

NAKSKOV STORMFLODSSIKRING DISPOSITIONSFORSLAG

Projektnavn **Nakskov Stormflodssikring**
Projektnr. **1100049996**
Modtager **Lolland Kommune**
Dokumenttype **Dispositionsforlag**
Version **1.0**
Dato **2022-09-28**
Udarbejdet af **KPP, PHK, MSKV**
Kontrolleret af **TRIT, JCP, JAN**
Godkendt af **JCP**
Beskrivelse **Dispositionsforlag for Nakskov Stormflodssikring**

Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S

T +45 5161 1000
<https://dk.ramboll.com>

Revision	Dato	Udarbejdet	Kontrolleret	Godkendt	Beskrivelse

INDHOLD

1.	Indledning	4
2.	Referencer	7
2.1	Normer og standarder	7
2.2	Projektreferencer	7
2.3	Litteratur	7
3.	Projektforhold	8
3.1	Geografi og topografi	8
3.2	Jordbundsforhold	9
3.3	Lokaliteten	11
3.4	Fjorden	14
3.4.1	Vanddybde og sejlrende	14
3.4.2	Besejlingsforhold og skibstrafik	15
3.5	Nakskov Havn	15
3.6	Naboer	16
3.6.1	Havnen	16
3.6.2	Boligområde	16
3.7	Adgangs- og ejerforhold	17
3.8	Forsyninger	18
4.	Projekteringsbasis	20
4.1	Vandstand og stormflodshændelser	20
4.1.1	Vandstande	21
4.2	Sikringshøjde og -niveau for højvandsikring	22
4.2.1	Sikringshøjde og -niveau for portanlægget	22
4.3	Levetider	23
4.4	Påsejling af port og anlæg	23
5.	Oversvømmelsesscenarier	24
5.1	Modellering	24
5.1.1	Stormforløb og -udvikling	24
5.1.2	Håndtering af bagvand bag højvandsikring	24
5.1.3	Lukkekristerie for højvandsport	25
5.1.4	Lukkehyppighed af højvandsport	26
5.2	Oversvømmelsesfare	27
5.3	Øvrige nødvendige tiltag ift. stormflodssikring til +2,5 m	28
6.	Forslag til anlægskonstruktioner	30
6.1	Overordnet geometri, udseende og pladsforhold	30
6.2	Beskrivelse af sydlige landanlæg	32

6.2.1	Stenkastninger, skråninger og landindvinding for sydlige landanlæg	32
6.2.2	Serviceområde for sydlige landanlæg	33
6.2.3	Portkammer	33
6.2.4	Vedligeholdelsesfunktion i portkammer	38
6.2.5	Adgangsvej for sydlige landanlæg	38
6.2.6	Udførelse og udførelsestakt for sydlige landanlæg	39
6.3	Beskrivelse af bundkonstruktion	40
6.4	Beskrivelse af nordlige landanlæg	42
6.5	Nordlige dige og hævning af Strandpromenaden	43
6.6	Beskrivelse af ledeværk	44
6.7	Aflejringer af sedimenter i bundkonstruktionen og portkammer	45
6.8	Gennemstrømning af dæmninger og port	45
6.9	Beskrivelse af udvidelse af sejlrende, lokalt	45
7.	Forslag til portkonstruktion, teknik og forsyning	47
7.1	Skydeportskonstruktion	47
7.1.1	Portkonstruktion	47
7.1.2	Rulle- og skinnesystem	48
7.1.3	Drivværk	49
7.1.4	Installation af skydeport	51
7.2	Operation og styring af skydeport	52
7.3	Varslings- og signalanlæg samt afmærkning	53
7.4	Tømning af portkammer	53
7.5	Adgang til portkammer	54
7.6	Teknikbygninger	54
7.7	Belysning og navigationslys	54
7.8	Forsyninger og forsyningsveje	54
7.8.1	El-forsyning	54
7.8.2	Nødforsyning	56
7.8.3	Vand og spildevand	57
8.	Adgangsforhold og tilgængelighed	58
9.	Supplerende undersøgelser	60
9.1	Opmåling af vanddybder	60
9.2	Geotekniske undersøgelser	60
9.3	Miljøboringer	60
9.4	Undersøgelser for miljøpåvirkning af natur	61
10.	Arbejdsplads	62
11.	Udførelsesstrategi	64
11.1	Påvirkning af biltrafikken	64
11.2	Påvirkning af skibstrafikken	65
12.	Idriftsættelse, aflevering og ibrugtagning samt drift og vedligehold	67
12.1	Idriftsættelse, aflevering og ibrugtagning	67
12.2	Drift og vedligehold	67
12.2.1	Port	67
12.2.2	Skinner og bundkonstruktion	68
12.2.3	Portkammer og anlægskonstruktioner	68

12.2.4	Dige	69
12.2.5	Stenkastninger og dæmningsskrånninger	69
13.	Arbejds miljø	70
14.	Interessenter	71
15.	Miljø og PlangrundlaG	72
15.1	Miljø – Projektområde	72
15.2	Miljø – Nærområde	73
15.3	Plangrundlag	76
15.4	Fredning og kulturarv	77
16.	Myndigheder og ledningsejere	79
16.1	Myndigheder og myndighedsbehandling	79
16.2	Ledningsejere	79
17.	Bæredygtighed	80
18.	Projektstyring, organisation og tidsplan	81
18.1	Projekttidsplan	82
19.	Risikoanalyser	83
19.1	Risikoanalyse for tid, kvalitet og økonomi	83
19.2	Risikoanalyse for svigt af sikring og skibspåsejling	85
20.	Entreprise- og udbudsform	86
20.1	Entrepriseform	86
20.2	Udbudsform	86
20.2.1	Udbudsmaterialet	87
21.	Procedurebeskrivelse ved stormflod	89
21.1	Procedure for lukning af porten	89
21.1.1	Nødlukning	89
21.1.2	Fejl ved åbning af porten	90
22.	Anlægsoverslag	91
22.1	Justering grundet generel prisudvikling	91
22.2	Opdateret anlægsoverslag	94
	Bilag 1	
	Tegningsmateriale	
	Bilag 2	
	Myndighedsplan	
	Bilag 3	
	Projekttidsplan	

1. INDLEDNING

Projektet Nakskov Stormflodssikring har til formål at sikre Nakskov By og Havn samt lavt beliggende områder i baglandet mod oversvømmelse fra stormflodshændelser.

Projektet er igangsat grundet Nakskov's udpegning som risikoområde i forbindelse med EU's oversvømmelsesdirektiv, hvor udsigterne til at en øget frekvens af stormflodshændelser i Danmark kombineret med de klimarelaterede prognoser for havvandsstigninger, har øget behovet for at beskytte kystnære områder i Danmark mod oversvømmelser.

Projektet omfatter opførelse af en stormflodssikring bestående af højvandsport med tilhørende landanlæg og et mindre dige, som samlet kan lukke indsejlingen til Nakskov Havn i tilfælde af højvande, og sikre Nakskov by mod oversvømmelser med store konsekvenser til følge. I afsnit 5 er der ved modellering af oversvømmelsesscenerier redegjort for, i hvilket omfang stormflodssikringen beskytter Nakskov mod oversvømmelse for en given hændelse.

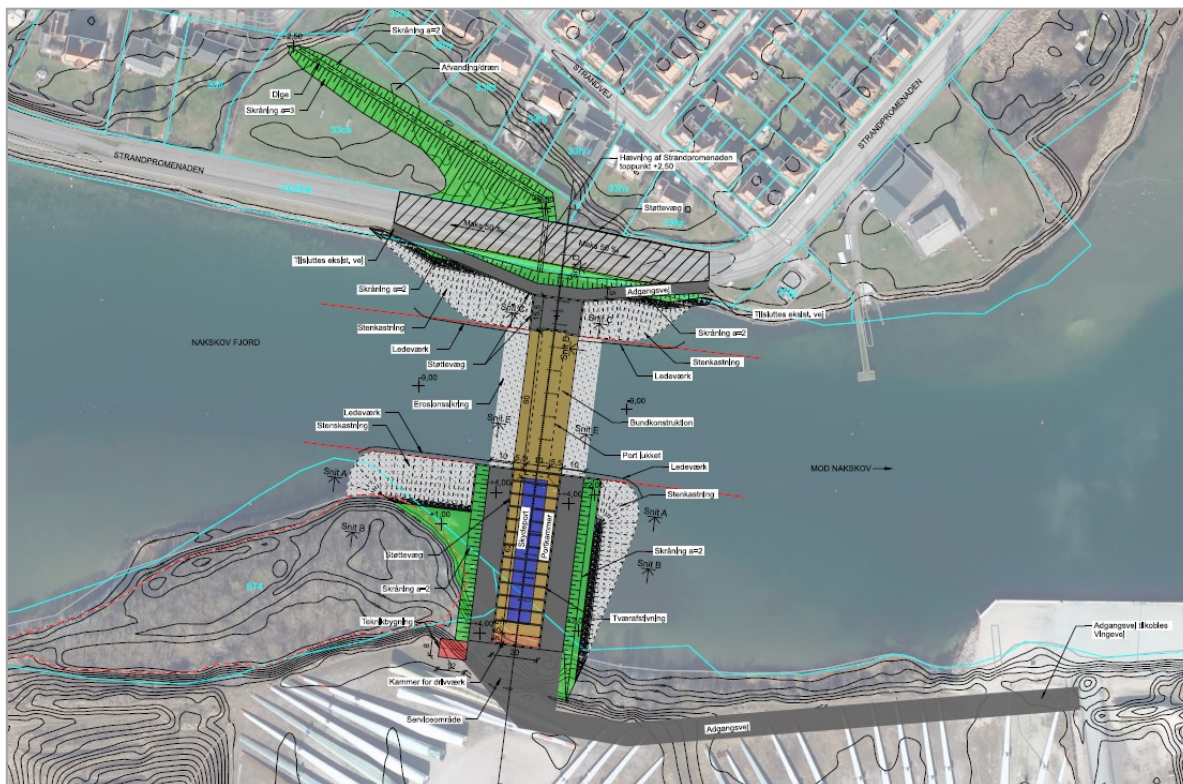
Stormflodssikringen planlægges anlagt ved den naturlige indsejling til Nakskov Havn mellem Trælleholm og Rosnæs som vist på Figur 1-1.



Figur 1-1: Oversigtsfoto af Nakskov By, Fjord og Havn med placering af stormflodssikringen vist med rød cirkel.

Det samlede stormflodssikringsanlæg er vist på Figur 1-2 i sammenhæng med indsejlingen til havnen (sejlrende), de omkringliggende naboer og eksisterende terræn. Geometri og dimensioner af sikringen er som udgangspunkt fastsat på baggrund af krav om en generel sikringshøjde på +2,50 m, et sikringsniveau for porten i +3,17 m, en bredde i sejlrenden på 60 m og en garanteret dybde til kote -9,0 m samt de terrænmæssige og bathymetriske forhold og overholdelse af at private

grundejere ikke bliver direkte påvirket ved inddragelse af arealer på deres matrikler. Der henvises hhv. til afsnit 3 og 4 for de gældende projektf forhold og grundlag for projektet.



Figur 1-2: Oversigtsplan af den samlede stormflodssikring og den sydlige adgangsvej. For forstørrelse af figuren henvises til tegning NSS-D-TH-1100 i bilag 1.

Stormflodssikringen omfatter følgende hoveddele:

- Skydeport (højvandsport) inkl. alle mekaniske elementer samt teknikbygning
- Portkammer med mulighed for tørlægning i forbindelse med vedligehold af port
- Landanlæg på sydside bestående af støttevægskonstruktioner, skråninger og stenkastninger samt serviceområde
- Bundkonstruktion for porten i lukket tilstand og erosionssikring
- Landanlæg på nordside bestående af spunset anslagskonstruktion, adgangsvej, skråninger og stenkastninger
- Hævning af Strandpromenaden (vej) så den indgår i den samlede sikring
- Dige nord for Strandpromenaden
- Adgangsvej til det sydlige landanlæg og porten

De enkelte dele af sikringsanlægget er nærmere beskrevet i afsnit 6 og 7.

Denne rapport udgør dispositionsforslag for projektet, som har til formål indledningsvist at belyse projektet i sin helhed. Dispositionsforslaget er ikke et detaljeret projekt, og det er således krævet, at projektet bearbejdes yderligere i et projektforslag, hvis formål er at øge vidensniveauet på

projektet, så det kan danne baggrund for den endelige detailprojektering og/eller udbud. Til orientering planlægges projektet udbudt i totalentreprise på baggrund af et projektforslag, og der henvises til afsnit 20 for yderligere information om dette.

Udover beskrivelse af grundlag og tekniske elementer for stormflodssikringen omfatter dispositionsforslaget endvidere beskrivelse af en lang række forhold såsom omfang af supplerende undersøgelser, arbejdsplads, interessenter, miljø, myndighedsbehandling, anlægsoverslag mv. på et overordnet niveau. Disse er beskrevet i sidste halvdel af rapporten fra afsnit 9 til 22.

Nærværende dispositionsforslag redegør ikke for den visuelle og udtryksmæssige påvirkning ved projektets færdiggørelse, altså hvordan f.eks. det nuværende udkig og udsigt til Nakskov Fjord fra den indre del af havnen eller fra naboerne til projekt opleves og påvirkes.

Koter er i nærværende dokument angivet i m DVR90, hvis ikke andet er angivet.

Tegninger til nærværende dispositionsforslag er vedlagt i Bilag 1.

2. REFERENCER

2.1 Normer og standarder

Alle arbejder skal projekteres i overensstemmelse med relevante normer, standarder og anvisninger i gældende udgave. Der henvises til projektets designbasis, ref. /A1/ for en specificeret normliste.

2.2 Projektreferencer

- /A1/ NSS-402-002 Højvande og oversvømmelsesscenarier, rev. 1, september 2022
- /A2/ NSS-40-001 Nakskov Stormflodssikring – Design Basis for Anlægskonstruktioner, rev. 1.0, Rambøll, Juli 2022
- /A3/ NSS-411-001 Nakskov Stormflodssikring – Notat – Eksisterende geotekniske oplysninger, rev. 1.0, Rambøll, Juli 2022
- /A4/ 1100042783-002 Portløsning, rev. 2.0, Rambøll, 27. september 2020

2.3 Litteratur

- /B1/ Scenarier til oversvømmelsesmodellering – Risikoområde Sydlolland, Miljø- og Fødevareministeriet, Kystdirektoratet, Oversvømmelsesdirektivet, december 2019 med revision af oktober 2020
- /B2/ DMI KlimaAtlas: <https://www.dmi.dk/klima-atlas/data-i-klima-atlas/?paramtype=sea&maptype=kyst>
- /B3/ Designgrundlag for beskyttelse mod oversvømmelse af København, Udarbejdet af COWI for Københavns Kommune, juni 2016
- /B4/ Byernes udfordring med havvandsstigning og stormflod, udarbejdet af COWI for Realdania
- /B5/ Shoreline Management Guidelines, DHI, februar 2017
- /B6/ Pumpestationer og overfladevand i sammenhæng med højvandsbeskyttelse i Nakskov, COWI, december 2015
- /B7/ Stormflodssikring af Nakskov, COWI, december 2015
- /B8/ Indledende analyse af sammenhængen mellem ekstremnedbør og høj vandstand i havet omkring Lolland, Birgit Krogh Paludan, september 2014.
- /B9/ Regnrækker, Excel ark, version 4.2, Spildevandskomiteen.
- /B10/ Pieter van Lierop, *No Standard Lock Gates for the New Sea Lock in IJmuiden, The Largest Lock in the World*, PIANC-world Congress Panama City, Panama 2018
- /B11/ Ryszard A. Daniel, Ivar P. Hermans, *Belgian Sea Locks – Proven solution for a safe navigation access to harbors*, Inżynieria Morska I Geotechnika, nr. 4/2020 pp. 188-203
- /B12/ Oversvømmelseskort, dokumentation. Krüger, 2020

3. PROJEKTFORHOLD

3.1 Geografi og topografi

Projektområdet for Stormflodssikring af Naskov er beliggende i indsejlingen til Naskov havn, inderst i Naskov Fjord, som vist i Figur 1-1. Projektet arealbeslaglægger, foruden arealer på søen, både landarealer nord og syd for indsejlingen. I det nordlige landområde ligger den eksisterende vej "Strandpromenaden" mens det sydlige landområde er domineret af oplagsområde for vindmøllevinger. Den sydlige del af projektområdet er beliggende umiddelbart øst for en tidligere ø kaldet "Trælleholm", der gennem tiden er blevet en del af opfyldningen i området, så øen nu er sammenhængende med Lolland. Nyeste og ældste tilgængelige luftfoto fra "Danmarks Arealinformation" (<https://arealinformation.miljoeportal.dk>) dokumenterer dette som vist i Figur 3-1 og på historiske kort vist i Figur 3-2.

Det nordlige landområde er ligeledes, men i langt mindre grad, delvist opfyldt, da Strandpromenaden er anlagt på opfyldt. Det ses groft af de historiske kort i Figur 3-2.



Figur 3-1: Luftfoto fra 2022 til venstre og fra 1945 til højre. Kilde: <https://arealinformation.miljoeportal.dk/>



Figur 3-2: Topografiske kort fra perioden 1901-1971 til venstre og fra perioden 1842-1899 til højre. Kilde: <https://sdfekort.dk/spatialmap>

Indenfor projektområdet ligger meget af det eksisterende nordlige landområde højdemæssigt omkring kote +1,0 m til +3,0 m, mens der for de sydlige fyldområder er mere kuperet med terrænkoter op til +5,0 m. Terrænforhold er indikeret på højdekortet i Figur 3-3.



Figur 3-3: Højdekurver (0,5 m interval) for projektlokaliteten. Kilde: <https://sdfekort.dk/spatialmap>

3.2 Jordbundsforhold

Der er på baggrund af eksisterende geotekniske borer og generel viden fra jordartskort mv. fundet, at området er domineret af intakte glaciæle moræneler aflejringer. Der er i ref. /A3/ givet en detaljeret beskrivelse af de eksisterende geotekniske forhold. Nedenfor findes en opsummering. En oversigtsfigur over grundlaget for eksisterende geoteknik er vist i Figur 3-4.



Figur 3-4: Placeringer af relevante boringer fundet i modtaget materiale samt Rambølls og GEUS databaser.

Projektlokaliteten er delvist beliggende indenfor opfyldsområder, og der må derfor forventes fyldmaterialer af forskellig karakter både i den nordlige men særligt i den sydlige del af området, hvor det sydlige landanlæg skal etableres. Der er taget udgangspunkt i nærliggende undersøgelser udført af Sweco i 2018 og Skude & Jacobsen i 1996 og 1999 til beskrivelse af de fremtrædende kvartære jordbundsforhold (kvartære = aflejringer der er 2 millioner år eller yngre).

De foreliggende jordbundsforhold indikerer, at der må forventes marine postglaciale aflejringer bestående af sand, ler og silt umiddelbart under naturlig havbund eller under den øvre fyld på landsiden. Yderligere indikeres det, at der i den sydlige del af lokaliteten, må forventes marine postglaciale blødbundsaflejringer i form af tørv og gytje i lagtykkelser på 1 til 2 meter. Disse øvre marine postglaciale aflejringer indikeres at være underlejret af moræneaflejringer, som primært forventes at bestå af moræneler.

De foreliggende jordbundsforhold indikerer at moræneaflejringerne omtrentligt må forventes truffet i kote -0,0 m á -3,0 m DVR90 i den hhv. nordlige og sydlige del af lokaliteten (landområder), mens moræneleret omtrentligt må forventes truffet imellem kote -3 m á -6 m DVR90 hvor der i dag er vand (fjorden). Foreliggende undergrundskort og prækvartæroverfladekort viser, at moræneaflejringerne må forventes underlejret af prækvartære aflejringer i kote -25 m á -50 m

DVR90, der enten er bestående af kalk eller paleocæn ler (paleocæn = den ældste periode i tertiær svarende til tiden fra 65 til 53 millioner år siden).

Der vil i projektet blive udarbejdet projektspecifikke boreriger som del af forundersøgelserne. Med disse vil et mere detaljeret grundlag kunne udarbejdes, hvilket er nødvendigt for den endelige projektering og etablering af projektet. For anbefalinger om supplerende geotekniske undersøgelser henvises til afsnit 9.

3.3 Lokaliteten

Et foto af lokaliteten kan ses i Figur 3-5. Billedet er taget fra øst kiggende mod vest. Til venstre i billedet ses skoven på Trælleholm, som kommer til at ligge lige vest for det sydlige landanlæg og portkammer, mens der til højre ses Strandpromenaden, som kommer til at være en del af den nordlige del af anlægget.



Figur 3-5: Foto af projektilokaliteten med kig mod vest, hvor Trælleholm, indsejling til havnen og Strandpromenaden ses.

