, 2024). Det är viktigt att avsätta tillräckligt med tid för att genomföra dessa aktiviteter och för att få ett besked från länsstyrelsen och tillsynsmyndighet innan detaljprojekteringen avslutas för att undvika förseningar och kostnader i projektets fortsatta genomförande.

26.2.2.6 Upprätta plan för CE-märkning

För att säkerställa överensstämmelse med relevanta EU-direktiv och regleringar bör en EU-försäkran om överensstämmelse slutligen utfärdas för alla relevanta system, aggregat, delar av anläggningen eller anläggningen som helhet. Detta inkluderar att se till att alla komponenter och system som används i konstruktionen och driften av Noden i Stockholm Norvik Hamn uppfyller de nödvändiga kraven och standarderna.

För att säkerställa att detta genomförs korrekt, bör en plan utarbetas för vilken aktör som är ansvarig för att utfärda respektive EU-försäkran om överensstämmelse och för att CE-märka de relevanta delarna av anläggningen. Detta kan inkludera att utse en särskild ansvarig person eller grupp inom projektteamet för att hantera denna process och se till att alla nödvändiga steg tas.

Denna plan bör inkludera följande steg:

- Identifiera behöriga aktörer: En noggrann bedömning bör göras för att fastställa vilka aktörer som är mest lämpade och behöriga att utfärda EU-försäkningar om överensstämmelse och CE-märkning för de olika delarna av anläggningen. Detta kan innebära att involvera interna eller externa experter med relevant kompetens och erfarenhet.
- Fastställa ansvar och roller: Tydliga ansvarsområden och roller bör tilldelas för att säkerställa en smidig och effektiv hantering av processen för EU-försäkran om överensstämmelse och CE-märkning. Detta kan inkludera att utse en huvudansvarig person eller koordinator som är ansvarig för att samordna och övervaka alla aktiviteter relaterade till denna process.
- Genomförande av överensstämmelsebedömningar: De behöriga aktörerna bör genomföra noggranna överensstämmelsebedömningar för att säkerställa att alla system, aggregat och delar av anläggningen uppfyller de relevanta kraven enligt tillämpliga EU-direktiv och regleringar. Detta kan innefatta att utföra tester, utvärderingar och dokumentation av överensstämmelse.
- Utfärdande av EU-försäkran om överensstämmelse och CE-märkning: När överensstämmelse har bekräftats bör de behöriga aktörerna utfärda de nödvändiga EU-försäkningarna om överensstämmelse och CE-märkningarna för de relevanta delarna av anläggningen. Detta bör göras i enlighet med tillämpliga föreskrifter och standarder och ska dokumenteras noggrant för framtida referens.

26.2.2.7 Konstruktion samtliga discipliner

Konstruktionsarbetet för samtliga discipliner utgår från fastställt underlag från genomförd processdesign av anläggning. Konstruktionsarbetet mellan de tekniska disciplinerna samordnas och ansvarsgränser mellan disciplinerna klarställs. Kvalitetsgranskning sker löpande av leverabler från respektive disciplin.

Mek:

Förfrågningsunderlag för beslutad utrustning samt eventuellt tillhörande material tas fram. Detaljkonstruktion av stål baserad på processdesign och rörkonstruktion. Framtagande av förfrågningsunderlag för material samt entreprenad. Dokumentframställning enligt dokumentlista.

Rör:

Detaljkonstruktionen baseras på processdesign, utrustningslista, budgetofferter samt med bestämda/beslutade rörklasser och programvaror. 3D-review sker i olika steg/faser, eventuella ändringar genomförs. Eventuella spänningsberäkningar utförs och intyg från 3:e partsgranskning erhålls för aktuella ritningar. Framtagande av förfrågningsunderlag för material samt entreprenad.

Dokumentframställning enligt dokumentlista.

El:

Detaljkonstruktion baserad på processdesign och utrustningslista. Dokumentframställning enligt dokumentlista. Framtagande av förfrågningsunderlag för material samt entreprenad.

Instrument:

Detaljkonstruktion baserad på processdesign och P&ID. Dokumentframställning enligt dokumentlista. Framtagande av förfrågningsunderlag för material samt entreprenad.

Automation:

Framtagande av programmeringsunderlag enligt dokumentlista baserat på funktionsbeskrivningar.

Framtagande av förfrågningsunderlag för styrsystem samt programmering.

Bygg/Mark/Arkitekt:

Konstruktionsunderlag och gestaltungsprinciper tas fram anpassat till den aktuella entreprenadformen. Dokumentframställning enligt dokumentlista.

Framtagande av förfrågningsunderlag för material samt entreprenad.

26.2.2.8 Upprätta upphandlingsplan

Baserat på upphandlingsstrategin, plan för CE-märkning och utifrån fastställd omfattning av upphandlingen från utförd projektering bör en upphandlingsplan skapas. Planen detaljerar vilket material samt vilka entreprenader som skall upphandlas samt tidplan för upphandlingarna. Genomförandemodellen beskriver upphandling och inköp vid specifika tillfällen men dessa anpassas för det specifika projektet. Planen fastställer typ av entreprenad samt kontraktsform för respektive upphandling. Planen beaktar både inköp och upphandlingar och beskriver hur upphandlingen skall utföras, ex. vis genom förhandlat förfarande i Lag om upphandling inom försörjningssektorerna (LUF), genom direktupphandling eller inköp via ramavtal. Tankar kring behov och upplägg på försäkring, valutasäkring, betalningsplan och transportvillkor dokumenteras.

26.2.2.9 Genomför designgranskning

En gemensam granskning av anläggningen bör genomföras i flera steg för att säkerställa en omfattande bedömning av dess funktion, kvalitet samt miljö- och arbetsmiljöaspekter. Denna granskning involverar sannolikt representanter från samtliga tekniska discipliner som är delaktiga i projektet för att säkerställa en holistisk bedömning och en bred kompetensbas.

Genom denna tvärvetenskapliga granskning kan potentiella problem identifieras och åtgärdas i ett tidigt skede, vilket minskar risken för förseningar och avvikelser senare i projektet.

BAS-P bör aktivt delta i denna granskningsprocess för att bidra med sin expertis och erfarenhet av arbetsmiljöfrågor. En viktig roll för BAS-P är att identifiera och sammanställa eventuella framtida risker som kan uppstå under driftskedet och som kan behöva utredas ytterligare. Deras insats bidrar till att säkerställa att anläggningen inte bara uppfyller tekniska krav utan också säkerställer att anläggningen kan byggas och brukas på ett arbetsmiljömässigt säkert sätt utifrån gällande lagar och regelverk

Genom denna noggranna och tvärvetenskapliga granskningsprocess kan projektteamet arbeta proaktivt för att lösa eventuella problem och säkerställa att anläggningen är både funktionell och hållbar ur såväl tekniskt som miljömässigt och arbetsmiljömässigt perspektiv.

26.2.2.10 Siteplanering

En noggrann planering av sitens utformning är avgörande för att säkerställa en effektiv och säker drift av projektet. Det inkluderar inte bara placeringen av etableringen utan även utformningen av transportvägar, gångvägar och upplagsplatser för att möjliggöra smidig och säker hantering av material och personal. En viktig del av denna process är att skapa en detaljerad APD-plan (Arbetsplatsdispositionsplan), som tydligt definierar hur siten ska organiseras och utformas för att optimera arbetsflödet och säkerheten.

Vidare är det viktigt att definiera utrymningsvägar och återsamlingsplatser för att säkerställa att alla anställda och besökare kan evakueras säkert i händelse av en nödsituation. Dessutom bör hanteringen av skalskydd och access fastställas för att säkerställa att endast behörig personal har tillgång till kritiska områden och att siten är säkrad mot obehörig åtkomst.

Behovet av utbildning för access bör också fastställas för att säkerställa att personalen är korrekt utbildad i säkerhetsprotokoll och procedurer för att minimera risker och maximera effektivitet på siten. Hanteringen av godsmottagning är också av stor vikt och måste tydligt definieras för att säkerställa att material levereras och tas emot.

Slutligen bör behovet av försäkringar för siten också fastställas för att säkerställa att projektet är ordentligt skyddat mot potentiella risker och skador. Genom en noggrant planerad siteplanering kan man säkerställa att siten är effektivt och säkert utformad för att möta projektets behov och mål på ett optimalt sätt.

26.2.2.11 Uppdatera byggbarhetsanalysen

Man bör bygga vidare och uppdatera byggbarhetsanalysen som gjordes i förprojekteringen. Detta bör alltså omfatta Fysiska parametrar och resurser, tidplan och logistik, miljö och arbetsmiljöaspekter samt tillfällig utrustning och resursbehov.

26.2.2.12 Granskning av 3:e part

Konstruktionsgranskning bör ske av 3:e part. Kontakt bör tidigt tas med 3:e part för att förankra konceptet och planera för kommande engagemang från 3:e part i genomförande.

26.2.2.13 Genomför riskanalys utförande & drift

I detalj är det avgörande att utföra en noggrann riskanalys för både utförande och drift för att säkerställa en säker och effektiv process i hamnen. Bas-P, som sammanställer och leder riskanalysen, sammankallar samtliga discipliner för att bidra med sin expertis. Syftet är att identifiera och bedöma risker ur ett arbetsmiljöperspektiv som är förknippade med både projektets genomförande och den efterföljande driftsfasen.

Genom att samla alla discipliner och expertisområden kan man få en omfattande förståelse för de potentiella riskerna och farorna som kan uppstå under olika faser av projektet. Detta inkluderar risker relaterade till arbetsmiljö, hälsa och säkerhet, såväl som miljömässiga risker som kan påverka både personal och omgivande miljö.

26.2.2.14 Upprätta miljöplan

Miljöplan bör upprättas efter de specifika projektförutsättningar avseende miljö, samt hur dessa ska uppfyllas under utförandefasen. Miljöplanen biläggs förfrågningsunderlaget.

26.2.2.15 Säkerställ godkända tillstånd myndigheter

Säkerställ att ansökan har resulterat i godkänd ändringstillstånd och att projekteringen och upphandling kan fortgå utifrån detta perspektiv. Då handläggningstiden, inklusive prövning där intressenter ges möjlighet till yttranden, är ca. ett år bör man lämna in ansökan med tidsmarginal för när detaljprojekteringen planeras vara klar. De frågor kopplade till tillstånd och detaljplan som kommer behöver lösas ut är:

- Tillstånd för miljöfarlig verksamhet ed klassningen B-verksamhet för att bedriva Nod för koldioxid.
- Tillåtelse att upprätta framtida Nod för koldioxid inom området med planbestämmelsen "hamn".
- Tillåtelse att ta bort eller justera planbestämmelser i södra delen av hamnen där Noden är föreslagen att placeras.
- Tillåtelse att flyta fornlämning.
- Eventuellt ändringstillstånd för vattenverksamhet för utformning av kajer 1, 8 och 9.
- Tillåtelse att förvärva eller bruka kommunal mark söder om hamnen
- Ändringstillstånd att hantera våtbulk/koldioxid.

Mer djupgående information finns att hämta i AP5:s rapport om tillståndsprocessen, kapitel "Samlad bedömning" (AP5 Fördjupad analys av tillståndsprocesser, 2024).

26.2.2.16 Sammanställ förfrågningsunderlag

Tekniska underlag från detaljprojekteringen ska sammanställs till respektive förfrågningsunderlag. Ramhandlingar sammanställs för upphandling av totalentreprenader. Bygghandlingar sammanställs för upphandling av utförandeentreprenader. De tekniska underlagen tillsammans med de kommersiella villkoren (AF-del) bildar ett komplett förfrågningsunderlag. Sträva efter att använda lämpliga standardavtal för respektive upphandling. Sammanställ generiskt underlag vilket beskriver projektets generella krav avseende dokumenthantering, märkstandard för objekt i anläggningen, eventuella tekniska standarder, rutiner och säkerhetskrav vid arbete på site etc.

26.2.2.17 Uppdatera tidplan

Tidplanen för genomförandet ska detaljeras och anpassas beroende på aktivitet och entreprenadform. Slutsatser från byggbarhetsanalys samt uppgifter från kontakt med entreprenörer arbetas in i tidplanen. Projektets avslutningsfaser planeras.

26.2.2.18 Upprätta kontrollbudget

Utifrån offerter och underlag från detaljprojekteringen ska man precisera budgeten till en kontrollbudget vilken kommer användas som referens under det fortsatta projektet.

26.2.2.19 Upphandling utrustning

Utrustning upphandlas enligt upphandlingsplan och framarbetade förfrågningsunderlag. Betalningsplaner tas fram som bygger vidare på kostnadskalkylerna som föreslogs från (AP3 Energi, koldoxid och kostnader, 2024).

26.2.2.20 Upphandling entreprenad

Entreprenader upphandlas och kontrakteras enligt upphandlingsplan och framarbetade förfrågningsunderlag. Betalningsplaner tas fram.

26.2.2.21 Dokumentleverans enligt lista

Leverabler enligt fastställd dokumentleveranslista sammanställs. Säkerställ att leverantörens egenkontroll är utförd, leverabeln har rätt version / revision samt att leverabeln är formellt frisläppt.

26.2.2.22 Uppdatera projektplan

Projektplanen uppdateras och detaljeras för nästa fas utifrån kunskap från aktiviteter från detaljprojekteringen.

26.2.3 Investeringsbeslut

Utifrån budget från förprojektering, reserveras investeringsmedel för det totala projektgenomförandet. Investeringsbeslutet fattas inför beslut om upphandling av entreprenader och utrustning. Investeringsbeslut bör fattas utifrån att samtliga förutsättningar för projektgenomförandet är säkrade.

Investeringsbeslutet avser att fasen kan avslutas om dessa krav uppfylls:

1. Projektplan, detaljerad för nästa fas, framtagen
2. Kontrollbudget framtagen
3. Tidplan framtagen
4. Designgranskning genomförd
5. Intyg från 3.e part erhållna
6. Risklista för utförande- och driftskede framtagen
7. Arbetsmiljöplan framtagen
8. Projektrisklista uppdaterad
9. APD-plan framtagen
10. Tillstånd från myndigheter erhållna
11. Framtagen transportlösning

12. Utrustning upphandlad enligt upphandlingsplan
13. Entreprenader upphandlade enligt upphandlingsplan

27 Projektfas 4 – Realisering av valda systemlösningar

I Projektfas 4 kommer själva realiseringen av Noden för koldioxid ske. Detta kapitel kommer att beskriva de tre delfaserna som realiseringen innehåller och dessa är **Genomförande (förberedelse)**, **Genomförande (utförande)** och **Drift & Överlämning**.

27.1 Genomförande (förberedelser)

Aktiviteter bör samplaneras mellan entreprenörer och anläggningens verksamhet. Detaljerad installationstidplan tas fram. Tillverkning och leverans av utrustning säkerställs. Etablering på site samt upprättande av KMA-rutiner. Formell överlämning från BAS-P till BAS-U. Utbildningsmaterial tas fram. Målet med denna del av fasen är att förbereda för själva bygget. Projektet och siteen är slutligen redo för att påbörja aktiviteter enligt etappen Utförande. En schematisk bild på alla huvudaktiviteter finns att se i Bilaga 3.

27.1.1 Huvudaktiviteter projektägare – Genomförande (förberedelser)

27.1.1.1 Definiera styrgrupp

Projektägare bör sätta samman relevant styrgrupp för genomförandet.

27.1.1.2 Beslut påbörja bygg/montage

Projektägaren bör fatta det slutgiltiga beslutet att inleda själva åtgärderna i anläggningen. Beslutet föregås av att projektet redovisar att de är redo att utföra åtgärderna. Projektägaren säkerställer med parallella verksamheter att det är lämpligt att påbörja åtgärderna. Detta kommer i slutet av förberedelsen.

27.1.2 Huvudaktiviteter projektgrupp – Genomförande (förberedelser)

27.1.2.1 Detaljerad tidplan utförande

Tidplanen för åtgärderna i anläggningen bör i detta steg detaljeras. Ingrepp i anläggningen sker ofta under tidspress och tidplanen för utförandet skall vara detaljerad och förankrad hos berörda aktörer samt potentiellt berörda verksamheter. Parallella projekt, underhållsverksamhet och eventuell drift av delar av övriga anläggningen beaktas. Önskvärt är att all verksamhet på anläggningen vid genomförandet sammanställs i en huvudtidplan för att identifiera samband. Tidplanen detaljeras succesivt under hela etappen Förberedelser.

27.1.2.2 Upphandling material

Montagematerial och icke-kritisk utrustning med kort leveranstid upphandlas, i detta sena skede, enligt upphandlingsplan. Vanligt är även att denna typ av material inkluderas i upphandlade entreprenader.

27.1.2.3 Samordning projekt - övrig verksamhet

Projektets aktiviteter bör samplaneras med övrig verksamhet, exempelvis parallella projekt, underhållsverksamhet och eventuell drift av delar av anläggningen. Önskvärt är att all verksamhet på anläggningen vid genomförandet sammanställs i en huvudtidplan för att identifiera samband. Samordningen mellan projektet och övrig verksamhet fortgår genom hela fasen.

27.1.2.4 Upprätta förhandsanmälan

Förhandsanmälan ska vara Arbetsmiljöverket tillhanda innan arbeten påbörjas.

27.1.2.5 Verifiera resurser

Tillgång till de sedan tidigare planerade och upphandlade resurserna bör vara säkerställt. Resurserna avser exempelvis personal i projektorganisationen, i beställarorganisation samt individer i entreprenörernas organisationer. Med resurser avses även tillfällig försörjning av media, elkraft och ventilation. Tillfälliga arrangemang för avfallshantering, lyfttjänster samt hyrmaskiner säkerställs.

27.1.2.6 Utför tillverkningskontroll & FAT

För komplex utrustning och kritiska leveranser bör framdrift säkerställas och kvalitet genom kontakt med eller besök hos tillverkare. Eventuellt utförs Factory Acceptance Test (FAT) före leverans. FAT kan inkludera olika typer av funktionsprover på utrustning samt säkerställande av komplett tillverkningsdokumentation. Leverans till kund kan villkoras mot godkänd FAT.

27.1.2.7 Upprätta kommunikationsplan

Intressenter identifieras och informationsflöden till och eventuellt från dessa bör klarställs. Ur planen framgår syftet med kommunikationen, vilken typ av information som skall kommuniceras, hur ofta och på vilket sätt kommunikationen sker.

27.1.2.8 Upprätta arbetsmiljödokumentation

Arbetet med upprättande av risklista avseende kvarvarande risker i drift- och underhållsskede bör påbörjas här.

27.1.2.9 Upprätta utbildningsplan

Projektets påverkan på anläggningens organisation klarställs. Roller och individer som behöver utbildning i den nya utrustningen och de nya systemen identifieras. En utbildningsplan för att nå dessa individer upprättas. Kurstillfällen planeras in och kursledare säkras.

27.1.2.10 Logistikplanering

En plan tas fram avseende transportvägar för materialtransporter, upplagsytor samt förråds- och verktygsutrymmen.

27.1.2.11 Sammanställ montagepaket

Aktiviteterna som skall utföras är ordnade i lämpliga paket beaktande bland annat behov av avställningar i befintlig anläggning, fysisk plats i anläggningen, typ av arbete, risk samt omfattning. Arbetstillstånd för paketen är förberedda. Handlingar för montagepersonal / utförare sammanställs nu i montagepaket. Montagepaketen inkluderar bygghandlingar i form av ritningar och dokumentation på utrustning som skall installeras.

27.1.2.12 Överlämning BAS-P till BAS-U

Överlämning av samordningsansvar för utförande samt arbetsmiljöplan bör göras. Överlämningen ska protokollföras och signeras av handläggare för Bas-P respektive Bas-U.

27.1.2.13 Upprätta drift & underhållsinstruktioner

Instruktioner för framtida drift och underhåll upprättas och förankras med anläggningens personal. Godkända driftinstruktioner är ofta ett villkor för driftsättningen av anläggningen.

27.1.2.14 Siteetablering

Utöver etableringen av byggbodar och anslutningen av el, vatten och avlopp är siteetablering en viktig del att säkerställa att arbetsplatsen är säker, organiserad och tillgänglig för personalen. För att minimera risken för olyckor och skador är det nödvändigt att installera skyddsåtgärder såsom skalskydd eller skyddsstaket runt arbetsområdet. Dessa åtgärder bidrar till att avgränsa arbetsområdet och förhindra obehörig åtkomst, vilket är avgörande för att säkerställa säkerheten för både arbetare och allmänheten.

Utöver fysiska barriärer såsom skyddsstaket är det också viktigt att installera passergrindar för att reglera och övervaka tillträdet till arbetsplatsen. Genom att ha tydliga kontrollpunkter för in- och utpassage kan man säkerställa att endast behörig personal har tillgång till arbetsplatsen, vilket är avgörande för att upprätthålla säkerheten och ordningen på platsen.

27.1.2.15 Planera utcheckning

Kvalitetskontroll av utfört arbete och slutgiltig utcheckning planeras. Planen beskriver vilka kontroller / egenkontroller som skall utföras och vem som utför och närvarar. Förväntad dokumentation från respektive kontroll specificeras. Planeringen av utcheckningen är en avgörande fas för att säkerställa att det utförda arbetet uppfyller de nödvändiga kvalitetsstandarderna och kraven innan projektet avslutas. Här är det viktigt att planera och genomföra en omfattande kvalitetskontroll av det utförda arbetet för att säkerställa att alla detaljer är korrekt utförda och överensstämmer med de förväntade standarderna.

En noggrann plan för utcheckningen bör inkludera specifika kontroller och egenkontroller som ska utföras, samt klargöra vem som ansvarar för varje kontroll och närvarar vid genomförandet. Det är också viktigt att specificera den förväntade dokumentationen som krävs från varje kontroll för att säkerställa spårbarhet och bevis på att kraven har uppfyllts.

27.1.2.16 Upprätta miljösamordnings-rutiner

Upprättandet av miljösamordningsrutiner är en viktig åtgärd för att säkerställa att miljöaspekter och arbetsmiljö beaktas och hanteras på ett effektivt sätt under projektets genomförande. Dessa rutiner bör omfatta olika områden såsom kemikaliehantering, säkerhetsintroduktion och tillträde till arbetsplatsen, samt hantering av spill och andra nödsituationer.

För att säkerställa att KMA-arbetet är effektivt och följer gällande bestämmelser och riktlinjer är det viktigt att rutinerna upprättas och implementeras i samråd med platsledningen och andra relevanta parter. Genom att involvera platsledningen kan man säkerställa att KMA-rutinerna är anpassade till de specifika förhållandena och behoven på arbetsplatsen samt att det finns tillräckligt stöd och resurser för att genomföra dem på ett effektivt sätt.

27.1.2.17 Startmöte entreprenörer

Startmöte med entreprenörer bör hållas på site. Genomgång av bland annat säkerhetsrutiner, tillträdesrutiner, mötesrutiner, parallella aktiviteter, hantering av arbetstillstånd, organisation och kontaktvägar bör ske.

27.1.2.18 Verifiera leveranser/godsmottagning

När beställd utrustning anländer till site eller upplagsplats bör en strukturerad godsmottagning och senare godsutlämning finnas säkerställd. Mottagningskontrollen beaktar bland annat vilken utrustning som anländer och jämför med beställning, skick på utrustning samt säkerställer att specificerad dokumentation är bifogad.

27.1.2.19 Planera driftsättning & överlämnande

Driftsättningen av anläggningen sker strukturerat och stegvis enligt förutbestämd plan. Planen beskriver sekvens och typ av prover på servicesystem, delsystem i anläggningen och slutligen driftsättningen av den kompletta anläggningen. Resurser och förutsättningar för de olika aktiviteterna beskrivs i planen.

27.2 Genomförande (utförande)

I detta kapitel beskrivs det andra steget av själva genomförandet av bygget. En schematisk bild på alla huvudaktiviteter finns i Bilaga 4.

27.2.1 Huvudaktiviteter projektägare – Genomförande (utförande)

27.2.1.1 Beslut påbörja bygg/montage

Projektägaren fattar det slutgiltiga beslutet att inleda själva åtgärderna i anläggningen. Beslutet föregås sannolikt av att projektet redovisar att de är redo att utföra åtgärderna. Projektägaren säkerställer med parallella verksamheter att det är lämpligt att påbörja åtgärderna.

27.2.1.2 Återkommande avrapportering styrgrupp

Projektgruppen och styrgruppen bör hålla kontakt enligt upplägg vilket överenskommit inför fasen. Upplägget beskriver bland annat vilken information som projektet skall presentera och hur ofta avrapporteringarna skall ske. Kontaktväg för projektet gentemot styrgruppen / Projektägaren vid akuta ärenden klarställs. Styrgruppen informeras löpnade om status i genomförandet. Bland annat framdrift, kostnad och betydande avvikelser i kvalitet, miljö samt arbetsmiljö rapporteras.

27.2.2 Huvudaktiviteter projektgrupp – Genomförande (utförande)

27.2.2.1 Bygg-/montageaktiviteter

I begreppet Bygg och montage avses utförande av alla de fysiska åtgärder som projektet syftar till att genomföra. Aktiviteten Bygg och montage löper parallellt med övriga aktiviteter vilka syftar till att på olika vis stödja och följa upp bygg och montageaktiviteterna.

27.2.2.2 Uppföljning kostnad & framdrift

Framdriften i åtgärderna bör följas kontinuerligt upp under genomförandet. Vid morgonmöten eller liknande återkommande möten, alternativt separata tidplanemöten rapporterar entreprenörer framdrift för sina aktiviteter. Framdriften i en aktivitet kan beskrivas som färdigställandegrad i procent. Tidplanen uppdateras succesivt och konsekvenser av eventuella förseningar och tillkommande alternativt avgående aktiviteter klarställs.

27.2.2.3 Utför kvalitetskontroller

Olika typer av kvalitetskontroller bör utföras och dokumenteras under fasen för att säkerställa utförandet gentemot bygghandlingar och gällande normer och lagar. Egenkontroller av utförande entreprenör, 3e partskontroll samt leverantörsgodkännande av maskininstallation är exempel på olika typer av kvalitetskontroller av olika aktörer. De olika tekniska disciplinerna har sina unika kontroller för att säkerställa funktion och säkerhet för ex vis ett rörsystem, en pumpinstallation, en ny mätkrets eller ett komplett styrsystem. För vissa typer av installationer kan denna fas inkludera SAT (Site Acceptance Test).

27.2.2.4 Uppföljning/hantering miljö

Regelbundna miljöronder bör genomföras, ofta i samråd med projektägarens miljöansvarige. Miljöronder protokollförs. Ansvarig för miljöronder är platschef alternativt utsedd miljösamordnare inom projektet.

27.2.2.5 Arbetsmiljösamordning BAS-U

Bas-U har det övergripande ansvaret för arbetsmiljösamordningen på byggarbetsplatsen för att förebygga risker och undvika olycksfall. Bas-U ska delta i planeringen av arbetet och se till att gemensamma arbetsmiljösynpunkter beaktas när arbetsmetoder och arbetsutrustning väljs, när olika arbeten samplaneras och när tidsplanering görs. Bas-U ansvarar för att arbetsmiljöplanen finns tillgänglig för samtliga inom projektet, samt tillser att den hålls kontinuerligt uppdaterad.

27.2.2.6 Genomför operatörsutbildning

Utbildning kring nya eller påverkade system och utrustning bör hållas för driftpersonalen. Utbildningen ges av projektet, entreprenör eller leverantör till projektet. Inför driftsättningen skall driftpersonalen vara utbildad och erforderlig dokumentation för drift framtagen.

27.2.2.7 Bevakning kontrolldokumentation

Kontrolldokumentation för den specifika produkten, montaget eller installation bör sammanställas av leverantören eller entreprenören. Omfattningen av kontrolldokumentation varierar kraftigt utifrån kravbild. Kontrolldokumentationen är ofta en förutsättning för kommande godkännanden av exempelvis tredjeparts organ och utfärdande av EU-försäkran om överensstämmelse

Det ligger i projektets intresse att bevaka och säkerställa leverantörens eller entreprenörens successiva framtagande av kontrolldokumentationen.

27.2.2.8 Genomför riskbedömning - utförande

Varje entreprenör ansvarar för att riskbedömningar genomförs för arbetsmoment som innefattar någon form av risk för egna medarbetare eller övriga personer på byggarbetsplatsen. Bas-U granskar riskbedömningen före entreprenören påbörjar arbetsmomentet.