Området på den gamle ø, Trælleholm, er præget af tæt gammel skov, mens området syd for denne er et opfyldt område, som delvist udgøres af et grusareal til brug for oplagring af vindmøllevinger, samt et rekreativt område med græs vest for oplagsområdet.

Fra grusarealet er der en stejl skrånning med tæt krat ned til vandkanten langs hele strækningen, og der er ligeledes en kort men stejl skrånning med krat ned til skoven på Trælleholm. Gruspladsen med møllevinger langs skoven og krattet kan ses i Figur 3-6 og i Figur 3-7.



Figur 3-6: Foto af gruspladsen for oplag af møllevinger med skov/krat til højre i billedet. Billedet er taget med kig mod vest ud for Trælleholm.



Figur 3-7: Foto af gruspladsen for oplag af møllevinger med skov/krat til venstre i billedet. Billedet er taget med kig mod øst ud for Trælleholm.

Ud for Trælleholm er fjorden meget lavvandet. Vanddybden vurderes at være 1 m eller mindre et godt stykke ud fra kysten, som det kan anes på foto i Figur 3-8.



Figur 3-8: Foto med kig mod syd-øst fra kanten af skoven på "Trælleholm" mod oplagsområdet for møllevinger.

På Nordsiden af anlægget ligger "Strandpromenaden", hvor det nordlige landanlæg skal kobles på, se foto i Figur 3-9. Området er fladt og let fremkommeligt.



Figur 3-9: Foto af Strandpromenaden med kig mod vest.

3.4 Fjorden

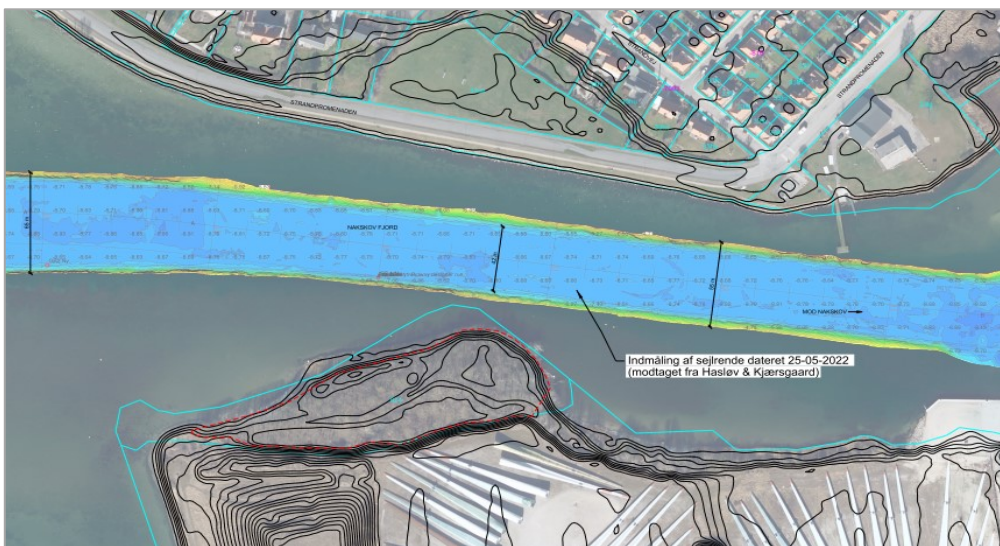
3.4.1 Vanddybde og sejlrunde

Nakskov Fjord er en relativt lavvandet fjord som domineres af vanddybder på mellem 0,5 – 2 m. Dog er der uddybet en sejlrunde med vanddybde på ca. 8,5 m. På et luftfoto kan man tydeligt se sejlrunden, som skiller sig ud med en mørkere farve i forhold til omkring liggende vandarealer, som i Figur 3-10.



Figur 3-10: Luftfoto med indikation af sejlrunde samt projektområdet, som er markeret med rød cirkel.

Sejlrunden er af Nakskov Havn oplyst til at have en bundbredde på ca. 45 m og en bredde ved intakt havbund på mellem 55 og 65 m. Dette er i god overensstemmelse med den bathymetriske opmåling udleveret af Hasløv & Kjærsgaard (byplanrådgivere og arkitekter). Opmålingen er indarbejdet på tegning (NSS-D-TH-1000) af eksisterende forhold, og udklip af denne er vist i Figur 3-11. Ifm. projektforslaget bliver der udført en ny bathymetriske opmåling for verifikation af den eksisterende havbunds placering i projektområdet.



Figur 3-11: Eksisterende forhold ved projektområdet inkl. opmålt sejlrunde – udklip fra tegning NSS-D-TH-1000, bilag 1.

Nakskov Havn oplyser, at sejlrenden ikke behøver oprensning særligt ofte – oprensning med ca. 5 års intervaller. Det er uklart om det gælder hele sejlrenden, eller om det er lokalt, at der er behov for oprensning, og også om der er særlige behov for oprensning i den naturlige indsejling til havnen (ved projektområdet). Dette søges afklaret mere detaljeret i næste fase, men informationen tages for nuværende med videre i vurdering af de tiltag, som skal gøres for at sikre mod sedimentaflejring.

3.4.2 Besejlingsforhold og skibstrafik

Nakskov Fjord besejles af større erhvervsskibe til/fra Nakskov Havn, som både transporterer vindmøllevinger, korn, sten og grus mv. Altså skibe med en længde på over 100 m.

Nakskov Havn har udleveret skibsdata for 2020 og 2021, hvoraf det fremgår at de begge år har haft lidt mere end 200 anløb til deres kajer. Fordelingen af gods er i store træk som følger:

- 60-70% af anløbene er med løsgodsskibe ("bulk" og "general cargo") i størrelsen 500-7500BT, hvoraf langt størstedelen er under 3000BT.
- 15-20% af anløbene er relateret til vindmølleindustrien. Her størrelserne 1600-8800BT med halvdelen større end 7000BT.
- 10% er tankskibe i størrelsen 1800-3100BT
- Resten er en blanding af slæbebåde, uddybningsfartøjer, skoleskibe og andet.

Udover besejling af erhvervsskibe, så er der også en del trafik af lystbåde og daglige ture med Postbåden Vesta, som sejler ture ud på fjorden.

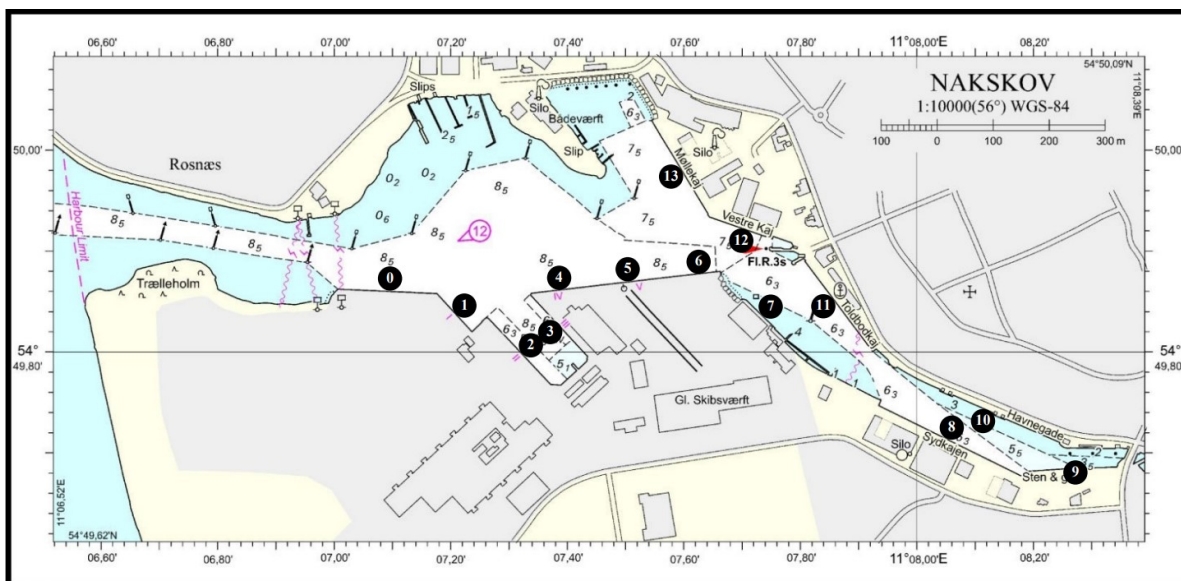
3.5 Nakskov Havn

Nakskov Havn er en aktiv erhvervshavn med i alt 14 kajer (nummereret fra 0 – 13) med en samlet kajlængde på 2.000 m. Vanddybden varierer fra 6,3 meter til 8,5 meter, og kajerne kan tåle alt fra 5 tons pr. kvadratmeter til 20 tons pr. kvadratmeter.

Den seneste udvidelse af havnen er Kaj 0, som blev færdigbygget i år 2020. Denne kaj er til tunge løft og har en max belastningskapacitet på 20 tons/m² og en vanddybde på 8,5 m. Denne kaj anvendes pt. primært til udskibning af vindmøllevinger fra Vestas fabrik.

I havnen er der også en ro-ro-rampe med en bredde på ca. 25 m. Denne er placeret mellem Kaj 1 og Kaj 2.

Havnekort over Nakskov Havn er vist på Figur 3-12.



Figur 3-12: Nakskov Havn – Havnekort.

3.6 Naboer

På et helt overordnet niveau så er Nakskov By og dens borgere og virksomheder nabo til stormflodsikringsprojektet, der i fremtiden vil være en del af byens grænse mod vest.

I de følgende afsnit beskrives kort de absolut nærmeste naboer til projektområdet, men det er ikke ensbetydende med, at øvrige ikke beskrevne områder/beboer/brugere ikke vil opleve og have udsigt til projektet. Dette gælder særligt for de virksomheder, lystbådehavne og beboere der er beliggende på den nordlige side af havnebassinet. For disse bør stormflodssikringsprojektet i dagligdagen ikke have nogen særlig betydning og påvirkning, men de vil dog opleve udkigget mod vest en smule mere begrænset grundet sikringens fysiske størrelse.

Nærværende dispositionsforslag redegør ikke for, hvordan det nuværende udik og udsigt til Nakskov Fjord opleves og påvirkes ved projektets færdiggørelse. Dette vil i stedet særskilt blive illustreret af landskabsarkitekter på baggrund af nærværende forslag.

3.6.1 Havnen

Stormflodssikringsprojektet er beliggende ved den naturlige indsejling til Nakskov Havn, og havnen og dens virksomheder og brugere er nabo til projektet på den sydlige side af projektområdet. Særligt er det Vestas A/S, og deres vingefabrik med tilhørende store oplagsområder, der er nærmeste nabo.

3.6.2 Boligområde

På den nordlige side af projektområdet er de nærmeste naboer beboerne i boligområdet ved Rosnæs samt NS Roklub. Generelt består boligerne i dette område af enfamiliehuse i ét til to plan, hvor der dog på hhv. Strandvejen 24 og Lindevej 3 og 7 er beliggende tre etageejendomme i 3 plan.

Beboerne på Strandvejen 1 – 15, 17 og 24 er de nærmeste naboer til projektområdet. Disse har alle helt eller delvist udsigt til projektområdet, hvor dog Strandvej 24 primært har udsigt fra den sydlige husgavl.

3.7 Adgangs- og ejerforhold

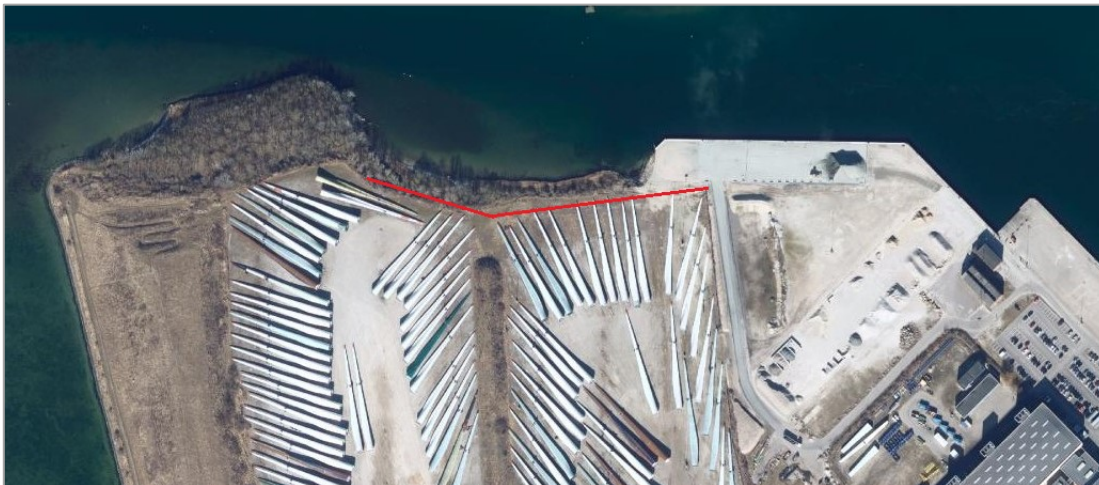
Adgangsforhold til det nordlige område sker primært via Strandpromenaden, hvor der er anlagt cykelsti og fortov mellem vejen og vandet. Strandpromenaden er en kommunal vej.

Mellem Strandpromenaden og det private beboelsesområde, er der et græsareal, som ejes af Lolland Kommune.



Figur 3-13: Adgangsforhold til nordlige del af projektområdet.

Til den sydlige del af projektområdet er der i dag ikke direkte adgang. Der kan dog via Vingevej, som ligger på havnens område, skabes adgang frem til Kaj 0 og den nordlige del af oplagsområdet for vingerne. Her fra og frem til projektområdet skal der skabes adgang på oplagsområdet for vindmøllevingerne, som vist på Figur 3-14. Adgangen skal aftales med lejer og udlejer af området, som er hhv. Vestas A/S og Lolland Kommune.



Figur 3-14: Adgangsforhold for det sydlige område

3.8 Forsyninger

Der er indhentet ledningsoplysninger fra LER (Ledningsejerregistret) i områderne jf. nedenstående Figur 3-15.



Figur 3-15: Områder for indhentede ledningsoplysninger. TV Rosnæs/Strandpromenaden, M Vingeoplæg og genbrugsplads og TH vestlige del af havnen og Vestas fabrik.

Samtlige ledningsoplysninger er samlet på tegningerne NNS-D-TH-2000 og -2001. Som det ses af disse tegninger, så påvirker stormflodsprojektet kun i mindre grad eksisterende ledninger, da både det sydlige landanlæg, portkonstruktionen, det nordlige landanlæg og diget alle ligger udenfor eksisterende ledningstracéer. Det er kun hævnning af Strandpromenaden, der direkte påvirker eksisterende ledninger, og som vil bevirke en hel eller delvis omlægning af disse.

De berørte ledninger i Strandpromenaden er en fællesledning, spildevandsledning samt el lav- og højspændingskabler.

Umiddelbart øst for projektområdet findes der flere søkabler/-ledninger, som ligger på tværs af Nakskov Fjord/Havn. Det er primært el-kabler, fjernvarmerør og fællesledninger, som ligger på tværs af vandet.

På feltbesigtigelse foretaget af projektgruppen i juni 2022 blev der registreret et betonudløbsrør fra vindmøllevingeoplægsområdet, se Figur 3-16. Dette udløb er ikke registreret i LER. Nakskov Havn

oplyste at de mener udløbet er fra afdræning af oplagsområdet. Det er dog ubekræftet. Udløbet ligger umiddelbart øst for de permanente anlæg, men indenfor arbejdsområdet.



Figur 3-16: Foto af betonudløb fra oplagsområdet – taget fra nord mod syd på tværs af fjorden.

4. PROJEKTERINGSBASIS

Der er udarbejdet et udkast til designbasis for anlægskonstruktionerne indeholdt i projektet, og der henvises generelt til dette for yderligere information, se ref. /A2/. Designbasis beskriver de designforudsætninger, som er kendt på nuværende stadie i projektet. I forudsætningsnotatet "NSS-402-002 Højvande og oversvømmelsesscenarier", ref. /A1/, diskuteres foruden vandstandsdata og prognoserne for klimaforandringer, også resultaterne af de udarbejdede oversvømmelsesberegninger, med afsæt i designstormflodsvandstande og muligheden for sammenfald med regnhændelser.

I det følgende er væsentlige og supplerende projekteringsgrundlag givet, da disse er med til at definere projektets overordnede funktion.

4.1 Vandstand og stormflodshændelser

Højvande i Nakskov Fjord kan forekomme som følge af længerevarende vesten-nordvesten vind, som presser vandet ind i de indre danske farvande, igennem de danske bæltter, helt ind i Østersøen og den Botniske Bugt, som så fyldes med vand, inden vandet igen løber tilbage, som vinden aftager eller østenvind opstår. Der er således flere vejrfænomener som kan resultere i højvande i Nakskov Fjord.

Data for vandstande, gentagelsesperioder og klimarelaterede havvandsstigninger præsenteret i nærværende afsnit kommer fra hhv.:

- Scenarier til oversvømmelsesmodellering – Risikoområde Sydlolland; Udgivet af Miljø- og Fødevareministeriet, Kystdirektoratet; Oversvømmelsesdirektivet, december 2019 med revision af oktober 2020 (ref. /B1/)
- DMI's Klimaatlas – Femern Bælt kyststrækning (ref. /B2/)
- Realdania projektet: Byernes udfordring med havvandsstigning og stormflod, hvor højvandsstatistikken genereret af COWI, med fokus på stormfloder fra Østersøen (ref. /B4/).

Med udgangspunkt i udpegningen som risikoområde jf. EU Oversvømmelsesdirektiv tilbage i 2011 og igen i 2018, har Kystdirektoratet og DMI sidenhen arbejdet videre på at kvantificerede fremtidige højvandshændelser og klimaforandringernes påvirkning på stormfloder. DMI har f.eks. siden Kystdirektoratet udarbejdede "Scenarier til oversvømmelsesmodellering" (ref. /B1/) udgivet Klimaatlas og dermed opdateret deres data om det forventede fremtidige klima for Danmark frem til udgangen af dette århundrede.

DMI har modsat tidligere fraveget at angive de forventede nationale havvandstandsstigninger pr. år frem til 2100, men i stedet oplyst et sandsynligt niveau for havvandsstigning i hhv. midten (år 2041-2070) og slutningen (år 2071-2100) af dette århundrede, hvilket betragtes som et udtryk for den usikkerhed der er i prognoserne. Samtidig er det nu muligt at se DMI's bedste bud på lokale og dermed regionale forskelle i havvandsstigningerne.

Data fra Klimaatlas beror sig på en række forskellige klimamodeller, og medianværdien angives med et tilhørende usikkerhedsinterval. Den nedre grænse (10-percentilen) af usikkerhedsintervallet angiver den værdi, som kun 10% af modellerne ligger lavere end. Tilsvarende er den øvre grænse (90-percentilen) den værdi, hvor resultaterne fra kun 10% af modellerne ligger højere end. DMI

Klimaatlas bruger den officielle højvandsstatistik udarbejdet af Kystdirektoratet kombineret med klimaprognoser og beregninger fra DMI's havmodel.

Foruden de statslige aktører har andre aktører lavet dybdegående analyser af højvandshændelser, ved at benytte udenlandske observationer, samt nedfældet historiske skrevne kilder. COWI har eksempelvis udarbejdet en højvandsstatik med fokus på de større hændelser kommende fra 'syd', betydende højvandshændelser fra Østersøen, svarende til et hændelsesforløb ligesom stormen i 1872 /B3/. Arbejdet har været medvirkende til at sætte fokus på højvande skabt af lavtryk med østlige vindretninger. Alle oplyste vandstande i nærværende afsnit er i DVR90.

4.1.1 Vandstande

For Nakskov er højvandstande estimeret af forskellige aktører i forbindelse med flere tidligere studier. En detaljeret gennemgang af Kystdirektoratet, DMI og COWI's højvandsstatistikker er præsenteret i reference /A1/. I de tre kilder er en 100 års-hændelse i henholdsvis nutid og omkring år 2100 præsenteret, resultaterne er summeret og præsenteret i Tabel 4-1 herunder.

Tabel 4-1: Estimer af højvande fra kilderne KDI, DMI og COWI.

	KDI		DMI		COWI	
	Årstal	Vandstande [cm]	Årstal	Vandstande [cm]	Årstal	Vandstande [cm]
100-års hændelse	2019	172	1981-2010	178	2014	193
	2115	248	2071-2100	235	2100	262

Forskellene i 100 års hændelser fra de tre kilder, opstår primært grundet forskelligheder i datagrundlaget, databearbejdning og den benyttede statistiske metode. Generelt kan det bemærkes at estimer af ekstreme hændelser er vanskelige at bestemme grundet de relativt korte måletidsserier samt få målte registreringer af ekstreme hændelser, hvorfor ekstrapolering af data oftest betegnes som værende udenfor gyldighedsområdet af den statistiske analyse. Estimering af ekstreme hændelser er derfor oftest behæftet med en betydelig usikkerhed.

Fremskrives DMI Klimaatlas medianestimer for højvande og middel havvandspejlstigninger lineært (ref. /B2/), fremkommer estimer i samme størrelsesorden som COWI's estimer (ref. /B4/) for en vandstand på 2,5 m i år 2100, om end betydelige forskelle er at finde i estimerne af ekstreme hændelser, særligt i forhold til nutidige estimer, se Tabel 4-2. Der arbejdes efter ønske fra Lolland Kommune arbejdet videre med en designvandstand på 2,5 m, hvilket forventes at indtræffes sidst i dette århundrede. For en mere detaljeret diskussion af vandstande, henvises i ref. /A1/.

Tabel 4-2: Estimering af gentagelsesperioden til en vandstand på 250 cm DVR90.

	Vandstand	Estimeret gentagelsesperiode	
	År 2100	Nutid	År 2100
KDI Reference /B1/	250 cm		
DMI Klimaatlas Reference: /B2/	250 cm	~ +10.000	~ 100
COWI Reference: /B3/ og /B4/	250 cm	~ 250	~ 80

4.2 Sikringshøjde og -niveau for højvandsikring

Lolland Byråd har i 2015 besluttet at sikre Nakskov til mindst +2,5 m. Efterfølgende er det besluttet at arbejde videre med en løsning, der omfatter etableringen af en højvandsport, samt sikring på land i form af diger eller terrænregulering umiddelbart nord for porten. Den samlede sikring skal kunne modstå en højvandshændelse til +2,5 m, svarende til en nutidig ekstrem hændelse eller en fremtidig statistisk 100 års-hændelse mod slutningen af århundrede, se evt. afsnit 4.1.

Vandstandsestimatet for den nuværende 100-års hændelse er i omegnen af 172-193 cm. Med udgangspunkt i at levetiden på det samlede anlæg er 100 år (se afsnit 4.1.1), betyder det, at sandsynligheden for at 100-års hændelsen indtræffer årligt er 1%, og at der er 63% sandsynlighed for at hændelsen indtræffer over en 100 års periode, jf. /B8/. Men da sikringshøjden på den foreslåede højvandssikring, udover en 100-års hændelse tager højde for de forventede fremtidige havvandsstigninger frem til slutningen af dette århundrede, betyder det, at sandsynligheden for at højvande svarende til designhændelsen indtræffer, har lille sandsynlighed for at indtræffe før slutningen af dette århundrede og starten af næste århundrede. I reference /A1/ findes der yderligere vurdering samt diskussion, af gentagelsesperioder og sandsynligheder, der henvises derfor til referencen for yderligere beskrivelse af dette.

Sikringsniveauet for anlægget omfattet af nærværende projekt, er højere end den nuværende vedtægtsbestemte højde, som er gældende for digerne langs særligt den nordlige side af Nakskov Fjord. Højden af disse diger er kote +2,42 m DVR90, hvilket oprindeligt svarede til +2,5 DNN. Altså planlægges det nye anlæg med en højere sikringskote, end nuværende beskyttelse, hvorfor gradvis opgradering af omkringliggende diger skal ske på sigt, for at sikre en fortsat samlet robust stormflodssikring.

Der vil som led i projektforslagsfasen blive udarbejdet bølgemodellering for påvirkning af digerne på fjordens nordlige side, til fastlæggelse af det nødvendige sikringsniveau for digerne. Sikringsniveauet findes som en kombination af realistisk bølgepåvirkning på anlægget, samt vurdering af tilladelig overskylsmængde over diget, ved bølgepåvirkning.

4.2.1 Sikringshøjde og -niveau for portanlægget

Det er besluttet, at det samlede portanlæg skal udføres med en større sikkerhed mod overskridelse af sikringsniveauet end det nordlige landdige og dermed tilsluttende landløsning. Det skyldes at omkostningerne til en evt. fremtidig forhøjelse af skydeporten og tilhørende dæmninger, portkammer, anslagskonstruktion mv. vil blive meget større end de meromkostninger, der er forbundet med at etablere det samlede portanlæg med et højere sikringsniveau ved anlæggelsen. Sikringsniveauet for skydeporten og tilstødende landanlæg er fastsat til en designvandstand +3,17 m DVR90, hvilket svarer til en ekstrem stormflod fra syd (år 2019), som den der blev målt i 1872 (se ref. /A1/).

Portanlægget udføres med en sikringshøjde i +4,00 m for at imødegå evt. overskyl af port og acceleration af middel havvandsstigningerne. Det er tidligere vurderet, at meromkostningen ved at udføre portanlægget med et designvandstands niveau i +3,17 m i modsætning til +2,5 m andrager ca. 5% af de totale omkostninger. Dette er en meget beskedne meromkostning sammenlignet med, at en ny stålport forventeligt vil koste op mod 100 mio. kr. og hertil kommer omkostninger til forstærkning og forhøjelse af landanlæg mv.

4.3 Levetider

Der skal projekteres for en levetid på 100 år for portkonstruktion og alle anlægskonstruktioner, som er en del af landanlægget for porten, herunder portkammeret. Levetiden gælder dog ikke for mekaniske dele som udsættes for slid og særligt udsatte apteringer såsom tætningslister mv. for portkonstruktionen. For disse dele forventes levetiden at være i størrelsesordenen 20 år.

For betonkonstruktioner skal disse udføres i eksponeringsklasser svarende til det miljø, de er påvirket af.

For stålkonstruktioner under havvandvandspejlet forventes og accepteres det, at disse dele beskyttes med katodisk beskyttelse. Over vandspejlet og i jord skal der tages hensyn til godstykkelsesreduktion svarende til den projekterede levetid hvis ikke der på anden vis udføres beskyttelse som f.eks. overfladebehandling. For samtlige stålkonstruktioner - om de er beskyttet eller ej - anbefales det dog for at sikre robusthed af konstruktionen, at der som minimum altid påregnes et godstykkelsestab svarende til 25 år eksponering uden beskyttelse.

4.4 Påsejling af port og anlæg

Der er i dispositionsforslaget indarbejdet ledeværker langs åbningen i sikringen, som skal sikre anlægskonstruktionerne mod påsejlinger i perioder, hvor porten er åben for gennemsejling.

Påsejling af porten i lukket tilstand er ikke undersøgt eller vurderet i denne fase af projektet, men dette skal undersøges nærmere i næste fase. Der skal defineres, til hvilken grad porten skal kunne modstå påsejling fra de skibe, der normalt anløber havnen.

5. OVERSVØMMELSESSCENARIER

Der er ifm. dispositionsforslaget foretaget modellering af oversvømmelsesscenarioer for at kortlægge nuværende risikoniveau, med henblik på at identificere lukkekriterier for højvandsporten samt sikre en effektiv stormflodssikring. En analyse af det afstrømmende vand fra oplandet til havnen, i relation til højvande i fjorden, er udført for forskellige lukkescenarier.

Reference /A1/ indeholder en mere detaljeret beskrivelse af forudsætninger for og resultaterne af modellering og analyser gennemført ifm. dispositionsforslaget. Vigtigste forudsætninger og hovedkonklusioner beskrives i det følgende.

5.1 Modellering

Der er udført oversvømmelsesmodellering for overordnet set to scenarier:

1. "Do nothing", dvs. en status quo-situation med de nuværende anlæg og funktioner bibeholdt
2. Etableret stormflodssikring, med skydeport ved indsejling til havnen og tilhørende landanlæg

Scenarie 1 belyser hvem der potentielt kan blive berørt af oversvømmelser under en række foruddefinerede stormflodsscenarier. Scenarie 2 belyser, hvor stor sikkerhed der er i den valgte stormflodssikring, idet det er undersøgt, hvor meget afstrømning fra land betyder for vandstanden i havnen under stormflodsscenarierne (med lukket højvandsport), og endvidere undersøge effekten af forskellige lukkeniveauer for stormflodssikringen.

Oversvømmelsesmodelleringen har taget udgangspunkt i et scenarie som afspejler en minimum design vandstandshændelse, nemlig en 100-års hændelse inkl. klimatillæg og en mere ekstrem stormflodshændelse, hvilket er bestemt til følgende:

- Vandstand i kote +2,35 m DVR90 (100-års hændelse inkl. klimatillæg. Ref. /B2/)
- Vandstand i kote +3,17 (1872-hændelse inkl. klimatillæg. Ref. /B1/)

5.1.1 Stormforløb og -udvikling

I modelleringen er der for stormforløb og -udvikling skaleret ud fra historiske storme og Kystdirektoratets arbejde i forbindelse med EU's Oversvømmelsesdirektiv.

5.1.2 Håndtering af bagvand bag højvandsikring

Et større opland på +15.000 ha afvander til havnen, hvorfor håndtering af bagvandet er en central problemstilling ved højvande.

Fokus har i tidligere faser af projektet været, om der er tilstrækkelige volumener til rådighed i relation til vandløbene Ryde Å og Halsted Ås afstrømninger til Indrefjord, som på nuværende tidspunkt afskæres mod havnen ved Nybro i +0,82 m DVR90, ref. /B6/. Magasinet til oplagring af regnvand og drænvand består således af to dele, havnen og Indrefjord, som er forbundet via en højvandsklap ved Nybro. Vandet fra Indrefjord kan således kun løbe igennem ved Nybro, når vandstanden i havnen er lavere end i Indrefjord. Slusen beskytter Indrefjord mod havvand til mindst +2,50 m, om end det konstateres at vand kan løbe nord om slusen ved koter over +2,20 m.

Tidligere studier (ref. /B6/) indikerer, at de indre diger langs Indrefjord vil blive oversvømmet, hvis vandstandene er højere end kote +0,82 m, hvorfor pumpestationerne Avnede Strand (Halsted Å) og Ryde Å stoppes umiddelbart før denne vandstand nås, så oversvømmelser fra Indrefjord undgås. Der kan dog ligge betydelige volumener vand opstrøms disse pumpestationer med udgangspunkt i Indrefjord oplandet.

I relation til nærværende projekt er det aftalt med Lolland Kommune, at forholdene vedr. afstrømning fra Indrefjorden til havnen via slusen ved Nybro skal fastholdes. Det betyder, at der fortsat under højvande større end +0,82 m ikke kan strømme vand fra Indrefjorden til havnen. Derfor er det for nærværende projekt kun relevant at interessere sig særligt for pumpestationerne ved Rosnæsvej/Marienlystvej, Byfogedsøen, Havnegade 19, Havnegade 43, Havnegade 61 og Vingevej (se ref. /B6/), som afvander direkte til havnens vanddækkede areal bag højvandsporten. For disse er det regnvandskloakerede opland i henhold til spildevandsplanen opgjort til ca. 200 ha, ref. /B6/. Afstrømningen fra de naturlige oplande er ca. 1000 ha, med en estimeret tilledning til havnebassinet på ca. 0,55 l/s/ha, ref. /B6/.

For at kunne repræsentere forskellige afstrømningsscenarier til havnen ekskl. afstrømningen fra Indrefjord, undersøges et spænd, hvor 0,5 m³/s repræsenterer lav afstrømning og 2 m³/s repræsenterer stor afstrømning fra oplandet. Estimerterne er således også et udtryk for nuværende og forventede fremtidige afstrømninger som følge af klimaforandringer og evt. byudvikling. Disse vandføringer er estimeret med udgangspunkt i tidligere analyser ref. /B6/, et skøn af regnvandsafstrømningen fra afløbssystemet, samt estimeringen af klimaforandringerne, da det ikke entydigt er afrapporteret i ref. /B6/.

I projektforslagsfasen vil afstrømning til havnen fra baglandet under en stormflodshændelse blive yderligere belyst, da dette har afgørende betydning for lukkekriterie og eventuelt behov for overpumpning af stormflodssikringen.

5.1.3 Lukkekriterie for højvandsport

Lukningen af højvandsporten kan ske under forskellige forhold, afhængig af behov og prioriteringer. Flere lukkekriterier er således undersøgt, så der evt. kan korrigeres for længere perioder med regn inden stormflod, tilgængelighed mellem havnebassinerne og fjorden, ændringer i prognoser eller hvis problemer med lukning af højvandsporten skulle forsinke lukningsprocessen m.v. De valgte lukkeniveauer i forbindelse med et højvande på 2,5 m fremgår af Tabel 5-1.

Tabel 5-1: Undersøgte lukkeniveauer for vandstandene: nu, midt århundrede og sidst århundrede.

Vandstand	Fremtidige lukke vandstande Korrigeret for havvandsstigninger	
	+28 cm	+57 cm
Nu [cm DVR90]	2041-2070 [cm]	2071-2100 [cm]
90	62	33
100	72	43
110	82	53
120	92	63
130	102	73

Den estimerede lukketid for gennemsejling, samt 'fri afstand' og magasinvolumener til rådighed for bagvand i havnen op til kajkote +150 cm (oplyst som laveste kajkote bl.a. i ref. /B6/), er listet i Tabel 5-2. Arealet af det vanddækkede areal bag højvandssikringen er beregnet til 312.466 m².

Tabel 5-2: Estimerede antal timer for blokeret adgang mellem havn og fjord, samt mulige magasinvolumener op til nuværende kajanlæg i kote +150 cm.

Forhold under blokeret adgang mellem havnen og fjorden			
Vandstand [cm DVR90]	'Fri afstand' op til kote +150 cm [cm]	Magasinvolumener op til +150 cm [m ³]	Lukketid [timer]
90	60	187.480	31,5
100	50	156.233	29,5
110	40	124.986	27,7
120	30	93.740	26,0
130	20	62.493	24,0

For at undersøge behov for pumpning ved disse 'lukkevandstande' er et overslag over mulig afstrømning og dermed nødvendige pumpekapacitet estimeret med udgangspunkt i de to afstrømningsscenarier beskrevet i afsnit 5.1. Fra Tabel 5-3 ses det, at der ikke er behov for pumpekapacitet ved lavere afstrømningshændelser, men at der ved større afstrømning fra oplandet sammenfaldende med højvande, kan være behov, afhængig af lukkekriteriet for porten. Det bemærkes dog at sandsynligheden for sammenfaldende hændelser mellem længerevarende kraftig regn og stormflod er lille, hvorfor det er mindre sandsynligt at en stor magasin kapacitet er nødvendig. De indledende antagelser beror på direkte afstrømning og tager ikke lokal magasinering i lavninger eller infiltration på ubefæstede arealer med.

Tabel 5-3: Estimering af den nødvendige pumpekapacitet

Vandstand [cm DVR90]	Magasin kapacitet til afstrømmende vand [l/s]	Nødvendig pumpekapacitet bag højvandssikringen			
		0,5 m ³ /s afstrømning [l/s]	1 m ³ /s afstrømning [l/s]	1,5 m ³ /s afstrømning [l/s]	2 m ³ /s afstrømning [l/s]
90	1.653	-	-	-	347
100	1.471	-	-	29	529
110	1.255	-	-	245	745
120	1.001	-	-	499	999
130	723	-	277	777	1.277

5.1.4 Lukkehyppighed af højvandsport

På nuværende tidspunkt varslers DMI i området ved forhøjet vandstand på +1,25 m. Dette indtræffer gennemsnitligt hvert år allerede i dag, men i fremtiden forventes det at indtræffe henholdsvis 7-70 gange årligt afhængig af havvandstandens fremskrivning, se Tabel 5-4. Hyppigheden af denne varslings forventes at øges i takt med klimaforandringer, særligt middel havvandsstigningerne.

Tabel 5-4: DMI-varsling for højvandshændelser i Nakskov. Kilde: DMI Klimaatlas

Vandstand	Forventet antal varslinger for højvande pr. år		
	Nu	2041-2070	2071-2100
125 cm	1	7	70

DMI estimerer ligeledes den samlede varighed af vandstandsvarslinger for højvande, hvilket vil stige signifikant med klimaændringerne, hvis nuværende varslingsvandstand fastholdes. Varigheder ses af Tabel 5-5.

Tabel 5-5: DMIs samlede varighed af vandstandsvarslinger pr. år for højvandshændelser i Nakskov. Kilde: DMI Klimaatlas

Vandstand	Forventet varighed af vandstandsvarslinger pr. år		
	Nu	2041-2070	2071-2100
125 cm	4,2 timer	60 timer	800 timer

For de undersøgte lukkeniveauer er den estimerede lukkehyppighed ikke beregnet. Lukkehyppigheden af højvandsporten vil for prognoser af højvande større end en skadeødelæggende hændelse varsles. De kritiske områder langs kajen begynder oversvømmet i ca. +150 cm, hvorfor prognoser med højvande, set i relationen til forventede afstrømning fra baglandet skal varsles, før en forventet lukning af højvandsporten fortages.

Antallet af lukninger er derfor svære at estimere, da en kombination af flere fænomener kan give vandstandsstigninger i havnen bag den lukkede port. Der skal derfor opsættes prognosekriterier i relation til et sæt lukkekriterier. Entydigt kan det dog konkluderes, at lukkehyppigheden stiger med stigende havspejl, og lukkehyppigheden kan kun reduceres ved etablering af yderligere foranstaltninger til at reducere bagvandsproblematikken i havnen. En nærmere analyse af lukkehyppigheden vil blive gennemført i projektforslaget.

5.2 Oversvømmelsesfare

Oversvømmelsesfaren er analyseret i relation til forskellige lukkekriterier for højvandsporten og afstrømning fra baglandet til havnen jf. forudgående afsnit.

Oversvømmelsesberegninger fra situationen i dag, indikerer som også tidligere analyser at oversvømmelsesfaren for Nakskov er stor. Lollands relative flade terræn er medvirkende til at oversvømmelsen kan opnå en stor udbredelse. Tidligere analyser udført af Kystdirektoratet, Realdania m.fl. har vist at der er store værdier på spil.

For scenariet med etableret højvandssikring til kote +2,50 m er udført 10 modelleringer, på baggrund af de 5 lukkekriterier og 2 afstrømningsscenarier. Resultaterne fremgår af Tabel 5-6 og viser, at højvandssikringen reducerer oversvømmelsesrisikoen, og afhængig af lukkeniveau og afstrømningsscenarie er mindre arealer på eller langs havneområdet oversvømmet. Modelleringen understøtter de indledende ideer til lukkekriterier og afhængig af afstrømningen fra oplandet, er der kapacitet i havnebassinet.

Tabel 5-6: Størrelsesorden på forventede vandstandsstigninger i havnen, som følge af afstrømning i baglandet under stormflod med lukket højvandsport, til forskellige lukkeniveaukriterier.

Vandstand [cm DVR90]	Afstrømninger fra baglandet [m ³ /s]	Forventede vandstandsstigninger i havnen ved lukket port	
		Estimeret på baggrund af lukketiden [cm]	MIKE21 modelleret [cm DVR90]
90	0,5	18	123
	2	73	171
100	0,5	17	133
	2	68	177
110	0,5	16	141
	2	64	182
120	0,5	15	149
	2	60	186
130	0,5	14	159
	2	55	192

5.3 Øvrige nødvendige tiltag ift. stormflodssikring til +2,5 m

Foruden den primære sikring mod højvande er øvrige supplerende tiltag relevante at etablere på sigt. En gennemgang af eksisterende tiltags kapacitet, sikringsniveauer og eventuelle gensidige afhængigheder bør afdækkes. Derudover skal fokus på driftssikkerhed sikre, at øvrige tiltag ikke svigter. Nuværende og fremtidige pumpestationer og pumpekapaciteter, er derfor afgørende for et sammenhængende oversvømmelsessikret Nakskov. Dette samme er gældende for en driftssikker lukkeprotokol for højvandsporten og beredskab.

Der er en del elforsyninger bag højvandsikringen, som er nødvendige for at sikre den nødvendige pumpekapacitet i afløbssystemet og oplandet bag. Ved eventuel driftstop forårsaget af højvande vil der ikke kunne afledes regnvand. Ved ekstreme hændelser, hvor det regner under driftstoppet, eller der er stor afstrømning fra baglandet, vil det kunne skabe oversvømmelser og til sidst overløb direkte til havnen ref. /B6/. For særligt lavtliggende områder vil det kunne have betydelige konsekvenser eftersom bygninger og infrastruktur oversvømmes, og menneskeliv potentielt er i fare. Det er derfor vigtigt at have fokus på pumpestationerne og deres kapacitet.

I 2014 er der udarbejdet en MIKE 2D-model for området, som er opdateret i 2020 og blandt andet indeholder pumpekapacitet, ref. /B12/. Der er ligeledes gennemført analyse af sammenfald mellem regnhændelser og højvande i ref. /B8/. Disse analyser og modelleringer skal i forbindelse med projektforslagsfasen ajourføres og vil skulle suppleres yderligere for at sikre, at der skabes den nødvendige sikring og dermed sikkerhed. Det skal blandt andet analyseres, hvilke regnhændelser der er sandsynlige i sammenfald med højvande, samt hvilke intensiteter og varigheder der er de mest kritiske i relation til stormflod.