27.2.2.9 Genomför skyddsronder

Bas-U ska ansvara för att skyddsronder genomförs och följs upp på regelbunden basis.

27.2.2.10 Förbesiktning

Förbesiktning av delar eller hela installationen utförs i syfte att tidigt identifiera eventuella avvikelser relativt avtalet. Besiktningen utförs och dokumenteras av Projektägaren eller av Projektägaren anlitad sakkunnig. Avvikelser förs upp på en lista, punsch-list, och grupperas utifrån avvikelsen art och allvarlighetsgrad.

27.2.2.11 Hantering avvikelser punch-lista

Avvikelser behöver hanteras strukturerat för att värdera hur dessa påverkar projektet och anläggningen i sin helhet. Korrigering åtgärder behöver eventuellt värderas utifrån ett brett perspektiv för att säkerställa att rätt åtgärder vidtas. Utifrån projektets perspektiv är det viktigt att fastställa hur avvikelser påverkar tidplan, kostnad och projektets leverans.

27.2.2.12 Sammanställ as-built underlag

Utförd installation kontrolleras relativt bygghandlingarna. Avvikelser, exempelvis mått, rödmarkeras på ritningen.

27.2.2.13 Slutbesiktning

En slutbesiktning utförs vilken syftar till att fastställa om installationen är avtalsenlig. Slutbesiktningen avser den fysiska installationen medan anläggningens funktion verifieras genom provdrift. Slutbesiktningen utförs och dokumenteras av Projektägaren eller av Projektägaren anlitad sakkunnig. Ur besiktningsprotokollet framgår Projektägarens uppfattning kring eventuella avvikelser alternativt att installationen i sin helhet är avtalsenlig.

27.2.2.14 Uppdatera tidplan

Tidplanen för nästkommande fas, Driftsättning och överlämning, detaljeras. Projektets avslutande fas planeras övergripande.

27.2.2.15 Uppdatera kontrollbudget

Vid behov uppdateras kontrollbudgeten som omfattar resterande faser i projektet.

27.2.2.16 Dokumentleverans enligt lista

Leverabler enligt fastställd dokumentleveranslista bör sammanställas. Egenkontroll utförs i enlighet med granskningskriterier för dokument. Rutin för godkännande av dokument följs.

27.2.2.17 Påbörja avetablering site

Bygg och montageaktiviteterna är slutförda och den stora numerären med arbetskraft har lämnat. Siteorganisationen bör anpassas för kommande driftsättning och omfattning av bodar och tillfälliga arrangemang anpassas för kommande fas.

27.2.2.18 Uppdatera projektplan

Projektplanen uppdateras och detaljeras för Driftsättning & Överlämning utifrån kunskap från aktiviteter i fasen Genomförande.

27.2.3 Beslutspunkt 2

Projektledaren ansöker till Projektägaren om att stänga fasen och visar genom uppfyllandet av nedanstående checklista att fasen Genomförande är slutförd. Beslutspunkten avser att fasen kan stängas.

1. Projektplan, detaljerad för Driftsättning & Överlämning framtagen
2. Kontrollbudget framtagen
3. Tidplan framtagen med kritisk linje
4. Slutbesiktning genomförd och eventuella avvikelser är värderade utifrån möjlighet att gå vidare till Driftsättning & Överlämning
5. Operatörsutbildning är genomförd
6. Plan för driftsättning är framtagen

27.3 Driftsättning & Överlämning

Driftsättning och prover på system utförs och dokumenteras succesivt tills den kompletta anläggningen är driftsatt. Projektledaren ska vägleda uppstarten och avhjälp eventuella problem med installationen. Intrimning av anläggningen, provdrift samt eventuella prestandaprov utförs. Anläggningen överlämnas från projektet till Projektägaren då den har påvisats ha de driftegenskaper och det skick som avtalats om. Garantiperiod inleds. Projektägarens driftorganisation ansvarar för driften efter övertagandet. Ansvaret för projektets omfattning överlämnas till Projektägaren. En schematisk bild av driftsättning & överlämning finns att se i Bilaga 5.

27.3.1 Huvudaktiviteter projektägare – Driftsättning & Överlämning

27.3.1.1 Beslut påbörja driftsättning

Utifrån passerad BP2 visar projektet att omfattningen är redo för driftsättning. Styrgruppen som även överblickar andra aktiviteter på anläggningen, ex vis underhållsarbeten och parallella projekt, fattar beslut om när driftsättningen kan påbörjas.

27.3.1.2 Återkommande avrapportering styrgrupp

Projektet och styrgruppen bör hålla kontakt enligt upplägg vilket överenskommit inför fasen. Upplägget beskriver bland annat vilken information som projektet skall presentera och hur ofta avrapporteringarna skall ske. Kontaktväg för projektet gentemot styrgruppen / Projektägaren vid akuta ärenden klarställs. Styrgruppen informeras löpande om status i genomförandet. Bland annat framdrift, kostnad och betydande avvikelser i kvalitet, miljö samt arbetsmiljö rapporteras.

27.3.1.3 Beslut påbörja provdrift

Inledande funktionsprover på anläggningens delsystem är utförda, utvärderade och godkända för driftsättning av anläggningen i sin helhet. Projektägaren säkerställer med parallella verksamheter att det är lämpligt att inleda provdrift och fattar beslut om att driftsätta anläggningen i sin helhet.

27.3.1.4 CE-märkning

EU-försäkran om överensstämmelse skall utfärdas för enskilda system, aggregat, del av anläggningen eller anläggningen i sin helhet för berörda direktiv. Systemen, aggregaten, del av anläggning eller hela anläggningen skall CE-märkas. EU-försäkran om överensstämmelse kan utfärdas då den nödvändiga dokumentationen finns sammanställd. Hanteringen av EU försäkran om överensstämmelse / CE-märkning utförs enligt framtagen plan. Anläggningsägaren är en tänkbar aktör för att teckna EU-försäkran om överensstämmelse för del av anläggningen eller anläggningen i sin helhet.

27.3.1.5 Överlämnande

Anläggningen överlämnas från projektet till Projektägaren då den påvisats ha de driftegenskaper och det skick som avtalats om. Projektägarens driftorganisation ansvarar för driften efter övertagandet. Ansvaret för projektets omfattning överlämnas till Projektägaren.

Beträffande underhållsaktiviteter och åtgärder i anläggningen under garantitiden skall projektets leverantörer involveras för att inte riskera att garantierna äventyras.

Kontrollpunkter vid överlämnande:

- Provdrift genomförd och eventuella avvikelser är värderade utifrån möjlighet att överlämna anläggningen till Projektägaren.
- Eventuella prestandaprover och miljömätningar är genomförda och resultaten är värderade utifrån möjlighet att överlämna anläggningen till Projektägaren.
- Driftinstruktionerna är upprättade och beskriver anläggningen som den överlämnas till Projektägaren.
- Restpunkterna är sammanställda och värderade utifrån möjlighet att överlämna anläggningen till Projektägaren.

27.3.2 Huvudaktiviteter projektgrupp – Driftsättning & Överlämning

27.3.2.1 Förbered tillfälliga arrangemang/mätningar

Tillfälliga arrangemang för driftsättning av anläggningen arrangeras. Ex vis tillfällig mediaförsörjning med önskad kapacitet och kvalitet för fyllande av system för första gången. Avfallshantering för media som skall kasseras. Uppstartsfiler i system. Tillfälliga mätningar arrangeras för att utvärdera processen under driftsättning och intrimning.

27.3.2.2 Basläggning system

Processystemen förbereds för att kunna ta emot media. Rätt flödesvägar för de inledande aktiviteterna arrangeras. Drän och avluftningar ställs i önskat läge.

27.3.2.3 Säkerställ förutsättningar för driftsättning

Funktion på servicesystem säkerställs. Exempelvis vis tryckluft / instrumentluft, el, ventilation etc. Eventuella system i anläggningen uppströms och nedströms projektets omfattning förbereds för driftsättningen. Säkerställ att berörd personal är tillgänglig och uppdaterad, ex vis skiftlag, driftsättare samt nyckelroller från projektorganisationen och Projektägare.

27.3.2.4 Säkerställ underlag för CE-märkning

Den kompletta dokumentationen som ligger till grund för CE-märkning / Intyg om överensstämmelse levereras sannolikt som slutdokumentation sent i projektet. Inför driftsättning, eventuellt med farligt media och höga tryck samt temp, måste projektet kunna påvisa att installationen är säker. Valda delar av underlaget för Intyg om överensstämmelse påvisar att installationen är säker.

27.3.2.5 Riskanalys driftsättning

Beroende på typ av anläggning och komplexitet på utförda åtgärder bör genomföra en eller flera riskanalyser för att identifiera och kvantifiera potentiella risker relaterat till driftsättningen av enskilda system eller hela anläggningen.

27.3.2.6 Funktionsprover med media per system

Driftsättningen av anläggningen sker stegvis enligt förutbestämd plan. Om möjligt säkerställs funktion i delsystemen före anläggningen i sin helhet driftsätts.

27.3.2.7 Hantering avvikelser

Vid funktionsprover, intrimning samt provdrift observeras sannolikt avvikelser i projektets leverans alternativt i angränsande anläggning. Avvikelserna och korrigerande åtgärder hanteras strukturerat för att värdera hur dessa påverkar projektet och anläggningen i sin helhet. Åtgärder behöver värderas utifrån ett brett perspektiv för att säkerställa att rätt åtgärder vidtas.

27.3.2.8 Start garantitid

Start på garantiperiod och hantering av garantitiden vid eventuella störningar i projektgenomförandet definieras i avtal för respektive utrustning eller leverans. För leverans av system eller större installationer är det vanligt att knyta starten till påvisade driftegenskaper och skick enligt avtal. Vid leverans av enskilda komponenter är det vanligt att garantitiden startar då montaget utförts eller driftsättning påbörjats. Formellt underlag upprättas vilket delas mellan leverantör och projekt i samband med att garantitiden startar.

27.3.2.9 Intrimning med media

Anläggningen driftsätts i sin helhet och de samverkande systemen trimmas in. Reglerparametrar och sättvärden justeras samt fysiska injusteringar utförs i syfte att uppnå funktion och stabilitet i processen. Slutmålet med intrimningen är en anläggning som förväntas uppfylla de avtalade driftegenskaperna vilka skall påvisas i efterföljande provdrift.

27.3.2.10 Provdrift

Provdrift bör utföras i syfte att påvisa att anläggningen har de driftegenskaper som den enligt avtalet skall ha vid övertagandet. Provdriften utförs utifrån förutbestämt program där typ av prov och acceptanskriterier framgår. SAT (Site Acceptance Test) kan utföras på kompletta system eller leveranser.

27.3.2.11 Provleverans till slutkund

I förekommande fall produceras och levereras produktprover i ett tidigt skede för verifiering av Projektägarens slutkund.

27.3.2.12 Överlämning risklista arbetsmiljödokumentation

Bas-P ansvarar för att risklista avseende kvarvarande arbetsmiljörisiker samt hur dessa risker minimeras finns framtagen samt att den överlämnas till Projektägaren. Identifierade risker avser driftsskede samt underhållsarbeten.

27.3.2.13 Prestandaprov & miljömätningar

Prestandaprov och miljömätningar lyfts fram som särskilda aktiviteter utöver provdriften. Prestandaprov syftar ofta till att kvantifiera kapacitet, verkningsgrad eller kvalitet på slutprodukt. Miljömätningar avser fastställa emissionsnivåer och påvisa att uppsatt kravbild uppnås. Eventuellt är avtalet skrivet så att resultat från prestandaprov eller miljömätning är kopplat till bonus utifrån överenskomna utvärderingskriterier.

27.3.2.14 Sammanställ restpunkter och avvikelser

Projektet samt anläggningsägaren är båda intresserade av att projektet färdigställer sina åtaganden inom uppställda tids- och kostnadsramar. Eventuella avvikelser relativt projektdirektiv och avvikelser relativt avtal med leverantör skall sammanställas och beaktas vid övertagande och det kommande projektavslutet.

27.3.2.15 Verifiera driftinstruktioner

Driftinstruktionerna tas fram inför fasen Driftsättning och överlämning och finns som stöd under fasens aktiviteter. Under de olika driftsättningsaktiviteterna kommer justeringar utföras i mjuk och hårdvara. Driftinstruktionerna behöver sannolikt uppdateras utifrån utförda intrimningar och anpassningar så att de beskriver anläggningen som den överlämnas till driftorganisationen.

27.3.2.16 Upprätta relationshandlingar

Anläggningen är byggd, driftsatt och intrimmad. As-built underlag samt underlag från intrimningen, tex parametrar i styrsystem, nyttjas för att upprätta de överenskomna relationshandlingarna. Relationshandlingarna beskriver anläggningen så som den överlämnas till kunden. Relationshandlingar tas fram av totalentreprenören alternativt projektören i fallet med delad entreprenad.

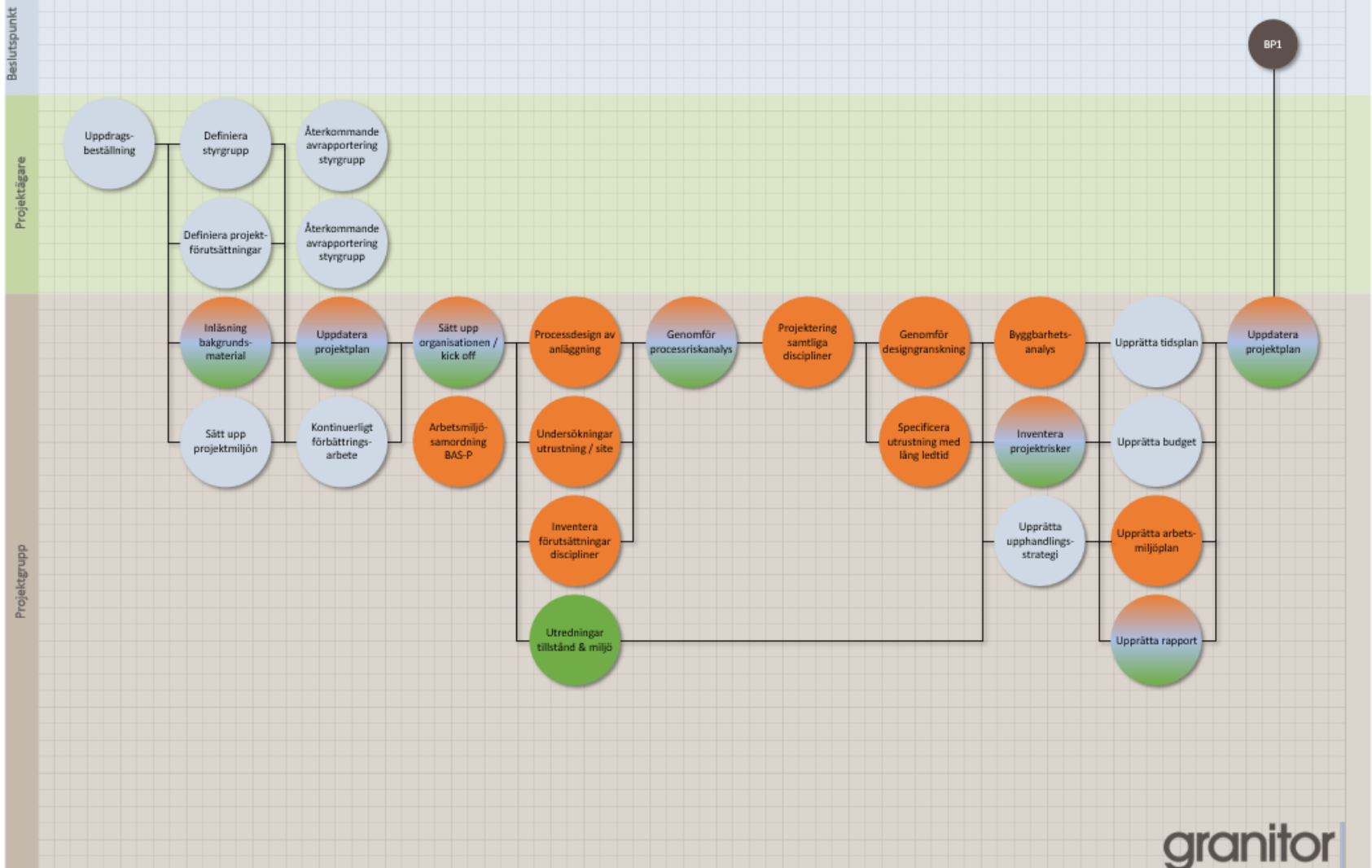
28 Avslut

Avslutningsvis återstår det några viktiga steg för att slutföra projektet:

- Anläggningen bör verifieras för driftegenskaper och skicket ska vara enligt överenskomna kriterier.
- Presentera slutrapport för styrgrupp.
- Arbeta fram förslag för hantering av eventuella restpunkter och avvikelser och förankra de med beställaren
- Ansök om att officiellt få avsluta projektet.

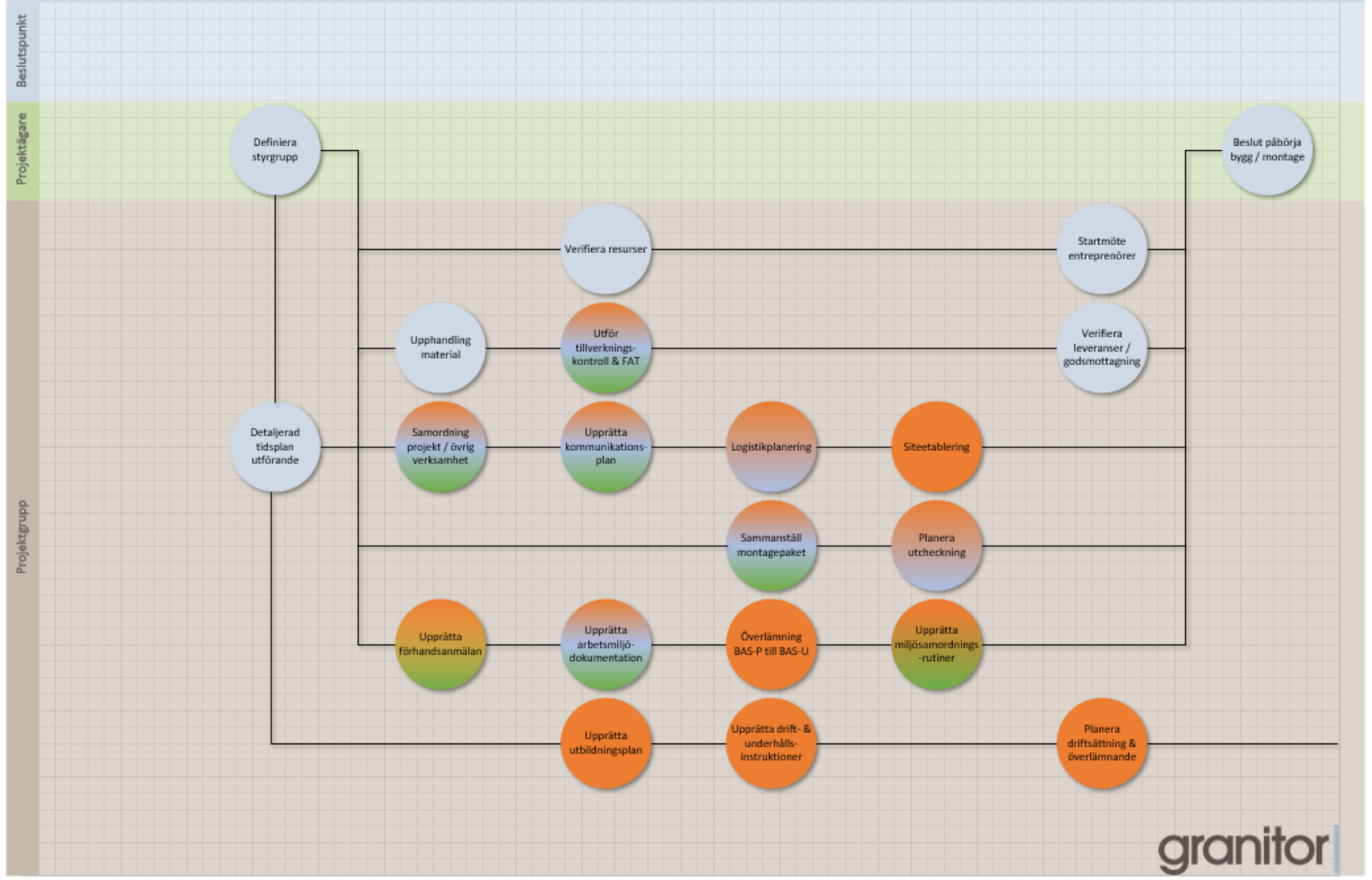
Referenser

- (2024). *AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn*. RISE Research Institute of Sweden.
- (2024). *AP3 Energi, koldoxid och kostnader*. Stockholm: Profu.
- (2024). *AP4 Affärsmodell för vald/valda systemlösningar*. Stockholm: Spinverse.
- (2024). *AP5 Fördjupad analys av tillståndsprocesser*. Stockholm: Granitor Aenigma.
- (2024). *AP5 Riskhantering med tillhörande handlingsplan*. Göteborg: Granitor Aenigma.
- IDESA. (2024). *Carbon capture*. Hämtat från <https://www.idesa.net/carboncapture-storage-en.html>
- Industriklivet*. (2024). Hämtat från <https://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/forskning/industri/industriklivet/>
- Naturvårdsverket. (den 11 10 2023). *Naturvårdsverket*. Hämtat från Handläggningstid för miljötilståndsprövning: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/miljobalken/handlaggningstid-for-miljotillstandsprovning/#E2083036906>
- Northern Lights*. (2024). Hämtat från Webinar on updated CO2 specifications for the Northern Lights value chain: <https://norlights.com/news/webinar-on-updated-co2-specifications-for-the-northern-lights-value-chain/>
- Sea-web Ships. (den 11 januari 2024). *Maritime and Trade: Commercial Maritime Solution | IHS Markit*. (S&P Global) Hämtat från S&P Global Homepage | S&P Global: <https://maritime.ihs.com/>



Alla huvudaktiviteter är uppdelade i tre kategorier. De som har olika färger omfattar flera stycken kategorier. Dessa är:

- Teknikinriktat
- Affärsinriktat
- Tillståndsinriktat

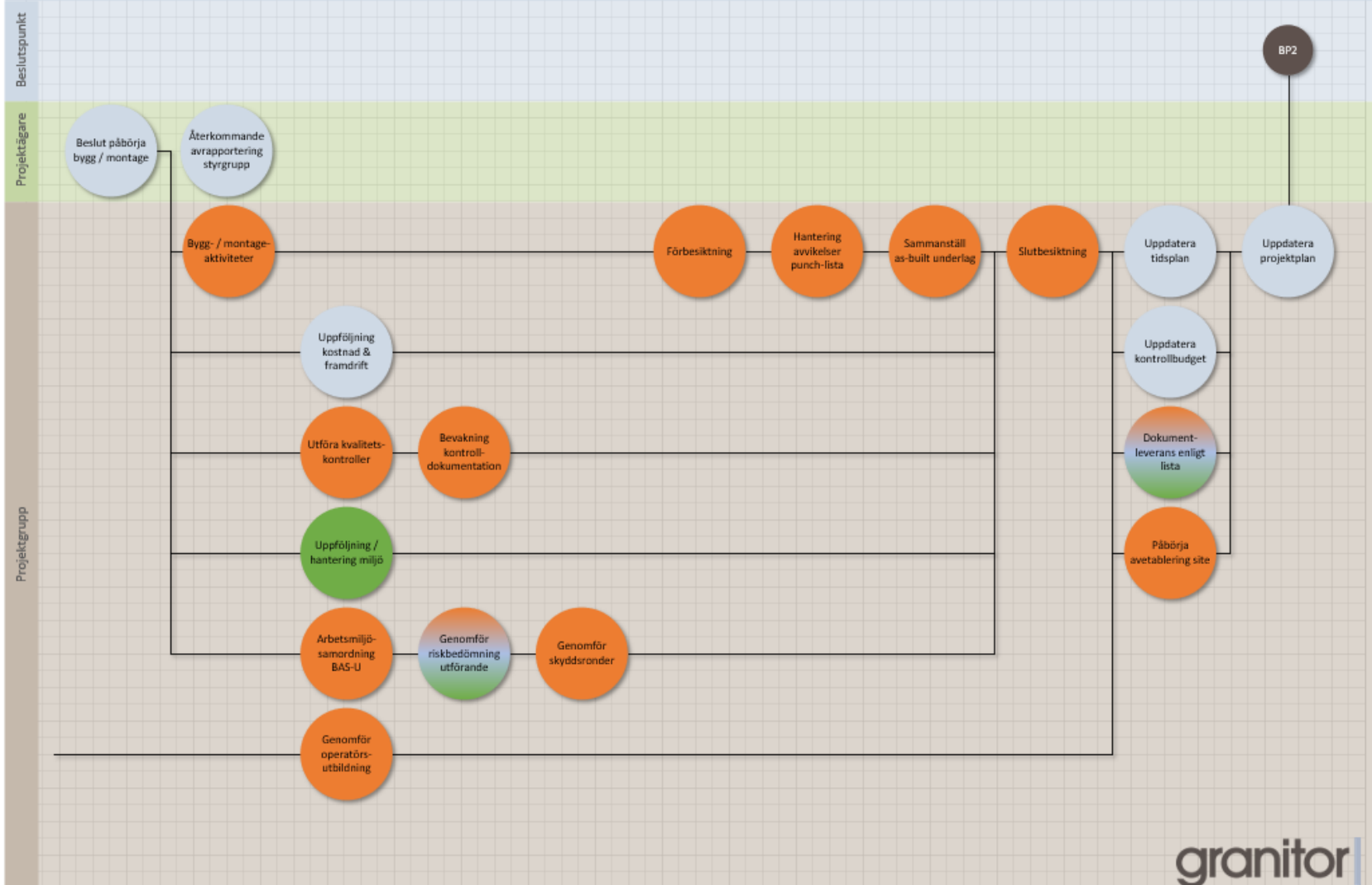


Alla huvudaktiviteter är uppdelade i tre kategorier. De som har olika färger omfattar flera stycken kategorier. Dessa är:

- Teknikinriktat
- Affärsinriktat
- Tillståndsinriktat

Bilaga 4

Fas 4: Genomförande (utförande) av Projekt NICE



Alla huvudaktiviteter är uppdelade i tre kategorier. De som har olika färger omfattar flera stycken kategorier. Dessa är:

- Teknikinriktat
- Affärsinriktat
- Tillståndsinriktat

AP5 Genomförandemodell

Riskhantering med tillhörande handlingsplan

A	240229	DRAFT	AENIGMA	NICE-konsortiet	Robert Djurberg
B	240301	FINAL	AENIGMA	Anna Höök	Robert Djurberg, Fredrik Boman
Revision	Datum	Status	Utfördare	Granskad	Godkänd

Sammanfattning

Denna rapport presenterar en riskhantering med tillhörande handlingsplan för projektfas 2, Projekt NICE. Arbetet har genomförts i arbetspaket fem (AP5). Syftet med NICE är att utveckla och implementera delad koldioxidinfrastruktur i Östra Sverige. Genom att samla olika aktörer och resurser inom området strävar projektet efter att etablera ett klusternetverk med gemensamma systemlösningar för mellanlager av koldioxid, transport och slutlagring.

Det övergripande syftet med projektfas 2 är att presentera hållbara och kostnadseffektiva systemlösningar för en regional koldioxidinfrastruktur i Östra Sverige. För riskhanteringsarbetet i AP5 innebär det att identifiera och analysera risker för projektets genomförbarhet samt ta fram en handlingsplan om hur dessa kan minimeras. Handlingsplanen ska ses som en del i förberedelserna för nästkommande projektfaser fram till en realisering av projektets infrastruktur.

Riskanalysarbetet genomfördes i olika steg, från informationsinhämtning till riskworkshops med där samtliga projektparter erbjöds att delta. Under riskworkshops diskuterades identifierade risker som sedermera bedömdes utifrån dess sannolikhetsgrad och konsekvens. Resultatet av riskidentifiering och bedömning summerades slutligen i en projektspecifik risklista. Denna slutliga nettorisklista innehåller 50 stycken identifierade risker som alla bedömts utifrån sannolikhet, konsekvens samt behov av åtgärd före eller efter slutligt investeringsbeslut (s.k. *FID*, *Final Investment Decision*). Totalt sett har 28% av riskerna bedömts som acceptabla i dagsläget, 50% har bedömts vara i behov av åtgärd på sikt och 22% har bedömts vara i behov av riskhantering så snart som det faktiskt är möjligt. 32 stycken av samtliga identifierade risker bedömdes vara i behov av hantering före FID, där nio av dessa är bedömda med högst allvarlighetsgrad, s.k. *röda risker*.

Utifrån resultatet av riskhanteringsarbetet går att rekommenderas att projektparterna som ett första steg formerar sig och signerar en avsiktsförklaring. Dialog med leverantörer inom koldioxid-infrastruktur bör initieras som ett viktigt steg framåt. Detta görs lämpligast genom att det inom NICE tillsätts resurs med beställarkompetens för säkerställa att tydliga underlag finns framtagna för beslut samt för att säkerställa att alla har samma fakta och underlag hos leverantörer. För de aktörer som är tidigt ute bör överbryggningslösningar utvärderas för att minimera risken att projektparter försvinner i egna lösningar då deras tidplan är skarpare än ett realiserande av Nod Norvik.

Vissa av riskerna har bedömts som acceptabla utifrån gällande förutsättningar under riskworkshops, ett flertal av dessa behöver dock fortsatt bevakas och bedömas. Detta pga. att riskernas sannolikhet och konsekvens kan komma att ändras beroende på val och beslut inom projektgruppen samt externa faktorer såsom tillståndshantering, politiska beslut och nya standardiserade krav. Ett sådant exempel är fastställd kravspecifikation avseende koldioxid hos olika slutförvarare samt vad det kan få för påverkan utifrån samverkan och kostnadsbild på projektet vid de fall som koldioxid ska transporteras till olika lagringsaktörer med olika CO₂-spec. från Nod Norvik.

29 Inledning

Denna rapport sammanfattar resultatet av riskhanteringsprocessen i arbetspaket fem (AP5) projektfas 2, NICE. För att effektivt hantera risker i projekt NICE har riskhanteringsprocessen varit utformad för att fungera som ett verktyg för att hantera projektets risker och fungera som underlag vid beslutsfattning.

29.1 Bakgrund

Projekt NICE står för Norvik Infrastructure CCS East Sweden, och drivs av Stockholm Hamn AB (SH). Projektet är indelat i flera olika faser och denna rapportering ingår i Fas 2, som har genomförts under hösten 2023 fram till och med februari 2024. Förutom Stockholms Hamnar finns även ett antal industripartier i projektet, vars syfte är att hitta en gemensam lösning för regional koldioxidinfrastruktur. Utgångspunkten för projektet är en gemensam Nod i Stockholm Norvik Hamn, Nynäshamn. Projektparterna består av:

Företag	Roll	Tidslinje	Transportsätt
Stockholms Hamn AB	Infrastrukturpart	-	-
Nordkalk	Utsläppare	Full kapacitet från 2030	Fartyg
Söderenergi	Utsläppare	Full kapacitet från 2030	Fartyg
Heidelberg Materials	Utsläppare	Full kapacitet från 2030	Fartyg
Mälarenergi	Utsläppare	Full kapacitet från 2032	Fartyg
Vattenfall	Utsläppare	Full kapacitet från 2029	Tåg
Stockholm Exergi	Utsläppare	Full kapacitet från 2028	Fartyg
Plagazi	Utsläppare	Full kapacitet från 2028	Fartyg

Projektparternas volymer, logistiska och affärsmässiga förutsättningar samt förutsättningar för en Nod i Stockholm Norvik Hamn beskrivs ytterligare i resultatrapporten från AP2 avsnitt 3.1 *Förutsättningar utsläpparna* samt 3.2 *Förutsättningar Stockholm Norvik Hamn* (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik, 2024) samt i AP4:s resultatrapport, avsnitt 1.3 *Olika partners roller och tidsplaner* (AP4 Affärsmodell för vald/valda systemlösningar, 2024). Riskhanteringsarbetet har utgått från projektet i sin helhet och det finns ingen särskild

uppdelning avseende risk för de enskilda projektparterna. Inom ramen för projektet är utgångspunkten för riskhanteringsarbetet en färdig och driftsatt infrastrukturlösning senast år 2030, med kapacitet baserad på 2035 års volymer som är kända under Fas 2. Det förutsätter att ett investeringsbeslut fattas Q4 2026.

29.2 Syfte

Projekt NICE syftar till att utveckla och implementera en delad koldioxidinfrastruktur i östra Mälardalen. Det övergripande syftet med projektfas 2 är att presentera hållbara och kostnadseffektiva systemlösningar för en regional koldioxidinfrastruktur i östra Sverige.

29.2.1 Syfte med riskhanteringsarbetet i AP5

Riskhanteringsarbetet inom AP5 innebär att identifiera och analysera tillhörande risker samt att ta fram en handlingsplan om hur dessa kan minimeras, som en del i förberedelserna för nästkommande projektfaser fram till en realisering av projektets infrastruktur.

29.3 Mål

Det övergripande målet med NICE är att minska koldioxidutsläppen och främja hållbarhet genom att skapa en effektiv och integrerad lösning för hantering av koldioxid i regionen. Genom att samla olika aktörer och resurser inom området strävar projektet efter att etablera ett klusternetverk med gemensamma systemlösningar för mellanlager av koldioxid, transport och slutlagring.

29.3.1 Mål med riskhanteringsarbetet i AP5

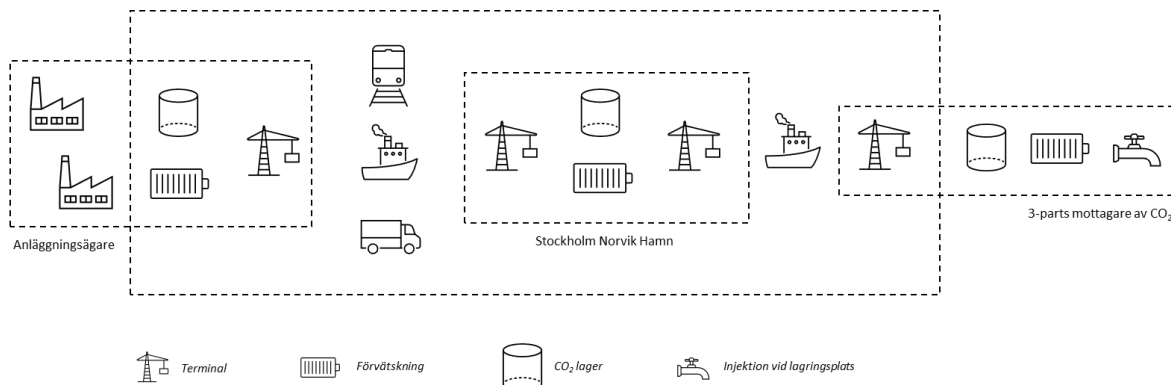
Målet med riskhanteringsarbetet är att identifiera och analysera potentiella risker relaterade till processen, hälsa/säkerhet och projektet som helhet samt utveckla riskhanteringsstrategier för kommande projektfaser.

29.4 Definition risk

Begreppet risk definieras i denna rapport som ”en faktor som behöver hanteras för en bra och säker framdrift”. Detta innefattar alla faktorer som behöver ytterligare hantering och berör bland annat affärsmässiga, tekniska, logistiska samt miljö och arbetsmiljörelaterade risker.

29.5 Avgränsningar

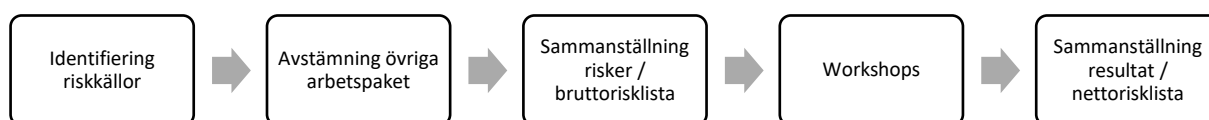
Inom projektets gränssnitt ingår utlastning hos respektive anläggningsägare, transport till mellanlager, mellanlager samt utlastning från mellanlager. Systemgräns för projektet illustreras i *Figur 1*



Figur 1, Systemgräns projekt NICE

30 Genomförande

Riskhanteringsarbetet har genomförts genom en noggrann och systematisk process som involverat såväl projektparter som övriga arbetspaket. Figur 2 beskriver riskhanteringsarbetets olika faser.



Figur 2, riskhanteringsprocess NICE, projektfas 2

30.1 Identifiering riskkällor

Identifiering av riskkällor har skett genom kartläggning av bakgrundsinformation från liknande projekt samt industriparternas tidigare genomförda studier. Detta med syfte att inhämta information kring identifierade projektrisker som kan vara av betydelse även inom NICE.

Även intervjuer med samtliga projektparter har genomförts utifrån ett riskperspektiv för att på så vis fånga upp vad parterna sett som största risker och utmaningar för en gemensam infrastrukturlösning inkluderat mellanlager för CCS.

Övrig identifiering av risker har skett genom erfarenheter från andra relaterade projekt som genomförts av Aenigma AB avseende CCS.

30.2 Avstämning övriga arbetspaket

Ett nära samarbete med övriga arbetspaket har varit viktiga faktorer för att fånga upp risker under projektets gång. Det har gjorts genom kontinuerliga avstämningsmöten med de övriga arbetspaketen samt även vid särskilda möten avseende risker och riskhantering.

I projektets slutfas har granskning av övriga arbetspakets leveranser inom projektet varit viktiga underlag för att fånga upp eventuella nya riskfaktorer som inte framkommit och identifierats tidigare.

30.3 Sammanställning risker / bruttorisklista

De identifierade riskerna dokumenterades i en strukturerad bruttorisklista vars syfte var att organisera och sammanställa information om identifierade risker. Bruttoreisklistan har varit ett levande dokument under hela projektets gång, och utgångspunkten i de riskworkshops som genomförts.

Identifierade risker delades upp i olika kategorier utifrån deras karaktär och område med syfte att konkretisera inom vilka områden risk föreligger. Följande uppdelning av riskkategorier har gjorts:

Affärsparter

Risker som kopplas till affären och relationen mellan projektparterna.

Ekonomi

Risker som direkt kan kopplas till ekonomi och ekonomisk påverkan på projektets genomförbarhet.

Tid

Risker som direkt kan kopplas till tidplan och tidsmässig påverkan på projektets genomförbarhet.

Tillstånd & Regelverk

Risker som direkt kopplas till tillståndsprocesser och regelverk kring CCS.

Miljö & Hälsa

Risker som kopplas till påverkan på miljö och hälsa gentemot tredje man.

Politiska beslut

Risker som är direkt beroende av politiska beslut som fattats eller kan komma att beslutas om.

Teknik

Risker vars direkta koppling kan ses till CCS-teknik och design.

Transport & Logistik

Risker kopplade till transporter av CO₂ och logistiska risker kopplat till detta.

Flertalet av identifierade risker kan kopplas samman med flera kategorier, utgångspunkten är dock den kategori som ger störst påverkan på projektet.

30.4 Riskworkshops

Under projektets gång har två stycken workshops med fokusområde risk genomförts, båda som hybridmöten där några deltagit fysiskt och några digitalt. Syftet med workshops har varit att skapa en gemensam bild över identifierade riskfaktorer och att gemensamt diskutera värderingen av riskernas sannolikhet och konsekvens.

Under workshop 1 fick deltagande projektdeltagare diskutera identifierade risker i grupper som sedan sammanställdes och värderades gemensamt under riskworkshop nummer två. Vid workshop 2 diskuterades även förslag på riskmitigerande åtgärder och riskernas behov av hantering före eller efter FID, *Final Investment Decision*.

Genom dessa workshops kunde projektteamet och intressenterna få en bättre förståelse för vilka risker som har störst potential att hindra eller påverka projektet.

30.4.1 Metodik riskbedömning

Metodiken för riskvärdering under workshop-tillfällena grundades på kvalitativa riskanalyser med utgångspunkt från HAZID-metodiken för riskanalys. Identifierade risker värderades utifrån nedan redovisade bedömningsmatriser framtagna av Aenigma AB som underlag till riskhantering.

Sannolikhet	E					
	D					
	C					
	B					
	A					
		1	2	3	4	5
		Konsekvens				

Figur 3, Matris för summerad sannolikhet och konsekvens

Sannolikhet				
A	B	C	D	E
1 gång / 100 år Kan tänkas inträffa, men inga kända fall	1 gång / 25 år Kan ha inträffat vid enstaka tillfälle	1 gång / 10 år Har inträffat flera gångar	1 gång / år Inträffar minst en gång per år	Inträffar flera gångar per år

Figur 4, Bedömningsunderlag avseende sannolikhet

Kategori	Konsekvens				
	1	2	3	4	5
Affärspartner	Liten påverkan	Kännbar påverkan	Stor påverkan	Mycket stor påverkan	Omöjliggör genomförande
Ekonomi	Skadekostnad < 5000EUR	Skadekostnad 5000 - 50 000EUR	Skadekostnad 50 000 - 500 000 EUR	Skadekostnad 500 000EUR - 5 MEUR	Skadekostnad > 5 MEUR
Tid	Liten påverkan	Kännbar påverkan	Stor påverkan	Mycket stor påverkan	Omöjliggör genomförande
Tillstånd & Regelverk	Liten påverkan	Kännbar påverkan	Stor påverkan	Mycket stor påverkan	Omöjliggör genomförande
Miljö & Hälsa	Inga skador/enkel sanering	Lokala skador/enkel sanering	Lokala skador/svår sanering	Regionala skador, kort tid/svår eller omöjlig sanering	Regionala skador, lång tid/svår eller omöjlig sanering
Politiska beslut	Liten påverkan	Kännbar påverkan	Stor påverkan	Mycket stor påverkan	Omöjliggör genomförande
Teknik	Liten påverkan	Kännbar påverkan	Stor påverkan	Mycket stor påverkan	Omöjliggör genomförande
Transport & Logistik	Liten påverkan	Kännbar påverkan	Stor påverkan	Mycket stor påverkan	Katastrofal påverkan

Figur 5, Bedömningsunderlag avseende konsekvens

30.5 Sammanställning resultat / nettorisklista

Efter genomförda riskworkshops sammanställs resultatet. Resultatet av bruttorisklistan bryts ner till en nettorisklista, där utgående risker och dubletter tas bort, för att tydliggöra identifierat resultat. Nettorisklistan blir sedan utgångspunkt för tolkning av resultat och underlag för analys.

31 Resultat

Totalt identifierades 74 stycken risker. Av dessa risker har 24 utgått på grund av de varit dubletter eller mindre relevanta inom projektets omfattning. 50 stycken risker kvarstod som bedömdes och värderades under genomförda riskworkshops, där även kategorisering skedde utifrån riskernas behov av utredning före eller efter FID. Resultatet presenteras i sin helhet i bilaga 1, *Nettorisklista*. Ett flertal av riskerna ligger relaterade till varandra och är kan vara mer eller mindre beroende av varandra, de redovisas dock separat i nettorisklistan utan några direkta kopplingar och kommentarer.

31.1 Resultat utifrån bedömning

Bedömningen av identifierade risker redovisas i Figur 6, *Resultatmatrix*.

Sannolikhet	E	R1	R24			
	D		R2	R40, R44, R46, R47, R48, R50	R18, R49	
	C	R35	R21, R23, R42	R8, R10, R16, R19, R27, R31, R33, R36	R9, R43	
	B		R4, R14, R15, R32, R41	R5, R7, R30, R45	R13, R25, R28	
	A		R6, R22, R26	R11, R12, R17, R29, R34	R3, R20, R37, R38, R39	
		1	2	3	4	5
		Konsekvens				

Figur 6, *Resultatmatrix*

11 stycken (22%) av riskerna kategoriserades som röda risker, 25 stycken (50%) av riskerna kategoriserades som gula och 14 stycken (28%) av riskerna kategoriserades som gröna. Resultatet av bedömningen bör tolkas enligt följande:

Grön	Acceptabel risk
Gul	Åtgärdas i möjligaste mån på sikt
Röd	Åtgärdas snarast möjligt

Figur 7, *tolkning bedömningsmatrix*

- **Röda risker:** Röda risker innebär inte att projektet inte kan genomföras däremot kan det få allvarliga negativa konsekvenser för utredningspunkterna och projektets leveranser. Dessa är de risker som har identifierats som högst prioritet i framtida arbeten, och som behöver hanteras så snart som möjligt. För risker i denna kategori identifieras förslag på kommande aktiviteter eller åtgärder för riskhantering.
- **Gula risker:** Dessa risker har medelhög prioritet och behöver hanteras i kommande faser. De kan innebära att projektet får vissa negativa konsekvenser för utredningspunkterna och projektets leveranser, men inte i samma grad som röda risker. Gula risker ska övervakas och rapporteras under projektets gång och hanteras vid lämpliga tillfällen i kommande faser och aktiviteter. Riskmitigerande åtgärder kan komma att föreslås även för gula risker, men de anses inte ha lika hög prioritet.
- **Gröna risker:** Dessa är de risker som har lägst prioritet och som troligen inte behöver hanteras i denna eller nästkommande projektfas. De kan innebära att projektet får marginella eller obetydliga konsekvenser för utredningspunkterna och projektets leveranser, eller att de har en mycket låg sannolikhet att inträffa. Gröna risker ska dock fortsatt övervakas och rapporteras under projektets gång, men de behöver inte åtgärdas förrän i senare faser eller aktiviteter om de blir mer relevanta eller kritiska.

31.2 Resultat utifrån FID

Av resultatet går även att utläsa att 32 av riskerna behöver utredas vidare före FID och 18 av riskerna efter FID. Vid en översyn av de 32 risker som bedömts kräva hantering före FID så är nio av dessa bedömda som röda risker enligt värderingsmatrisen, *Figur 3*.

31.3 Resultat utifrån kategorisering

Med utgångspunkt från de olika riskkategorierna har följande identifierats:

Affärsparter

14 identifierade risker, varav sex stycken bedömda som röda risker. Av dessa röda risker har fem stycken identifierats kräva hantering före FID. Totalt har 12 stycken av riskerna identifierats kräva hantering före FID

Ekonomi

11 stycken risker identifierades i denna kategori, varav två stycken bedömdes som röda risker som kräver hantering före FID. Sju av de 11 identifierade riskerna kräver hantering före FID.

Tid

I denna riskkategori identifierades enbart en risk, denna kategoriserades som gul och behöver hanteras först efter FID.

Tillstånd & Regelverk

Fem stycken risker har identifierats och bedömts i denna kategori, där fyra stycken kräver hantering före FID. Ingen av riskerna klassades som röd.

Miljö & Hälsa

I denna riskkategori identifierades och bedömdes tre stycken risker. Samtliga kräver hantering först efter FID och är i dagsläget bedömda som gröna risker.

Politiska beslut

Tre stycken risker identifierades och bedömdes även i denna kategori, av dessa behöver två stycken åtgärd före FID. Ingen av riskerna är i dagsläget bedömd som en röd risk.

Teknik

Fem stycken risker har identifierats och bedömts i denna kategori, varav två stycken bedömdes som röda risker. Enbart en av dessa risker kräver hantering före FID, övriga fyra risker kan avvakta till efter FID.

Transport & Logistik

I denna riskkategori identifierades totalt åtta stycken risker, varav en bedömdes som röd risk. Sex stycken av riskerna har identifierade krav på hantering före FID.

31.4 Resultat, sammanställning

Nedan tabell, *Tabell 1, Risker som bedömts som röda med ett identifierat behov av åtgärd före FID*, visar de risker som bedömts som röda risker, utifrån dess sannolikhet och konsekvens, och som har ett identifierat behov av hantering före FID.

Riskkälla/ Händelse	Beskrivning	Kategori
Involverade projektparter lämnar projektet för andra alternativ	Projektet blir inte tillräckligt attraktivt för aktörer som är tidigt ute, och behöver tillfällig lösning i väntan på Norvik. Aktörer som är tidigt ute kan behöva ta större risk, och väljer istället annan lösning.	Affärsparter
Anlöp till kajläge 1	Stora utmaningar för CO ₂ fartyg av större kapacitet att lägga till vid kajläge 1 i de fall där grusfartyg av maxstorlek ligger inne för lastning vid kajläge 2. Utmaningar i att manövrera och känsligare för väderpåverkan.	Transport & Logistik
Olika krav på tredjepartsaktör mellan projektparter	Aktör för mellanlager presenterar ett erbjudande till SH som inte möter utsläpparnas kravställan/önskemål.	Affärsparter
Operatörens inflytande i hamnen	Risk att en operatör har för stort inflytande i hamnen om de äger hela hanteringen från mottagningsanordning av koldioxid till hamnen, mellanlager, och utlastningsanordning.	Affärsparter
"Ny bransch" för projektparter ökar riskbilden	Saknas kompetens inom gashantering generellt inom projektet Svårt att ställa krav på leverantörer och fastställa behov.	Teknik
Kostnadsanalys	Svårt att få till precisa kostnadsberäkningar när det är oklart hur stora volymer man behöver hantera. Inväntar besked från projektparter saknas avseende FID och valet att nyttja Nod Norvik.	Ekonomi

Avvaktande initiativ projektparter	Risk att ingen tar lead om det inte finns en ordentlig kostnadsanalys pga. att projektparter inte beslutat om FID eller valet att nyttja Nod Norvik.	Ekonomi
Avsaknad av driftsatta referensprojekt	Endast ett begränsat antal aktörer har fram till idag förbundet sig till en nod-lösning. Pågående projekteringsfaser saknas.	Affärsparter
Olika tidplaner för upprampning	Parter som är tidigt ute har redan börjat föra dialog med externa aktörer och slutförvar.	Affärsparter

Tabell 1, Risker som bedömts som röda med ett identifierat behov av åtgärd före FID

Utifrån nettorisklistan, *bilaga 1*, går att utläsa att majoriteten av riskerna kopplat till riskkategorin *Affärsparter* har ett identifierat behov av hantering före FID.

Riskerna för påverkan på miljö och allmänheten samt arbetsmiljörelaterade problem har identifierats och diskuterats under riskworkshops, både mindre läckage som kan påverka i direkt närhet till utsläppspunkten samt större läckage med risken för att en tank rämnar. Riskerna med mindre läckage ansågs mindre allvarliga. Risken för större läckage ansågs i dagsläget vara väldigt låg så länge anläggningen designas enligt säkerhetsstandarder samt att larmfunktioner och säkerhetsutrustning installeras på anläggningen. Dessa risker har utgått och finns ej upptagna i nettorisklistan, då deltagande parter under riskworkshop 1 var enade kring att dessa risker främst hör hemma i utredningar kopplat till tillståndsprocesser.

32 Analys

Utgångspunkten för detta avsnitt är nettorisklistan, *se bilaga 1*. Analysen delas upp i två delar; risker som anses generella och inte är unika för NICE, samt risker som anses specifika för projektet och dess förutsättningar samt förutsättningar i Nod Norvik. Övergripande kan nämnas att CCS är en tämligen ny ”bransch”, och det saknas generellt kompetens även inom gashantering i Sverige. Det leder till att det kan vara svårt att fastställa krav och behov och hitta en gemensam bild av detta.

I takt med att val görs framåt i projektet utifrån övriga arbetspakets rekommendationer och slutsatser kan riskers sannolikhet och konsekvens komma att ändras och så även behovet av riskhantering och riskmitigerande åtgärder.

32.1 Generella risker

I nettorisklistan, *bilaga 1*, finns ett antal risker som anses vara generella,

I ett första steg bör det beaktas att det saknas investeringsbeslut hos projektparterna, det föreligger därför risk att kommuner/ägare säger nej till ett investeringsbeslut av olika anledningar. En annan utmaning är projektparternas olika tidplaner utifrån behovet av infrastrukturlösning och mellanlager. Detta i kombination med att det är ett nytt område, att enbart ett begränsat antal aktörer hittills har lyckats formera sig. I dagsläget finns dock inget referensprojekt där projektering och tillståndsansökningar för gemensamt mellanlager påbörjats. Olika projektparter inom NICE har olika förutsättningar att gå vidare i förening, framförallt kombinationen av privata och kommunala bolag. Det är en utmaning att projektparter har olika intressen och olika tidplaner för realiserande. I samverkan finns dock

goda möjligheter att åtgärda dessa risker. Om inte dessa risker tas om hand ökar sannolikheten att projektets framdrift blir lidande på grund av oklarheter i samarbetsform.

Att ha i beaktande är att CCS-infrastruktur är förhållandevis ny teknik och nya anläggningar, som mark- och miljödomstolar, tillika länsstyrelser, inte har erfarenhet av att hantera. Det är därför viktigt att ta höjd för att handlingstiderna för tillståndsansökningar är osäkra. Det finns även en viss risk för att kraven på mellanlager kan bli orimligt höga på grund av att det saknas erfarenhet från liknande projekt hos myndigheter och länsstyrelser. Risker kategoriserade under kategorin *Tillstånd & Regelverk* kan i sin helhet ses som generella risker som samtliga aktörer för gemensamt mellanlager behöver ta höjd för. Det är dock förutsättningarna för Nod Norvik som gör riskerna projekt-specifika. Dessa hanteras främst i AP5:s rapport, avsnitt 2.5 *Samlad bedömning*, avseende tillståndsprocesser (AP5, *Fördjupad analys av tillståndsprocesser*, 2024). I tillståndshanteringsprocessen är det även viktigt att ta höjd för risken att närboende till Nod Norvik överklagar. CCS med tillhörande infrastruktur är ny teknik och det kan generellt saknas viss acceptans från allmänheten.

En annan faktor som är svår att påverka och åtgärda är behovet av revideringar i ETS-direktivet, där gemensamma mellanlager inte nämns, dvs det saknas tydlighet avseende ägarskap vid ett gemensamt mellanlager. I dagsläget finns enbart regleringar kring transport, men mellanlager som infrastrukturlösning hamnar i en gråzon som inte lösts regulatoriskt inom EU ännu.

I dagsläget saknas standardiserade krav avseende renhet / kvaliteten på infångad och förvätskad CO₂ för slutförvar. Det kan innebära att i de fall olika användare av mellanlager har kontrakterat olika lagringsaktörer för slutförvar, så kan CO₂-specifikationen skiljas åt. Konsekvensen av detta blir att den utsläppare som kontrakterat lagringsaktör med skarpast krav kommer att behöva bli normgivande gentemot övriga utsläppare. Under riskworkshops har projektgruppen valt att kategorisera denna risk utifrån behov av åtgärd efter FID samt bedöma risken som grön, se bilaga 1 *Nettorisklista* risk R17. Under denna projektfas har det kommit indikationer från teknikleverantörer och varv att kvalitén på koldioxiden har stor betydelse för materialval och kostnader därtill. Ju högre kravspecifikation på koldioxiden desto högre kostnader innebär det.

Det har även under projektets gång kommit indikationer från andra projekt om att den koldioxid som kommer tillbaka från slutförvar, s.k. *vapour return*, innehåller högre mängd föroreningar som behöver tas om hand och renas. Detta kan förutom kostnadsaspekten även få påverkan på tekniska aspekter, till exempel korrosion.

Förutom avsaknad av standardiserad koldioxid-specifikation för slutlagring saknas även standard för tryck och temperatur, dvs låg- respektive mellantryck. Det kan innebära att systemlösningen anpassas för ett visst tryck och en viss temperatur som inte är förenlig med vissa anläggningar för slutförvar.

Risker gällande leveranstider av utrustning (s.k. *long lead items*), lastbärare och anläggningsspecifik teknik är i dagsläget inte bedömda som kritiska risker. Dessa risker kan dock komma att påverka projektgenomförandet i kommande faser om de inte hanteras i tidigt skede. I dagsläget är det känt att det är lång leveranstid avseende fartygslösningar samt projektering och uppförande av mellanlager, en viktig del att bevaka framåt.

Ytterligare en generell risk är svårigheten att få till precisa kostnadsberäkningar när det är oklart hur stora volymer man behöver hantera. Detta beror på avsaknaden av investeringsbeslut hos projektparter och valet att gå via Norvik. Uppskattade kostnadsberäkningar redovisas dock i AP3:s rapport, (AP3, Energi, koldioxid och kostnader, 2024).