Ved ekstreme højvandstande skal der være fokus på oversvømmelse af eksisterende diger samt områder, som kan transportere vandet bagom eller rundt om Nakskov. Der må derfor forventes at diger eller anden infrastruktur skal hæves. Særligt overskæringer hvor mindre terrænforskelle

skaber strømingsveje igennem lavninger eller åbninger under veje som kan transportere vandet videre, kræver særlig opmærksomhed.

Analyse af vandgennemstrømning under og igennem eksisterende diger, bør kortlægges i det fortsatte arbejde med at sikre en samlet robust højvandssikring af Nakskov.

6. FORSLAG TIL ANLÆGSKONSTRUKTIONER

6.1 Overordnet geometri, udseende og pladsforhold

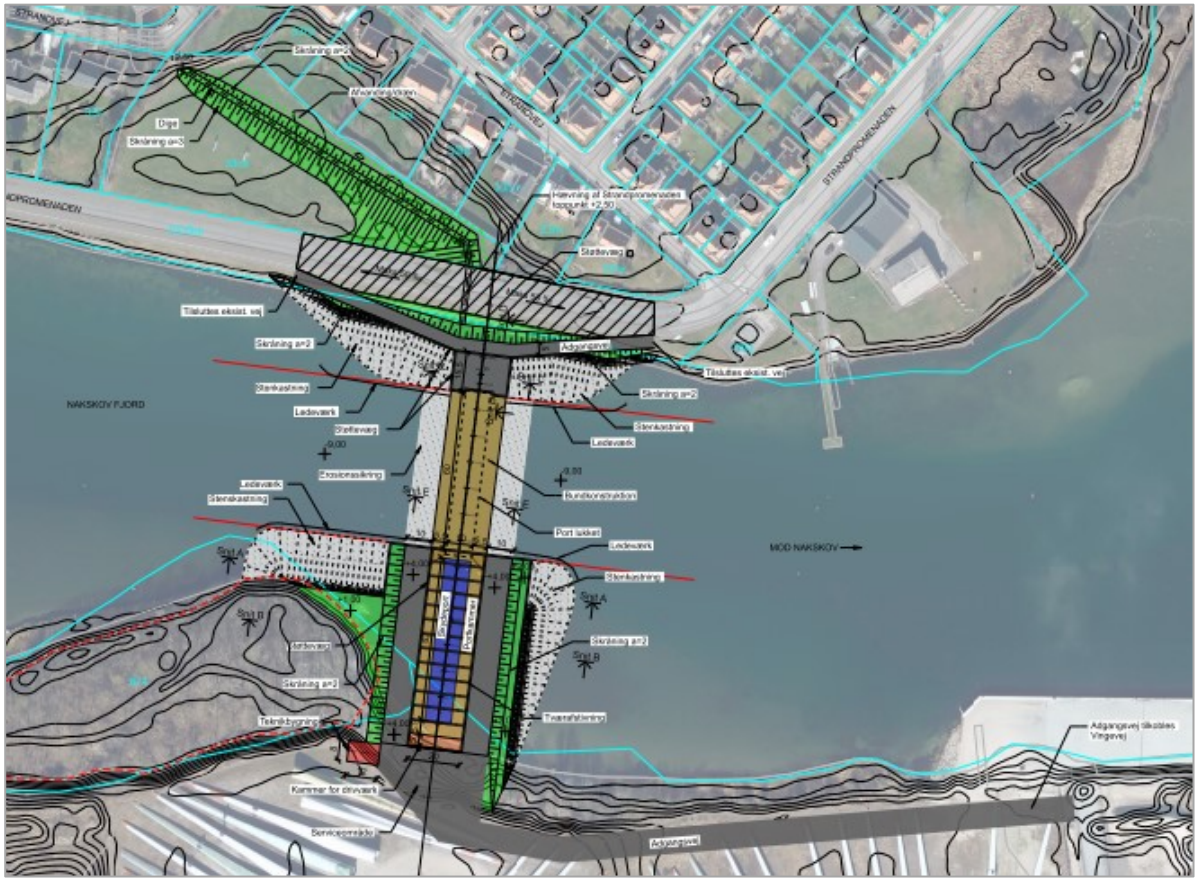
De samlede anlægskonstruktioner dækker alle dele af projektet, som ikke er direkte knyttet til porten og mekaniske dele for denne. Anlægskonstruktionerne er delt op i 5 hoveddele:

- Sydlige landanlæg inkl. portkammer
- Bundkonstruktion på tværs af fjorden
- Nordlige landanlæg samt hævnning af Strandpromenaden
- Nordlige dige
- Ledeværk ved portåbningen

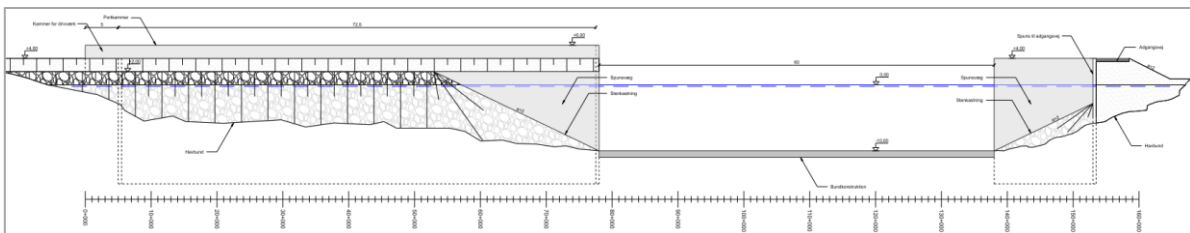
Herudover er der også udvidelse og uddybning af sejlrenden lokalt ved stormflodssikringen, som egentlig ikke er en anlægskonstruktion men et jordarbejde. Udvidelse og uddybning af sejlrenden lokalt ved stormflodssikringen er dog også beskrevet i nærværende afsnit.

Stormflodssikringens placering og geometriske udbredelse (fodaftryk) fremgår af Figur 6-1, og i Figur 6-2 er sikringens længdeprofil vist.

Fra det sydlige landanlæg med kammeret for porten, kan denne skydes på tværs af sejlrenden over til det nordlige landanlæg via bundkonstruktionen, som bærer skinnesystemet. Der er forudsat en fribredde på 60 m mellem de faste anlægskonstruktioner for landanlæggene jf. anbefaling som angivet i afsnit 6.9. Det er ifm. dispositionsforslaget forudsat at ledeværker/afviserværker kan placeres 3 m udenfor landanlæggene ind i sejlrenden. Det sikrer en fri gennemsejlingsbredde på 54 m. Både nordlige- og sydlige landanlæg har topkote i +4,0 m for at have samme sikringskote som portkonstruktionen. Ved det nordlige landanlæg hæves Strandpromenaden som føres over i et dige. Jf. afsnit 0 udføres dige og hævnning af Strandpromenade med en sikringshøjde i kote +2,50 m, altså 1,5 m lavere end landanlæg og port.



Figur 6-1: Oversigtsplan af stormflodssikringen inkl. anlægskonstruktioner, se tegning NSS-D-TH-1100 i bilag 1.



Figur 6-2: Længdeprofil af stormflodssikringen inkl. anlægskonstruktioner, se tegning NSS-D-TH-1110 i bilag 1.

Landanlæg og anlægskonstruktioner for porten er forudsat dimensioneret for en levetid på 100 år. For at opnå dette er det forudsat at alle støttevægge/spunsvægge beklædes med beton fra ca. kote -1,50 m til toppen af væggen. Dette gør, at langt de fleste synlige dele af væggene fremstår i beton.

Skråninger over kote +1,50 m forventes sået til med græs for at sikre mod erosion i højvandstilfælde.

Stenkastningernes skråninger er i dispositionsforslaget forudsat relativt flade for at sikre et konservativt "fodafttryk" tidligt i projektet. Senere forventes det, at udstrækningen og størrelsen af

disse kan justeres til, så aftrykket bliver væsentligt mindre, hvilket dog afhænger af resultaterne fra en senere supplerende opmåling af havbunden.

I de følgende afsnit er de forskellige dele af anlægskonstruktionerne beskrevet nærmere.

6.2 Beskrivelse af sydlige landanlæg

Det sydlige landanlæg består overordnet af et indvundet område på søen, hvor portkammeret og serviceområder er beliggende, som vist i Figur 6-3.



Figur 6-3: Sydligt landanlæg, se tegning NSS-D-TH-1101 i bilag 1.

Anlægget strækker sig op til 70 m ud fra eksisterende kystlinje og inkluderer følgende dele:

- Stenkastninger og skråningsanlæg (inkl. landindvundne områder)
- Serviceområde for drift og vedligehold af port
- Portkammer
- Adgangsvej
- Teknikbygning

6.2.1 Stenkastninger, skråninger og landindvinding for sydlige landanlæg

Generelt er hele det sydlige landanlæg bygget op på et indvundet område for at give adgang til portkammeret. Udbredelsen af fodaftrykket, skitseret i dispositionsforslaget, er baseret på et forventet maksimalt fodaftryk, hvor skråninger og stenkastninger er forudsat med anlæg $a=2$. Foden af stenkastningerne er forudsat beliggende i kote $-9,0$ m ved sejlrenden og stigende ind mod

land under forudsætning om jævnt stigende havbund. Den faktiske indmåling af havbunden og yderligere vurderinger ift. stabilitet i senere projektfase kan muligvis resultere i mindre anlæg på skråningerne.

Stenkastningerne bliver opbygget som en klassisk stenkastning af natursten med filterlag og dæklag projekteret for de aktuelle bølge- og strømforhold i fjorden.

Landindvindingen forudsættes primært at blive foretaget med sandfyld, som enten pumpes ind af et fartøj placeret i sejlrenden eller udlægges fra land. Over vandspejlet kan der benyttes lerfyld udgravet ifm. uddybninger og udgravninger, hvis dette lever op til krav for styrke og stivhed. Optravet materiale fra portkammeret forventes i stort omfang at være moræneler, som i størst muligt omfang vil forsøges genanvendt i projektet som fyld over vandspejlet.

Der kan være behov for oprensning af blødbund i forbindelse med etablering af stenkastninger og landindvinding for at skabe et (næsten) sætningsfrit anlæg. Projektspecifikke geotekniske borerer vil belyse behovet for dette mere præcist.

6.2.2 Serviceområde for sydlige landanlæg

Serviceområdet omkring portkammeret skal facilitere generel adgang til portkammeret og portkonstruktionen for drift og vedligehold. Da portkonstruktionen er fastsat at have topkote i +4,0 m er serviceområdet ligeledes forudsat i dette niveau, dvs. i kote +4,0 m. Det skal bemærkes at væggene for portkammeret er forudsat med top i kote +6,0 m, dvs. der vil ikke være niveaufri adgang fra serviceområdet til porten.

Området op langs portkammeret er 10 m bredt på begge sider for at skabe plads til lastbiler og kraner samt generelt vedligeholdelsesudstyr for porten. Bredden af serviceområderne er også bestemt ud fra bredden af volumenet mellem væggen i portkammeret og væggen i fløjvæggen, som er forudsat gensidigt forankrede i den nordlige del af portkammeret, hvor havbunden er dybest beliggende. Bliver området smallere, vil det påvirke stabiliteten af den nordlige del af portkammeret negativt.

Området påtænkes udført med asfalt. Serviceområdet skal dimensioneres for belastning fra støttebenstryk og hjultryk fra kraner mv. der benyttes til vedligehold. Der vil senere i projektet blive defineret hvilke specifikke køretøjer, der skal dimensioneres for.

6.2.3 Portkammer

Portkammeret udgør parkeringsareal for porten når den ikke er i brug, og yder samtidigt beskyttelse af porten mod f.eks. påsejling. Derudover planlægges det at kammeret skal kunne fungere som tørdok for porten, når denne skal vedligeholdes, ved anvendelse af en flydende dokport. Dette betyder, at portkammeret er fyldt med vand langt størstedelen af konstruktionens levetid, men skal lejlighedsvist (min. 1 gang om året) kunne tømmes for vand så porten kan vedligeholdes. Yderligere indeholder portkammeret også drivværket til porten, som kører porten ud i lukkeposition og åbner porten igen, drivværket er nærmere beskrevet i afsnit 7.1.3.

6.2.3.1 Vægge i portkammer

Portkammeret påtænkes udført som spunsvægge eller in-situ-støbte betonvægge, som hhv. installeres fra et opfyldt planum over vand eller udføres i byggegrube. Derfor er det forudsat, at

landindvinding vil foretages i det meste af det sydlige landanlægs udstrækning før etablering af væggene. Det forventes, at der skal fyldes op til kote +1,5 m som arbejdsniveau. Ved anvendelse af spunsvægge kan disse installeres fra arbejdsflåde, hvor vanddybderne tillader det, hvilket vurderes at være en fordel.

Væggene i tegningsmaterialet for dispositionsforslaget er tegnet som spunsvægge, men kan også være slidsevægge af beton.

Løsning med stålspons

Stålspons installeres som løse stålprofiler ved ramning eller vibrering med rambuk eller gittermastkran fra arbejdsplatform i sejlrenden og fra opfyldt arbejdsplateau. Spunsvæggene anbefales omstøbt med beton på ydersiden over terræn (mod serviceområdet) og på indersiden (vandsiden) fra top og ned til kote -1,5 m for at beskytte spunsen mod øget korrosion i den cykliske tørre/våde zone, hvor korrosion typisk sker meget hurtigere end under vandspejlet. Under vandet/jorden, hvor korrosions hastigheden er noget mindre, kan der enten indregnes godstykkelsesfradrag på stålsponsen som del af designet for konstruktionens levetid, eller der kan etableres katodisk beskyttelse af stålet med offeranoder. Det bemærkes, at spunsen selv ved etablering af katodisk beskyttelse anbefales projekteret med et (mindre) godstykkelsestillæg for at sikre robusthed.

Alternativt kan det vælges at beklæde spunsen med beton helt ned til bundpladekonstruktionen for at beskytte den mod korrosion. Denne løsning vil øge anlægsomkostningerne, men vil sandsynligvis give driftsbesparelser i det lange løb, da det nødvendige vedligehold vil være mindre ift. opsætning og løbende udskiftning af offeranoder over konstruktionens levetid. Dette vil blive belyst i projektforslaget.

Løsning med beton-slidsevægge

Beton-slidsevægge udføres ved udgravning med en specialudformet grab, som graver præcist den tykkelse væggen skal have. Udgravningen holdes stabil med en bentonit cementslam, hvori armering nedsænkes og væggen udstøbes med beton. Ved udstøbningen fortrænger betonen bentonitten som samles op i toppen af væggens udgravningsrende.

Slidsevægge kan kun udføres i jord, dvs. det vil kræve, at der fyldes helt op med jord ud til sejlrenden for at kunne udføre slidsevæggen i hele kammerets udstrækning. Alternativt kan der anvendes en lokal spunset løsning ud mod sejlrenden.

Slidsevæggene har ikke eksponerede ståldele, og forventes derfor at have en længere vedligeholdelsesfri periode end stålspons. Slidsevæggen vurderes at have en højere etableringsomkostning end stålspons.

Løsning med betonrug-konstruktion

Et tredje alternativ er at etablere en midlertidig byggegrube af stålspons, hvori portkammeret kan udføres i in-situ støbt beton inkl. bundpladen. Løsningen sikrer en kontrolleret og sikker støbning af en solid og tæt konstruktion, som samtidig vurderes at kræve mindst vedligehold gennem levetiden. Det bemærkes, at denne løsning forventeligt vil være en dyrere løsning end løsningen med stålspons og slidsvægge, som beskrevet ovenfor.

Der er også uklart om den midlertidige stålspons for byggegruben kan trækkes efter anlægsfasen og genanvendes, da der forventes kompetente moræneleraflejninger, som besværliggør optrækning af lange spunsprofiler. Dette er med til at prisen for løsningen vurderes at blive noget højere end de andre løsninger. **Derfor behandles løsningen ikke yderligere i dispositionsforslaget.**

6.2.3.2 Fløjvægge omkring portkammer

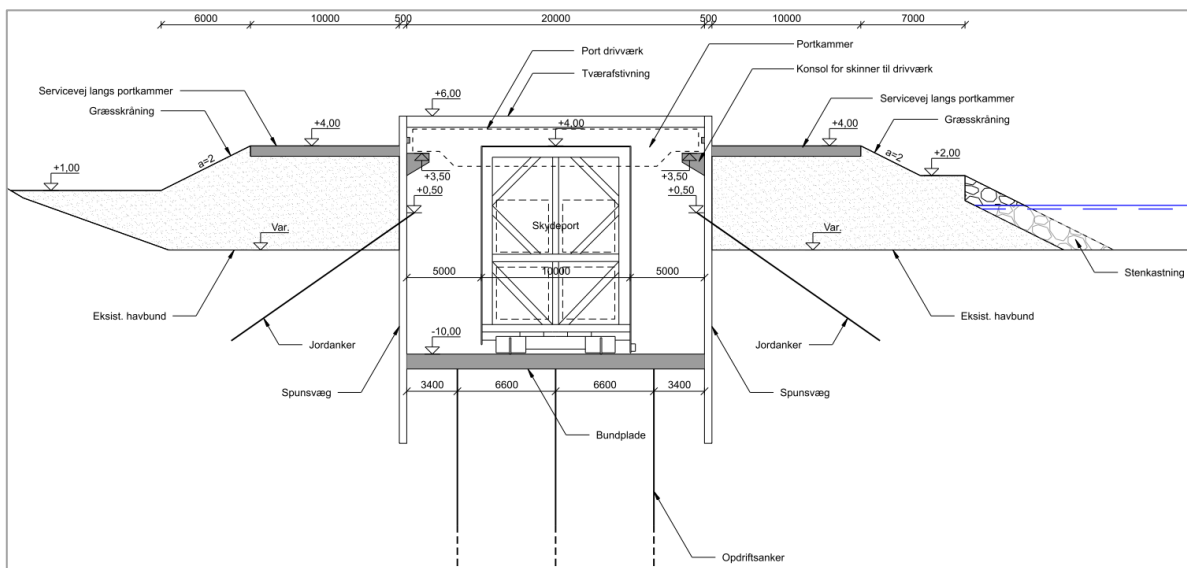
Fløjvægge for portkammeret er forudsat udført som stålspons og skal sikre terrænforskellen mellem stenkastningen og serviceområderne i den nordlige del af det sydlige landanlæg, da der grundet sejlrenden ikke er plads til frie skråninger. I det skitserede løsningsforslag, udgør fløjvæggene sammen med den nordlige del af portkammeret to cellefangedæmninger, hvis stabilitet sikres gennem den interne afstand mellem portkammervæggen og fløjvæggen.

Ligesom for spunsen i portkammeret anbefales spunsen i fløjvæggene omstøbt med beton til under terræn på landsiden og fra top og ned til kote -1,5 m på vandsiden for at beskytte spunsen mod øget korrosion i den cykliske tørre/våde zone. Under kote -1,5 m anbefales det at der korrosionsbeskyttes med offeranoder for at sikre levetiden og holdbarheden.

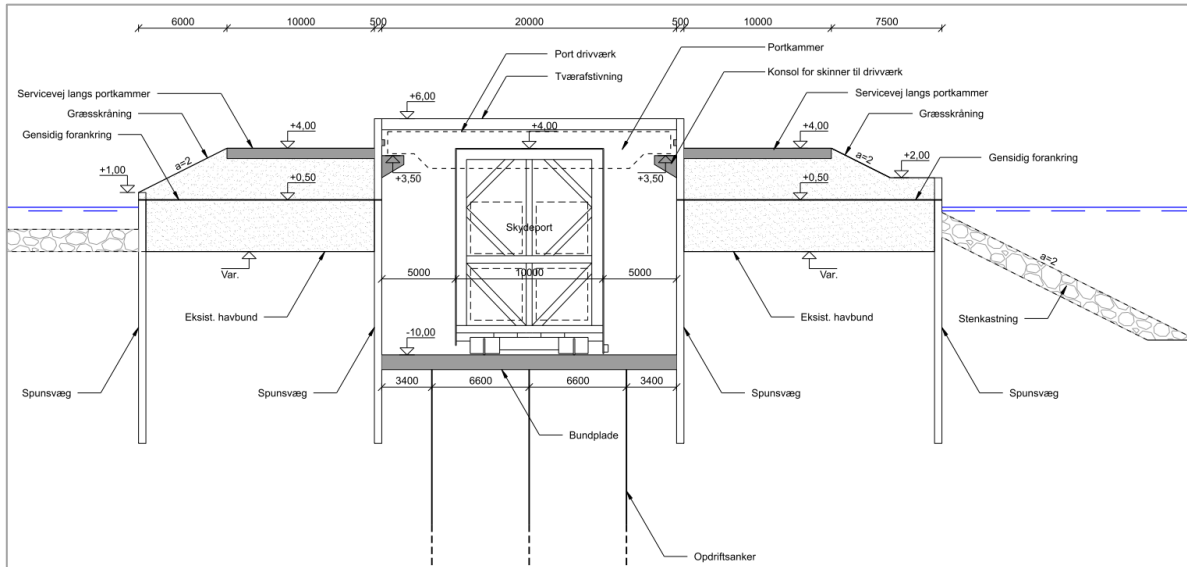
6.2.3.3 Afstivning af vægge i portkammer

Portkammerets vægge skal understøttes ved afstivning både i den midlertidige og permanente situation.

Det permanente afstivningssystem forventes etableret fra start af udførelsen, så det også kan virke under udførelsesfasen. Der er skitseret et øvre afstivningsniveau i toppen af væggen og et ankerniveau midt på væggen. Disse virker sammen med bundpladen i bunden af kammeret, og sikrer stabiliteten af portkammerets vægge. I den nordlige del af portkammeret er det påtænkt at det midterste afstivningsniveau kan udføres som tværförankring til konstruktionens fløjvægge som to cellefangedæmninger. Løsningerne kan ses i hhv. Figur 6-4 og Figur 6-5.



Figur 6-4: Tværsnit af portkammeret i den permanente situation, hvor det forudsættes afstivet af bundplade, topafstivning og skrå jordanker. Se tegning NSS-D-TH-4020 i bilag 1.



Figur 6-5: Tværsnit af portkammerets nordlige del i den permanente situation, hvor dette forudsættes afstivet af bundplade, topafstivning og gensidig forankring mellem portkammervægge og fløjspuns. Se tegning NSS-D-TH-4020 i bilag 1.

Den øvre tværåfstivning påtænkes udført af stålelementer, som er forbundet til en lastfordelende betonkantbjælke i toppen af portkammervæggene. Kantbjælken påtænkes at være en integreret del af den betonpåstøbning, som er påtænkt for den øvre del af portkammerets vægge, hvis disse udføres som stålspons. For en betonavægløsning vil kantbjælken ligeledes være integreret strukturelt i betonavæggene.

Midlertidigt afstives væggene af intern afstivning i form af en stålkonstruktion og/eller ved brug af cementinjicerede jordankre. Det forventes mest hensigtsmæssigt at benytte indvendigt afstivning, da stålet i denne type konstruktion kan tages ud og genbruges efter endt anvendelse til gavn for miljøet, hvorimod cementinjicerede jordankre ikke kan trækkes ud og genanvendes. Den midlertidige afstivning sikrer portkammerets vægge under udgravningen inden bundpladen er støbt og afhærdet. Når bundpladen er installeret, kan denne agere afstivningselement, og de midlertidige afstivningselementer kan demonteres.

6.2.3.4 Bundplade i portkammer

I bunden af portkammeret etableres en bundpladekonstruktion i in-situ-beton som en slaptarmeret konstruktion, der sikrer en tæt samling til portkammerets vægge så portkammeret kan tømmes for vand i vedligeholdelsessituationer. For at sikre bundpladen mod opløftning fra differensvandtrykket i en tømt situation, er det forudsat at bundpladen skal forankres med opdriftsankre. Disse installeres enten inden der graves ud i gruben eller fra udgravningsniveau inde i portkammeret. Opdriftsankrene udføres som borede cementinjicerede jordankre med dobbelt korrosionsbeskyttelse med levetid på minimum 100 år.

Udgravning til portkammeret er for nuværende forudsat at foregå tørt, dvs. at portkammeret er tørholdt som en lukket kasse afgrænset af væggene. Dette er valgt, da opdriftsankre til bundpladen skal bores og testes inden de installeres i bundpladen. Efter bundpladen er støbt skal ankrene

spændes op for at minimere den flytning, som der kan ske i bundpladen når denne belastes af trykket fra differensvandtrykket. Disse trin i udførelsen foregår bedst, når de kan udføres tørt frem for vådt, da der er bedre kontrol over omgivelserne, men vil afhænge af, om det er muligt at udføre en lokal grundvandssikring, som sikrer mod grundbrud.

6.2.3.5 Adgangsbroer over portkammer

Der påtænkes etableret adgangsbroer over portkammeret for vedligehold og besigtigelse. Dimensioner, type og ydelseskrav til disse udestår til projektforslaget.

6.2.3.6 Åbning i portkammer og lukning af dette

Åbningen i portkammeret skal både sikre fri vandrings af porten og skal kunne sikre en vandtæt samling mellem portkammer og porten. Yderligere skal åbningen kunne lukkes af så kammeret kan tømmes for vand under vedligehold af porten.

Åbningen af portkammeret er udgjort af to indvendige fløjvægge, som indsnævrer portkammeret i åbningen. Dette skal sikre at porten kan slutte tæt ind mod den ene fløjvæg. Princippet er vist i Figur 6-6



Figur 6-6: Åbning i portkammer. Udsnit af tegning NSS-D-TH-1101 i bilag 1

De to indvendige fløjvægge er med til at sikre vandtæthed når portkammeret skal tømmes for vand. Den mest almindelige løsning på en lukning af portkammeret er en flydende port, som sejles ind foran åbningen og placeres i åbningen. Når portkammeret tømmes, vil der opstå differensvandstryk på porten i åbningen, og denne vil blive kilet fast mellem de to indvendige fløjvægge. Tætningslister langs kanten vil sikre en tæt lukning. Eksempel på en flydeport er vist i Figur 6-7.



Figur 6-7: Eksempel på flydeport til lukning af portkammer fra Kiel kanal.

Det skal i projektforslagsfasen undersøges hvordan den flydende port kan tilpasses projektet, og hvilke funktionskrav der skal stilles for flydeporten. Bl.a. skal der være spjæld i porten så portkammeret kan fyldes med vand igen efter endt vedligehold af porten (se venstre billede i Figur 6-7). Flydeporten kan ikke flyttes fra åbningen før differensvandstrykket er udlignet.

6.2.4 Vedligeholdelsesfunktion i portkammer

Det er på dette stadie i projektet forudsat, at portkammeret skal konstrueres, så det kan lukkes af og tømmes for vand, og derved sikre at porten kan serviceres og vedligeholdes tørt på lokaliteten. Dette stiller store krav til anlægskonstruktionerne, som skal designes for meget store differensvandstryk kombineret med lang levetid.

Set fra et helhedsperspektiv, vurderes det at være den bedste løsning, at porten kan serviceres og vedligeholdes på lokaliteten, hvilket sikrer den højeste driftssikkerhed, men det er også mere økonomisk tungt at sikre portkammeret mod vandtrykket sammenlignet med at forudsætte kammeret vandfyldt i hele levetiden.

Alternativet til at have vedligeholdelsesfunktionen i portkammeret, er at porten skal slæbes til en tørdok for vedligehold. Dette betyder, at der skal sikres aftale med en tørdok hver gang der skal udføres service, og det betyder yderligere at vedligehold i portkammeret kun kan ske ved dykkerassistance. Omkostningsmæssigt er denne løsning billigere for selve anlægsprojektet, men koster mere i drift og vedligehold, og giver mindre driftssikkerhed grundet risiko for, at der ikke kan skaffes plads i tørdok i tide for pludselige vedligehold i stormflodssæsonen.

Det anbefales at der i næste projektfase foretages en grundigere helhedsvurdering af de økonomiske konsekvenser for de to nævnte muligheder for vedligehold af portkonstruktionen.

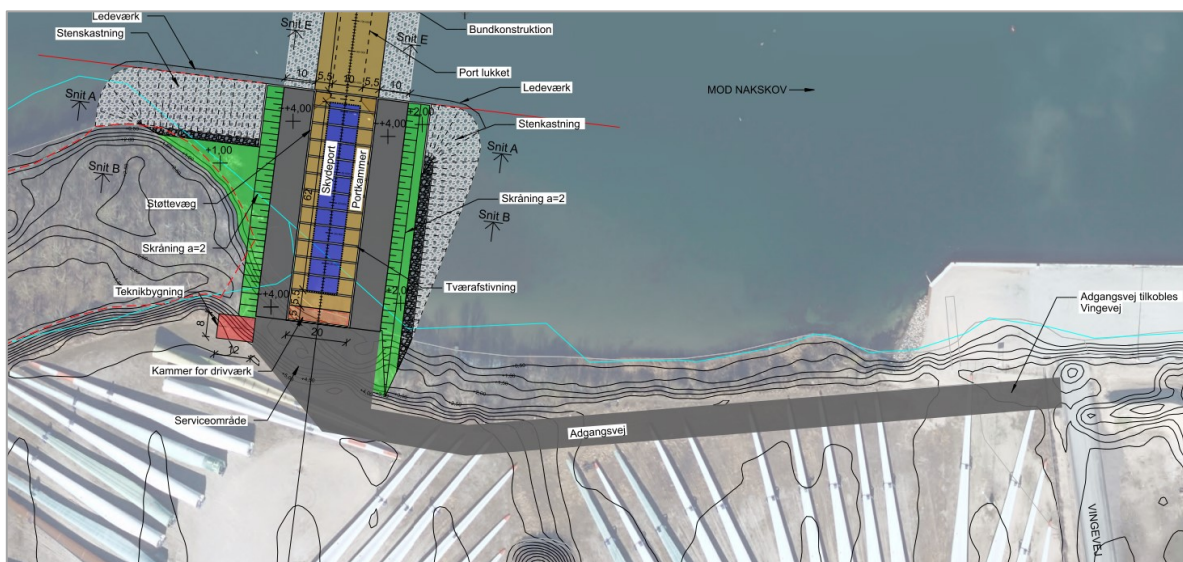
6.2.5 Adgangsvej for sydlige landanlæg

Adgangsvejen til det sydlige landanlæg anbefales anlagt fra Vingevej langs kystlinjen øst for det sydlige landanlæg. Adgangsvejen, og den sydlige del af serviceområdet, vil forventeligt inddrage noget af det areal, som Vestas i dag lejer sig ind på, se Figur 6-8. Det er dog vurderet at denne placering har den mindste konsekvens for Vestas brug af området. Langs vejen opsættes der trådhegn som spærre for utilsigtet adgang til Vestas oplagsområde.

Derudover så sikrer en østlig placering af adgangsvejen, at der er adgang til det sydlige landanlæg under en stormflod, da anlægget sikrer vejen mod oversvømmelse. Dette vil ikke nødvendigvis være

tilfældet hvis adgangsvejen f.eks. bliver anlagt vest om Vestas oplagsområde og den store jordvold, da der her er risiko for at den vil blive oversvømmet, hvis ikke der indføres yderligere tiltag til at hæve vejen.

Selve adgangsvejen skal anlægges som en almindelig vej med plads til trafik i begge retninger (ca. 6 m bred) og kobles på eksisterende vej "Vingevej" ved havnen mod øst.



Figur 6-8: Indikativ placering af adgangsvej i både anlægsfasen og i permanent situation. Se tegning NSS-D-TH-1100 i bilag 1.

6.2.6 Udførelse og udførelsestakt for sydlige landanlæg

Det sydlige landanlæg forventes primært udført ved at indvinde et område lige øst for Trælleholm.

Det forudsættes at det meste af arbejdet med udførelse af portkammeret kan foregå tørt fra dette opfyldte område. Yderligere vurderes det, at portkammeret skal udgraves og udføres tørt, hvilket vil sige at væggene rundt om portkammeret sikrer, at vand fra fjorden ikke oversvømmer byggegruben. Dette stiller høje krav til de midlertidige afstivninger, som endvidere besværliggør opgravningen ift. hvis portkammeret bliver udgravet vådt fra arbejdsflåde i en åbning mod fjorden.

Det vurderes at være en fordel at holde portkammeret tørt under udførelsen, da udførelsen af bundpladen og opdriftsankre samt de permanente jordankre kraftigt vil blive besværliggjort, hvis de skal udføres under vand. Yderligere vurderes sedimentspild fra udgravning af portkammeret helt at kunne undgås ved at udføre udgravningen i en lukket byggegrube. De geotekniske og hydrogeologiske forhold på lokaliteten vil afgøre, om tør udgravning er mulig. Forholdene vil blive afklaret ifm. projektforslaget.

Med udgangspunkt i en spunsløsning for portkammeret, kan spunsen installeres fra det opfyldte område. Ud mod sejlrenden må der påregnes installation fra vandsiden, for ikke at opfyldningen for det sydlige landanlæg skal påvirke skibstrafikken unødigt.

Når spunsen er installeret og lukket, kan udgravningsarbejder og afstivning af spunsen starte. Det skal vurderes, gennem de kommende geotekniske undersøgelser, om der er behov for grundvandssænkning for udgravning af portkammeret. Dette kommer i høj grad an på aflejringerne, og om disse giver anledning til grundbrud under udgravning.

Efter udgravning til niveau for underside af bundplade, kan denne etableres sammen med opdriftsankre og aptering af bundplade, pumper til tømning/opfyld af kammer og andet mekanik og forsyning. Ligeledes kan tætningsdetaljen mellem port og kammer udføres tørt inden for kammerets vægge.

Når portkammeret er færdigt kan kammeret fyldes med vand og spunsen i åbningen skæres væk , så porten kan bugseres ind i kammeret.

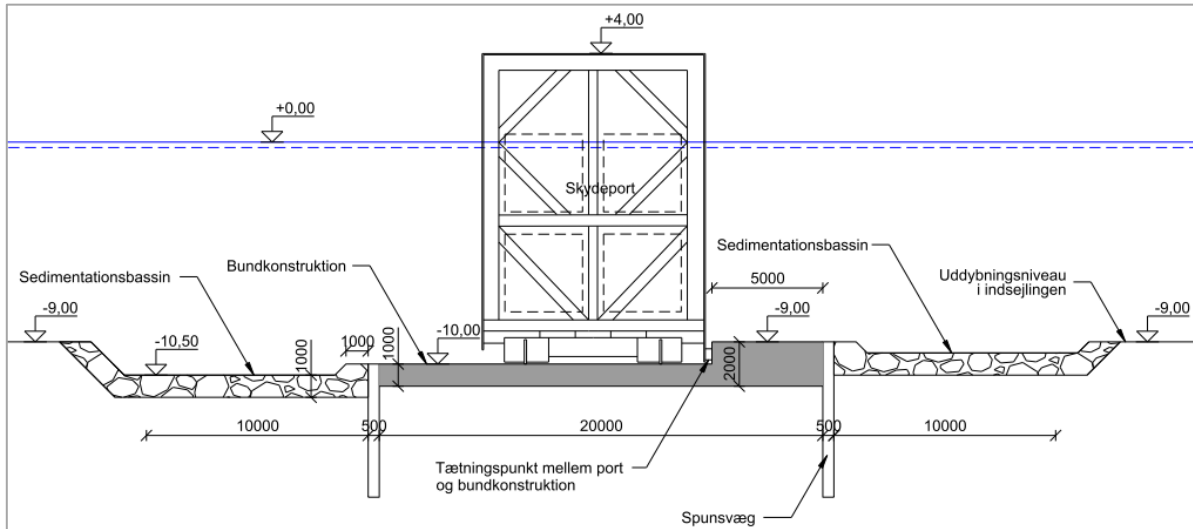
Samtidigt med udførelse portkammeret kan serviceområder og stenkastninger udføres.

En mulig udførelsesrækkefølge kan således være som følger, men det understreges at der i næste fase af projektet skal udarbejdes detaljerede udførelsestakter:

- 1) Oprensning for evt. blødbund under eksisterende havbund
- 2) Opfyldning til arbejdsplateau forventes opbygget til ca. kote +1,5 m og opstart af stenkastninger
- 3) Installation af vægge – primært fra opfyldt område og fra vand i den nordlige ende af portkonstruktionen
- 4) Installation af opdriftsankre og trækprøvning af disse
- 5) Etablering af øvre afstivningsniveau (del af permanent afstivning)
- 6) Udgravning til kote for bundkonstruktion med løbende installation af midlertidigt og permanent afstivningsniveau. Sideløbende grundvandssænkning og tørholdelse i nødvendigt omfang.
- 7) Etablering af bundpladekonstruktion med tætning til vægge
- 8) Opspænding af opdriftsankre
- 9) Etablering af portkammeråbning og afstivning af denne
- 10) Udførelse af betonpåstøbninger
- 11) Afmontering af midlertidige afstivninger og slukning af evt. grundvandssænkning
- 12) Aptering af portkammer og bundplade samt udførelse af detaljearbejder ved åbning af portkammer for vandtætning mellem kammer og port.
- 13) Portkammer fyldes med vand
- 14) Nedskæring af spuns i åbning
- 15) Port bugseres ind i kammeret og kobles til det mekaniske system. Dette sker evt. ved at tørlægge portkammeret

6.3 Beskrivelse af bundkonstruktion

Bundkonstruktionen strækker sig fra portkammeret og over til den nordlige anslagskonstruktion. Bundkonstruktionen har til formål at udgøre fundament for porten og dennes skinnedsystem, samt at sikre tætning langs undersiden af porten. Et principtværsnit kan ses i Figur 6-9.



Figur 6-9: Tværsnit af bundkonstruktion og port. Til venstre er fjorden og til højre er havnen. Se tegning NSS-D-TH-4030 i bilag 1.

Bundkonstruktionen har en total længde på ca. 60 m og en bredde på ca. 20 m. Den geometriske udstrækning er længdemæssigt defineret ud fra gennemsejlingsbredden i sejlrenden samt breddemæssigt ud fra et statisk synspunkt, hvor bundkonstruktionen skal sikre portens stabilitet under højvandssituationen mod både glidning og kæntring, da porten hviler af på bundkonstruktionen.

Konstruktionen forventes udført under vand som en in-situ-støbt betonkonstruktion, hvor armeringen er bundet på land og kranet ned under vandoverfladen sammen med støbeformene. Støbningen foregår ved at betonen pumpes ind i formen under tryk hvorved det fortrænger vandet. Støbningen skal foregå i afgrænsede sektioner, så det sikres at der ikke skabes lommer eller hulrum i betonen.

Tracéet for bundkonstruktionen er defineret af linjeføringen for porten, og bliver afgrænset af to spunsvægge, som installeres inden udstøbning. Disse kan anvendes som støbeform, men deres primære formål er at reducere strømmende vand under porten og sikre mod tabte skibsankre, som bliver slæbt efter et skib, og derved udgør en risiko for at ankeret sætter sig fast under betonpladen og beskadiger den.

Efter bundkonstruktionen er støbt, kan der etableres skinner og anslagspunkt. Disse kan enten monteres som enkeltdele i den undervandsstøbte bundkonstruktion, eller de kan være monteret på præfabrikerede betonelementer, som sammenstøbes med bundkonstruktionen under vand. Det ligger som en del af projektforslaget at undersøge den bedst mulige udførelsesmetode for denne detalje.

I dispositionsforslaget er det forudsat at bundkonstruktionen kan funderes direkte på de intakte aflejringer, som forventes bestående af moræneler. Grundet mulige krav til sætninger og deformationer for portkonstruktionens ydelse, kan det vise sig nødvendigt at udføre rammet eller boret pælefundering af bundpladekonstruktionen, hvis jordbundsforholdene viser sig mere ugunstige

end forventet. Dette kan afklares nærmere i det videre projektførløb, når resultaterne af de geotekniske undersøgelser foreligger.

Omkring bundpladekonstruktionen forventes der udført erosionssikring for at sikre at der ikke udvaskes sediment under bundpladen. Yderligere vil erosionssikringen virke som beskyttelse hvis et anker tabes og trækkes over konstruktionen. Det skal endeligt afklares ifm. projektforslaget, i hvilket omfang der er behov for erosionssikring.

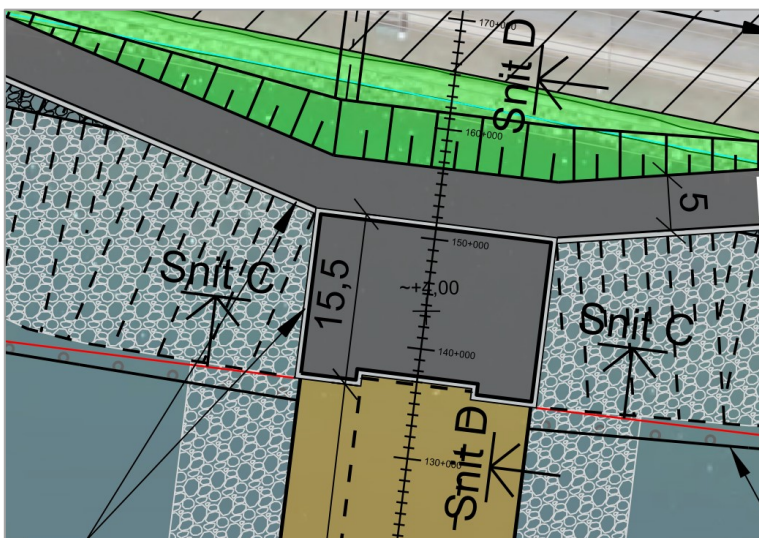
I erosionssikringen er der yderligere fordybninger som skal agere sedimentationsbassiner for at minimere aflejring af sediment på skinner mv. Disse kan tømme i forbindelse med den almindelige drift og vedligehold, men der forventes umiddelbart ikke store aflejringer af sediment i bundkonstruktionen ud fra erfaringer videregivet fra havnen.