32.2 Risker specifika för projekt NICE

Utifrån AP2:s redovisade resultat, avsnitt 6.6 *LCO₂-terminal Kajläge 1* (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik, 2024) går samtliga fartyg utanför hamnområdet vid nyttjandet av kajläge 1 och förtöjningspunkter hamnar inom "öppet vattenområde". Fartygets position är helt beroende av vart lastarmar med tillhörande anordningar placeras. Det bör även nämnas att kajläget är tämligen väderutsatt och manövrering av fartyg till kajläge 1 kan vara extra utmanande vid de tillfällen ett fartyg ligger inne vid kajläge 2 för utlastning av grus. Vidare är beläggningsgraden för kajläge en risk att ha i beaktande, som även denna hanteras vidare i rapport upprättad av AP2 avsnitt 6.6.8 *kapacitetsutnyttjande* avseende kajläge 1 samt 6.7.3 *Kapacitetsutnyttjande* avseende prämterminal (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik, 2024).

När tåg används som transportsätt för LCO₂ bör nämnas att utpekade terminalspår för lossning av tåg ligger mellan två bergväggar se avsnitt 6.5.1 *Spårinfrastruktur* (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik, 2024). Vid ett större läckage av CO₂ finns risk att gasmolnet koncentreras mellan bergväggarna, med allvarliga personskador/dödsfall som konsekvens. Påverkan på miljön anses dock vara minimal.

Vid tänkt placering för mellanlager, avsnitt *Nod Norvik* i AP2:s rapport (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik, 2024), finns fornlämning och krav på allmän öppen dagvattenledning. Enligt gällande detaljplan får man inte uppföra byggnader i tilltänkt område för mellanlager. Detta är risker som är viktiga att beakta tidigt i kommande projektfaser. Beroende på val av placering för mellanlager, val av fartygs-transport och kajläge etc. är det oundvikligt med rörgator/pipelines inom hamnområdet. I dagsläget visar AP2:s beräkningar, se avsnitten 6.5.3, 6.6.7 samt 6.7.5 avseende rörsystem (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik, 2024), att det uppskattningsvis kommer behövas cirka 2000m rör för LCO₂ från tågterminal till mellanlager. Därutöver cirka 1200m rör/pipeline för kajläge 8–9 till mellanlager samt cirka 400m rör/pipeline för mellanlager till kajläge 1. Initialt anses dock inte rördragningar inom Nod Norvik utgöra ett hinder för tillståndsprocesser då marken ägs av SH. Det kan däremot bli en fråga avseende utformning och design i relation till kostnader.

Förutom de projektspecifika riskerna utifrån förutsättningarna i Norviks hamn finns även en betydande risk att projektet inte blir tillräckligt attraktivt för aktörer som är tidigt ute, och behöver tillfällig lösning i väntan på en hub i Stockholm Norvik Hamn. Aktörer som är tidigt ute kan därmed behöva ta större risk, och väljer kanske istället en annan lösning än att gå via Norvik.

33 Handlingsplan

Upprättad nettorisklista, *bilaga 1*, är ett levande dokument vars syfte är att vara ett hjälpmedel vid beslut och aktiviteter. Detta innebär således att denna handlingsplan baseras på den fakta och de val som hittills är kända vid rapportens upprättande. Kommande val och beslut som

fattas utifrån övriga arbetspakets arbete, främst avseende systemlösning och affärsmodell, kan påverka handlingsplanens möjlighet till efterlevnad.

I kommande projektfaser rekommenderas att kvantitativa riskanalyser, förslagsvis HAZOP, genomförs avseende tekniska förutsättningar. Inför tillståndsansökningar behöver spridningsberäkningar och miljökonsekvensbeskrivning (MKB) genomföras, detta hanteras i separat rapport avseende tillstånd (AP5, Fördjupad analys av tillståndprocesser, 2024). Dessa aktiviteter påbörjas lämpligen under förprojekteringen, för vidare information se framtagna genomförandeplan, avsnitt 2.2.4 *Miljö tillstånd* (AP5, Genomförandeplan, 2024).

Nedan tabell visar vilka risker som har ett identifierat behov av åtgärd före FID, dvs dessa behöver hanteras före Q4 2026 för ett realiserande senast 2030 För en mer detaljerad beskrivning av riskerna hänvisas till nettorisklistan, se bilaga 1.

Nr	Riskkälla/ Händelse	Beskrivning	Kategori	Riskmitigerande åtgärd
R1	Ojämna volymer LCO ₂ under året	Årsvariationer från flertalet utsläppare utmanar kapacitetsbehov och kostnadsfördelning kopplat där till. Underutnyttjande av mellanlagrets kapacitet med ökade investeringskostnader som följd. Kan inte leverera avtalad volym CO ₂ till lagringsaktör, alternativt underkapacitet som leder till mottagningsproblem.	Ekonomi	Beaktas via affärsmodell Anpassa utformning / design för årsvariationer
R8	Oklarhet kring värdet av LCO ₂ leder till oenighet kring kostnader	Varuhamnsavgift är ej fastställd av Stockholms Hamnar, dock är en indikerad prissättningsmodell för varuhamnsavgift kommunicerad. Värdet på LCO ₂ ur ett varuslagperspektiv. Olika värde på LCO ₂ för de olika transportsätten kan bli aktuellt. Indikationer om att tågtransportörer ser LCO ₂ som avfall och inte en produkt.	Ekonomi	Beslutas och utredas i tidigt skede

R9	Involverade projektparter lämnar projektet för andra alternativ	Projektet blir inte tillräckligt attraktivt, kostnadseffektivt för aktörer som är tidigt ute. Tidiga aktörer behöver tillfällig lösning i väntan på fullskalig realisering av Nod Norvik. Aktörer som är tidigt ute kan behöva ta större risk vilket kan få till följd att aktör väljer annan lösning.	Affärsparter	Beakta i affärsmodell och avtal
R10	För dyrt för projektparter	Systemets ekonomiska uppsida, storskalsfördelar går till vis del förlorad när kostnader för mellanlager; farledsavgifter, lotsavgift, varuhamnsavgifter inkluderas. Gäller främst logistiken över Mälaren.	Ekonomi	Redovisas av AP3
R11	Försening av genomförande	Avsaknad av nationella och internationella standarder och regelverk för CO ₂ export och lagring offshore. Angränsar till risk R2.	Politiska beslut	Bevaka regelverk, t.ex. ETS-direktivet och CCS-direktivet Beakta frågan vid avtalshantering
R12	Oklarheter avseende tappad LCO ₂	Saknas tydligt regelverk för hur utsläpp av CO ₂ hanteras vid t.ex. gemensamma fartygstransporter och vilken part/vilka parter som ska stå för kostnaden.	Ekonomi	Bevaka regelverk, t.ex. ETS-direktivet och CCS-direktivet Beakta frågan vid avtalshantering
R13	Hårda krav från myndigheter och domstolar	Saknas erfarenhet från myndigheter och domstolar att hantera dessa ärenden, och vilka krav som är rimliga att ställa på verksamhetsutövarna. Leder till att projektets realisering stoppas eller fördröjs. Att tillstånd ej beviljas eller att ett beviljande ställer allt för högra krav som t.ex. att	Tillstånd & Regelverk	Beakta och bevaka andra projekts framdrift Dialog med myndigheter och tillsynsmyndighet

		kraven för säkerhetsavstånd mot tredje man blir omöjliga att uppfylla.		
R14	Begränsad kapacitet i hamn	Risk att hamnens beläggningsgrad av kajlägen överskattas och i en realitet ej kan mötas. Beläggningsgrader över 60% känns allt för utmanande.	Transport & Logistik	Nautiska bedömningar Beakta vid val av fartygslösning Senare skede: Planering och koordinering i hamn
R16	Saknas investeringsbeslut hos parter	Risk att kommuner/ägare säger nej till investeringsbeslut hos flera av parterna pga. politiskt styre/politiska intressen eller minskad budget.	Politiska beslut	Beakta vid val av affärsmodell
R20	Oklarhet kring ägarskap	Saknas tydlig plan gällande ägarskap i alla de delar där ägarskap behövs (beslutsprocess, processer för framdrift av projekt, upphandling, tillstånd, mellanlager, transporter etc.)	Affärsparter	Utredas och klargöras innan FID
R21	Olika aktörer för transport och lagring	Respektive projektpart sluter eget avtal med lagringsaktör. Kan innebära att LCO ₂ ut från Norvik ska transporteras till olika platser för slutlagring. Ineffektivt och kostsamt logistikupplägg där storskalsfördel riskerar att gå förlorad.	Affärsparter	Åtgärdas genom avtal och logistiska uppgörelser
R26	Pråm-lösning som nytt transportsätt/ lösning för mellanlager	Pråm-lösning är ett obeprövat transportsätt för flytande LCO ₂ i Sverige. Osäkerhet kring om pråmar kommer att få vara obemannade som	Transport & Logistik	Bevaka i framtida projektfaser

		mellanlager, samt eventuell minimi-bemanning utifrån ett säkerhetsperspektiv.		
R28	Projektet läggs på is inför nästa fas	Parterna har inte en gemensam bild för hur de vill gå vidare och nyttja tiden bäst efter avslutad projektfas	Affärsparter	Dialog med tänkbara aktörer för en bra kostnadsbild, leder till skapandet av affärsrelationer, formering mm.
R29	Tillståndsprocessen försenar projektet	Plan för att komma igång med tillståndsprocessen saknas	Tillstånd & Regelverk	Plan för tillståndsprocesser tas fram med tillsynsmyndighet
R31	Underlag för omvänd auktion saknas	Det saknas underlag från NICE-projektet i tid för omvänd auktion, Energimyndigheten har kommunicerat att förutsättningar gällande omvänd auktion förhoppningsvis ska kunna presentera i slutet av 2024.	Affärsparter	Säkerställ att tillräckligt underlag för ansökan finns tillgängligt
R33	Otillräcklig kajyta kajläge 1	För begränsat kajläge, kajläge 1, för stora fartyg. Utmaningar vid lastning av LCO ₂ mot större fartyg i kajläge 1 då detta ska ske samtidigt som utlastning av stenkross i kajläge 2. Förtöjningspunkter i kajläge 1 ligger utanför Stockholms Hamns hamnfastighet. Angränsar till risk R40	Transport & Logistik	Dialog med kommun i tidigt skede för att få en indikation om möjligheter
R34	Regelverk kring mellanlager saknas	Mellanlager täcks i dagsläget inte in i EU ETS direktivet	Tillstånd & Regelverk	Ta fram en affärsmodell som fungerar i den aspekt att det är blandade volymer biogent och fossilt samt att koldioxiden kommer från flera utsläppare. Följ utveckling av ETS-direktivet

R36	Ny detaljplan godkänns ej	Vid tänkt placering för mellanlager finns fornlämning och krav på allmän öppen dagvattenledning. Enligt gällande detaljplan får man inte uppföra byggnader i tilltänkt område för mellanlager	Tillstånd & Regelverk	Dialog med kommun i tidigt skede, ansökan om ändring i detaljplan eller ny detaljplan. Se över andra lämpliga placeringar om avslag på ansökan
R37	Otillräcklig kajyta kajläge 8–9	Begränsad hamnyta för färdigställande av kajläge 8 och 9. Även möjlig operationell utmaning med intilliggande Ro-ro terminal.	Transport & Logistik	Utreds som en del av fördjupad nautisk analys
R38	Försening idrifttagning mellanlager	Tankpark LLI, uppskattar ca. 30 månader från projektering till färdigställande	Ekonomi	Se över möjligheten att reservera slottar för alla long lead items innan FID. Tydligt fastställa när de första tankarna behöver vara på plats.
R39	Rörgator genom område Norvik	Övrig hamnverksamhet försvårar möjligheten att dra rörledningsgator mellan kajläge 8–9 om mellanlager.	Transport & Logistik	Det är en utformningsfråga, löses genom design enligt standarder. Går att bygga bort risker men det blir en avvägning i kostnad.
R40	Anlöp till kajläge 1	Stora utmaningar för CO ₂ fartyg av större kapacitet att lägga till vid kajläge 1 i de fall där grusfartyg av max-storlek ligger inne för lastning vid kajläge 2. Utmaningar i att manövrera och känsligare för väderpåverkan. Angränsar till risk R33	Transport & Logistik	Nautisk bedömning behöver genomföras för att undersöka de acceptabla värdena med de parametrar som påverkar, såsom storlekar på båtar.
R41	Olika önskemål kring äganderoller	Risk att det låser sig i affärsrelationen då olika projektparter kan tänka sig olika äganderoller. Vissa vill vara kund till mellanlageroperatör medan	Affärsparter	Hanteras genom avtal och affärsmodell i kommande fas

		andra vill ta ett mer aktivt ägarskap		
R42	Olika ägandestrukturer hos utsläppare	Olika företag, olika ägare, olika förutsättningar. Kommunala aktörer är vana vid reglerad upphandling av externa tjänster, medan privata aktörer inte omfattas av LOU och har större flexibilitet. Risk för problematik i samarbete och samsyn kring ägandestrukturer.	Affärsparter	Viktigt att tydliggöra roller. Tydliga underlag behöver finnas framtagna för beslut.
R43	Olika krav på tredje parts aktör mellan projektparter	Aktör för mellanlager presenterar ett erbjudande till SH som inte möter utsläpparnas kravställan/önskemål.	Affärsparter	Beställarkompetens inom NICE-projektet, säkerställa att alla har samma underlag och fakta hos leverantörer.
R44	Operatörens inflytande i hamnen	Risk att en operatör har för stort inflytande i hamnen om de äger hela hanteringen från mottagningsanordning av koldioxid till hamnen, mellanlager, och utlastningsanordning.	Affärsparter	Besluta kring vem som ska äga och drifta vad. Utred ifall anläggningsägare eller Stockholms hamn ska äga rörledningar och anordningar för lossning / lastning. Säkerställa att projektet inte låser sig vid en leverantörs lösning utan att det finns utrymme för flexibilitet.
R45	Säkerställa kvalitet / varumärke hos leverantör	Leverantör är rödlistat företag / saknar god affärsetik.	Affärsparter	Granskning av leverantör vid upphandling.
R46	"Ny bransch" för projektparter	Saknas kompetens inom gashantering generellt, både hos projektparter och	Teknik	Tillsätt erforderlig kompetens i projektets kommande faser, med

	ökar riskbilden	utsläppare. Svårt att ställa krav på leverantörer och fastställa behov.		erfarenhet från gashantering etc.
R47	Kostnadsanalys	Svårt att få till precisa kostnadsberäkningar när det är oklart hur stora volymer man behöver hantera. Inväntar besked från projektparter saknas avseende FID och valet att nyttja Nod Norvik.	Ekonomi	Invänta besked kring vilka parter som kommer att ta investeringsbeslut samt vilka parter som kommer att gå via Norvik. Behöver ske i samverkan mellan parterna.
R48	Avvaktande initiativ projektparter	Risk att ingen tar lead och projektet förlorar framdrift om det inte finns en ordentlig kostnadsanalys pga. att projektparter inte beslutat om FID eller valet att nyttja Nod Norvik.	Ekonomi	Behöver ske i samverkan mellan parterna
R49	Avsaknad av driftsatta referensprojekt	Endast ett begränsat antal aktörer har fram till idag förbundit sig till en Nod lösning. Pågående projekteringsfaser saknas.	Affärsparter	Uppmuntra aktörer att ta hand om hela värdekedjan för att komma igång, för att efterhand kunna knoppa av de delar som andra aktörer kan ta hand om.
R50	Olika tidplaner för uppskalning	Parter som är tidigt ute har redan börjat föra dialog med externa aktörer och slutförvar.	Affärsparter	Hamnen behöver vara med på banan, och de som har inlandssjöfart bör påbörja realisering.

Tabell 2, Risker och förslag på riskmitigerande åtgärder före FID

De riskmitigerande åtgärder som redogörs i tabell 2 bör inte hanteras separat för enskilda risker utan lämpligtvis med aktiviteter som fångar upp helhetsperspektivet och är mest gynnande för projektets framdrift.

Utifrån identifierade och bedömda risker i kategorin *Affärsparter*, se nettorisklista *bilaga 1*, rekommenderas att parterna i ett tidigt skede formerar sig och signerar avsiktsförklaring, *Letter of Intent* (LOI). Där de som är tidigt ute kan ta lead tillsammans med SH, och låter övriga parter ansluta efterhand. Ett alternativ att ta ställning till är att hitta interim- eller överbyggningslösning med parter med tidiga planer på driftsatt infångningsanläggning. Detta för att minimera risken att dessa projektparter försvinner i egna lösningar och väljer att lämna projekt NICE. Det krävs tillräckligt många intressenter samt tydliga roller och underlag för att nå framdrift. En rekommendation är att NICE tidigt tillsätter resurs med beställarkompetens för att säkerställa att fakta och underlag hos leverantörer håller erforderlig kvalitet samt att det finns tydliga underlag framtagna för beslut. I övrigt hänvisas till AP4:s rekommendationer, avsnitt 4. *Rekommendationer för fortsatt arbete i projekt NICE* i AP4:s rapport avseende

affärsmodeller (AP4 Affärsmodell för vald/valda systemlösningar, 2024). Det är enbart i förening som parterna kan ta del av storskalsfördelar, och för projektets realiserande av en gemensam infrastrukturlösning anses dessa risker vara i behov av åtgärd snarast möjligt. Det är även viktigt att ta höjd för att det initialt kan vara stora transportkostnader och det finns risk att fartyg går halvtomma till dess att samtliga projektparter skalat upp. För ytterligare åtgärdsförslag avseende kostnader och kostnadsberäkningar hänvisas till AP3:s rapport, avsnitt 6 *Nästa steg*, (AP3, Energi, koldioxid och kostnader, 2024).

En annan viktig faktor att beakta och justera genom avtal är vad som händer om projektparter inte beviljas investeringsbeslut eller när finansiella stöd i form av omvänd auktion och finansiella bidrag efter första stödrundan är slut. Att ta höjd för detta redan i ett tidigt skede och tydliggöra genom avtal anses vara tillräckligt för att risken att mellanlager behöver avetableras kan utgå.

Avseende avsaknad av standardiserade specifikationer samt tryck och temperatur så är detta viktiga faktorer att beakta framåt. Det behöver utredas om anläggningen ska klara omvandling mellan lågtryck och mellantryck, alternativt bör det i förprojekteringen beslutas om vilken tryck och temperatur anläggningen ska utformas efter. Utifrån avsaknaden av standardiserad CO₂-spec. rekommenderas att bevaka krav på CO₂-spec. från lagringsaktörer för anläggningen ska kunna möta specifikationen hos de olika aktörerna för slutförvar. Att ha i beaktande är dock att lagringsaktörer med lägre kravspecifikation kan få marknadsfördelar utifrån att deras CO₂-spec. innebär lägre kostnader framförallt utifrån materialval enligt den fakta som är känd i dagsläget. Risken bedömdes under riskworkshops som acceptabel och i behov av åtgärd efter investeringsbeslut av projektgruppen, rekommendationen är dock att denna risk kontinuerligt bevakas och att man i kommande projektfas ser över om det är mer kostnadseffektivt att besluta om enbart en slutförvarare av all koldioxid som går via Nod Norvik.

Ytterligare faktor att bevaka och utreda vidare med lagringsaktörer är s.k. *Vapour return*, dvs den koldioxid som återvänder till Nod Norvik från slutförvar. De tekniska aspekterna behöver hanteras under projekteringsskedet, men även avtalsmässig hantering och kostnaderna denna hantering skulle innebära behöver vidare utredning.

Design i projekteringsskedet bör utgå från gällande standarder och senaste teknik där årsvariationer tas i beaktande. I förprojekteringen bör det, i samråd med de tekniska disciplinerna, identifieras och specificeras utrustning med lång ledtid. Syftet är att tidigt agera på tidskritiska inköp och aktiviteter. Ett embryo till upphandlingsplan bör upprättas vilken i detta skede främst lyfter fram utrustning med lång ledtid och när design och beställning av dessa måste ske i tid för att inte riskera att försena projektets realiserande. Detta beskrivs mer utförligt i AP5:s Genomförandeplan avsnitt 2.2 *Tidskritiska moment och utrustning med lång ledtid* (AP5, Genomförandeplan, 2024).

Avseende transport och logistik och anlop till Norviks hamn rekommenderas nautiska bedömningar i kommande projektfas. Fler riskmitigerande åtgärder utifrån kajlägen, beläggningsgrad etc. redovisas i AP2:s rapport under avsnitt 8 *Slutsatser och nästa steg* (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik, 2024). Till detta bör samverkansdialog med parter som kommer att disponera kajläge 2 genomföras, för att utvärdera om det finns möjlighet att nyttja delar av kajläge 2 och på så vis hålla sig inom hamnens område i samband med lastning och lossning av CO₂.

För tillståndshanteringsprocessen och dess aktiviteter hänvisas i avsnittet 2.5 *Samlad bedömning* i AP5:s rapport tillståndsprocesser, (AP5, Fördjupad analys av tillståndsprocesser, 2024). Där hanteras och redovisas vilka aktiviteter som behöver prioriteras för att säkra tillstånd.

Generellt rekommenderas att det inom projektet upprättas ett system för kontinuerlig bevakning regelverk och praxis gällande CO₂-infrastruktur samt bevakning av liknande projekt och dess framdrift som referens.

En summering kring när i tid respektive risk rekommenderas vara åtgärdad presenteras nedan i figur 8.

Nr	Riskkälla/ händelse	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Milstolpar							
	FID							
	Anläggning i drift							
	Affärsparter							
R9	Involverade projektparter lämnar projektet för andra alternativ							
R18	Leverantör för uppförande av mellanlager uppfyller ej åtagande inom utsatt tid							
R20	Oklarhet kring ägarskap							
R21	Olika aktörer för transport och lagring							
R25	Parter drar sig ur projektet efter 15 år							
R28	Projektet läggs på is inför nästa fas							
R31	Underlag för omvänd auktion saknas							
R41	Olika önskemål kring äganderoller							
R42	Olika ägandestrukturer hos utsläppare							
R43	Olika krav på tredje parts aktör mellan projektparter							
R44	Operatörens inflytande i hamnen							
R45	Säkerställa kvalitet / varumärke hos leverantör							
R49	Avsaknad av driftsatta referensprojekt							
R50	Olika tidplaner för uppskalning							
	Ekonomi							
R1	Ojämna volymer LCO2 under året							
R3	Fartyg kan inte levereras i rimlig tid							
R4	Fulla tankar mellanlager, utsläpp CO2							
R8	Oklarhet kring värdet av LCO2 leder till oenighet kring kostnader							
R10	För dyrt för projektparter							
R12	Oklarheter avseende tappad LCO2							
R19	Fördyring av uppförande av mellanlager							
R27	Osäkerheter i kostnadsberäkningar							
R38	Försening drifttagning mellanlager							
R47	Kostnadsanalys							
R48	Avvaktande initiativ projektparter							
	Miljö och hälsa							
R6	Buller							
R22	Läckage LCO2 vid lossning terminalspår innan hamn							
R35	Kemikalieutsläpp mellanlager							
	Politiska beslut							
R11	Försening av genomförande							
R16	Saknas investeringsbeslut hos parter							
R30	EU ETS efter 2030							
	Teknik							
R2	Avsaknad av standard för tryck och temperatur							
R5	Ej tillräcklig elkapacitet							
R17	"Fel" kvalitet CO2							
R24	Sämrre kvalitet BOG CO2 från större fartyg							
R46	"Ny bransch" för projektparter ökar riskbilden							
	Tid							
R7	Saknas acceptans från allmänheten							
	Tillstånd & Regelverk							
R13	Hårda krav från myndigheter och domstolar							
R29	Tillståndprocessen försenar projektet							
R32	Oklarheter kring klassning LCO2							
R34	Regelverk kring mellanlager saknas							
R36	Ny detaljplan godkänns ej							
	Transport & Logistik							
R14	Begränsad kapacitet i hamn							
R15	Kapacitetsbegränsningar järnväg vid större volymer							
R23	Försenade transporter till mellanlager							
R26	Pråm-lösning som nytt transportsätt/lösning för mellanlager							
R33	Otillräcklig kajyta kajläge 1							
R37	Otillräcklig kajyta kajläge 8-9							
R39	Rörgator genom område Norvik							
R40	Anlöp till kajläge 1							

Figur 8, Tidsaxel riskhantering

34 Referenser

Santén V m.fl. (2024). Fördjupad analys av CO₂-Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn. Norvik Infrastructure CCS East Sweden- Projektfas 2 – AP2 Logistik, Dokument ID: RE20231768-03-00, februari 2024

Westerberg J m.fl. (2024). Energi, koldioxid och kostnader, Slutrapport från arbetspaket 3. Norvik Infrastructure CCS East Sweden- Projektfas 2. Dokument ID: Slutrapport AP3, februari 2024

Lindberg U m.fl. (2024). Affärsmodell för vald/valda systemlösningar, Slutrapport från arbetspaket 4. Norvik Infrastructure CCS East Sweden- Projektfas 2. Dokument ID: 240208, februari 2024

Djurberg R (2024) Fördjupad analys av tillståndsprocesser, Genomförandemodell AP5, Norvik Infrastructure CCS East Sweden- Projektfas 2

Balata D m.fl. (2024) Genomförandeplan, Genomförandemodell AP5, Norvik Infrastructure CCS East Sweden- Projektfas 2

Bedömning

Nr	Riskkälla/Händelse	Beskrivning	Kategori	S	K	S*K	Riskmitigerande åtgärd	Åtgärd före / efter FID?
R1	Ojämna volymer LCO2 under året	Årsvariationer från flertalet utsläppare utmanar kapacitetsbehov och kostnadsfördelning kopplat där till. Underutnyttjande av mellanlagrets kapacitet med ökade investeringskostnader som följd. Kan inte leverera avtalad volym CO2 till lagringsaktör, alternativt underkapacitet som leder till mottagningsproblem.	Ekonomi	E	1	E1	Beaktas via affärsmodell Anpassa utformning / design för årsvariationer	Före FID
R8	Oklarhet kring värdet av LCO2 leder till oenighet kring kostnader	Varuhamnsavgift är ej fastställd av Stockholms Hamnar, dock är en indikerad prissättningsmodell för varuhamnsavgift kommunicerad. Värdet på LCO2 ur ett varuslagperspektiv. Olika värde på LCO2 för de olika transportsätten kan bli aktuellt. Indikationer om att tågtransportörer ser LCO2 som avfall och inte en produkt.	Ekonomi	C	3	C3	Beslutas och utredas i tidigt skede	Före FID
R9	Involverade projektparter lämnar projektet för andra alternativ	Projektet blir inte tillräckligt attraktivt, kostnadseffektivt för aktörer som är tidigt ute. Tidiga aktörer behöver tillfällig lösning i väntan på fullskalig realisering av Nod Norvik. Aktörer som är tidigt ute kan behöva ta större risk vilket kan få till följd att aktör väljer annan lösning.	Affärsparter	C	4	C4	Beakta i affärsmodell och avtal	Före FID
R10	För dyrt för projektparter	Systemets ekonomiska uppsida, storskalsfördelar går till vis del förlorad när kostnader för mellanlager; farledsavgifter, lotsavgift, varuhamnsavgifter inkluderas. Gäller främst logistiken över Mälaren.	Ekonomi	C	3	C3	Redovisas av AP3	Före FID
R11	Försening av genomförande	Avsaknad av nationella och internationella standarder och regelverk för CO2 export och lagring off-shore. Angränsar till risk R2.	Politiska beslut	A	3	A3	Bevaka regelverk, t.ex. ETS-direktivet och CCS-direktivet Beakta frågan vid avtalshantering	Före FID
R12	Oklarheter avseende tappad LCO2	Saknas tydligt regelverk för hur utsläpp av CO2 hanteras vid t.ex. gemensamma fartygstransporter och vilken part/vilka parter som ska stå för kostnaden.	Ekonomi	A	3	A3	Bevaka regelverk, t.ex. ETS-direktivet och CCS-direktivet Beakta frågan vid avtalshantering	Före FID
R13	Hårda krav från myndigheter och domstolar	Saknas erfarenhet från myndigheter och domstolar att hantera dessa ärenden, och vilka krav som är rimliga att ställa på verksamhetsutövarna. Leder till att projektets realisering stoppas eller fördröjs. Att tillstånd ej beviljas eller att ett beviljande ställer allt för högra krav som t.ex. att kraven för säkerhetsavstånd mot tredje man blir omöjliga att uppfylla.	Tillstånd & Regelverk	B	4	B4	Beakta och bevaka andra projekts framdrift Dialog med myndigheter och tillsynsmyndighet	Före FID
R14	Begränsad kapacitet i hamn	Risk att hamnens belägningsgrad av kajlägen överskattas och i en realitet ej kan mötas. Belägningsgrader över 60% känns allt för utmanande.	Transport & Logistik	B	2	B2	Nautiska bedömningar Beakta vid val av fartygslösning Senare skede: Planering och koordinering i hamn	Före FID