I udførelsesperioden for bundkonstruktionen vil der være behov for at afspærre dele af sejlrenden i perioder for arbejderne, for at give plads til anlægsarbejderne under vand. Dette skal planlægges og koordineres med Nakskov Havn og andre virksomheder i havnen, som benytter sejlrenden.

6.4 Beskrivelse af nordlige landanlæg

Det nordlige landanlægs primære formål er at fungere som anslagskonstruktion for porten, når denne er lukket, og sikre at der kan etableres en tæt forbindelse til porten.

Konstruktionen påtænkes udført som en spuncelle med gensidig forankring af spunsvæggene. Spunsvæggene er, lige som spunsen i portkammeret, omstøbt med beton fra toppen og ned til kote -1,5 m for at beskytte spunsen mod korrosion i den cykliske tørre/våde zone, hvor korrosion typisk sker meget hurtigere end under vandspejlet. Under vandspejlet er det kun området, hvor porten har anslag, som er udført med beton ned mod bundkonstruktionen. Se planskitse i Figur 6-10.



Figur 6-10: Planskitse af spuncellekonstruktion for nordlige landanlæg. Udsnit af tegning NSS-D-TH-1100 i bilag 1.

Spuncellen i det nordlige landanlæg fungerer også som serviceområde for vedligehold samt adgangsforhold til porten, når denne er lukket under en højvandssituation. Der bliver anlagt

adgangsvej på østsiden af det nordlige landanlæg for at sikre adgang under en højvandssituation. På vestsiden vil der blive anlagt en mindre vej, som primært vil være en adgangssti, men som også kan benyttes som alternativ adgangsvej for køretøjer.

For adgangsvejene op til serviceområdet er der behov for en spunsvæg på noget af strækningen ud mod vandet. Denne forventes forankret med passiv forankring, dvs. betonankerplader placeret 10-15 m bag spunsvæggen som er forbundet til spunsen med ankerstænger.

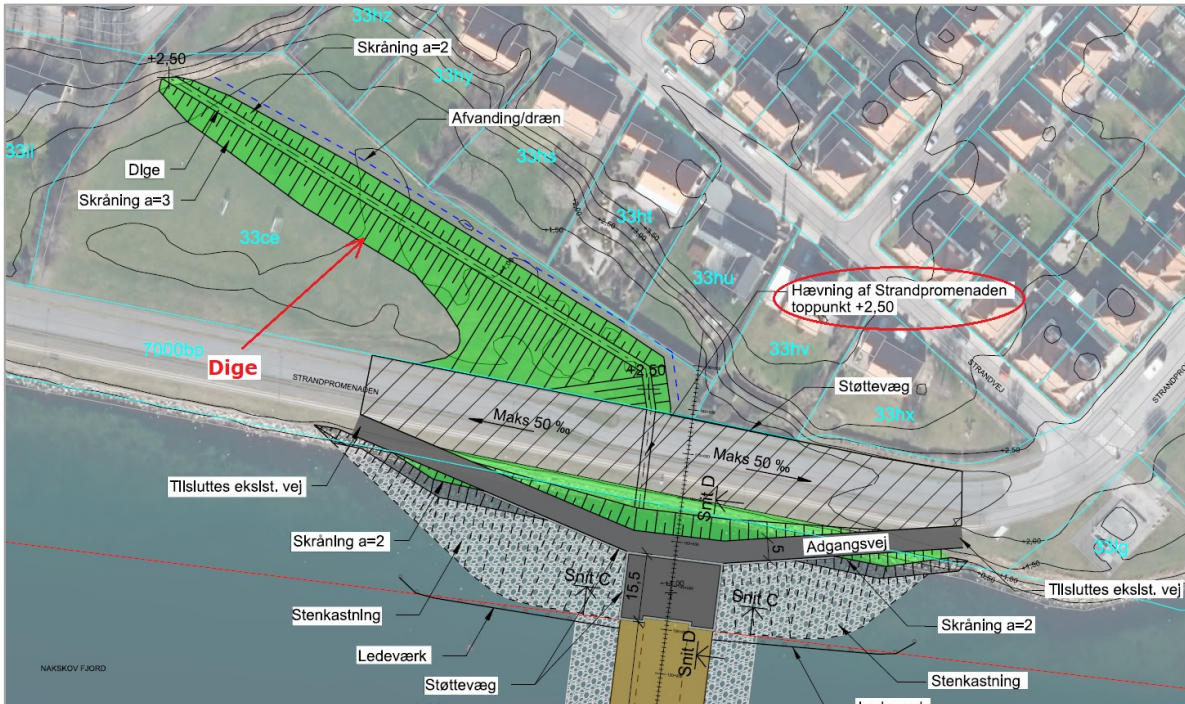
For det nordlige landanlæg er der ligeledes påtænkt stenkastninger for at sikre mod erosion af skråningerne omkring anlægget.

6.5 Nordlige dige og hævnings af Strandpromenaden

For at sikre Nakskov mod oversvømmelse er det nødvendigt at etablere et dige i forlængelse af det nordlige landanlæg. Der hvor Strandpromenaden skærer digets tracé fortsættes digets funktion i stedet ved at hæve Strandpromenaden. Digets placering og hævnings af vejen ses af Figur 6-11.

Diget har top i kote +2,50 m og løber fra terrænkurven i kote +2,5 m mod nordvest og ned til Strandpromenaden, som ligeledes hæves fra eksisterende niveau til kote +2,5 m. Øst for toppunktet er hævnings af Strandpromenaden beskeden (ca. 0,5 m) mens det vest for toppunktet er noget mere (ca. 1,25 m).

Diget planlægges anlagt på det grønne areal, som vist på Figur 6-11. Med den planlagte placering undgås påvirkning af de private grundejeres haver, da diget og hævnings af vejen sker udenfor deres matrikler. Der bør dog tages en dialog med grundejerne af matrikel 33hv og 33hx så muligheden for at tilslutte diget i deres haver afsøges. Hvis diget kan tilsluttes eksisterende terræn i kote +2,50 m i deres haver, så vil det betyde, at diget får en meget mindre udbredelse og påvirkning af området i sin helhed. Begge dele vurderes særligt positivt.



Figur 6-11: Oversigtstegning af dige og hævnings af Strandpromenaden. Udsnit af tegning NSS-D-TH-1100 i bilag 1.

Diget forventes opbygget af en sandkerne med en lermembran på oversiden, som sikrer at diget er tæt under påvirkning af højvande. Diget afsluttes med et lag muld og græs.

Der må som udgangspunkt ikke vokse træer og buske på diget grundet risiko for penetrering af lermembranen.

På bagsiden af diget etableres et dræn/grøft for opsamling af overskyl og regnvand, som ledes væk til nærmeste recipient.

Diget er antaget med hældning $a=3$ på forsiden ud mod vandet og hældning $a=2$ på bagsiden. Dette er vurderet at være det stejlest mulige anlæg, og det er valgt for at minimere fodaftrykket mest muligt.

6.6 Beskrivelse af ledeværk

Ledeværker eller afviserværker, som de også bliver kaldt, er tiltænkt som beskyttelse mod påsejling af anlægs konstruktionerne. Disse er for nuværende planlagt som rammede stålørspæle påmonteret stålprofiler, som rundes ved enderne, og med træ eller kunststoflister på kontaktfladerne.

Det er vurderet, at sandsynligheden for en frontal påsejling af landanlæggene med de større fragtskibe er meget lille grundet sejlrendens bundbredde på ca. 45 m. Det vurderes således ikke muligt, at disse fragtskibe kan antage en vinkel, som foranlediger en frontal påsejling uden at de går på grund inden. Den primære funktion for ledeværkerne er derfor at optage mindre skibsstød fra siden af skibet, hvis det skulle komme ud af kurs.

For mindre skibe med dybgang på mindre end 4 m, som kan komme ud af sejlrenden uden at støde på grund, vil der være risiko for direkte påsejling, men her er påsejlingsenergien forventelig ikke høj grundet skibets størrelse.

Ledeværkerne er placeret med forside 3 m fra anlægskonstruktioner for at sikre plads til deformation ved skibsstød. Dette giver et fritrumsprofil af gennemsejlingen på 54 m.

6.7 Aflejring af sedimenter i bundkonstruktionen og portkammer

Der er en naturlig kobling til aflejring af sedimenter i portåbningen, da bundkonstruktionen genererer læ for strømmen, og derved giver anledning til aflejring af sedimenter.

Strømhastighederne i sejlrenden er generelt vurderet meget små og sedimentvandringen ligeledes lille. Havnen beskriver også at oprensning af sejlrenden kun sker sjældent (med flere års mellemrum).

For at imødekomme en eventuel aflejring af sedimenter i portåbningen foreslås der, som tidligere nævnt, anlagt to sedimentationsbassiner på hver side af bundkonstruktionen, for at lade sedimenter, der evt. måtte transporteres langs bunden, bundfælde sig før de når ind til bundkonstruktionen, hvor skinnerne kan risikere at sande til.

I åbningen til portkammeret er der ligeledes risiko for aflejring af sedimenter. Her er det også sedimentationsbassinerne på begge sider af bundkonstruktionen, som minimerer mængden af sediment inde i portkammeret.

6.8 Gennemstrømning af dæmninger og port

Selvom der sigtes efter at lave tætte konstruktioner og dæmninger, vil der kunne sive vand igennem samlinger i portkonstruktionen og permeable jordlag i dæmninger, som ikke kan gøres 100% tætte. Mængden af gennemstrømmende vand skal kvantificeres, så det sikres, at det kan indeholdes af det reservoir, som er på østsiden af porten, dvs. i havnebassinet.

Dette er et forhold, som skal undersøges nærmere i næste fase af projektet.

6.9 Beskrivelse af udvidelse af sejlrende, lokalt

Den eksisterende sejlrende har en garanteret dybde til kote -8,5 m, se i øvrigt afsnit 3.4.1. Der er i projektet forudsat en yderligere uddybning ved åbningen i sikringen ned til kote -9,0 m, som også er dybden for overside bundkonstruktion. Dybden på 9,0 m er aftalt med Nakskov Havn, og tager højde for deres planlagte fremtidige aktiviteter.

Der er i tidligere faser af projektet, af Nakskov Havn, rettet henvendelse til Danpilot (lodser), som anbefaler en gennemsejlingsbredde i portkonstruktionen på 60 m samt en udvidelse af sejlrendens bundbredde på et par skibslængder på begge sider af portkonstruktionen.

Gennemsejlingsbredden på de 60 m tages som bredden mellem de faste anlægskonstruktioner (landanlæg), og skal sikre, at der ikke opstår sug mellem faste konstruktioner og skibene, når disse sejler igennem åbningen.

Anbefalingen om de 60 m's bredde er indarbejdet i projektet. Det betyder, at bundbredden af sejlrenden lokalt øges fra ca. 45 m til 60 m. Udvidelsen af sejlrendens bundbredde foretages dog

kun lokalt, og så det netop sikres at eksisterende undervandsskråninger for sejlrenden afsluttes hensigtsmæssigt op mod portåbning og bundkonstruktionen. Dette er muligvis modstridende med Danpilots anbefalinger, og det bør derfor afklares i næste fase, hvorvidt projektet skal tage højde for deres anbefaling, eller om forudsætningen om en lokal udvidelse skal fastholdes. Dette bør foregå i dialog med Nakskov Havn, særligt ift. de økonomiske og miljømæssige konsekvenser ved at udvide bundbredden yderligere end indeholdt i projektet.

7. FORSLAG TIL PORTKONSTRUKTION, TEKNIK OG FORSYNING

7.1 Skydeportskonstruktion

Til sikring af Nakskov mod oversvømmelser er det valgt at anvende en skydeport, da denne type portkonstruktion tidligere er vurderet at være den bedste løsning når pladsforhold, økonomi, driftssikkerhed og generel erfaring tages i betragtning. I de følgende afsnit bliver de væsentligste aspekter for port, mekanik, teknik og forsyning beskrevet.

7.1.1 Portkonstruktion

Skydeporten er en stålkonstruktion, som udføres som en opsvejst konstruktion bygget på et skibsværft eller lignende facilitet under kontrollerede forhold. Eksempel på en port under konstruktion er vist i Figur 7-1.



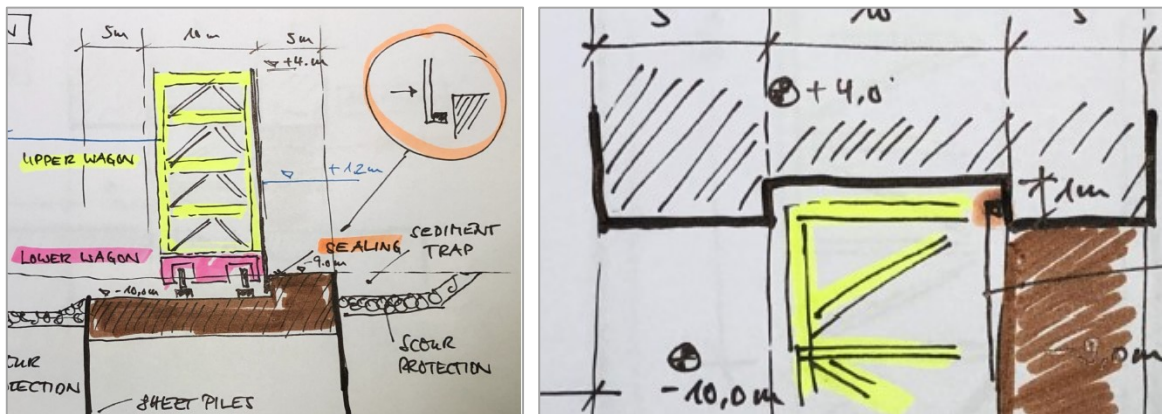
Figur 7-1: Port under udførelse, ref. /B10/. Bemærk at porten ligger ned på siden med toppen mod venstre i billedet.

Portkonstruktionen er som udgangspunkt flydende, hvilket gør den flytbar når den er i vand. Dette betyder, at porten kan sejles fra værftet til projektlokaliteten med slæbebåd. Porten er udstyret med ballasttanke, som fyldes og tømmes med pumper placeret indeni porten. Derved kan ballasttankene fyldes med vand når porten er i lukket position, og skal sikre mod højvande, hvilket gør den stabil overfor differencevandtrykket mellem yderside og inderside af porten. Når porten hhv. åbner og lukker, er ballasttankene mindre fyldte, så porten har opdrift og lettere kan flyttes/skydes til side af drivværket. I tilfælde af at porten skal sejles ud af portkammeret, for en ekstraordinær reparation af enten port eller kammer, kan ballasttankene tømmes yderligere, og porten kan bugseres ud.

Muligheden for at ændre på opdriften af porten er også vigtigt, når porten skal slutte tæt mod anslagsbjælker på landanlæggene og bundkonstruktionen. Ved at balancere opdriften på porten, kan

differensvandtrykket mellem fjord og havn skubbe porten ind mod anslagsbjælkerne og sikre en tæt samling. Portens væg skal være tung nok til at den bliver i positionen, men let nok til at kunne give sig tilstrækkeligt til at lade listerne blive trykket ind mod anslagskonstruktionen. Når tætningen er sikret, bliver porten yderligere ballasteret med vand for at give den tyngde, så den er stabil over for det differenstryk, som bliver opbygget under stigende vandstand i fjorden.

Tætning mod anslagsbjælkerne sikres ved at have lister langs portens kant som skitseret i Figur 7-2.



Figur 7-2: Skitse af tætningsliste mod anslagsbjælker, markeret med orange.

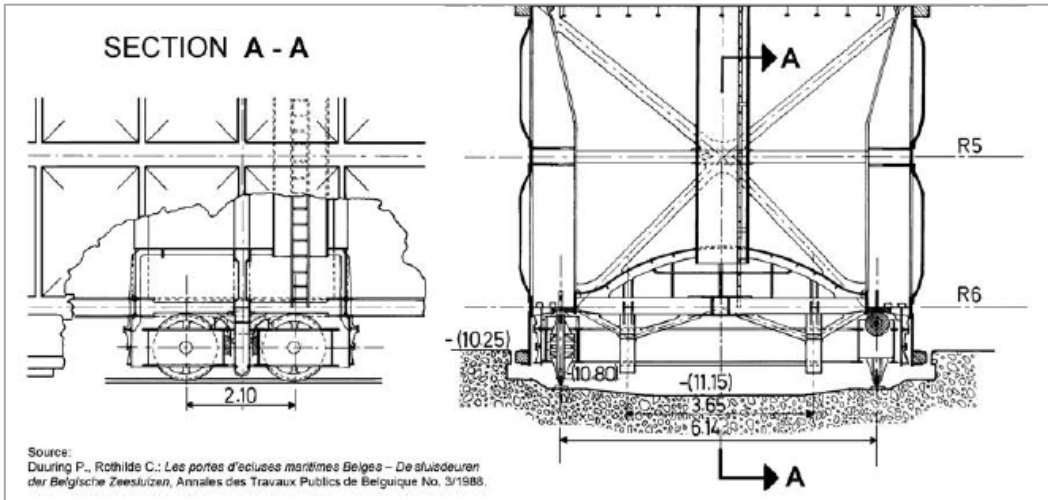
For nuværende er porten antaget at være 10 m bred og 14 m høj fra bundkonstruktionen i kote -10,0 m til top i kote +4,0 m. Højden af porten er som udgangspunkt låst da den er styret af gennemsejlingsdybde og valgte topkote. Bredden af porten er styret af strukturelle hensyn og stabiliten af porten ved højvande. Det skal i næste fase af projektet undersøges nærmere om bredden af porten kan reduceres, da det giver mulighed for at minimere fodaftrykket af portkammer og ikke mindst omkostninger til projektet.

Portkonstruktionen skal have en eller flere kontraventiler i tilfælde af, at der opstår et højere vandtryk på portens bagside end på forside. Dette kan ske, hvis porten ikke bliver åbnet i tide, så vandstanden på forside (fjordsiden) når at falde til under vandstanden på bagside (havnesiden).

Der skal sikres adgang ned i porten for vedligehold af hydrauliske dele og ballasttanke. Luger i topdækket giver adgang og indvendige stiger og svalegange gør at man kan komme rundt. Adgangsforhold skal overholde Arbejdstilsynets retningslinjer.

7.1.2 Rulle- og skinneresystem

Skydeporten er placeret på et antal vogne (nedre vogne), som kører på skinneresystemet monteret på bundkonstruktionen og i bunden af portkammeret. Vognene er forbundet til porten, så de kan rotere uafhængigt af hinanden, så porten ikke udsættes for tvangsdeformationer, hvis der er mindre ujævnheder i bundkonstruktionen. Et eksempel på en vogn er vist i Figur 7-3.



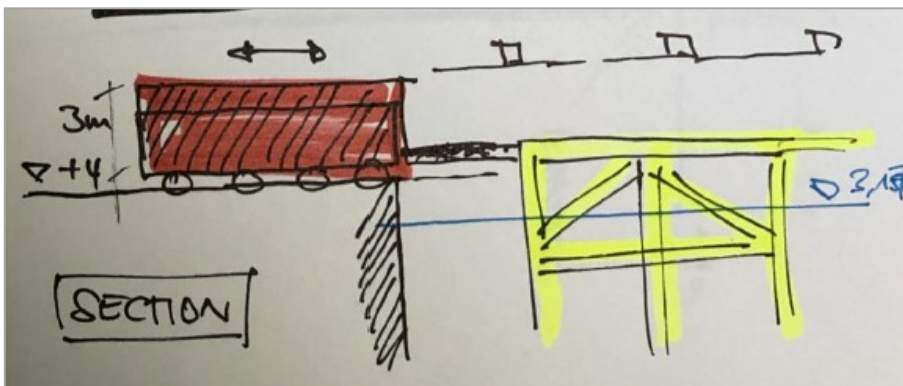
Figur 7-3: Eksempel på vogn for porten, ref. /B11/.

Skinneerne ligger under vandet, og afhængigt af hvor stor sedimentation der sker på og omkring skinneerne, kan der etableres et trykluft- eller højtryksspulingsystem, som kan blæse hhv. skylle sandet væk. Nødvendigheden af systemet er på nuværende tidspunkt ikke klarlagt, og yderligere vurdering skal medtages i næste fase. Ift. de indledende vurderinger af risiko for sedimentaflejring, vurderes det ikke nødvendigt.

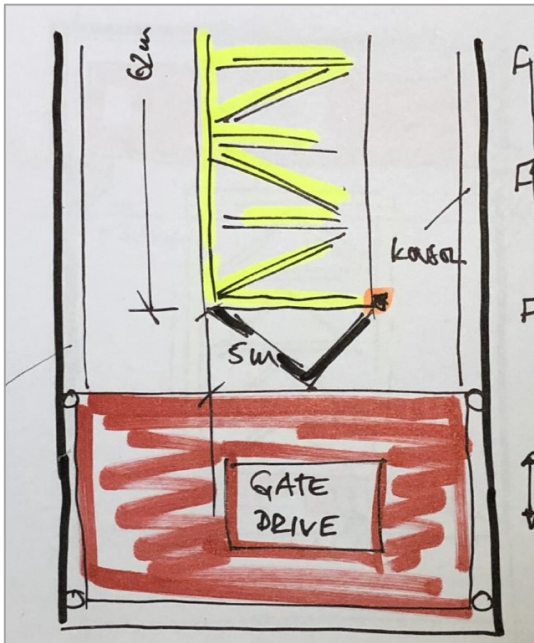
7.1.3 Drivværk

Drivværket skal flytte porten fra den åbne position i portkammeret til den lukkede position. Der findes flere systemer for dette, men den anbefalede type er en vogn (øvre vogn) drevet af elmotorer, der gennem tandhjul og tandstænger på siden af portkammeret skubber porten frem og trækker den tilbage. Drivværket skal have ét angrebepunkt på porten, i tyngdepunktet for denne. Dette sikrer at porten skubbes ud uden tvangspåvirkninger.

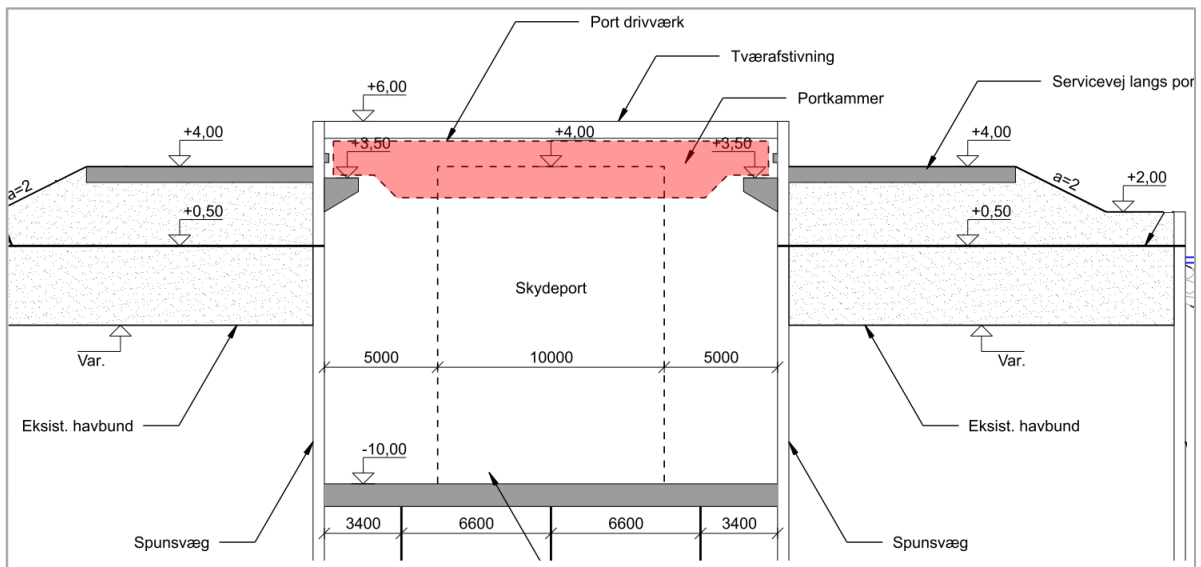
En skematisk skitse er vist i Figur 7-4 og Figur 7-5 samt på tværsnittet i Figur 7-6.



Figur 7-4: Principskitse for drivværk i form af en vogn, som driver porten.



Figur 7-5: Plan af samling mellem drivværk og port.



Figur 7-6: Tværsnit i portkammer med drivværket vist indikativt med rød.

På væggene i portkammeret er der indstøbt konsoller til at facilitere skinner for drivværket. Dette kører frem og tilbage i portkammerets fulde længde for at flytte porten. På siderne af væggene er der monteret tandstænger, som tandhjul fra drivværket griber fat i og driver porten frem.

Skinner og tandstænger er placeret i kote +3,5 m eller højere grundet forudsætning om at disse ikke skal være under vand i driftssituationen (stormflodshændelse i kote +3,17 m). Et princip-foto af grænsefladen mellem tandhjul og tandstang kan ses i Figur 7-7.



Figur 7-7: Princip af kraftoverførelsen mellem et tandhjul og en tandstang.

Drivværket og vognen hertil vil have parkeringsposition i et rum bagerst i portkammeret. Dette vil sikre at drivværket er placeret i tørvejrs når det for langt størstedelen af tiden er parkeret med porten. Rummet er placeret med bundkote i +2,0 m hvorfor rummet vil være tørt ved vandstand op til kote +2,0 m. Vandstanden i portkammeret vil følge vandstanden i fjorden, så højvande over kote +2,0 m vil gøre undersiden af vognen for drivværket våd, hvorfor dette skal være udført vandtæt.

Selve vognen for drivværket er en stålkonstruktion, som udføres som en vandtæt konstruktion, der kører på skinner og drives frem gennem tandhjul, der griber fat i tandstænger langs siden i konstruktionen. Inde i vognen er monteret motorer, der driver hver deres gear-sæt og tandhjul ud mod væggen. Antallet af motorer er endnu ikke fastlagt, og det vil være op til den projekterende af porten at bestemme det præcise antal, men for nu forudsættes at der benyttes to stk. pr. side.

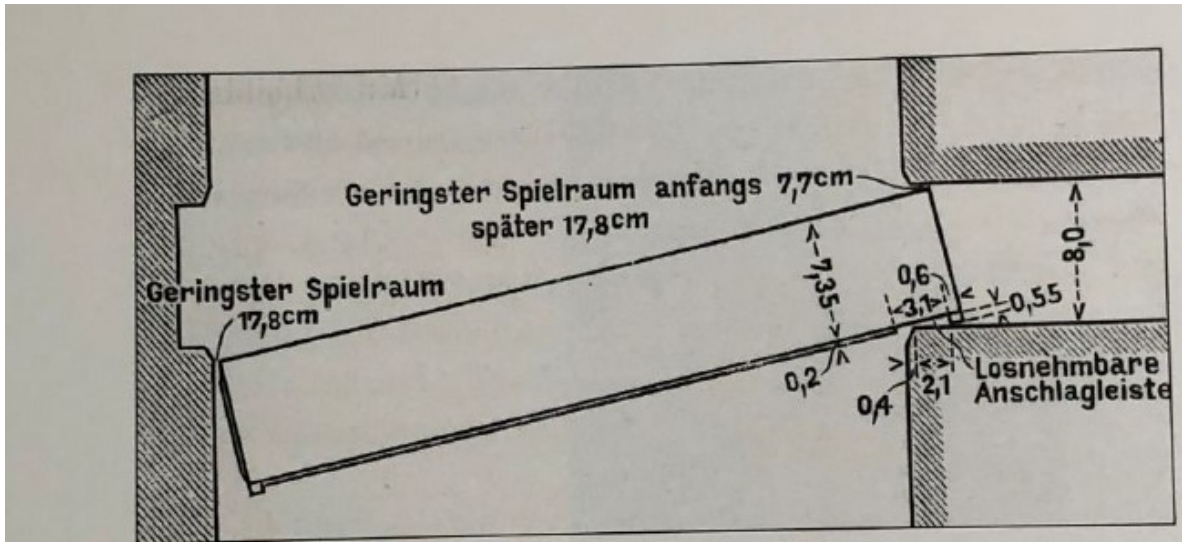
Dette er dels for at øge driftssikkerheden samt for at begrænse den nødvendige højde i vognen, da det ønskes at holde den i en lav profil for ikke at øge højden af portkammeret for meget, da vognen skal kunne køre under tværafstivningen.

Alternativ til den nævnte løsning er et wire-drevet system, som trækker porten frem og tilbage gennem et wire-spil. Det er fundet at denne løsning kan være problematisk for en portløsning af denne længde, da der er større risiko for unøjagtig fremføring af porten. Derfor er det for nu ikke beskrevet en løsning for dette, men i næste fase af projektet skal en wiretrukket løsning sammenholdes med den foreslåede løsning med tandstænger.

7.1.4 Installation af skydeport

Da selve porten er produceret på værft/værksted, skal den sejles til lokaliteten. Når den ankommer til lokaliteten skal den guides/bugseres ind i portkammeret. Dette kan først ske, når portkammeret er færdigt og er fyldt med vand.

Det skal sikres at porten kan vinkles ind i portkammeret som indikeret på skitsen i Figur 7-8. Dette kan betyde, at der er dele af porten, som skal kunne demonteres – alternativt dele på landanlæggene, hvis ikke der kan sikres et direkte frirum i anlægs konstruktionerne. Dette vil blive undersøgt i næste fase af projektet.



Figur 7-8: Principiel installationsmetode for port i portkammer.

7.2 Operation og styring af skydeport

Styring af skydeporten er foreløbigt planlagt som manuel fjernbetjent styring enten gennem en app eller gennem online software som de driftsansvarlige kan tilgå. Det anbefales at der vælges en eksisterende state-of-the-art løsning, og at der således ikke udvikles egne systemer, for at minimere risikoen for programmeringsfejl- og komplikationer. Alternativt kan styringen foretages via radiostyring fra f.eks. havnekontoret, men det vurderes at være en forældet løsning. Med en fjernbetjent styring betyder det, at der ikke er påtænkt etableret et styrehus for operation af porten, som man ser det fra mange af de europæiske sluser.

Alternativt til manuel fjernstyring kan der overvejes automatisk styring af porten. Denne vil kunne programmeres således at lukning af porten ikke kan ske uden rettidig varsel af skibstrafikken både ved udsendelsen af radiobesked og visuelt signalanlæg evt. med lydvarslingssignal.

I teknikbygningen for porten bør der installeres en manuel overstyringsfunktion (lokal funktion), hvorfra porten kan styres manuelt i tilfælde af systemnedbrud for fjernstyringen. Den manuelle styring vil også kunne anvendes, hvis der ønskes fysisk tilstedeværelse ved lukning af port, f.eks. ifm. drift.

I alle tilfælde af styring, så skal der installeres niveaumålere (vandstandsmålere) for registrering af vandstanden lokalt. Vandstandsmålerne monteres i rør, der er åbne i begge ender, så evt. bølger ikke påvirker måling af vandstanden. For registrering af vandstanden i fjorden skal der mindst monteres en måler på fjordsiden af portanlægget. Denne måler skal være koblet op til et styresystem som enten giver besked til den driftsansvarlige om at lukke porten eller automatisk lukker den ved et givent set-punkt (vandstand).

Såfremt den primære niveaumåler på fjordsiden af sluseanlægget svigter (således at der ikke registreres niveau for lukning af sluseporte) skal der være en backup niveaumåler, også installeret på fjordsiden. Hvis denne måler registrerer en vandstand f.eks. 0,05 m højere end set-punktet for den primære måler, og systemet samtidigt registrerer at porten er åben, afsendes der en alarm om "høj vandstand og åben port". I denne situation skal porten lukkes manuelt fra teknikbygningen ved at sætte styringen i "lokal" og porten lukkes med kommando uden om fjernstyringen/automatisk styring.

Udover vandstandsmålere (niveaumålere) på fjordsiden skal der også installeres målere på indersiden af sikringen. Disse skal måle vandstanden i havnen, som i løbet af en stormflodshændelse kan stige med flere decimeter på grund af tilstrømning af vand fra Nakskov By og oplande (bagvand). Målerne på indersiden af porten skal også være koblet op på styresystemet, da de sammen med målerne på fjordsiden skal registrere hvornår porten skal åbne igen. Det skal ske når vandstanden i hhv. fjorden og havnen er ens, så åbningen kan foretages kontrolleret og uden stor udstrømning fra havnen eller indstrømning fra fjorden.

Der skal monteres videoovervågning af portområde, landanlæg og sejlrenden som del af den fjernstyrede betjening af porten, så driften altid har visuelt overblik over forholdene.

7.3 Varslings- og signalanlæg samt afmærkning

Som varslings- og signalanlæg skal der monteres varslingsanlæg med rotorblink og sirene på port og landanlæg, så mindre skibe og lystbåde samt personer på land bliver varslet i tide om at porten lukker. Ift. varslings af større transportskibe, der er planlagt at anløbe Nakskov Havn, skal havnen allerede ved varslings om stormflod have sikret, at disse enten kan anløbe havnen i tilstrækkelig tid inden lukning eller at disse finder en anden havn at lægge til i eller blot ligger for anker udenfor Nakskov Fjord. Det vurderes, at mindre skibe og lystbåde er sikret rettidigt varsel gennem varslingsanlægget og evt. via radio med havnekontoret, såfremt varslings om lukning/åbning er forskudt tilstrækkeligt ift. selve lukningen/åbningen. Den tidsmæssig forskel skal undersøges nærmere og aftales med myndighederne (Søfartsstyrelsen).

Foruden varslingsanlægget skal der også monteres et signalanlæg med fast rødt lys på begge sider af anlægget, der viser skibstrafikken at porten er lukket. Endvidere skal der forventeligt også monteres almindelig søafmærkning af portåbningen når porten ikke er i drift. Både signalanlæg og søafmærkning skal aftales og godkendes af myndigheden (Søfartsstyrelsen).

7.4 Tømning af portkammer

Portkammeret skal udstyres med pumpekapacitet så dette kan tømmes inden for 1-3 dage under en vedligeholdelsessituation. Pumpekapaciteten skal placeres i den nordlige del af portkammeret, da udledning af vandet skal ske til fjorden. Pumpekapacitet skal afklares nærmere i næste fase af projektet ud fra kriterier om, hvor hurtigt det ønskes portkammeret skal kunne tømmes.

Pumpesystemet er påtænkt bestående af motor, som sidder over vandspejl og via en aksel driver pumpedelen under vand som en trykpumpe. Dette anbefales, da der ikke kan skabes nok vakuum til at suge vandet op, grundet trykhøjden på 10 m, og det derfor er nødvendigt at trykpumpe vandet ud af kammeret.

7.5 Adgang til portkammer

I den sydlige ende af portkammeret skal der være et adgangspunkt, som giver adgang til portkammeret fra serviceområdet. Adgangspunktet kan etableres som en permanent trappe eller et permanent system, hvor trappen kan etableres af elementer, som er opbevaret i et depotrum i teknikbygningen.

Udfordringen med en permanent trappe er at denne med tiden bliver tilgroet, og vil være glat, og derfor skal rengøres før denne kan bruges efter tømning af portkammeret. Her vil alternativet være en element-baseret trappe/adgangsvej, som installeres hver gang kammeret skal tømmes. Dette vil kræve en kran-operation ved hver tømning. I næste projektfase skal de to løsningsmodeller undersøges nærmere.

7.6 Teknikbygninger

Der skal være et teknikhus med tilslutning for el-forsyning til anlægget samt hovedtavler, sikring, hovedafbryder, styretavler for motor, relæer mv. Placering af dette er foreslået i den sydlige del af anlægget.

I forbindelse med teknikhuset påtænkes der etableret et depotrum for opbevaring af grej og udstyr og evt. kritiske reservedele, som måtte være nødvendige for driften eller som er hyppige sliddele af mindre karakter.

7.7 Belysning og navigationslys

Der er ikke planlagt permanent belysning på det sydlige landanlæg, da dette ikke har nogen funktion i det daglige. I driftssituationer skal der monteres arbejdslys, som kan tændes når porten skal lukkes/åbnes, og når der foregår vedligehold. Det kan vælges at lade dele af serviceområderne eller konstruktionerne være permanent belyst af æstetiske, rekreative eller tryghedsskabende årsager, som endnu ikke er defineret.

Der planlægges permanent belysning på det nordlige landanlæg samt vej og sti til dette, da offentligheden har adgang til det fra Strandpromenaden.

På landanlæggene og på ledeværker skal der monteres navigationslys for skibstrafikken jf. gældende normer og regler ligesom der på portkonstruktionen skal installeres markeringslys. Det udestår til projektforslaget at definere dette nærmere.

7.8 Forsyninger og forsyningsveje

7.8.1 El-forsyning

Al strøm skal som udgangspunkt leveres gennem el-nettet så almindelig drift ikke er afhængig af generatordrift. Der kan yderligere sikres mulighed for tilkobling af nødgenerator på anlægget så porten kan opereres i tilfældet af strømsvigt i forbindelse med en stormflod, se nærmere i afsnit 7.8.2.

For det sydlige landanlæg skal der sikres forsyning med stærkstrøm til drivværket for porten. Det specifikke krav er ikke veldefineret på nuværende stadi i projektet, men på baggrund af erfaringer fra andre lignende skydeporte er det vurderet, at der skal forsynes med 400 V AC-spænding med et

gennemsnitligt strømforbrug på 100 A med spidsbelastninger på over 200 A. Dette giver en total strømforsyning på 80 kW.

Yderligere skal der sikres stærkstrøm til at drive pumperne for tømning af portkammeret i det sydlige landanlæg. Da denne operation ikke skal foregå, mens porten er i bevægelse (porten skal være i portkammer) forudsættes det, at strømforsyningen til at drive porten er tilstrækkelig til også at drive pumperne for tømning af portkammeret for vand.

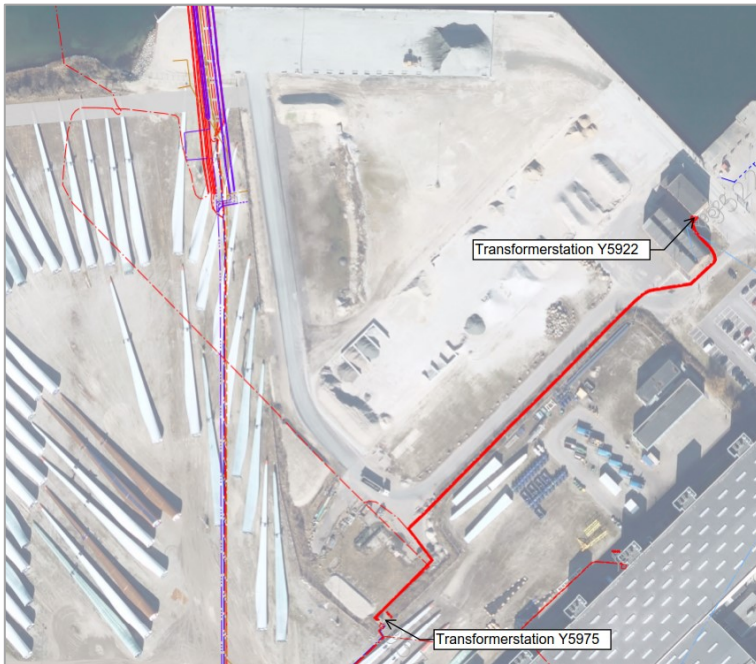
Stærkstrømsudtag for tilkobling af diverse værktøjer og maskiner skal ligeledes etableres, og her forventes det også, at strømforsyningen til porten er tilstrækkelig som udgangspunkt.

Området for både det nordlige og sydlige landanlæg skal desuden forsynes med 230V svagstrøm for almindelig belysning, strømudtag i bygninger mv.

Tilslutningspunkt

El-forsyningen til porten er altafgørende for operationen, da denne drives af elektriske motorer. Selvsagt er det derfor vigtigt at tilslutningspunktet er sikret mod oversvømmelse, hvorfor det skal placeres bag sikringen. Derudover bør det undersøges om tilslutningspunktet, og bagvedliggende forsyning er særligt udsat for oversvømmelse i tilfælde af at lukning af porten skulle svigte eller være forsinket ift. lukkekriteriet. Er det tilfældet at el-forsyningen bliver oversvømmet ved f.eks. +1,60 m så bør det kraftigt overvejes at hæve dette punkt, så det ikke oversvømmes, og dermed forhindrer en forsinket lukning af porten.

Ud fra indhentede ledningsoplysninger, så findes der to transformerstationer på havnens område lige nord for Vestas fabrik, samt en transformerstation på Strandpromenaden ved NS Roklub. Det er uvist om der kan foretages tilslutning til en eller flere af disse transformerstationer, hvilket skal afklares med forsyningsselskabet – Nakskov Elnet. Placeringen af de omtalte transformerstationer er vist på Figur 7-9 og Figur 7-10.



Figur 7-9: Placering af transformestationer på havnens område.



Figur 7-10: Placering af transformestation på Strandpromenaden ved NS Roklub.

7.8.2 Nødforsyning

For at reducere risikoen for svigt af porten ved forsyningsfejl fra det offentlige elnet, bør der installeres en nødgenerator til forsyning af det elektriske drivværk.