R16	Saknas investeringsbeslut hos parter	Risk att kommuner/ägare säger nej till investeringsbeslut hos flera av parterna pga. politiskt styre/politiska intressen eller minskad budget.	Politiska beslut	C	3	C3	Beakta vid val av affärsmodell	Före FID
R20	Oklarhet kring ägarskap	Saknas tydlig plan gällande ägarskap i alla de delar där ägarskap behövs (beslutsprocess, processer för framdrift av projekt, upphandling, tillstånd, mellanlager, transporter etc.)	Affärsparter	A	4	A4	Utredas och klargörs innan FID	Före FID
R21	Olika aktörer för transport och lagring	Respektive projektpart sluter eget avtal med lagringsaktör. Kan innebära att LCO2 ut från Norvik ska transporteras till olika platser för slutlagring. Ineffektivt och kostsamt logistikupplägg där storskalsfördel riskerar att gå förlorad.	Affärsparter	C	2	C2	Åtgärdas genom avtal och logistiska uppgörelser	Före FID
R26	Pråm-lösning som nytt transportsätt/lösning för mellanlager	Pråm-lösning är ett obeprövat transportsätt för flytande LCO2 i Sverige. Osäkerhet kring om pråmar kommer att få vara obemannade som mellanlager, samt eventuell minimibemannning utifrån ett säkerhetsperspektiv.	Transport & Logistik	A	2	A2	Bevaka i framtida projektfaser	Före FID
R28	Projektet läggs på is inför nästa fas	Parterna har inte en gemensam bild för hur de vill gå vidare och nyttja tiden bäst efter avslutad projektfas	Affärsparter	B	4	B4	Dialog med tänkbara aktörer för en bra kostnadsbild, leder till skapandet av affärsrelationer, formering mm.	Före FID
R29	Tillståndsprocessen försenar projektet	Plan för att komma igång med tillståndsprocessen saknas	Tillstånd & Regelverk	A	3	A3	Plan för tillståndsprocesser tas fram	Före FID
R31	Underlag för omvänd auktion saknas	Det saknas underlag från NICE-projektet i tid för omvänd auktion, Energimyndigheten har kommunicerat att förutsättningar gällande omvänd auktion förhoppningsvis ska kunna presentera i slutet av 2024.	Affärsparter	C	3	C3	Säkerställ att tillräckligt underlag för ansökan finnas tillgängligt	Före FID
R33	Otillräcklig kajyta kajläge 1	För begränsat kajläge, kajläge 1, för stora fartyg. Utmaningar vid lastning av LCO2 mot större fartyg i kajläge 1 då detta ska ske samtidigt som utlastning av stenkross i kajläge 2. Förtöjningspunkter i kajläge 1 ligger utanför Stockholms Hamns hamnfastighet. Angränsar till risk R40	Transport & Logistik	C	3	C3	Dialog med kommun i tidigt skede för att få en indikation om möjligheter	Före FID
R34	Regelverk kring mellanlager saknas	Mellanlager täcks i dagsläget inte in i EU ETS direktivet	Tillstånd & Regelverk	A	3	A3	Ta fram en affärsmodell som fungerar i den aspekt att det är blandade volymer biogent och fossilt samt att koldioxiden kommer från flera utsläppare. Följ utveckling av ETS-direktivet	Före FID
R36	Ny detaljplan godkänns ej	Vid tänkt placering för mellanlager finns fornlämning och krav på allmän öppen dagvattenledning. Enligt gällande detaljplan får man inte uppföra byggnader i tilltänkt område för mellanlager	Tillstånd & Regelverk	C	3	C3	Dialog med kommun i tidigt skede, ansökan om ändring i detaljplan. Se över andra lämpliga placeringar om avslag på ansökan	Före FID
R37	Otillräcklig kajyta kajläge 8–9	Begränsad hamnyta för färdigställande av kajläge 8 och 9. Även möjlig operationell utmaning med intilliggande Ro-ro terminal.	Transport & Logistik	A	4	A4	Utreds som en del av fördjupad nautisk analys	Före FID
R38	Försening idrifttagning mellanlager	Tankpark LLI, uppskattar ca. 30 månader från projektering till färdigställande	Ekonomi	A	4	A4	Se över möjligheten att reservera slottar för alla long lead items innan FID. Tydligt fastställa när de första tankarna behöver vara på plats.	Före FID

R39	Rörgator genom område Norvik	Övrig hamnverksamhet försvårar möjligheten att dra rörledningsgator mellan kajläge 8–9 om mellanlager.	Transport & Logistik	A	4	A4	Det är en utformningsfråga, löses genom design enligt standarder. Går att bygga bort risker men det blir en avvägning i kostnad.	Före FID
R40	Anlöp till kajläge 1	Stora utmaningar för CO2 fartyg av större kapacitet att lägga till vid kajläge 1 i de fall där grusfartyg av max-storlek ligger inne för lastning vid kajläge 2. Utmaningar i att manövrera och känsligare för väderpåverkan. Angränsar till risk R33	Transport & Logistik	D	3	D3	Måste utredas. Nautisk bedömning behöver genomföras för att undersöka de acceptabla värdena med de parametrar som påverkar, såsom storlekar på båtar.	Före FID
R41	Olika önskemål kring äganderoller	Risk att det låser sig i affärsrelationen då olika projektparter kan tänka sig olika äganderoller. Vissa vill vara kund till mellanlageroperatör medan andra vill ta ett mer aktivt ägarskap	Affärsparter	B	2	B2	Hanteras genom avtal och affärsmodell i kommande fas	Före FID
R42	Olika ägandestrukturer hos utsläppare	Olika företag, olika ägare, olika förutsättningar. Kommunala aktörer är vana vid reglerad upphandling av externa tjänster, medan privata aktörer inte omfattas av LOU och har större flexibilitet. Risk för problematik i samarbete och samsyn kring ägandestrukturer.	Affärsparter	C	2	C2	Viktigt att tydliggöra roller. Tydliga underlag behöver finnas framtagna för beslut.	Före FID
R43	Olika krav på tredje parts aktör mellan projektparter	Aktör för mellanlager presenterar ett erbjudande till SH som inte möter utsläpparnas kravställan/önskemål.	Affärsparter	C	4	C4	Beställarkompetens inom NICE-projektet, säkerställa att alla har samma underlag och fakta hos leverantörer.	Före FID
R44	Operatörens inflytande i hamnen	Risk att en operatör har för stort inflytande i hamnen om de äger hela hanteringen från mottagningsanordning av koldioxid till hamnen, mellanlager, och utlastningsanordning.	Affärsparter	D	3	D3	Besluta kring vem som ska äga och drifta vad. Utred ifall anläggningsägare eller Stockholms hamn ska äga rörledningar och anordningar för lossning / lastning. Säkerställa att projektet inte låser sig vid en leverantörs lösning utan att det finns utrymme för flexibilitet.	Före FID
R45	Säkerställa kvalitet / varumärke hos leverantör	Leverantör är rödlistat företag / saknar god affärsetik.	Affärsparter	B	3	B3	Granskning av leverantör vid upphandling.	Före FID
R46	"Ny bransch" för projektparter ökar riskbilden	Saknas kompetens inom gashantering generellt, både hos projektparter och utsläppare. Svårt att ställa krav på leverantörer och fastställa behov.	Teknik	D	3	D3	Tillsätt erforderlig kompetens i projektets kommande faser, med erfarenhet från gashantering etc.	Före FID
R47	Kostnadsanalys	Svårt att få till precisa kostnadsberäkningar när det är oklart hur stora volymer man behöver hantera. Inväntar besked från projektparter saknas avseende FID och valet att nyttja nod Norvik.	Ekonomi	D	3	D3	Invänta besked kring vilka parter som kommer att ta investeringsbeslut samt vilka parter som kommer att gå via Norvik. Behöver ske i samverkan mellan parterna.	Före FID
R48	Avvaktande initiativ projektparter	Risk att ingen tar lead och projektet förlorar framdrift om det inte finns en ordentlig kostnadsanalys pga. att projektparter inte beslutat om FID eller valet att nyttja nod Norvik.	Ekonomi	D	3	D3	Behöver ske i samverkan mellan parterna	Före FID
R49	Avsaknad av driftsatta referensprojekt	Endast ett begränsat antal aktörer har fram till idag förbundit sig till en nod-lösning. Pågående projekteringsfaser saknas.	Affärsparter	D	4	D4	Uppmuntra aktörer att ta hand om hela värdekedjan för att komma igång, för att efterhand kunna knoppa av de delar som andra aktörer kan ta hand om.	Före FID
R50	Olika tidplaner för uppskalning	Parter som är tidigt ute har redan börjat föra dialog med externa aktörer och slutförvar.	Affärsparter	D	3	D3	Hamnen behöver vara med på banan, och de som har inlandssjöfart bör påbörja realisering.	Före FID

AP5 Genomförandemodell

Fördjupad analys av Tillståndprocesser

A	231220	DRAFT	AENIGMA	Konsultgruppen och StH	Mattias Sandell, Louise Hyltander
B	240223	DRAFT	AENIGMA	NICE-konsortiet	
C	240229	FINAL	AENIGMA	Robert Djurberg	Fredrik Boman
Revision	Datum	Status	Utfördare	Granskad	Godkänd

Sammanfattning

En av de stora utmaningarna med att upprätta en värdekedja för storskalig transport och lagring av koldioxid är att det idag finns kunskapsluckor kring miljörättsliga tillstånd och processer. Flera delar av värdekedjan för Carbon Capture and Storage (CCS) innefattar nya tekniska lösningar och storskalig hantering av koldioxid som inte tidigare har tillståndsprövats enligt svensk lag. Dessa kunskapsluckor leder till en stor osäkerhet i hur processen för att säkra nödvändiga tillstånd går till då beslutsfattande myndigheter och domstolar inte hanterat liknande ärenden tidigare. Inom ramen för Arbetspaket (AP) 5 undersöks det hur tillståndsprövsprocessen för projekt NICE ska hanteras för att realiseras på ett så effektivt sätt som möjligt.

Denna rapport fokuserar på tillståndsprövsprocesser relaterade till hantering av koldioxid. Tillståndsprövsprocesser är av avgörande betydelse för att säkerställa att verksamheter bedrivs på ett sätt som är förenligt med miljölagstiftningen och att eventuella risker hanteras på ett ansvarsfullt sätt.

I kapitel 1 ges en översiktlig introduktion till tillståndspliktiga processer, vilket inkluderar en diskussion om tillståndsplikt för miljöfarliga verksamheter, vattenverksamhet och hantering av koldioxid. Vidare utforskas aspekter såsom samprovning, ändringstillstånd, samt ägande och ansvar i samband med tillstånd. Slutligen behandlas förfarandet vid tillståndsprövning och handläggningstid för miljöstillståndsprövning.

I kapitel 2 analyseras tillståndssituationen för Stockholm Norvik Hamn, med en översikt över befintliga tillstånd och planerade aktiviteter. Detta inkluderar även en bedömning av en framtida nods påverkan på befintliga tillståndsgiven verksamhet inom olika områden såsom buller, vattenkvalitet, utsläpp till luft och gods.

Kapitel 3 utforskar ämnen kopplade till värdekedjan för koldioxid, med fokus på CCS-direktivet, direktivet om utsläppshandeln och de regulatoriska utmaningar som identifierats i samband med dessa.

Slutsatsen av rapporten är att det rekommenderas att inkludera en koldioxidnod i det befintliga tillståndet genom ett ändringstillstånd för att påskynda tillståndsprövsprocessen. Dessutom föreslås det att Stockholms Hamnar tar kontakt med de relevanta tillsynsmyndigheterna för att få tidig vägledning och förståelse för vilka aspekter som är viktiga att utreda i samband med ansökan om tillstånd. Detta föreslås för att underlätta planeringen och genomförandet av nödvändiga utredningar och för att säkerställa att samrådsunderlaget uppfyller lagkrav och förväntningar, inklusive krav på miljökonsekvensbeskrivningar. I kapitel 3.6.5 presenteras tillstånd och justeringar till detaljplan och fastighetsgränser som kan behövas samt aktiviteter som bör prioriteras.

35 Introduktion tillståndsprocesser

35.1 Övergripande om tillståndsplikt

Miljöbalken är en svensk lag som syftar till att främja en hållbar utveckling och skydda människors hälsa och miljön mot skador och olägenheter. Miljöbalken gäller för alla verksamheter och åtgärder som påverkar miljön, inklusive värdekedjan för CCS.

Miljöbalken utgör den rättsliga ramen för att hantera miljöfrågor och miljöskydd i Sverige och innehåller regler som är centrala för att säkerställa att verksamheten bedrivs på ett hållbart och miljömässigt ansvarstagande sätt.

För att bedriva mellanlagring av koldioxid i en hamnmiljö krävs vanligtvis ett miljötillstånd enligt Miljöbalken. Detta tillstånd är nödvändigt för att myndigheterna ska kunna bedöma och godkänna att verksamheten inte orsakar skadlig påverkan på miljön eller människors hälsa.

35.1.1 Tillståndsplikt för miljöfarliga verksamheter

Bestämmelser om tillståndsplikt för miljöfarliga verksamheter finns i 9 kap. miljöbalken. I miljöprövningsförordningen (2013:251) finns en förteckning över tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter. I förordningen anges om en verksamhet klassas som A-, B- eller C-verksamhet, vilket avgör vilken instans som ska pröva målet/ärendet.

- Tillståndsplikt A innebär att det är mark- och miljödomstol som prövar ansökan.
- Tillståndsplikt B innebär att det är länsstyrelsen som prövar ansökan. Besluten fattas av miljöprövningsdelegationen vid länsstyrelsen.
- Anmälningsskyldighet C innebär att verksamheterna inte får bedrivas utan att vara anmälda till tillsynsmyndigheten (kommunen). C-verksamheter kan dock prövas av länsstyrelsen eller mark- och miljödomstolen om de ingår som en del i en tillståndspliktig verksamhet, om verksamhetsutövaren valt att genomföra en frivillig prövning eller om tillsynsmyndigheten förelagt verksamhetsutövaren att söka tillstånd.

Tillståndsplikt gäller som huvudregel även för ändringar av tillståndspliktig verksamhet. Vid tillståndspliktig ändring av en miljöfarlig verksamhet finns det, enligt 16 kap. 2 § första stycket miljöbalken, möjlighet att begränsa tillståndet och prövningen till att enbart avse ändringen, genom ett s.k. ändringstillstånd.

Miljöprövningsdelegationens beslut kan överklagas till mark- och miljödomstol, vars avgöranden i sin tur kan överklagas till Mark- och miljööverdomstolen. När det gäller mål som inleds i mark- och miljödomstol (A-verksamheter och vattenverksamheter) kan Mark- och miljööverdomstolens avgörande överklagas till Högsta domstolen.

35.1.2 Tillståndsplikt för vattenverksamhet

Vattenverksamheter är sådana åtgärder som vidtas i ett vattenområde, bortledning av yt- eller grundvatten, tillförsel av vatten för att öka grundvattenmängden eller markavvattning som anges i 11 kap. 2 § miljöbalken. Vattenverksamhet är som huvudregel tillståndspliktig enligt 11 kap. 9 § miljöbalken. Ansökan om tillstånd för vattenverksamhet prövas av mark- och miljödomstol med undantag för markavvattning. Även en ansökan om tillstånd till miljöfarlig verksamhet som innefattar vattenverksamhet prövas av mark- och miljödomstol, vilket

innebär att en ansökan om tillstånd till B-verksamhet kan prövas av mark- och miljödomstolen som första instans.

35.1.3 Tillståndsplikt för hantering av koldioxid

Detta kapitel presenterar övergripande vad man kan behöva tillstånd till vid hantering av koldioxid. Senare i rapporten, i kapitel 0, kommer det presenteras en djupare analys av hur befintliga tillstånd, villkor och detaljplan berörs av ett mellanlager och tillhörande verksamhet.

35.1.3.1 Avskiljning av koldioxid

Koldioxid som avskiljs i syfte att lagras geologiskt är klassat som avfall. Detta fastlades i Regeringens proposition 2011/12:125. Detta trots att man i Avfallsförordning (2020:614) undantagit koldioxid.

I miljöprövningsförordningens 29:e kapitel, som behandlar avfallshantering, beskrivs avskiljning av koldioxid som en process där tillstånd krävs. Enligt 29 kap. § 62–63 gäller Tillståndsplikt B för att avskilja koldioxidströmmar för geologisk lagring av koldioxid från industriverksamheter. Tillståndet ska hanteras av Länsstyrelsen.

För att industriparterna ska ansöka om ett ändringstillstånd för avskiljning vid sina anläggningar förutsätts att ändringen inte har stor påverkan på redan tillståndsgiven verksamhets grundtillstånd. I kapitel 35.1.5 diskuteras omprövning och ändringstillstånd för miljöfarlig verksamhet.

35.1.3.2 Transport av koldioxid i rör

Det enda transportslag som kräver tillstånd är transport av koldioxid i rör. Denna typ av tillstånd kallas även koncession. Om koldioxid inte varit undantagen ur Avfallsförordning (2020:614) så hade det krävts tillstånd för transport av avfall.

Koncession gäller enligt Lag (1978:160) om vissa rörledningar. Transport av koldioxid som ska lagras geologiskt är specifikt nämnt i denna lag. Koncession krävs inte i de fall då rörledningar används för att transportera koldioxid över avstånd kortare än 20 km eller uteslutande ska nyttjas inom en hamn eller ett industriområde. Ansökan om Koncession görs till Energimarknadsinspektionen. Koncession är därmed inte relevant för rörledningar mellan mellanlagret och utlastningspunkten i Stockholm Norvik Hamn eller hos utsläppare som avskiljer och mellanlagrar koldioxid på sin site. Skulle det hypotetiskt byggas en rörledning för att transportera koldioxid från Vattenfalls anläggning i Jordbro kommer koncession krävas.

35.1.3.3 Mellanlagring av koldioxid

Koldioxid som avskiljs i syfte att lagras geologiskt är, som tidigare beskrivet, klassat som avfall. I tidigare projekt har koldioxid betraktats som icke-farligt avfall, bland annat i projektet CinfraCap. Att driva ett mellanlager för icke-farligt avfall är klassat som en ”B-verksamhet” enligt miljöprövningsförordningen 29 kap 48–49 § om mängden överstiger 10 000 ton. I rapporten från AP2 har man fastställt att kapaciteten för mellanlagret kommer överstiga 10 000 ton (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024).

Man behöver därmed söka tillstånd för mellanlagret. Detta kan vara som ett ändringstillstånd eller ett nytt tillstånd beroende på om anläggningen förläggs inom befintlig tillståndsprövd verksamhet. Eftersom mellanlager klassas som "B-verksamhet" så är det Länsstyrelsen som ska hantera ärendet.

Lagring av koldioxid sker i ett flytande och trycksatt tillstånd, därmed finns det ett behov av att kyla och förvätska koldioxid vid ett mellanlager. En sådan förvätskningsanläggning kan nyttja kyla från luften eller vatten. Det mest troliga alternativet är vatten som kyla om vatten finns tillgängligt i närområdet. Då behöver man eventuellt tillstånd för vattenverksamhet. Enligt Förordningen (1998:1388) om vattenverksamhet gäller tillståndsplikt för vattenverksamhet vid bortledning av ytvatten vid volymer över 1 000 kubik per dygn eller över 200 000 kubik per år från ett annat vattenområde än vattendrag (Med vattendrag menas åar, floder, älvar, strömmar). Ligger nivån under tidigare nämnda volymer så gäller endast anmälningsplikt.

Förvätskningsanläggningar kan använda olika typer av kylmedium i kylningsprocessen. Det kan bland annat vara ammoniak, R-134a, R407C, R404A, R410A, eller propan. Flera av dessa kylmedium klassas som farliga ämnen enligt Sevesolagstiftningen Lag (1999:381) och beroende på hur mycket kylmedium sätts till volym som används i processen, vilket avgör vilken kravnivå verksamheten tillhör, kan det tillkomma krav på nödvändiga åtgärder. Bland annat krav på att ta fram en säkerhetsrapport för verksamheten. Däremot klassas inte koldioxid som farligt ämne enligt Sevesolagstiftningen. Med andra ord är ett större utsläpp av koldioxid inte att betrakta som en "allvarlig kemikalieolycka" som avses inom Sevesolagstiftningen.

35.1.4 Samprövning

Samprövning är en term som används för att beskriva när flera tillståndsprövningar enligt olika lagar samordnas och bedöms i ett gemensamt förfarande. Samprövning kan ske när en verksamhet eller åtgärd kräver tillstånd enligt flera lagar, till exempel miljöbalken, plan- och bygglagen med mera. Syftet med samprövning är att förenkla och effektivisera tillståndsgivningen samt att ge en helhetsbedömning av verksamhetens eller åtgärdens påverkan på miljön och andra intressen.

När det gäller ändringstillstånd enligt miljöbalken, det vill säga tillstånd för att ändra en befintlig miljöfarlig verksamhet, kan samprövning ske med andra lagar som också kräver tillstånd för ändringen. Samprövning kan också ske med andra bestämmelser i miljöbalken som kräver tillstånd för ändringen, till exempel 7 kap. 28 a § om Natura 2000-områden eller 11 kap. 9 § om vattenverksamhet.

Samprövning innebär inte att alla lagar och bestämmelser som berör verksamheten eller åtgärden prövas i ett och samma beslut. Det innebär att de olika prövningarna samordnas så att de sker parallellt och i samma instans. Det kan vara antingen mark- och miljödomstolen eller länsstyrelsen som är samprövningsmyndighet beroende på vilka lagar som är aktuella. Samprövningsmyndigheten ska då ta hänsyn till alla de lagar och bestämmelser som gäller för verksamheten eller åtgärden och fatta ett beslut som är förenligt med dem.

Samprövning för vattenverksamhet enligt kapitel 11 i miljöbalken, och där beslutet fattas av mark- och miljödomstolen, skiljer sig avsevärt från tillståndsprövningen för avfallslagring enligt kapitel 9 i miljöbalken, som hanteras av Länsstyrelsens Miljöprövningsdelegation.

Samprövning är mycket mer omfattande eftersom tillståndet för lagring av koldioxid är beroende av tillståndet för vattenverksamhet. Det är mer effektivt att behandla båda tillståndsansökningarna tillsammans i en process där mark- och miljödomstolen kan bedöma helheten av verksamheten. Detta sparar tid och undviker att behöva presentera samma information i två separata processer.

För vattenverksamheten, som involverar uttag och återföring av vatten till vattenområde, kommer mer uppmärksamhet att riktas mot dess påverkan och konsekvenser på vattenförekomsten och miljö kvalitetsnormer. Det är viktigt att notera att endast själva lagringen av koldioxid inte per automatik innebär betydande miljöpåverkan, och därför kan beslutet om detta lämnas till Länsstyrelsen. Däremot kommer samprövning av vattenverksamheten alltid att kräva en noggrann prövning av dess miljöpåverkan. Detta innebär att handläggningen blir mer omfattande. Dessutom kommer fler berörda parter att involveras, vilket kan påverka både processen och det slutgiltiga beslutet avsevärt.

35.1.5 Ändringstillstånd eller omprövning

Det finns en stor osäkerhet i om en verksamhetsutövare behöver söka ändringstillstånd till verksamhetens grundtillstånd eller om det behövs ett omprövningstillstånd för hela verksamheten både var det gäller avskiljning och mellanlager av koldioxid. Ett ändringstillstånd är mindre omfattande och kräver därmed inte lika mycket resurser. Dessutom är handläggningstiden för ändringstillstånd i regel kortare varav ett ändringstillstånd är därför att föredra.

Det är i regel verksamhetsutövaren av en miljöfarlig verksamhet som behöver tillstånd för att bedriva verksamheten om den är tillståndspliktig enligt 9 kap. miljöbalken.

Verksamhetsutövaren är den aktör som driver och tar viktiga beslut för en anläggning.

En anläggning för koldioxidavskiljning ändrar till en viss del förutsättningarna för en förbränningsanläggning. Den som driver förbränningsanläggningen måste då undersöka hur en avskiljningsanläggning påverkar den befintliga verksamheten och det tillstånd som gäller. Som tidigare har beskrivits i kapitel 35.1.3.1 så gäller tillståndsplikt B för avskiljning av koldioxid enligt miljöprövningsförordningen. Verksamhetsutövaren kan söka tillstånd enbart för den kompletterade avskiljningsanläggningen, eller så behöver verksamhetsutövaren söka ändrade eller nya villkor för den befintliga verksamheten. Detta beror på hur mycket en avskiljningsanläggning påverkar befintlig verksamhet, hur det befintliga tillståndet är utformat samt vilka gränser som har satts för villkor, till exempel utsläpp till omgivning, buller mm.

Ett exempel på en aktör som har sökt om ändringstillstånd är Stockholm Exergi. Ansökan gäller för bio-CCS (infångning och mellanlagring) samt förbränning av slam vid Värtaverket och är idag, februari, 2024, under prövning i Mark-och Miljödomstolen. Stockholm Exergi anser, efter dialog med deras tillsynsmyndighet, att ändringen är av mindre omfattning och väl avgränsat i förhållande till befintlig verksamhet. Ändringen är väl avgränsad på så sätt att Kraftvärmeverk 8, pannan vars rökgaser man har som avsikt att avskilja koldioxid från, fortfarande kan drivas utan bio-CCS. Stockholm Exergi bedömer således att påverkan på befintlig verksamhet inte är så stort att en ansökan om ett helt nytt tillstånd framstår som motiverat.

För att etablera ett mellanlager för koldioxid är situationen liknande då mellanlagret ska lokaliseras på en hamn eller industrifastighet där tillståndsgiven verksamhet verkar. Beroende på vad det befintliga tillståndet har för omfattning och hur den befintliga verksamheten påverkas av ett mellanlager krävs även i detta fall ändringstillstånd eller en omprövning.

Ett exempel från projektet CinfraCap. Här har man gjort bedömningen att det behövs sökas ett ändringstillstånd. Göteborgs hamn har ett verksamhetstillstånd för energihamn, med bland annat tillstånd att lasta/lossa petroleumprodukter, LNG, och annat gods som klassar som våtbulk.

Det är viktigt att tidigt ta upp med verksamhetens tillsynsmyndighet hur processen för att ansöka om tillstånd ska genomföras. Skulle man begränsa en ansökan till att ändra villkor, men att det senare fastslås av prövningsmyndighet om att det behövs en omprövning av hela verksamheten går mycket arbete ogjort och riskerar att behöva göras om.

Tillsynsmyndigheten och länsstyrelsen ska ge vägledning vid förberedande samråd.

35.1.6 Ägande och ansvar för tillstånd

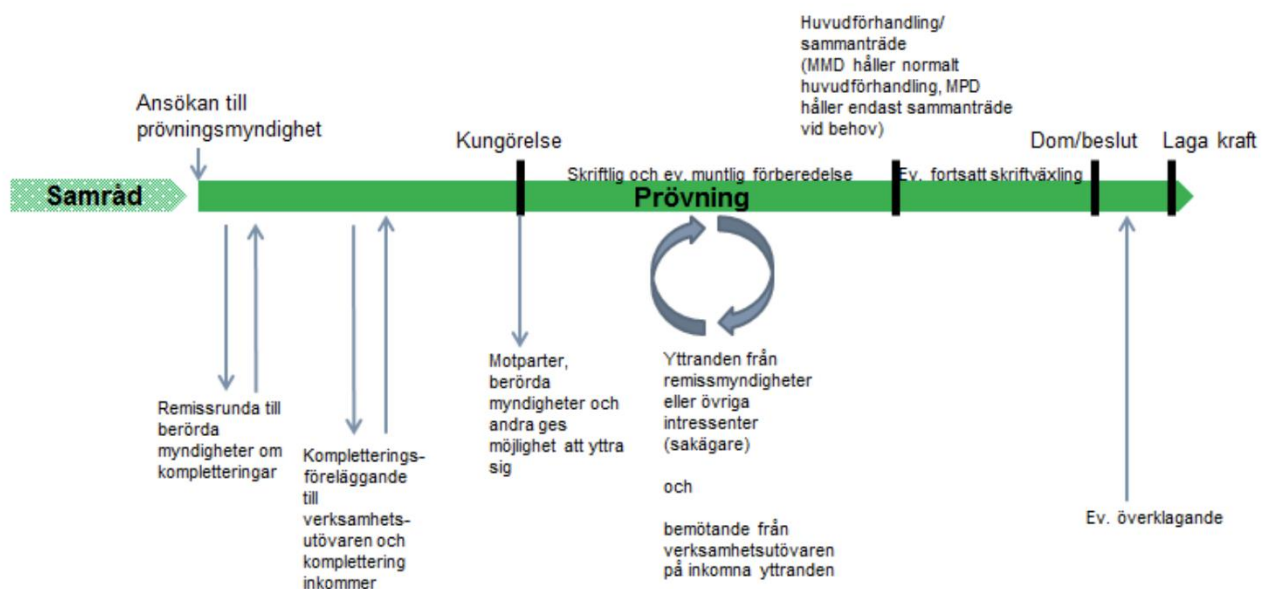
Eftersom ägande- och ansvarsstrukturen för infrastrukturkedjan inte är fastställd, är det oklart vem som äger och ansvarar för de nödvändiga tillstånden. Den som äger anläggningen som kräver tillstånd ansvarar för att ansökan om ändringstillstånd inlämnas. Om ett mellanlager och dess komponenter hamnar under olika tillståndspliktiga verksamheter måste varje verksamhetsutövare med befintligt tillstånd analysera och kommunicera miljöeffekterna av förändringen och säkerställa att detta ryms inom gällande tillstånd. I sådana fall måste respektive tillstånd prövas separat om så krävs.

Det är inte ovanligt att flera olika aktörer är verksamma inom och i anslutning till hamnen. Flera olika aktörer kan bedriva verksamhet med stöd av samma tillstånd och det förekommer också att flera olika verksamheter bedrivs i nära anslutning till varandra utan att omfattas av samma tillstånd. Det är viktigt både för tillståndsprövningen och för efterföljande tillsyn att ansökan tydligt redogör för ansvarsfördelningen mellan olika verksamhetsutövare. Exempel på detta kan vara ansvar för rörledningar, byggnader, avfallshantering, etcetera, och också vad som ingår i den aktuella ansökan och inte. Stockholm Norvik Hamn har idag flera verksamheter under samma tillstånd. Där finns bland annat RoRo- och containerverksamhet varav containerterminalen drivs av verksamhetsutövaren Hutchison Ports.

35.1.7 Förfarande vid tillståndsprövning

Förfarandet vid en tillståndsprövning regleras huvudsakligen i 22 kap. miljöbalken, men även i bland annat rättegångsbalken (1942:740) och förvaltningslagen (1986:223). Bestämmelser finns bland annat om tillståndsansökans och tillståndsbeslutets innehåll, kungörelse, kommunikation med myndigheter, enskilda och miljöorganisationer samt om huvudförhandling och syn. Innan en ansökan om tillstånd lämnas in ska verksamhetsutövaren samråda med myndigheter, berörda enskilda och eventuellt allmänhet och andra intressenter. Därefter tas en miljökonsekvensbeskrivning fram. Regler om krav på upprättande av och innehåll i miljökonsekvensbeskrivningar och annat beslutsunderlag samt om samråd finns bland annat i 6 kap. miljöbalken. När en ansökan kommer in till prövningsmyndigheten kan handlingarna sändas ut på en så kallad kompletteringsrunda där berörda myndigheter ges tillfälle att yttra sig över om ansökan behöver kompletteras, se Figur 81. En sådan kompletteringsrunda är inte obligatorisk, men förekommer i de flesta tillståndsprövningar.

Om prövningsmyndigheten anser att ansökan är ofullständig, föreläggs sökanden att komplettera ansökan med risk för att den annars kan avvisas. När ansökan är komplett och kan tas upp till prövning kungörs ansökan och remitteras till berörda myndigheter och sakägare för yttrande. Om synpunkter på ansökan kommer in får sökanden möjlighet att bemöta dessa. Efter eventuell ytterligare skriftväxling eller muntlig förberedelse håller domstolen som huvudregel huvudförhandling med eventuell syn. Även miljöprövningsdelegationen kan hålla sammanträde och syn, men vanligtvis avslutas ärendet utan sammanträde. Prövningen avslutas genom att prövningsmyndigheten meddelar ett avgörande genom dom eller beslut. Sökanden eller annan som berörs av avgörandet kan överklaga domen eller beslutet om den är missnöjd med utgången. Prövningsmyndigheten kan vid meddelande av tillstånd besluta att skjuta upp en villkorsfråga under en prøvotid. För tillståndsprövning av vattenverksamhet finns vissa särskilda regler, bland annat om vad ansökan ska innehålla, särskilda förutsättningar för tillstånd och vad en dom ska innehålla. Processen för tillståndsprövningen motsvarar emellertid i huvudsak prövningen av miljöfarlig verksamhet.



Momenten i illustrationen är sådana som kan ingå i en tillståndsprövning. Vissa moment kan upprepas, medan vissa moment inte alltid ingår i en enskild prövning.

Figur 81 Schematisk figur över olika steg i tillståndsprövningen (Naturvårdsverket, 2023)

35.1.8 Handläggningstid miljötillståndsprövning

Mark- och miljödomstolen ansvarar för att pröva för miljöfarlig verksamhet. Handläggningstiden varierar beroende på flera faktorer, inklusive komplexiteten i ärendet, antalet inblandade parter och myndigheters resurser. I allmänhet strävar domstolen efter att effektivt behandla ärenden och utfärda beslut inom en rimlig tidsram.

Mindre komplicerade ärenden kan ibland hanteras relativt snabbt, medan mer komplexa ärenden som involverar omfattande utredningar och juridiska överväganden kan ta betydligt längre tid. Handläggningstiden kan variera från några månader till ett år eller mer.

Handläggningstiden i mark- och miljödomstolen såg ut på följande sätt mellan 2020 – 2022 (Naturvårdsverket, 2023).

Tabell 34 Handläggningstider i mark – och miljödomstol.

År	2020 (dagar)	2021 (dagar)	2022 (dagar)
Median	421	501	474
75-percentil	568	700	743
90-percentil	794	909	1013

Länsstyrelsens miljöprövningsdelegation prövar för miljöfarliga verksamheter av mindre skala. Handläggningstiden för miljöprövningsdelegationen mellan år 2020 – 2022 redovisas nedan (Naturvårdsverket, 2023)

Tabell 35 Handläggningstid för Miljöprövningsdelegationen.

År	2020 /dagar	2021 (dagar)	2022 (dagar)
Median	236	299	349
75-percentil	405	448	526
90-percentil	638	675	718

Statistiken omfattar både miljöfarlig verksamhet och tillståndspliktig vattenverksamhet och ger bland annat svar på tiden från tillståndsansökan till beslut, hur många tillstånd som behandlats under de båda åren och handläggningstiden för överklagade ärenden. Handläggningstiden för mark- och miljödomstolen varade ca. 60% längre än handläggningstiden för miljöprövningsdelegationen sett till medianvärdet mellan 2020–2022.

Handläggningstider anges i dagar från det att ansökan inkommit till dess att beslut fattats i första instans samt i förekommande fall i överinstans. Tid för samråd ingår inte i statistiken. Hur lång tid samrådsperioden tar varierar från fall till fall och beror på komplexitet i ärendet, hur många intressenter man behöver ta hänsyn till samt hur mycket synpunkter och anpassningar man behöver göra efter samråd. Som ett exempel hade Stockholm Exergi sitt första samråd gällande ändringstillstånd för bio-CCS med myndigheter under februari-mars 2021, ett nytt kompletterat samråd med myndigheterna under augusti-november 2022. Under hösten 2022 genomfördes även samråd med allmänheten, intresseorganisationer och särskilt berörda. Därefter kunde man skicka in ansökan till mark- och miljödomstolen den 31 mars 2023. Samrådsperioden varade därmed ca. 2 år och hela tillståndprocessen kommer ta ca. 3 år om domen, som förväntas komma under våren, ger ett positivt utfall och inte överklagas. Processen tog längre tid än väntat på grund av att de har behövt göra större anpassningar i utformningen av planerade anläggningar, dels på grund av att spridningsberäkningar av stora utsläpp av förvätskad koldioxid har beaktats, vilket resulterat i layoutmässiga förändringar i syfte att reducera riskerna.

Vid frågan om hur lång tid det skulle ta för hela tillståndsprocessen för att få uppföra en nod för koldioxid har flertalet hamnar i Sverige, däribland Stockholms Hamnar, uppskattat att det kan ta upp till 2 år. Detta är en grov uppskattning och det varierar från fall till fall. Men hänsyn till att enbart samrådsprocessen tog ca. 2 år för Stockholm Exergi antyder att det kan ta betydligt längre tid.

36 Stockholm Norvik Hamn - Befintlig verksamhet och tillstånd

36.1 Planerade aktiviteter

Stockholm Norvik Hamn är inte helt utbyggd, man har planer på att färdigställa alla hamnytor och kajer för framtida verksamheter. Dessutom planerar NCC en logistikpark väster om hamnområdet. Figur 82 illustrerar den tänkta utformningen för hamnområdet från detaljplanen som vann laga kraft 2011 samt hur hamnen är utformad idag.



Figur 82 Hamnområdets tänkta utformning enligt detaljplan (t.v.) och hamnområdet enligt flygfoto hämtad 2024 (t.h.). Område inom den röda rektangeln är där berget med stenross är.

I hamnområdet finns det en yta där man idag har en stor mängd stenross från när man byggde järnvägsspår till hamnen. Det kommer även tillkomma mer stenross under en längre tid framöver när NCC färdigställer ytor för den framtida logistikparken. Stockholms Hamnar har en överenskommelse med NCC om att uppföra utlastningsplats av stenross mot fartyg. För att det ska vara möjligt ska man färdigställa en kaj öster om berget med stenross. Denna kaj kommer vara i drift från hösten 2025 och planeras vara en dedikerad kaj för stenross fram till att berget med stenross och stenross från logistikparken är borta (se Figur 83). Bygget av denna kaj har påbörjats och kommer ge viktig erfarenhet till arbetet med att etablera kommande kajer dedikerade för koldioxid.

Att få bort berget med stenross uppskattas kunna göras på två år. Dock kan delar av berget prioriteras att tas bort om ytor behöver färdigställas tidigare. Logistikparkens stenross förväntas vara borta efter 10 till 15 år men beror på intresset av att nyttja detta område. Men även i detta område kan ytor färdigställas tidigare vid behov. Det är dock NCC som äger denna mark och har rådighet över hur området ska exploateras.

Aktören som driver containerhamnen har en option att bygga ut området strax söder om den befintliga containerhamnen när stenrossen är borta om behovet av expansion finns. Större delen av området där stenross är idag har Stockholms Hamnar inga bestämda planer för hur det ska nyttjas. Man vill dock prioritera hamnytor till verksamhet som måste vara i hamnen såsom containerhamn. Då ett mellanlager för koldioxid inte behöver ligga i hamnområdet har

Stockholms Hamnar pekat ut ett område som är en möjlig plats för mellanlager. Figur 83 visar var det utpekade skogsområdet samt var den dedikerade kajen för stenkross kommer vara. I detta skogsområde finns idag fastigheter som inte används i större utsträckning och man har inga planer på att använda detta område för annan verksamhet i dagsläget. Detta område ligger relativt avskilt från hamnens övriga verksamhet och även tredje man. Dock går Norvikvägen nordväst om området. Norvikvägens vägområde rymmer vägbanan, gång- och cykelväg, diken samt trädplantering.



Figur 83 Flygfoto som visar utpekade område för mellanlager samt plats för kaj för utskeppning av stenkross

36.2 Befintliga tillstånd

I februari 2007 ansökte Stockholms Hamnar om tillstånd enligt miljöbalken att bygga och bedriva hamnverksamhet vid Norvikudden. Mark- och miljööverdomstolen lämnade i oktober 2015 tillstånd till hamnverksamhet och fastställde villkor för byggnation och drift samt dispens för dumpning av muddermassor. Domen vann laga kraft i april 2016 efter att Högsta domstolen beslutat att inte lämna prövningstillstånd. Byggnation har pågått sedan 2016 och hamnen kunde öppnas för trafik under 2020. Under 2020 har en ansökningsprocess avseende ändrad hamnverksamhet och vattenverksamhet inletts. I slutet av oktober 2022 erhöll Stockholms Hamnar tillstånd att hantera max 500 000 passagerare per år och möjlighet att uppföra en ny kaj av mark- och miljödomstolen. Domen vann laga kraft den 15 november 2022 och omfattar både ändrad hamnverksamhet och vattenverksamhet.

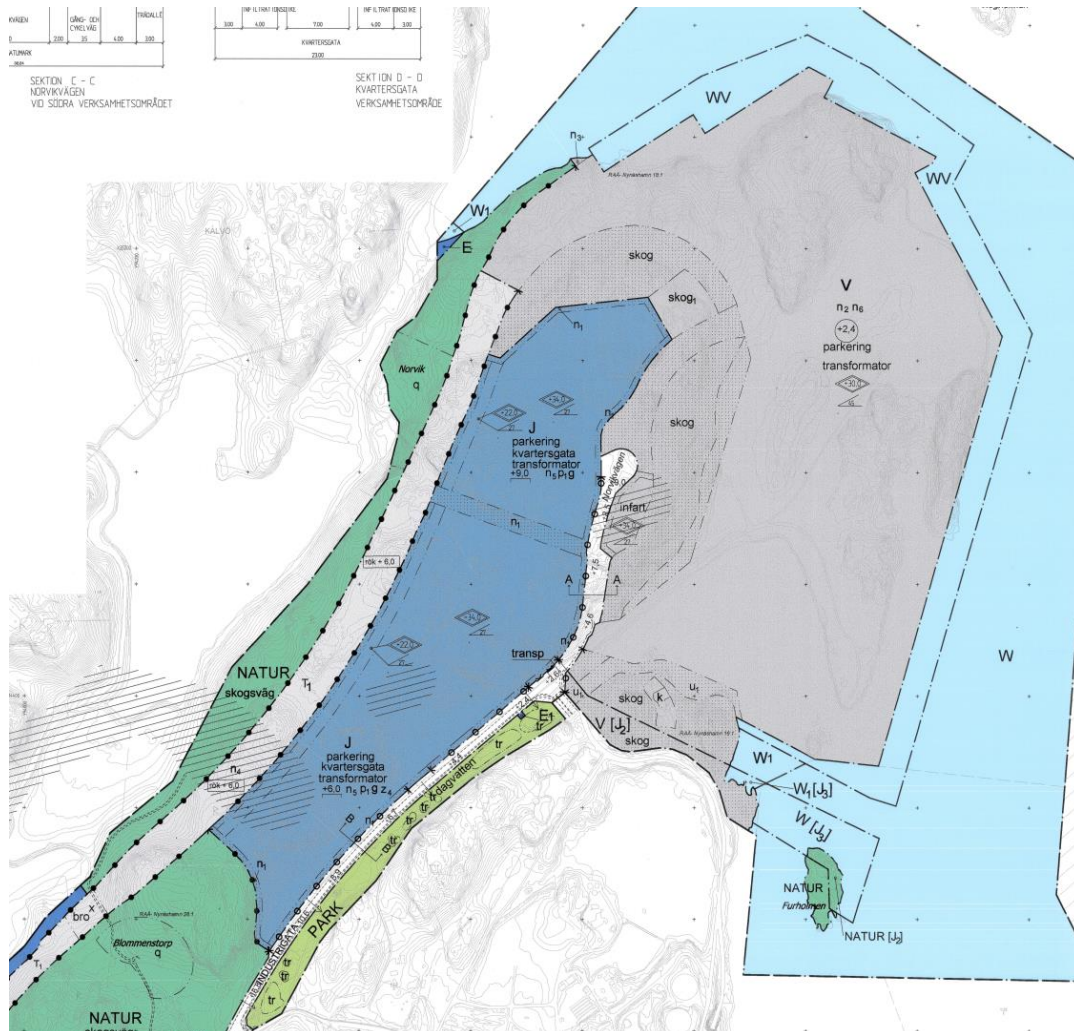
Under 2021 lämnade Stockholms Hamnar även in en anmälan till Södertörns miljö- och hälsoskyddsförbund om en anmälan om ändrad hamnverksamhet. Den rör sig om uppförandet av en övre ramp i Stockholm Norvik Hamn. Anmälan lämnades utan krav på ytterligare åtgärder eller försiktighetsmått och den övre rampen färdigställdes under november 2022.

Tabell 36 Sammanfattning av samtliga tillstånd

Datum	Beteckning	Kommentar
2014-10-10	M 2414–12	<p>Stockholms Hamnar har fått tillstånd enligt miljöbalken att inom fastigheten Nynäshamn Kalvö 1:25</p> <p>a) utföra muddringar om maximalt 900 000 m³ massor, schaktningar, utfyllnader, sprängningar, pålningar samt anläggande av kajer</p> <p>b) bedriva hamnverksamhet som medger hantering av gods om maximalt 8,5 miljoner ton per år</p> <p>c) för den ansökta verksamheten uppföra och utföra erforderliga byggnader, anläggningar och installationer. Mark- och miljödomstolen lämnar Stockholms Hamn AB dispens från det generella förbudet mot dumpning av avfall enligt 15 kap. 31§ miljöbalken för dumpning av 900 000 m³ muddermassor från ovan angivna arbeten i havet vid platsen Ekoknölen.</p>
2015-10-30	M 9616–14	<p>Ärendet togs till Mark- och Miljööverdomstolen eftersom flera klagande överklagade Mark- och Miljödomstolens dom som gav tillstånd till Stockholms Hamn att anlägga och driva en hamn i Norvik. Klagandena hade invändningar mot bland annat miljöpåverkan, buller, trafik och vattenkvalitet. Mark- och Miljööverdomstolen fastställde i sin dom att verksamheten var tillåtlig och att de flesta av villkoren som Mark- och Miljödomstolen föreskrivit var rimliga. Mark- och Miljööverdomstolen ändrade dock några villkor om grumlande arbeten, sprängning och ljudnivåer under byggtiden. Mark- och Miljööverdomstolen sköt också upp frågan om ytterligare villkor för landtransporter till och från hamnen.</p>
2022-10-25	M 4994–21	<p>Stockholms Hamnar har fått tillstånd för ändring av verksamheten.</p> <p>Tillstånd enligt 9 kap., 16 kap. 2 a § och 11 kap. miljöbalken att inom mark- och vattenområde till fastigheten Kalvö 1:25</p> <p>bedriva hamnverksamhet som medger hantering av maximalt 500 000 passagerare per år</p> <p>förlänga kaj 7 med en pålad angoringsdykdalb ansluten till befintlig kaj med en ca 30 m lång gångbrygga av stål med möjlighet till pålat mittstöd</p> <p>i den norra slänten uppföra en ca 100 m lång kaj med möjlighet till nedsänkt RoRo-ramp för rullande gods samt i vinkel till denna en ca 30 m lång kaj, genom att befintlig slänt spontas in, fylls ut och hårdgörs på insidan samt att området utanför kajen muddras ur till ca 10,2 m ramfritt djup. Kajen får utföras antingen som en bakåtförankrad spontkaj med krönbalk av betong eller som en påldäckskaj med borrade pålar eller med vinkelement på botten, och utföra muddring, schaktning och sprängning i anslutning till och inför eller i samband med arbeten under punkterna b) och c).</p>

36.3 Detaljplan

Detaljplanarbetet för Stockholm Norvik Hamn inleddes under år 2006 med programarbete. Under år 2007 var detaljplaneförslaget föremål för samråd. Därefter skedde ett kompletterande detaljplanesamråd för ett alternativt läge för industrispår. Det nya läget inarbetades i handlingarna för detaljplan. Detaljplanen vann laga kraft år 2011. Figur 84 visar planbestämmelser för hamnområdet.



Figur 84 Grundkarta från detaljplan för Stockholm Norvik Hamn

Några viktiga iakttagelser för utformning av en nod för koldioxid i Norvik benämns nedan:

- Området "V" är kvartersmark med beteckningen "Hamn med byggnader och andra erforderliga anordningar"
- Vattenområdet "WW" längsmed hamnområdet har beteckningen "Hamn. Förtöjningar och anordningar för hamnens verksamhet får anordnas. Området får inte fyllas igen"
- Vattenområdet "W" har beteckningen "Öppet vattenområde"
- Området "J" är kvartersmark med beteckningen "Verksamhetsområde; industri och lager"
- Delar av området "V" är prickade vilket betyder att byggnader inte får upprättas i området
- I södra delen av området "V" finns det en registrerad fornlämning (RAÄ-Nynäshamn 16:1, röse)

- I södra delen av området "V" finns det ett område "u₁" med beteckningen "Marken ska vara tillgänglig för allmän öppen dagvattenledning. Utformning ska vara enligt principskiss sid 22 Grönstrukturplan"
- I planbestämmelsen är högsta nockhöjd över nollplan begränsat. I området "V" och "J" råder 30 respektive 34 meter
- I detaljplanen har man angivit att man planerat bygga ut fyra spår inom hamnområdet, idag är bara två av dessa utbyggda

Plan- och bygglag (2010:900) sätter bestämmelser för om planläggning av mark och vatten och om byggande. Planbestämmelsen "Hamn" kan omfatta allt från småbåtshamnar till stora färjeterminaler och industrihamnar. Med användningen Hamn avses all den verksamhet som hör till sjötrafik och hamnverksamhet och som är förlagd till land, till exempel kajer, transportanordningar, terminalbyggnader, magasin, fyrar och lotsbyggnader. Användningen kan även omfatta anläggningar i, på eller under vatten som ansluter till hamnverksamheten på land, som till exempel bryggor eller dockor. Även komplement till verksamheten ingår i användningen, så som personalutrymmen eller handel och service till resenärer.

Industriverksamheter som har koppling till hamnen och vattnet, till exempel varv, oljehamnar och containerterminaler ingår i användningen. För andra industrier som lokaliseras i anslutning till ett hamnområde men som inte har koppling till hamnverksamheten är det lämpligt att kombinera användningarna Hamn och Industri. En kombination av Hamn och Industri kan innebära att kvartermark för enskilt respektive annat än enskilt bebyggande kombineras. En sådan kombination kan innebära svårigheter vid genomförandet i de fall då kommunen har en rättighet eller en skyldighet att lösa in mark som ska användas för annat än enskilt bebyggande.

Tekniska anläggningar som har samband med hamnverksamheten ingår i användningen när de är lokaliserade i eller i anslutning till hamnområdet. Sådana anläggningar som är lokaliserade längre ifrån hamnen planeras i stället med användningen Tekniska anläggningar.

36.4 Påverkan på redan tillståndsgivna verksamheten

En potentiell storskalig nod för koldioxid i anslutning till Stockholm Norvik Hamn kan medföra eventuella påverkan på den redan tillståndsgivna verksamheten och då överträda de villkor som gäller för hamnverksamheten. Det beror på hur noden är utformat, var den är placerad, hur mycket koldioxid som lagras och transporteras och vilka risker och konsekvenser det medför. För att bedöma om noden är förenligt med gällande tillstånd, villkor och detaljplan för Stockholm Norvik Hamn krävs en noggrann utredning. I detta avsnitt kommer man redogöra hur tillståndsgiven verksamhet i Stockholm Norvik Hamn kan påverkas av en nod för koldioxid.

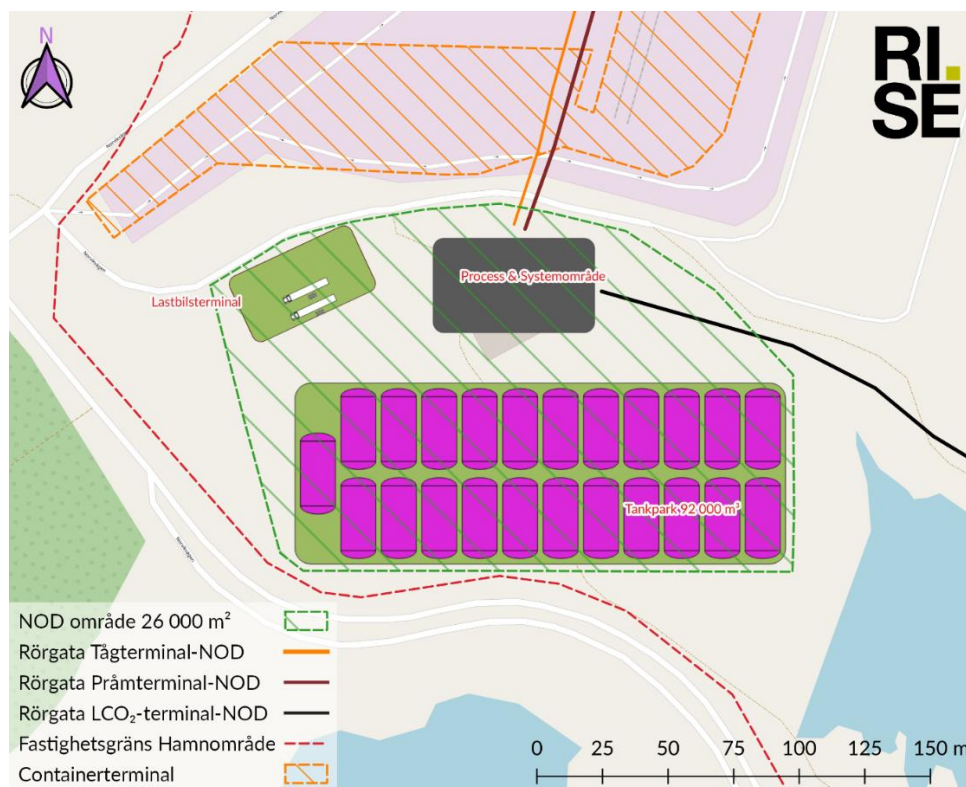
I Stockholm Norvik Hamn är planbestämmelsen "Hamn" i större delen av området. Detta för att hamnverksamheten kan förändras över tiden och man inte vill specificera vilken typ av verksamhet som får verka i området. Detta möjliggör att annan typ av gods- eller passagerartrafik blir möjligt i hela hamnområdet. Kan man peka på att en framtida nod med cisterner, förvätskningsanläggning, rörledningar, manifoldrar och andra tekniska anläggningar tillhör hamnverksamheten så behöver det inte vara nödvändigt att ändra planbestämmelser. Där planbestämmelsen är "Industri och lager" ska det inte vara ett hinder att etablera en nod då planbestämmelsen innefattar tekniska anläggningar, lager, pumpar. För båda

planbestämmelser kan det dock bli så att bedömningen görs att område ska ha en särskild funktion. Detta om tillsynsmyndighet anser att en särskild funktion kommer att dominera användningen och har stor betydelse för områdets utformning eller innebära en betydande omgivningspåverkan. Då kan planbestämmelsen behöva preciseras.

I en detaljplan är det inte lämpligt att reglera skyddsavstånd genom måttangivelser i en planbestämmelse. Skyddsavstånd regleras i stället indirekt genom att planens utformning anpassas till de specifika förhållandena på platsen. I varje enskilt fall måste kommunen göra en bedömning av hur störningskänslig den planerade användningen är eller vilken omgivningspåverkan den har. Denna bedömning måste göras för både de verksamheter som redan finns etablerade och de verksamheter som planläggningen avser. Bedömningen kan grunda sig på verksamhetens karaktär, områdets topografi och den förhärskande vindriktningen, men också hur känslig den angränsande användningen är.

36.4.1 Nod för koldioxid

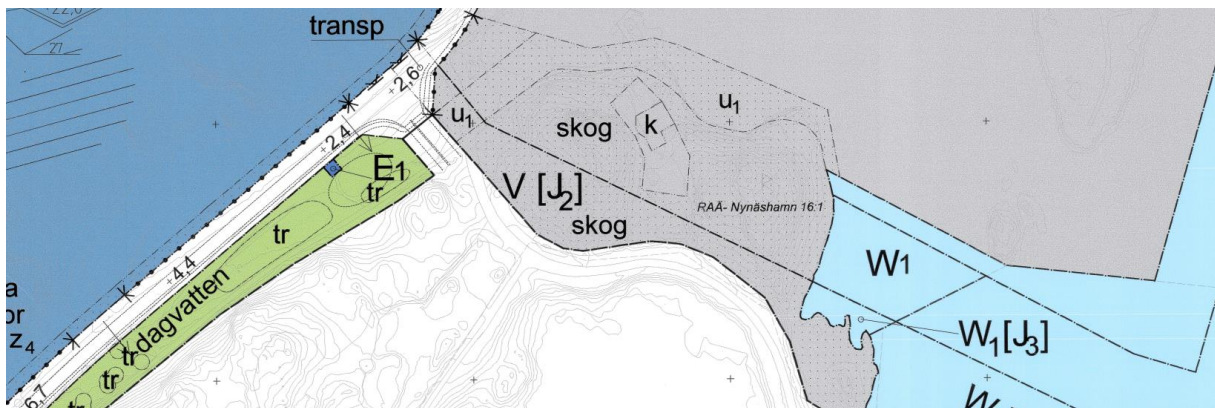
En nod för koldioxid kräver ytor för cisterner, förvätskningsanläggning, rör, servicebyggnader mm. AP2 har uppskattat den totala arean för noden till 26 000 m² för den utformning som kräver störst yta, se mer information i kapitel ”Nod-område” (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024). Figur 85 visar det område som Stockholms Hamnar har utpekat som en potentiell plats för noden med hänsyn till att området inte ligger nära kaj och därmed konkurrerar med annan verksamhet.



Figur 85 Det stora nodområdet på 26 000 m²

Figur 86 visar samma område men från detaljplanen. Området har beteckningen ”V” men är också prickat vilket betyder att inga byggnader får upprättas. Det finns också registrerat en fornlämning i områdets östra del (RAÄ-Nynäshamn 16:1, röse). I detaljplanen har man föreslagit att fornlämningen kan vara kvar om marken anges som parkmark eller motsvarande,

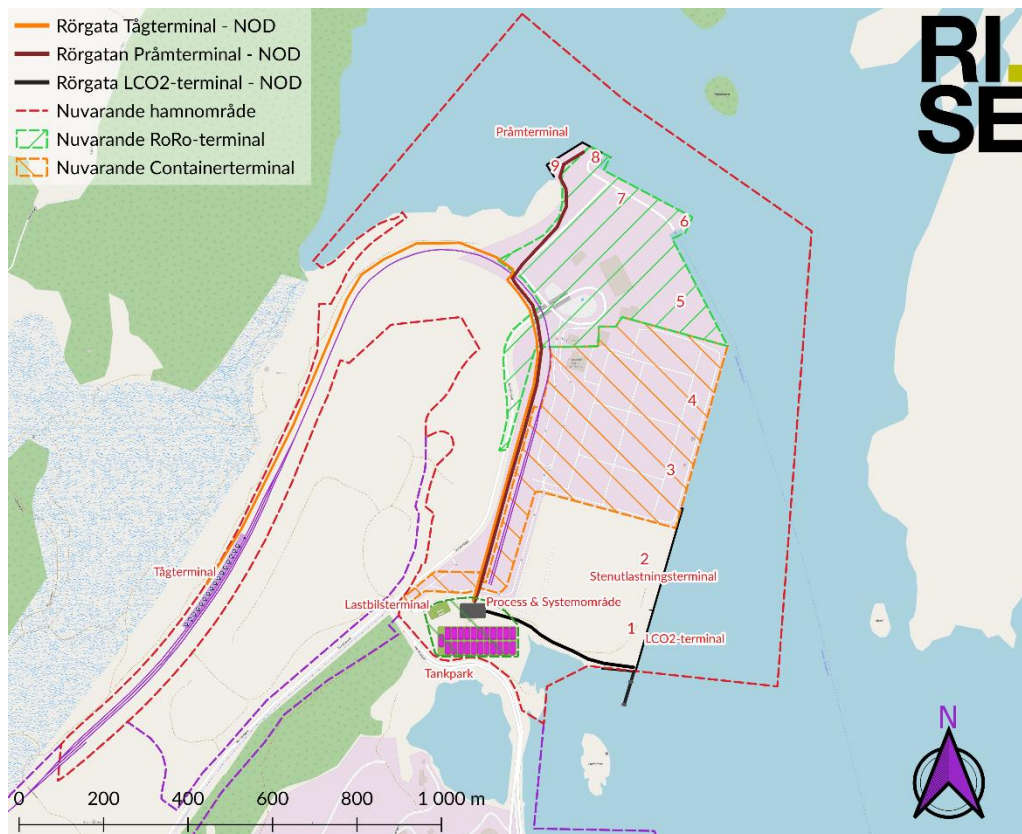
annars undersökas och borttagas. Att flytta fornlämningar är relativt vanligt, men det kräver en plan för hur det ska göras tillsammans med kommunen. Genom området är det också angivet att det ska gå en allmän öppen dagvattenledning för att leda bort vatten från den park med dagvattenhantering som går längst Norvikvägen (gröna området i Figur 86). Denna dagvattenledning ska vara utformad efter detaljplanens grönstrukturplan. När man tydligare vet hur utformning av noden kommer vara kan man utreda om dagvattenledningen kommer påverkas. Bedömningen är dock att man måste justera eller söka ny detaljplan för att upprätta en nod och tillhörande tekniska anläggningar. Det finns inte någon uttalad gräns för vad som kan göras inom ramen för ändring av detaljplan. Ändringen ska dock uppfylla plan- och bygglagens krav på tydlighet och rymmas inom syftet för den ursprungliga detaljplanen. Det är kommunen som i det enskilda fallet avgör om det är lämpligt att ändra en detaljplan eller om den befintliga planen ska ersättas med en ny eller upphävas.



Figur 86 Område utpekad för nod för koldioxid, grundkarta från detaljplan för Stockholm Norvik Hamn

36.4.2 Kaj

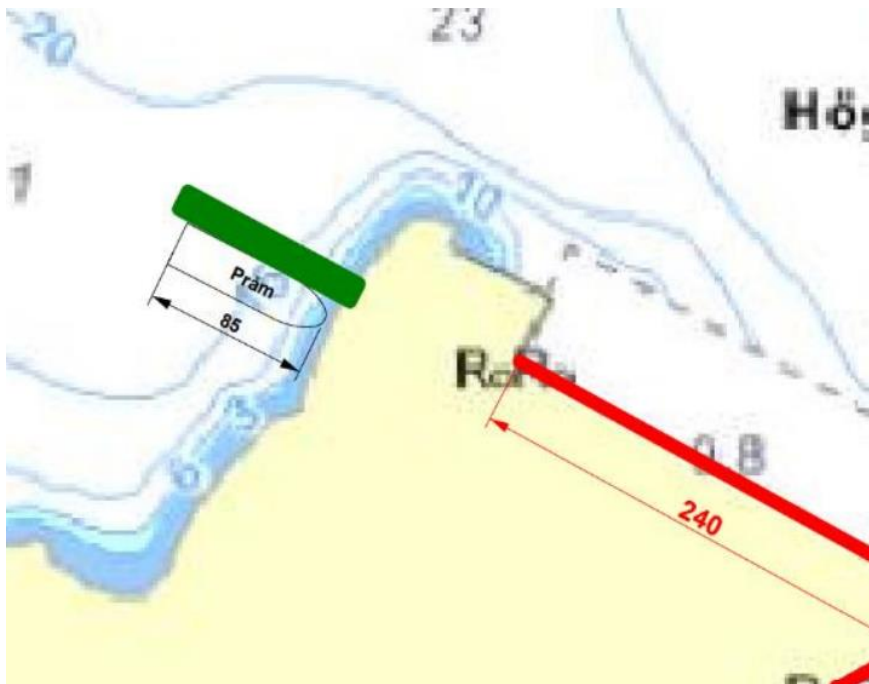
Under denna projektfas har AP2 arbetat med en screening av transportalternativ till Stockholm Norvik Hamn. I denna screening har man identifierat två kajlägen som kan vara nödvändiga beroende på transportalternativ till hamnen. Figur 87 visar de tänkta kajlägena.



Figur 87 Möjliga lägen för kajer. Kajläge i södra delen av hamnen (Kajläge 1) strax söder om stenutlastningsterminal. Kajläge i norra delen av hamnen (Kajläge 8 och 9)

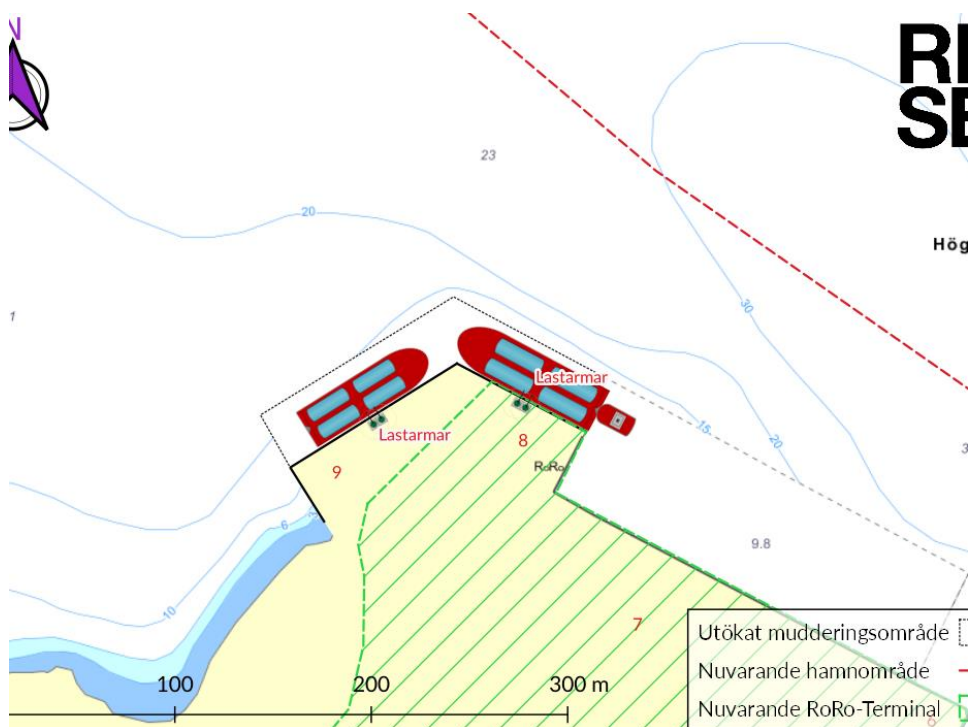
Ett kajläge i norra delen av hamnen har bedömts vara nödvändigt om en transportlösning som inkluderar pusherfartyg och pråmar kommer användas då denna lösning kräver mer kaj än alternativ med fartyg, se mer detaljer i kapitel "Prämterminal" i AP2:s rapport (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024). Initialt föreslog AP2 en utformning av kajen så den byggs ut vinkelrätt mot den befintliga strandlinjen för att möjliggöra att kajen kan hantera två pråmar samtidigt, se

Figur 88.



Figur 88 Initialt förslag på utformning av kaj

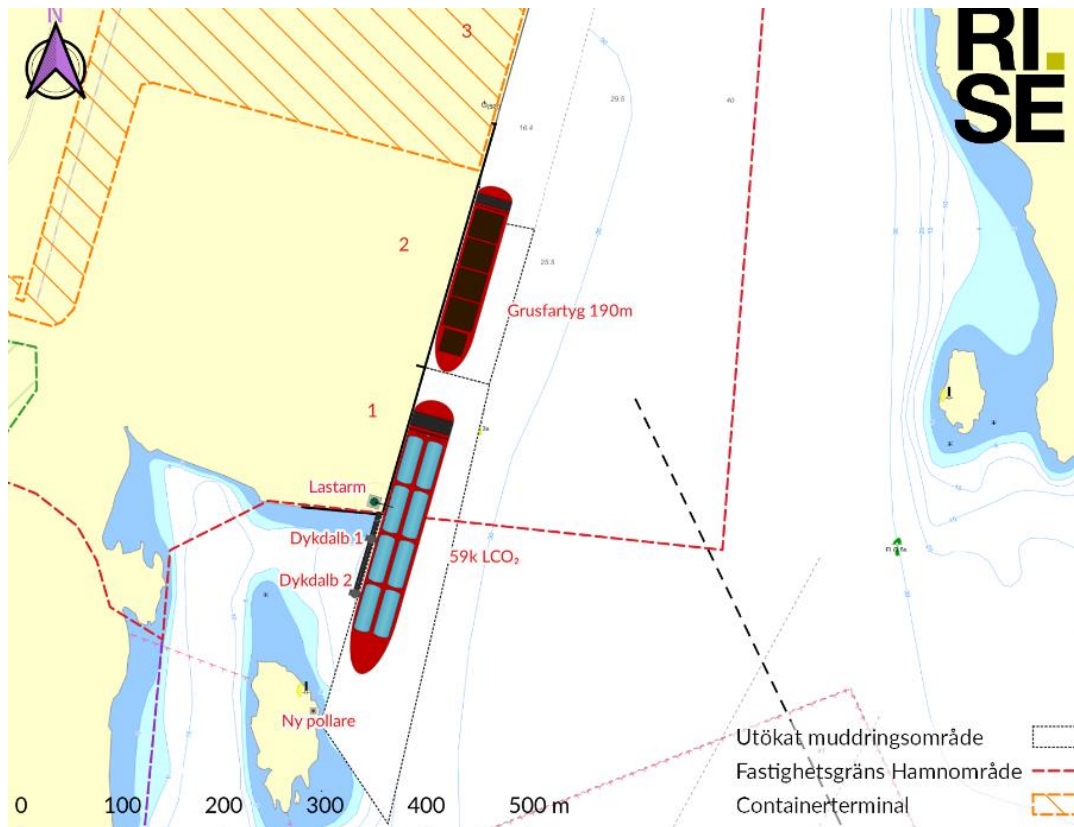
Den föreslagna utformningen av kajen avviker från den kajlinje som presenteras i detaljplanen. Beroende på hur långt ut kajen kommer gå ut finns det också en risk att kajen kommer ligga inom område med benämning "Hamn. Förtöjningar och anordningar för hamnens verksamhet får anordnas. Området får inte fyllas igen." samt "Öppet vattenområde". Bedömningen i dagsläget är att man avviker från detaljplanen. Under detta projekts gång har Stockholms Hamnar gjort bedömningen att det är mer lämpligt att hålla sig till den tillståndsgivna utformningen. Därmed har AP2 valt att arbeta vidare med en utformning av kaj i enlighet med tillståndet som Stockholms Hamnar har, se Figur 89. Vid läge 8 och 9 finns tillstånd idag att bygga 100 m lång kaj. Kajen får muddras ur till ca 10,2 m ramfritt djup. Kajen får utföras antingen som en bakåtförankrad spontkaj med krönbalk av betong eller som en pådäckskaj med borrade pålar eller med vinkelement på botten. Det bör dock tilläggas att denna utformning togs fram för att förbättra möjligheterna för anlop av bland annat IVV-fartyg (inre vattenvägar), myndighetsfartyg med mera och inte för transport av koldioxid. När man mer säkert vet kajens utformning med hänsyn till detaljplanen kan man bedöma om det kan uppstå planstridigheter. Detta måste man undersöka vidare med tillsynsmyndigheten.



Figur 89 Reviderat förslag på utformning av kaj

Vid kajläge 1 finns det idag ett outnyttjat tillstånd att bygga totalt 350 m kaj varav 200 meter är dedikerat för utskeppning av stenkross (se Figur 90). Kvarvarande 150 m har AP2 bedömt vara möjligt för fartyg med inkommande och utgående volymer koldioxid. För mer detaljer kring kajläge 1 går att hitta i kapitel "LCO2-terminal Kaj 1" i AP2:s rapport (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024). Det kan bli nödvändigt att bygga en dykdalb eller annan lämplig förtöjningspunkt. Se Figur 90 för utformning av kajläge 1. Beroende på vart den placeras kan förtöjningspunkten hamna inom område med benämning "Öppet vattenområde". Inom detta område får dessutom inga fartyg förtöjas vilket troligtvis större fartyg kommer ha behov av. Man kommer troligtvis även för detta läge avvika från detaljplanen. Man kan även se i Figur 90 att den tänkta utformningen sträcker sig utanför hamnens fastighetsgräns och in över Nynäshamns kommuns fastighetsgräns. Detta måste man också undersöka vidare med tillsynsmyndigheten.

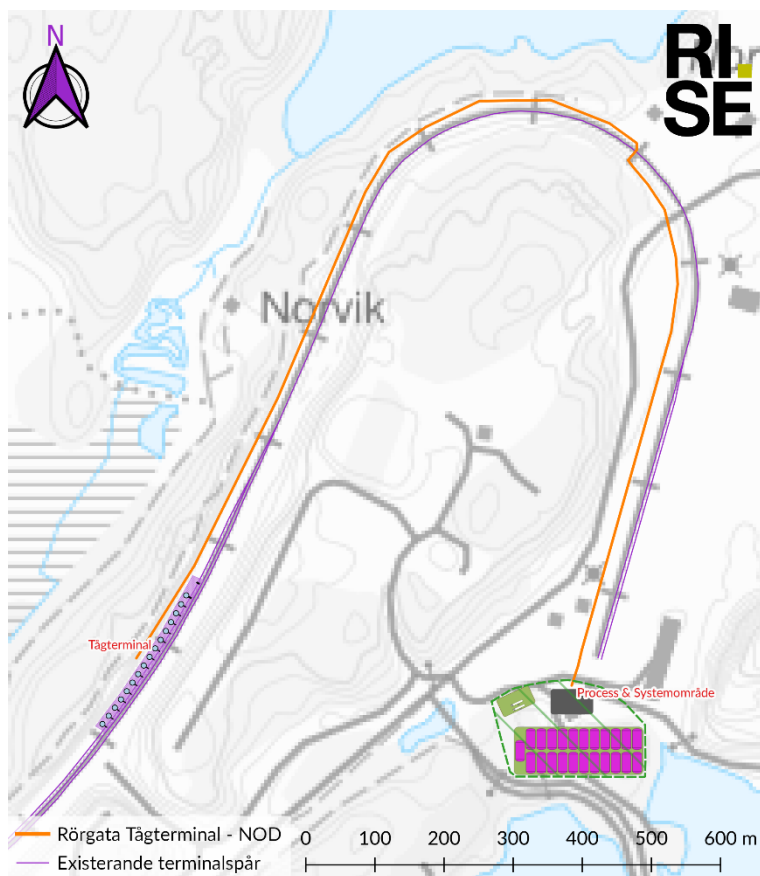
För båda lägen kommer man sannolikt behöva söka om ändringstillstånd då båda kajernas utförande inte kommer kunna följa tidigare tillståndsgivna utformning av kaj och förtöjningspunkter. Det är då ytterst viktigt att man kan leverera kartunderlag och ritningar som tydligt visar placering av utformning av kajer och placering av förtöjningspunkter och hur den kommer att placeras i förhållande till övriga installationer i hamnen. Det är viktigt att inte de nya kajerna och tillhörande förtöjningspunkter inte begränsar manöverutrymmet för övrig verksamhet. Det kan även behöva verifieras genom simuleringar med tänkta transportalternativ.



Figur 90 Kajläge 1, Grusfartyget i figuren illustrerar var den dedikerade kajen för stenkross med utlastande fartyg ligger i relation till kaj och fartyg för utlastning av koldioxid

36.4.3 Tågterminal

Tågförbindelse till hamnen byggdes för att möjliggöra att man kan möta marknadens efterfrågan på hög frekvens och kapacitet på järnvägen. Man förvaltar idag ca. 4 400 meter industrispår som kopplar samman Stockholm Norvik Hamn med Sveriges resterande järnvägsnät via Nynäsbanan. Utanför hamnområdet har man en sträcka med tre spår parallellt på ca 740 meter och inne i hamnen har man en sträcka med två parallella spår på ca. 360 meter. Figur 91 visar en karta över spåren fram till och inom hamnen. I detaljplanen för Stockholm Norvik Hamn har man möjlighet och utrymme för totalt 5 spår i bredd utanför hamnområdet (benämnt tågterminal i figuren) och totalt 4 spår inne i hamnområdet. Man kan därmed enligt detaljplan bygga ut ca. 2 200 meter spår parallellt med befintliga spår. Beroende på hur stora volymer koldioxid som transporteras med tåg till Stockholm Norvik Hamn så kan en tänkt lossningsterminal för tåg placeras utanför eller i hamnområdet. Enligt planbestämmelser så får man upprätta tillhörande anordningar till industrispåret. Man bör också kunna argumentera för att en tågterminal hör till tekniska anläggningar som har samband med hamnverksamheten. AP2 har kommit fram till att möjligheten för att ta emot koldioxid är god och att de befintliga terminalspåren anses ha tillräcklig kapacitet för att hantera tågtransportflöden. Kapitel ”Tågterminal” i AP2:s rapport presenterar mer detaljer kring tåg som transportalternativ (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024).



Figur 91 Industrispår framdraget från Nynäsbanan med spår framdraget till hamnområdet

36.4.4 Buller

I grundtillståndet finns tre villkor, villkor 5–7, som gäller grumling, sprängning och buller under byggtid.

Verksamheten har i sitt grundtillstånd flera bullervillkor för hamnverksamheten under bygg- och drifttid, villkor 7, 14–16. I Stockholms Hamnars ansökan 2022 om att ändra verksamheten har de bedömt att den ändrade verksamheten kommer kunna bedrivas inom ramen för gällande villkor.

Domen fastställer att villkor 14 föreskriver att bullervillkorets uppfyllande ska kontrolleras på nytt när förändring sker i verksamheten. Detta innebär att Stockholms Hamnar, efter det att ändring genomförts, ska kontrollera att bullervillkoren följs.

Under byggtiden får arbete inte ge upphov till högre ljudnivåer än de riktvärden som anges i Naturvårdsverkets allmänna råd (2004:15) om buller från byggplatser. Om ovanstående riktvärden överskrids vid spontning och pålning får sådana arbeten endast utföras under tiden 1 september–31 maj och bedrivs endast helgfri måndag–fredag kl. 07–19.

Bullernivåer under drifttiden gäller för hamnverksamheten:

Byggverksamheten får inte ge upphov till högre ljudnivåer än de riktvärden som anges i Naturvårdsverkets allmänna råd (2004:15) om buller från byggplatser.

Buller från hamnverksamheten inklusive transporter inom hamnområdet och hjälpmaskiner ombord på fartyg när dessa befinner sig i hamn ska begränsas så att de ekvivalenta

Ljudnivåerna utomhus vid bostadshus, med undantag för bostäderna på fastigheterna Yxlö 1:11, 3:13, 3:54 och 3:55, inte överskrider

- 50 dB(A) vardagar kl. 07-18
- 45 dB(A) kvällar kl.18-22 samt lör-, sön- och helgdagar kl. 07-18
- 40 dB(A) nätter kl. 22-07.

Avståndet till bebyggelsen är en avgörande faktor för att avgöra hur stora miljö- och folkhälsoproblem hamnen kommer att medföra men även faktorer såsom topografi, övriga bullerkällor och vindriktning kan ha betydelse. Boverket rekommenderar att det ska vara ett minsta avstånd från hamnverksamhet till bostäder på cirka 500 meter.

En nod kommer leda till att nya bullerkällor tillkommer i form av bland annat kompressorer, kylanläggning, pumpar, lastning och lossning av koldioxid samt fartygstransporter under driftsfasen. Under anläggningsskedet förekommer betongkrossning, pålning, spontning och andra moment som ger upphov till bullerstörningar för närboende.

De fastigheter som ligger närmast Stockholm Norvik Hamn ligger på ett avstånd av ca. 2 km (ej medräknat undantagna fastigheter på Yxlö). Det är syd/sydväst samt norr om hamnområdet. Mellan Nynäshamn och hamnområdet finns industriområden och kuperad mark med växtlighet, buller bedöms inte vara ett problem i denna riktning. Norrut är det öppet vatten och färre objekt som kan absorbera ljud varav det är troligt att buller enklare kan sprida sig. Stockholms Hamnar tror inte det är möjligt att förändra villkor för buller. Det är därmed viktigt att tänka på att placering av kajer och mellanlager inte medför att bullernivå överskrids. Bullermässigt är det fördelaktigt att lokalisera mellanlager och kaj i södra delen av hamnen. Stockholms Hamnar har dock tillstånd att bygga ut kaj i norra delen av hamnen så det bör vara möjligt att få tillstånd att bygga en kaj anpassad för att hantera koldioxid. När man har bestämt preliminära platser för mellanlager och kajer bör bullerutredningar tas fram för anläggningsskedet respektive driftskedet för att utesluta att hamnens villkor för buller inte överskrids. Bullerkrav bör också ställas vid projektering och inköp och om möjligheten finns så bör man undersöka om huvudsakliga bullerkällor kommer att kunna byggas in. Man bör också ställa som krav att fartyg som lastar/lossar koldioxid ska vara anslutna till ström från kaj för att minimera buller från dessa aktiviteter

36.4.5 Vatten

Enligt hamnens tillstånd finns villkor för att minimera påverkan på vatten. Under byggskeden gäller följande villkor:

- Villkor 6: begränsar sprängning i vattenområde till under tiden 1 oktober–31 mars och ska ske samlat och med små laddningar.
- Villkor 5a: Grumling från arbetena får inte överstiga angivet dygnsmedelvärde av suspenderat material
- Villkor 6a: begränsar arbeten i vattenområde till under perioden 1 april–15 september.

Under drifttiden gäller följande villkor:

- Villkor 17: Kemiska produkter och farligt avfall ska förvaras och hanteras så att eventuellt läckage och spill inte förorenar mark, grundvatten, ytvatten eller luft.
- Villkor 19: Under drifttiden ska alla hårdgjorda ytor vara försedda med reningssystem för dagvatten, innefattande slam- och oljeavskiljare före utsläpp till recipient.

Etablering av nod innebär att vattenkvaliteten kommer påverkas både under byggskedet och driftskedet.

Vattenverksamhet under byggskedet påverkar vattenkvaliteten genom grumling, förändrad bottenstruktur, tryckvågor samt spridning av olika ämnen, till exempel kväve. Detta kan leda till minskad produktion på grund av minskad fotosyntes för att sediment lägger sig över växtlighet. Grumling som sker till följd av muddring är ett temporärt problem. De uppgrumlade partiklarna har lagts sig efter en vecka. På lång sikt finns det dock negativa konsekvenser eftersom återkolonisering kan ta 2–3 år. Vid muddring kan föroreningar i sediment komma fram och påverka den biologiska mångfalden negativt. Södra delen av hamnen angränsar till industri och det är därför extra viktigt att undersöka botten innan man muddrar.

Vid val av placering av kajer för lastning och lossning av koldioxid med fartyg bör man ta hänsyn till befintligt vattendjup, dels för att minimera kostnader för muddring, dels för att minska risken för grumling. Skulle det krävas större aktiviteter i vatten för att färdigställa en kaj kan det även påverka tiden till färdigställande då både sprängning och aktiviteter som leder till mycket grumling är begränsat till vinterhalvåret. Placering och utformning av kajer kommer även avgöra om man kommer behöva söka nytt tillstånd för vattenverksamhet.

Under driftskedet kommer det att bli en ökad fartygstrafik med cirka 40–45 anlop om månaden under de månader när flödena är som störst vid fullt utbyggd nod (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024). Den ökade trafiken kommer att öka risken för olyckor till exempel genom drivmedelsutsläpp och transporter av farligt gods. Det är svårt att bedöma effekterna av den ökade trafiken, speciellt vad gäller emissioner eftersom det beror på vad båtarna har för avgasreningssystem, last och vilka drivmedel de går på.

Som tidigare nämnt har en nod för koldioxid behov av en förvätskningsanläggning. Beroende på förvätskningsanläggning utformning kan behovet av att använda ytvatten som kyla samt kemikalier till kylningsprocessen.

En förvätskningsanläggning i Stockholm Norvik Hamn kommer troligtvis överskrida 1 000 kubik vatten per dygn för att möta nodens kylbehov. Tillstånd för vattenverksamhet, som beskrivs mer detaljerat i kapitel 35.1.2, kommer vid detta fall krävas och kommer prövas av mark- och miljödomstolen.

Användning av ytvatten kan påverka vattenkvaliteten genom att man rör upp sediment där man tar upp och släpper tillbaka vattnet. Det vatten man släpper tillbaka kan dels orsaka ändring av temperaturförhållandena i vatten (s.k. termisk förorening), dels kan leda vidare oljor och kemikalier vid läckage. Dessutom kan det uppstå utsläpp till vatten från anläggningen, till exempel processvatten eller kondensvatten. Vid ett haveri av kylanläggningen kan större mängder kemikalier läcka till dagvattensystem och sedermera nå vatten. Skulle kylanläggningen klassas som en ”Sevesoanläggning” måste man ta fram en säkerhetsrapport vars mål är att beskriva verksamheten och de risker för allvarliga kemikalieolyckor som är förknippade med anläggningarna samt vilka åtgärder som vidtagits för att förebygga och begränsa riskerna.

36.4.6 Utsläpp till luft

Stockholms Hamnar har inga specifika villkor kopplat till utsläpp till luft idag förutom att man ska förvara och hantera kemiska produkter och farligt avfall så att eventuellt läckage och spill inte förorenar mark, grundvatten, ytvatten eller luft.

För en utökad verksamhet i hamnen kommer det tillkomma mer transport oavsett vilket gods det rör sig om. Antalet fartygstransporter ökar med ca. 400–450 fartygsanlöp per år, jämfört med de ca. 1000 fartygsanlöp som sker idag. Utsläpp till luft uppkommer från fartygen vid lastning av koldioxid i hamnen om fartygen ej är anslutna till el. Dock ska alla kajer vara försedda med strömanslutning för fartyg som ligger vid kajen enligt villkor i hamnens tillstånd.

I Stockholm Norvik Hamns detaljplan beskrivs det att när hamnen är fullt utbyggd så beräknas det anlöpa 500 containerfartyg och 1900 RoRo-fartyg per år. Betydligt mer anlöp än de ca. 1000 som sker idag. Med det ökade antalet anlöp som sker till följd av koldioxidtransporter bedöms inte ge avsevärd påverkan på luft. Man bör dock genomföra en utredning av verksamhetens utsläpp i förhållande till andra källor och ur ett trafikperspektiv. Framför allt lastbil och fartyg. En sådan spridningsberäkning kan visa påverkan på miljö kvalitetsnormer för luft.

Transport bedöms inte medföra överskridande av miljö kvalitetsnormer med tanke på att strömanslutning är möjligt för alla fartyg. Om fartygen kan anslutas till elförsörjning, förväntas inte huvud- eller hjälpmotorer med förbränning av fartygsbränsle användas och utsläppen i hamn kan anses försumbara. Detta bör bejakats vid upphandling av rederier så man kan ställa krav att fartyg ska vara anslutna till el när de ligger vid kaj.

Många utsläppare menar att utsläpp till luft avsevärt minskar då avskiljning av koldioxid innebär mindre utsläpp av inte bara koldioxid, utan även väte- och kväveoxider mm. Till skillnad från utsläppare som ska fånga in koldioxid så har Stockholms Hamnar inget tillstånd att släppa ut koldioxid eller andra processgaser idag. Från ett mellanlager kan det uppstå temporära utsläpp i form av läckage eller planerad ventilering. Man ökar även risken för utsläpp av kemikalier som vid atmosfäriskt tryck evaporerar till luft. När utformning och design av mellanlager och kylanläggning är definierat bör man se över om utsläpp till luft kan förekomma.

36.4.7 Gods

Stockholms Hamnar har idag tillstånd att bedriva hamnverksamhet som medger hantering av gods om maximalt 8,5 miljoner ton per år. Det gods som hanteras i hamnen är RoRo-gods och containrar. Det vanligt förekommande att farligt gods hanteras i hamnen. Godset till och från hamnen transporteras med fartyg, på väg och på järnväg. Mängd gods som hanteras årligen är enligt Stockholms Hamnar ca. 1.65 miljoner ton.

Hamnverksamhet är ofta varierande över tid och det kan därför finnas ett behov av en viss flexibilitet i hamnens tillstånd. Hamnens miljöpåverkan styrs dels av antalet anlöp, dels av hanterad mängd gods av olika slag. Vad gäller reglering av godsmängder förekommer i praxis att tillståndsmeningen eller villkoren utformas så att mindre justeringar mellan olika slags gods kan göras utan att det krävs ändring av tillstånd eller villkor. De godstyper som kan förekomma i hamnen ska beskrivas i ansökan och ingår därmed i det allmänna villkoret. Det

förekommer också att det i tillståndet föreskrivs villkor om att andra godstyper än de som beskrivits i ansökan får tas in efter anmälan till tillsynsmyndigheten. Ett sådant villkor ger verksamheten ytterligare flexibilitet. Vilka tillkommande godstyper som kan tillåtas med stöd av en sådan bestämmelse får avgöras i det enskilda fallet. Villkor avseende hanterad mängd gods kan i normalfallet grunda sig på mängden gods över kaj. Godsmängd och passagerare räknas alltid varje gång de passerar kajkanten. Dvs. ett ton koldioxid som lagras i Norvik och som kommer in och går ut med fartyg blir 2 ton i statistiken.

Koldioxid i flytande form och gasform är klassad som flytande bulk, även kallat våtbulk. Då grundtillståndet enbart täcker in RoRo-gods och containrar är det är därmed inte troligt att man inom hamnområdet har tillstånd att hantera koldioxid. Inom ramen för projekt NICE har man uppskattat att det de volymer koldioxid som kommer fångas in av projektets deltagare och gå genom Stockholm Norvik Hamn uppgår till ca. 2.5 miljoner ton årligen. Se kapitel ”Inflöde till Norvik” i AP2:s rapport (AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn, 2024). Detta innebär att ett tillstånd måste kunna hantera 5 miljoner ton koldioxid. Tillsammans med den mängd god som Stockholms Hamnar hanterar idag blir den totala årliga mängden god 6.65 miljoner ton.

Det är inte ovanligt att flera olika aktörer är verksamma inom och i anslutning till hamnar. Olika aktörer kan bedriva verksamhet med stöd av samma miljöbalkstillstånd och det förekommer också att olika verksamheter bedrivs i nära anslutning till varandra utan att omfattas av samma tillstånd. Frågor om hur verksamheterna delas upp och avgränsas mot varandra får betydelse vid prövning och tillsyn av hamnverksamhet.

Det kan vara den verksamhetsutövare för en nod för koldioxid som har ett separat tillstånd att bedriva den verksamheten. Det är dock oklart om det är den verksamhetsutövaren som behöver ett tillstånd för hantering av gods eller om det är Stockholms Hamnar som behöver ändra sitt tillstånd. Stockholms Hamnar menar ett det inte nödvändigtvis måste vara hamnens tillstånd som täcker den typen av gods då de inte är den verksamhet som har tillstånd för gods i Energihamnen i Värtan, denna mängd gods ingår i Stockholm Exergis tillstånd för Energihamnen. Hur det befintliga tillståndet måste hanteras i relation till mängd koldioxid som kommer hanteras i hamnen måste utredas i samråd med hamnens tillsynsmyndighet. Om koldioxiden som passerar genom Stockholm Norvik Hamn också måste inkluderas i verksamhetstillståndet, kan det vara fördelaktigt att överväga ansökan om ändringstillstånd för att hantera en ökad mängd gods, bortom den förutsedda gränsen på 8,5 miljoner ton per år, för att inte hindra framtida expansion.

36.5 Samlad bedömning

36.5.1 Tillstånd som krävs

I Tabell 37 presenteras en sammanställning av samtliga tillstånd och justeringar till detaljplan och fastighetsgränser som kan behövas, samt vilken instans som ska hantera ärendet. Beroende på hur den slutgiltiga utformningen av en framtida nod i Stockholm Norvik Hamn samt vilka teknikval man gör kan vissa tillstånd och justeringar till detaljplan tillkomma och utgå.

Tabell 37 Tillstånd och justeringar till detaljplan och fastighetsgränser

Tillstånd/justering	Tillsynsmyndighet	Kommentar
Tillstånd för miljöfarlig verksamhet med klassningen B-verksamhet för att bedriva nod för koldioxid.	Länsstyrelsen	Man behöver söka tillstånd för miljöfarlig verksamhet. Detta kan vara som ett ändringstillstånd eller ett nytt tillstånd beroende på hur den befintliga verksamheten påverkas av en koldioxidnod.
Tillåtelse att upprätta framtida nod för koldioxid inom område med planbestämmelsen ”Hamn”.	Nynäshamns kommun	I detaljplanen är områden inom hamnen inte specificerade och man måste då säkerställa att det är okej att upprätta framtida nod med cisterner, förvätskningsanläggning, rörledningar, manifoldrar och andra tekniska anläggningar inom området ”Hamn”.
Tillåtelse att ta bort eller justera planbestämmelser i södra delen av hamnen där noden är föreslagen att placeras.	Nynäshamns kommun	Utpekad placering för nod är på området där inga byggnader får upprättas. Genom området är det också angivet att det ska gå en allmän öppen dagvattenledning. För att upprätta noden i detta område måste detaljplanen justeras så att byggnader får upprättas och att den öppna dagvattenledningen kan placeras på annan plats alternativt utformas till en stängd dagvattenledning.
Tillåtelse att flytta fornlämning (RAÄ-Nynäshamn 16:1, röse).	Nynäshamns kommun	Inom utpekad placering för nod finns fornlämning som måste flyttas innan man kan exploatera området. Därmed måste man få tillåtelse att flytta den och även hitta en lämplig plats i närområdet dit man kan flytta den.
Ändringstillstånd för vattenverksamhet för utformning av kajer 1, 8 och 9	Mark- och miljödomstolen	Samtliga föreslagna kajer för lastning och lossning av koldioxid finns det tillstånd att bygga. Det kan dock bli aktuellt att söka ändringstillstånd för vattenverksamhet då utformning inte exakt kommer följa tidigare tillståndsgivna utformning av kaj och förtöjningspunkter. Det kan även vara ett större behov av att muddra under anläggningsskedet än vad man har tillstånd för.
Tillåtelse att förvärva eller bruka kommunal mark söder om hamnen	Nynäshamns kommun	Den föreslagna utformningen av kaj 1 innebär att fartyg och förtöjningspunkt kommer befinna sig utanför fastighetsgräns. Man måste säkerställa att denna mark kan förvärvas alternativt

		brukas för uppförande av förtöjningspunkt samt vid lastning och lossning av koldioxid.
Ändringstillstånd att hantera våtbulk/koldioxid.	Länsstyrelsen	Gods i flytande form och gasform är klassat som våtbulk. Grundtillståndet täcker enbart in RoRo-gods och containrar. Man måste utreda om man behöver söka ändringstillstånd för våtbulk/koldioxid.
Tillstånd för villkorad mängd gods	Länsstyrelsen	Stockholms Hamnar har idag tillstånd att bedriva hamnverksamhet med villkorad hantering av gods om maximalt 8,5 miljoner ton per år. De koldioxidvolymerna som ska gå genom en framtida nod och Stockholms Hamnars årliga hantering av gods uppgår till 6.65 miljoner ton per år. Om koldioxid måste räknas in i hamnens villkorade mängd gods och man tror på en stor ökning av RoRo-gods och containrar bör man se över möjligheten att söka ändringstillstånd för villkorad mängd gods. Att ändra villkorad mängd gods har en direkt koppling till trafik till och från hamnen och kommer ha omfattande miljöpåverkan. Detta villkor är inte rekommenderat att ändra om man vill söka ändringstillstånd då risken finns att tillsynsmyndighetens bedömning blir att man måste söka nytt tillstånd för verksamheten.
Tillstånd för vattenverksamhet vid upptag av vatten till förvätskningsanläggning.	Mark- och miljödomstolen	En förvätskningsanläggning kan nyttja kyla från vatten. Om man väljer en förvätskningsanläggning som behöver mer än 1 000 kubik vatten per dygn för att möta kylbehov behöver man söka tillstånd/ändringstillstånd för vattenverksamhet.

36.5.2 Framtida aktiviteter för att säkra tillstånd

Det finns inget som förhindrar att en miljöfarlig och tillståndspliktig verksamhet bedrivs av någon annan än den som har beviljats tillstånd. Det finns heller inget som hindrar att fler än en verksamhetsutövare bedriver verksamhet inom ramen för ett tillstånd, oavsett vem som har sökt tillståndet. När flera verksamhetsutövare på samma plats bedriver olika delar av en tillståndsreglerad verksamhet måste en bedömning göras för att fastställa vilken verksamhetsutövare som har den faktiska och rättsliga möjligheten att vidta åtgärder och som är ytterst ansvarig. Om Stockholms Hamnar väljer att initiera tillståndsprocessen för att

möjliggöra etableringen av en koldioxidnod i Stockholm Norvik Hamn innebär det inte att man ansvarar för framtida verksamhetsutövare som kommer operera noden.

Bedömningen är att det är lämpligt att inkludera en koldioxidnod i det befintliga tillståndet genom ett ändringstillstånd för att korta ner ledtiden för tillståndsprocessen. Oavsett hur projektet väljer att organisera sig inför nästa fas rekommenderas det att Stockholms Hamnar tar kontakt med respektive tillsynsmyndighet som ska hantera ärenden.

Genom att inleda en tidig dialog med länsstyrelsen och tillsynsmyndighet under nästa fas kan man få en bättre förståelse för vilka aspekter som är viktiga att utreda i samband med ansökan om tillstånd. Detta kan underlätta planeringen och genomförandet av de utredande aktiviteter som behövs för att ta fram samrådsunderlag som uppfyller lagkrav och förväntningar. Bland annat för hur omfattande en miljökonsekvensbeskrivning behöver vara.

Dessutom kan man genom dialogen få vägledning om hur man kan samordna och förenkla tillståndsprocessen genom att sampröva flera tillstånd från Tabell 37. Om förprojekterings- och riskanalysarbetet utförs parallellt med samrådsprocessen med tillsynsmyndigheten finns möjlighet att tidigt anpassa layoutmässiga förändringar för att reducera potentiella risker. Till exempel kan resultat från spridningsberäkningar av stora utsläpp av förvätskad koldioxid kräva justeringar av cisternutformningen eller placering för att nå en önskad risknivå. Genom att göra dessa justeringar tidigt i processen undviks stora och kostsamma följd effekter i senare projektfaser. Under förprojekteringen kan också frekventa dialoger hållas med MSB och Räddningstjänsten samt lokala verksamheter för att ta hänsyn till deras synpunkter och frågor innan samrådsunderlaget når dem. Detta kan bidra till att minska tidsåtgången och öka chanserna för ett positivt beslut.

Samtidigt som nödvändigt samrådsunderlag tas fram är det tidseffektivt att undersöka om det tillåts att justera planbestämmelser i detaljplanen eller om justeringar är så pass omfattande att man behöver söka ny detaljplan. Man behöver även undersöka möjligheten att förvärva nödvändig mark utanför hamnområdet om kajutformningen kräver det.

När förprojekteringen närmar sig sitt slut bör man ha en klar uppfattning om vilka krav och förväntningar som gäller för att lämna in en tillståndsansökan för verksamheten. Under detaljprojekteringen ska fokus ligga på att ta fram det material som krävs för att göra ansökan så fullständig och tydlig som möjligt om man inte redan anser att man nått dit under förprojekteringen. Detta kan omfatta tekniska ritningar, beräkningar, mätningar, analyser, utvärderingar och andra underlag som styrker verksamhetens miljöpåverkan och åtgärder. Det är viktigt att avsätta tillräckligt med tid för att genomföra dessa aktiviteter och för att få ett besked från länsstyrelsen och tillsynsmyndighet innan detaljprojekteringen avslutas för att undvika förseningar och kostnader i projektets fortsatta genomförande.

Följande stycke är aspekter som man bör ta med sig in i förprojekteringsarbetet för att ta särskild hänsyn till befintliga tillstånd och villkor samt nödvändiga tillstånd att söka:

Miljöpåverkan och riskbedömning: Det är avgörande att bedöma hur en koldioxidnod kan påverka den omgivande miljön, inklusive luft-, mark- och vattenmiljön. Detta kan inkludera utsläpp av koldioxid, risker för läckage eller olyckor, samt åtgärder för att minimera och hantera sådana risker.

- Bullerutredningar bör genomföras för anläggningskedet respektive driftskedet för att utesluta att hamnens villkor för buller inte överskrids. Bullerutredningen ska ta hänsyn till aktiviteter och utrustning för nod såväl som befintlig verksamhet och transport för att få en korrekt uppfattning. Bullerkrav bör också ställas vid projektering och inköp och om möjligheten finns så bör man undersöka om huvudsakliga bullerkällor kommer att kunna byggas in om det visar sig vara ett problem i bullerutredningen. Man bör också ställa som krav att fartyg som lastar/lossar koldioxid ska vara ansluta till ström från kaj för att minimera buller från dessa aktiviteter.
- Man bör genomföra en utredning av verksamhetens tillkommande trafikflöden och därmed utsläpp i förhållande till andra källor och ur ett trafikperspektiv. Framför allt lastbil och fartyg. En sådan utredning kan visa påverkan på miljö kvalitetsnormer för luft och vatten.
- Man bör genomföra en dagvattenutredning för att beskriva dagvattensituationen inom planområdet före och efter exploatering. Utredningen skall även redovisa lämpliga och möjliga renings- samt fördröjningsåtgärder för omhändertagande av dagvatten inom planområdet. Enligt tillstånd ska alla hårdgjorda ytor vara försedda med reningssystem för dagvatten, innefattande slam- och oljeavskiljare före utsläpp till recipient. Då placering av nod är i ett område med öppen dagvattenledning så spelar dagvattenutredningen en viktig roll.
- En vattenmiljöutredning kan bli nödvändig för att undersöka påverkan på sediment och ytvatten både under bygg- och driftskedet. Blir muddring och sprängningsarbete mer omfattande än vad man tidigare har trott behöver man förstå om det kan leda till grumlingspåverkan högre än vad som villkoras i tillstånd samt vad man kan göra för att minimera grumling. Det finns också petrokemisk industri söder om hamnen och det kan vara nödvändigt att undersöka om sediment innehåller föroreningar. Under driftskedet kan det bli aktuellt att använda ytvatten till förvätskningsanläggningen och det kan även vara nödvändigt att släppa ut kondensat till vatten. Om så är fallet bör vattenmiljöutredningen undersöka vad miljökonsekvenserna blir.

Lagkrav och föreskrifter: Det är nödvändigt att följa alla relevanta lagar, förordningar och föreskrifter som styr hanteringen av flytande koldioxid och drift av industriella anläggningar. Detta kan inkludera krav från nationella myndigheter, EU-förordningar samt lokala bestämmelser och tillståndskrav. Mer information om detta finns i kapitel 0.

Skyddsåtgärder och säkerhet: Det är viktigt att identifiera och implementera lämpliga skyddsåtgärder och säkerhetsåtgärder för att minimera riskerna för olyckor och skador för personal, allmänheten och miljön. Detta kan inkludera brandskydd, utsläppsövervakningssystem, skyddsanordningar och beredskapsplaner.

- Om den framtida koldioxidnoden kommer omfattas av Sevesolagstiftningen, med anledning av omfattningen av hanteringen av miljöfarliga och brandfarliga vätskor, ska en säkerhetsrapport upprättad för verksamheten. Den beskriver verksamheten och dess riskbild samt vilka förebyggande och begränsande åtgärder som vidtagits för att uppnå en säker verksamhet.

Teknisk utformning och konstruktion: Förprojekteringen bör omfatta en noggrann utformning och konstruktion av koldioxidnod och kajer för att säkerställa att det uppfyller alla tekniska krav och standarder. Detta kan innefatta val av material, strukturell integritet, hantering av tryck och temperatur samt anläggningslayout.

- Högsta nockhöjd över nollplan är begränsat till 30 meter. Detta måste bejakats i utformning av framför allt cisterner.

- Sprängning och andra vattenverksamheter som leder till mycket grumling och buller är begränsat till vinterhalvåret. Detta måste beaktas i framtagandet av detaljerad tidplan för arbete vid kajer och vatten.
- När man under förprojekteringen får en högre detaljnivå fartygsstorlekar och frekvens för anlöp kommer man få en bättre förståelse för eventuella nautiska utmaningar och risker. AP2 har identifierat att större fartyg kommer ha stora utmaningar att manövrera vilket kan behöva resultera i ändring i utformning av kajer och muddringsområde. Denna utveckling måste man följa upp parallellt med befintliga tillstånd.

Landskapsplanering och visuell påverkan: Det är viktigt att bedöma hur koldioxidnoden kommer att påverka det omgivande landskapet och den visuella miljön.

- Det kan vara nödvändigt att genomföra en landskapsanalys och utveckla åtgärder för att minimera eventuella negativa visuella effekter och integrera anläggningen i omgivande miljö.

37 Direktiv kopplat till värdekedjan för koldioxid

37.1 CCS-direktivet

Direktivet om geologisk lagring av koldioxid (så kallat "CCS-direktivet") inrättar en rättslig ram för miljömässigt säker geologisk lagring av koldioxid för att bidra till kampen mot klimatförändringarna. Det omfattar all koldioxidlagring i geologiska formationer i EU och hela livstiden för lagringsplatserna. Det innehåller också bestämmelser om avskiljning- och transport i CCS-värdekedjan, även om dessa verksamheter täcks främst av befintlig EU-miljölagstiftning, såsom direktivet om miljökonsekvensbedömning (MKB) eller direktivet om industriutsläpp, i samband med ändringar som införts av CCS-direktivet.

CCS-direktivet fastställer omfattande krav för att välja platser för CO₂-lagring. En plats kan bara väljas om en tidigare analys visar att det, under de föreslagna användningsvillkoren, inte finns någon betydande risk för läckage eller skada på människors hälsa eller miljön. Ingen geologisk lagring av CO₂ kommer att vara möjlig utan ett lagringstillstånd.

37.2 Direktivet om utsläppshandeln

Inom projektets kontext är det relevant att notera kopplingen mellan EU ETS (Emissions Trading System), även känt som direktivet om handel med utsläppsrätter. EU ETS utgör en central reglering inom EU som riktar sig till stora industrier och energiproducenter för att begränsa deras koldioxidutsläpp genom ett kvotbaserat utsläppshandelssystem. Denna koppling är viktig eftersom EU ETS påverkar och reglerar koldioxidutsläppen från dessa industrier.

Den 14 juli 2021 föreslog Europeiska kommissionen en revidering av EU ETS-direktivet inom ramen för det lagstiftningspaket som kallas "Fit for 55", i syfte att uppnå klimatneutralitet i EU senast 2050, inklusive det mellanliggande målet att minska utsläppen av växthusgaser med minst 55 % netto till 2030. Det reviderade EU ETS-direktivet inkluderar numera operatörer för slutlagring av koldioxid.

Det reviderade ETS-direktivet inkluderar CCS uttryckligen i bilaga I. Utsläpp som fångas, transporteras och lagras enligt detta direktiv kommer att betraktas som inte utsläppta oavsett fossil eller biogen ursprung.

37.3 Regulatoriska utmaningar som identifierats:

Att tillämpa regelverket på CCS-kedja för första gången kräver praktiska förtydliganden. Kraven i regelverken måste överensstämma med de befintliga tekniska lösningarna och vice versa. Till exempel är mätning av mängden CO₂ en förutsättning för att överföra ansvaret för CO₂ från en partner till en annan i CCS-kedjan. Att alltid veta vem som är ansvarig är också en nödvändighet. På samma sätt krävs övervakning av lagringsplatsen i årtionden för att säkerställa att CO₂ lagras säkert. CCS-direktivet, ETS-direktivet och tillhörande regleringar är särskilt relevanta för NICE-projektet. Direktiv har varit på plats under en längre tid och revisioner av direktiven görs för att underlätta och förtydliga regelverket. Trots detta kvarstår osäkerhet i hur de ska tolkas. I projektet har aktörer lyft att det finns osäkerhet i vem som bär ansvaret för koldioxiden när den transporteras och lagras. Det är inte unikt för deltagarna i detta projekt utan gäller generellt för de aktörer som har planer inom CCS-värdekedjan. Ett projekt som har utrett hur ansvar överförs mellan aktörer är projektet Longship i Norge.

Longship är komplicerat ur ett regulatoriskt perspektiv eftersom det inkluderar koldioxid från både fossila och biogena källor, koldioxid från EU ETS- och icke-EU ETS-sektorer, och transport av koldioxid med fartyg och lastbilar.

Genom korrespondens med EU kommissionen kom man fram till följande:

- Infångare av koldioxid (som omfattas av EU ETS) kommer att kunna dra av utsläppsrätter när koldioxid har kommit in i mottagningsterminalen hos slutlagringsoperatören och när utsläpparen har fått ett intyg för mängden koldioxid som levererats, utfärdat av slutlagringsoperatören. Utsläpparen kommer inte att kunna dra av utsläppsrätter för läckt koldioxid under transporten (Gassnova, 2022).
- Infångning, transport med pipeline och slutlagring inkluderas av EU ETS. Den som ansvarar för transport med fartyg (och andra transportslag förutom pipeline) och mellanlager inkluderas ej. Detta betyder att det finns ett stort glapp mellan utsläppare och slutlagringsoperatören. I det projektet löste man det genom att skriva in i kontraktet att den som transporterar koldioxid, Northern Lights, och norska staten kommer täcka kostnaderna relaterade till läckage av koldioxid (Gassnova, 2022).
- En annan fråga som togs upp i de ovan nämnda breven var avdrag av koldioxid från biologiskt ursprung. Då fick projektet svar av EU kommissionen att infångad koldioxid från biologiskt ursprung inte kan dras av från utsläpparen. Det saknas rättslig grund i ETS-direktivet som skulle kunna stödja detta. Man kommer varken att kunna dra av bio-CCS inom EU ETS eller få utsläppsrätter för sådan lagring (Gassnova, 2022).

Detta visar att EU ETS inte är utformat för att skapa incitament för bio-CCS. Det har dock genomförts en ändring av EU ETS-direktivet för att täcka flera transportslag än pipeline som började gälla januari 2024 (Europaparlamentet, 2023).

För projektet NICE innebär det att utsläppare, sjö- och tågtransport, slutlagringsoperatör täcks av EU ETS. En gråzon som inte benämns är ett mellanlager. Denna gråzon bör lösas regulatoriskt av EU kommissionens med tiden då de förvärvar kunskap om hur CCS-värdekedjan kommer utformas inom EU. Skulle denna gråzon kvarstå när man tar ett beslut om att uppföra ett mellanlager i Stockholm Norvik Hamn får man lösa detta på samma sätt som man gjorde i projektet Longship där man i kontraktet att operatören täcka kostnaderna relaterade till läckage av koldioxid (förlorade utsläppsrätter).

I praktiken innebära det att ägaren/operatören av ett mellanlager i Stockholm Norvik Hamn har ansvaret för eventuellt koldioxidläckage inom dess systemgräns, medan fartygsägare och slutlagringsoperatör har ansvaret för eventuellt koldioxidläckage under sjötransport och slutlig lagring. Ägare och operatörer av fartyg och tåg bli ansvariga för eventuellt koldioxidläckage under transport till Stockholm Norvik Hamn från anslutande utsläppare.

Även om ett skifte i ansvaret för eventuellt koldioxidläckage ska man komma ihåg att utsläpparna fortfarande inte kommer att kunna dra av sin fångade koldioxidvolym förrän koldioxid har nått lagringsterminalen. Detta innebär att eventuellt koldioxidläckage under transport inte kan dras av i EU ETS av utsläpparen om inte kontraktsmässiga överenskommelser mellan utsläpparen och lagringspartnern har undertecknats. Detta understryker i sin tur vikten av noggrann övervakning och mätning längs hela CCS-värdekedjan.

38 Referenser

- (2024). *AP2 Fördjupad analys av Nod Norvik i Stockholm Norvik Hamn*. RISE Research Institute of Sweden.
- Europaparlamentet. (2023). *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2023/959 av den 10 maj 2023 om ändring av direktiv 2003/87/EG om ett system för handel med utsläppsrätter för växthusgaser inom unionen och beslut (EU) 2015/1814 om upprättande och användning av en reserv för ma*. Hämtat från <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32023L0959>
- Gassnova. (2022). *Regulatory lessons learned from Longship*. Norway. Hämtat från <https://gassnova.no/app/uploads/sites/6/2022/07/Regulatory-lessons-learned-from-Longship-FINAL-WEB-1.pdf>
- Naturvårdsverket. (2023). *Uppdrag att analysera statistik*. Naturvårdsverket.