Nødgeneratoren bør tilsluttes i tavlen for portstyringen, så denne automatisk starter op ved fejl i det offentlige elnet. Generatoren vil selvfølgelig også kunne startes manuelt.

Størrelsen på nødgeneratoren skal som minimum være svarende til at både operation af port samt varslings- og signalanlæg kan ske samtidigt, og det bør overvejes om ikke samtlige elektriske installationer skal kunne sikres forsyning fra nødgeneratoren.

7.8.3 Vand og spildevand

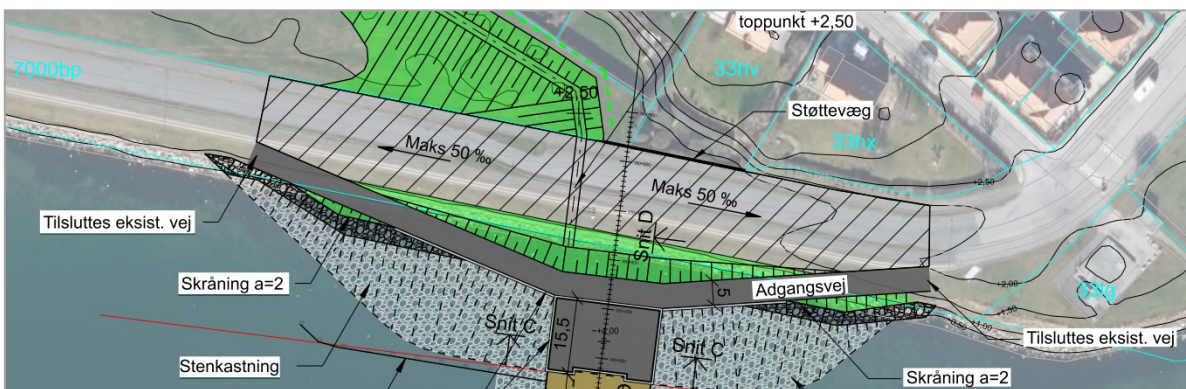
Der er forudsat, at der ikke skal etableres vandforsyning eller kloak ud til portkonstruktionen/sydlig landanlæg. Der er ikke et teknisk behov for dette. Den eneste årsag skulle være ift. krævede velfærdfaciliteter ifm. drift og vedligehold. Behovet skal afdækkes nærmere i næste fase.

8. ADGANGSFORHOLD OG TILGÆNGELIGHED

I nærværende afsnit beskrives adgangsforhold til det færdige stormflodssikringsanlæg.

For det nordlige landanlæg er der adgang via Strandpromenaden. Fra Strandpromenaden etableres der en adgangsvej op på landanlægget, som kun må benyttes af servicekøretøjer ifm. drift og vedligehold. Der er altså ikke planlagt med offentlig adgang for kørende. Derimod sikres der adgang for gående, som kan benytte det nordlige landanlæg som udsigtspunkt over fjorden og havnen.

Der er for nuværende ikke aftalt eller stillet særlige krav til tilgængelighed for gangbesværede til det nordlige landanlæg, og bl.a. derfor er der i projektet for nuværende ikke indarbejdet særlige krav til tilgængelighed.



Figur 8-1: Adgangsforhold til det nordlige landanlæg. Se tegning NSS-D-TH-1100 i bilag 1.

Adgang til det sydlige landanlæg og skydeportens mv. skal ske via en ny adgangsvej, som kobles på Vingevej ved den vestligste kaj i havnen. Den planlagte adgangsvej inde fra Skibsværftsvej ses af Figur 8-2, men er også vist på tegning NSS-D-TH-1100. Som det ses af figuren, så vil den nye vej gå igennem området for opmagasinering af Vestas vindmøllevinger. Der skal derfor laves aftale med Vestas om inddragelse af en del af deres lejemål til vejen, samt arealer til serviceområdet ved portkammeret. Vestas lejer i dag dette område af Lolland Kommune.

På den sydlige side planlægges der ikke med adgang for offentligheden. Dette af hensyn til offentlighedens sikkerhed ved portanlægget, men også Vestas aktiviteter i området, samt det faktum, at adgangsvejen går igennem Nakskov Havns afspærrede område, hvor der ikke er adgang for offentligheden.



Figur 8-2: Adgangsvej til det sydlige landanlæg, serviceområder og porten.

9. SUPPLERENDE UNDERSØGELSER

For gennemførelsen af projektet skal der udføres supplerende undersøgelser. Det nuværende kendte og planlagte omfang af disse er overordnet beskrevet i det følgende.

9.1 Opmåling af vanddybder

Der skal foretages ekkolodsopmåling (i nærværende dokument også benævnt multibeam, pejlinger, bathymetri) af havbunden for hele projektområdet, som er direkte påvirket af fodaftryk og arbejdsområder. Opmålingen skal bruges til at give et præcist billede af vanddybderne i området, og dermed give input til bl.a. afgravnings- og tilfyldningsvolumener samt hydrauliske modelleringer ifm. Miljøkonsekvensurdering.

Yderligere vil opmåling også give grundlag for planlægning af arbejderne til vands. I og med området forventes meget lavvandet uden for sejlrenden, er det nyttig information at få opmålt dette område, så de udførende har det bedste grundlag for gennemførelse af arbejderne.

9.2 Geotekniske undersøgelser

Der skal foretages en række supplerende geotekniske borer for projektområdet for at belyse geoteknikken bedre end det er muligt ud fra eksisterende geotekniske undersøgelser. Der er udarbejdet et notat, som omhandler og beskriver de eksisterende geotekniske undersøgelser i området, ref. /A3/, som danner grundlag for udarbejdelse af et boreprogram for supplerende projektspecifikke geotekniske borer.

Notatet beskriver bl.a., at der skal udføres geotekniske borer med foringsrør (forventet 6" borer) med mulighed for at tage prøver ud pr. 0,5 m for geologisk bedømmelse af de geotekniske aflejringer i hele boredybden. Yderligere skal der foretages styrkeforsøg i borerne i form af vingeforsøg i kohæsive aflejringer samt SPT (Standard Penetration Test) i friktionsaflejringer.

Fra jordprøverne optaget fra borearbejdet skal der foretages klassifikationsforsøg hvor bl.a. vandindhold, rumvægt, kornkurver, glødetab for organisk indhold, mv. skal bestemmes i relevant omfang. Dette vil blive nærmere specificeret i boreprogrammet for undersøgelserne.

Det forventes ikke, at der skal udføres avancerede laboratorieforsøg i form af triaksialforsøg på jordbundsprøverne, da anlægskonstruktionerne ikke umiddelbart har kompleksitet til at drage væsentlig fordel af dette. Dog kan det for moræneleraflejringer og evt. andre lerholdige aflejringer blive aktuelt at udføre en række oedometerforsøg for fastlæggelse af stivheden.

Relevante borer filtersættes med henblik på at fastsætte primære og sekundære grundvandsspejl.

9.3 Miljøboringer

Området lige syd for det sydlige landanlæg er forventeligt en gammel losseplads, hvorfor forurening forventes. Derfor skal der i forbindelse med udførelsen af de geotekniske borer på land yderligere udtages prøver til miljøundersøgelser i form af kemisk analyse og poreluftanalyse for at vurdere på forureningsgraden. Bl.a. skal der undersøges for kulbrinter, tungmetaller, BTEXN og PFAS.

Der skal også udtages vandprøver for kemisk analyse (bl.a. BTEXN, kulbrinter, klorerede opløsningsmidler). Dette er med henblik på indhentning af udledningstilladelser, da det forventes at der skal etableres midlertidig udledningstilladelse for tørholdelse af byggegrube, hvorfor forureningsgrad af øvre grundvandsmagasiner med fordel kan belyses på forhånd.

9.4 Undersøgelser for miljøpåvirkning af natur

I forbindelse med miljøundersøgelser af projektets påvirkning af naturen og miljøet, skal der tages prøver af havbundssedimenter, som er i risiko for at blive spredt i vandet når der graves/uddybes for etablering af anlægskonstruktionerne. Sedimentprøverne skal bruges til sigteanalyser, som skal kortlægge kornstørrelsesfordelingen. Der skal udføres både alm. sigteanalyse og slæmning for at få de helt fine partikler med. På baggrund heraf kan sedimentspildet modelleres.

Prøverne for sedimentspildsmodelleringen forventes at kunne udtages i forbindelse med de geotekniske boringer. Er dette ikke tilfældet, kan de udtages med dykker ved brug af kajakrør. Kajakrør er et rør med indvendig diameter på 50 mm og en længde på ca. 700 mm, dykkeren skubber eller banker røret ned igennem sedimentaflejringerne til der mødes betydelig modstand fra underliggende intakte aflejringer. Da der kun skal udtages, prøver af sedimentaflejringerne kan lagtykkelsen variere.

Der skal yderligere foretages feltundersøgelser for at kortlægge arter (dyr og planter) som er særligt beskyttede i området. Disse undersøgelser bliver en del af de forestående miljøvurderinger.

10. ARBEJDSPLADS

For gennemførelsen af arbejderne for det samlede storflodssikringsanlæg vil en større inddragelse af midlertidige arbejdsområder være påkrævet bl.a. for oplag af materialer såsom spunsjern og evt. jorddepoter for genindbygningsegnet og tilført jord. Ligeså skal arbejdsområdet kunne omfatte entreprenørens byggepladsfaciliteter såsom kontor- og velfærdsfaciliteter samt kontorer til bygherrens projektgruppe og tilsyn.

Det vurderes endvidere at være en fordel, hvis entreprenøren under udførelsen har adgang til en arbejdskaj i havnen til hans flydende materiel og for lastning og losning af materialer. Der bør forud for udarbejdelse af udbudsmaterialet træffes aftale om dette med Nakskov Havn.

Selve skydeporten forventes produceret på et værft, alternativt i en flydedok bragt til f.eks. Nakskov Havn, hvorefter den slæbes eller sejles til projektområdet, hvor den muligvis kortvarigt skal lægges til kaj for klargøring til installation. Denne optager derfor som sådan ikke arbejdsområde ved projektområdet.

Arbejdspladsen¹ for udførelse af de samlede arbejder er vist på tegning NSS-D-TH-1200.

Hovedparten af det samlede arbejdsområde på land planlægges placeret på det eksisterende oplagsområde for vindmøllevinger, og det er estimeret, at dette område skal være ca. 12.000 m². Det er i dette område, det primære oplag af materialer samt byggepladsen planlægges placeret.

Derudover er der behov for arbejdsområder for det nordlige landanlæg og diget på den nordlige side af fjorden. I denne sammenhæng kan det sandsynligvis være nødvendigt med en mindre satellitbyggeplads med velfærdsfaciliteter til arbejderne. Det planlægges umiddelbart, at hele det grønne areal ved Strandpromenaden, hvorpå diget skal anlægges, inddrages som midlertidigt arbejdsområde, da det er hensigtsmæssigt at give entreprenøren mulighed for mindre oplag af jord til diget.

For arbejderne på søen kræves der også større vandområder som inkluderes i arbejdsområdet. Der er planlagt med en 30 m bred zone fra grænsen af de permanente anlæg, se Figur 10-1. Denne bredde sikrer at entreprenørens flydende materiel såsom uddybnings- og rammeplåder kan operere ind mod de permanente konstruktioner og anlæg.

Arbejdsområderne på land afspærres med byggepladshegn, så uvedkommendes adgang forhindres, dette også af hensyn til offentlighedens sikkerhed, mens områderne på søen afmærkes med specialafmærkning (gul bøjle/kost), som viser at sejlads ikke er tilladt indenfor afmærket område.

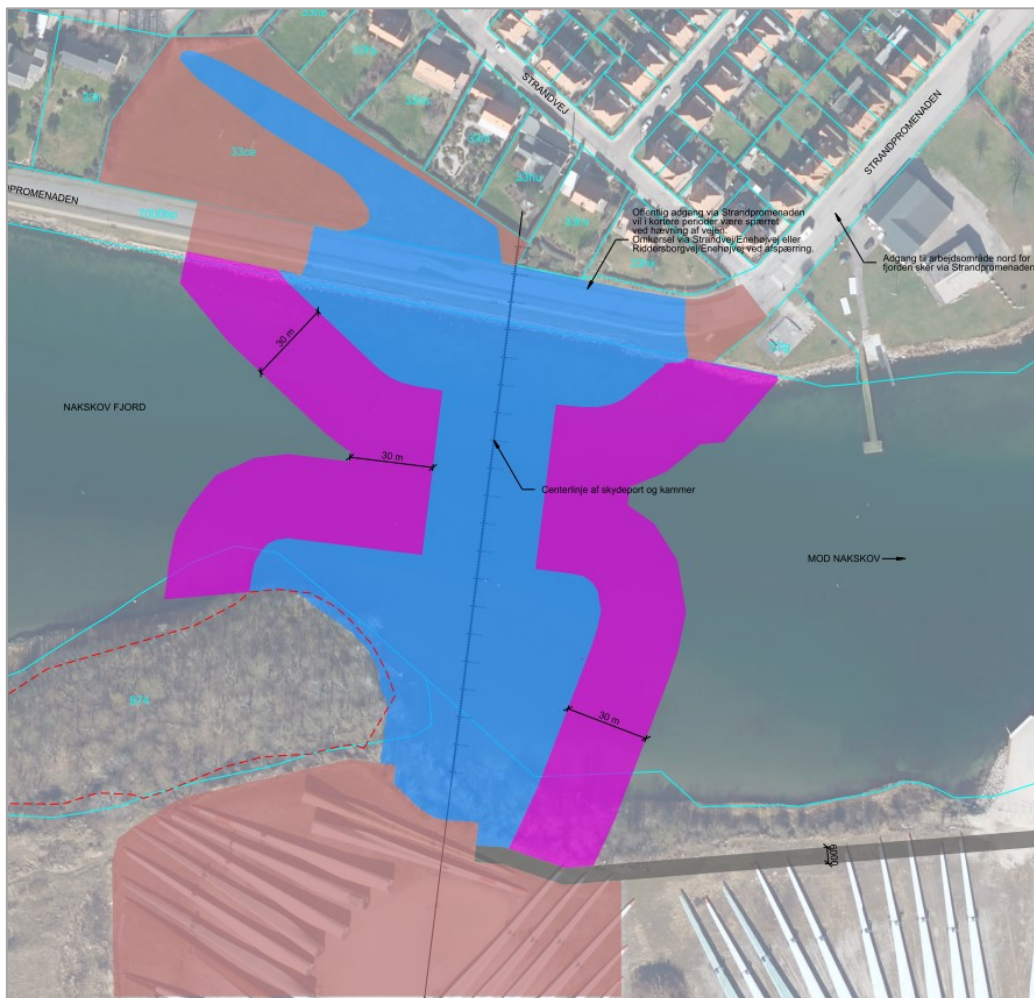
Generelt forventes det at offentlighedens adgang via offentlige veje mv. sikres gennem hele byggeperioden. Det vurderes dog, at det periodevis vil være nødvendigt at afspærre den ene kørebane på Strandpromenaden, samt i en kortere periode fuldstændig at afspærre Strandpromenaden, mens vejen hæves for at kunne indgå i den samlede stormflodssikring.

¹ Arbejdsplads er den samlede term for arbejdsområde, byggeplads og anstillingsområde.

Arbejdsområdet på søen afspærres ikke samtidigt, og det vil sikres at sejlads med lystbåde og mindre skibe og fartøjer kan foregå gennem hele anlægsperioden, dog med periodevise mulige totale spærringer. Sådanne spærringer vil være aftalt og annonceret rettidigt. Arbejderne og områderne vil utvivlsomt sætte begrænsninger på skibstrafikken til og fra Nakskov Havn, og disse begrænsninger skal aftales nærmere med Havnen. Der henvises i øvrigt til afsnit 11 hvor udførelsesstrategien nærmere behandles.

Adgang til arbejdspladsen sker hhv. fra nord via Strandpromenaden og fra syd gennem havnens område via Vingevej fra Skibsværftsvej. I næste fase af projektet bør det overvejes om projektet skal beskrive begrænsninger til tunge transport igennem byen, f.eks. ved prædefinerede ruter, som entreprenørens leverandører skal benytte.

Det skal bemærkes, at områderne til de permanente anlæg selvfølgelig også indgår i arbejdsområderne, men at disse er markeret særskilt på tegning NSS-D-TH-1200 for at tydeliggøre det permanente anlægs udbredelse.



Figur 10-1: Udsnit af arbejdspladstegning NSS-D-TH-1200 med angivelse af arbejdsområder mv. Se tegning NSS-D-TH-1200 i bilag 1.

11. UDFØRELSESSTRATEGI

For udbuddet vurderes det, at der skal udarbejdes en udførlig udførelsesstrategi, som dokumentation for at arbejderne for stormflodssikringen kan gennemføres uden uoverskuelige konsekvenser og påvirkninger af særligt skibs- og biltrafikken.

Det er vurderet at særligt følgende arbejder vil påvirke hhv. bil- og skibstrafikken:

- Påvirkning af biltrafikken:
 - Hævning af Strandpromenaden
 - Etablering af adgangsvej til nordligt landanlæg

- Påvirkning af skibstrafikken:
 - Etablering af anslagskonstruktionen
 - Udgravning for bundkonstruktion og uddybning af sejlrende
 - Etablering af bundkonstruktionen og erosionssikring
 - Etablering af spunset konstruktion for portkammer og sydligt landanlæg mod sejlrenden
 - Udførelse af stenkastninger mod sejlrenden
 - Montage af skydeporten inkl. bundskinner mv. samt efterfølgende justeringer og tests

I det følgende opstilles meget grove strategier. Disse vil skulle bearbejdes og detaljeres yderligere både med hensyn til udførelsesmetode og -tid, så de samlede konsekvenser og påvirkninger entydigt er defineret.

11.1 Påvirkning af biltrafikken

Ved hævning af Strandpromenaden og etablering af adgangsvejen til det nordlige landanlæg vil biltrafikken særligt blive påvirket. Der forventes kun i ringe grad påvirkning ved etablering af diget, da det kan foregå på det grønne areal (matrikelnummer 33ce). Ligeså forventes selve anslagskonstruktionen ikke at påvirke biltrafikken, da den hovedsageligt forventes udført fra søen.

Overordnet vurderes følgende udførelsestakt at have den mindste påvirkning:

- 1) Fjernelse af eksisterende stenkastning med gravemaskine fra rabat, fortov og cykelsti og oplægning af sten i depot på langs af kysten for senere genindbygning.
Konsekvens: Fodgængere henvises til modsatte fortov og cyklister til vejen.

- 2) Ramning af spuns for adgangsvej – enten fra søen eller fra rabat, fortov og cykelsti.
Evt. konsekvens: Fodgængere henvises til modsatte fortov og cyklister til vejen.

- 3) Opfyldning for adgangsvej og skråninger samt tilslutning af adgangsvej til Strandpromenaden.
Konsekvens: Fortov, cykelsti og vejbane mod syd afspærres, og færdsel på Strandpromenaden reguleres med signalanlæg med trafik i én retning ad gangen.

- 4) Opbrydning af vej mv. og omlægning af ledninger for hævning af Strandpromenaden. Arbejderne foretages for en vejbane ad gangen.
Konsekvens: Fortov, cykelsti og vejbane mod syd hhv. nord afspærres, og færdsel på Strandpromenaden reguleres med signalanlæg med trafik i en retning ad gangen.
- 5) Hævning af vejen og udlægning af ny asfalt.
Konsekvens: Fortov, cykelsti og vejbane i begge retninger afspærres, og færdsel på Strandpromenaden ledes udenom denne ved omkørsel via f.eks. Strandvej og Enehøjvej.
- 6) Åbning af vejen.

11.2 Påvirkning af skibstrafikken

Overordnet set vil udførelsen af anlæggene på søen, herunder anlægskonstruktioner for port og landanlæg, påvirke skibstrafikken ved indsejlingen til Nakskov Havn. Dog forventes en stor del af arbejderne for de omtalte anlæg kun i ringe grad at påvirke skibstrafikken, da de vil kunne udføres fra land eller udenfor sejlrendens perimeter, dog med øget fokus på sejladssikkerheden.

Overordnet vurderes følgende udførelsestakt at have den mindste påvirkning:

- 1) Installering af spuns fra arbejdsflåde for hhv. nordlige og sydlige landanlæg. Der vil kun blive tilladt arbejde på et landanlæg ad gangen.
Konsekvens: Gennemsejlingsbredden må forventes begrænset med op til 25 m.
- 2) Opfyldning af spunsede celler og opfyldning for landindvinding og skrån timer for etablering af landanlæggene. Dele af dette arbejde vil formentligt kunne betale sig at foretage fra søen grundet de store mængder opfyldningsmateriale, men det vurderes i sin helhed at kunne udføres fra landsiden, f.eks. ved omlastning fra skib til lastbil/dumper i havnen.
Konsekvens: Gennemsejlingsbredden må forventes begrænset med op til 25 m, men hvis mængden af de totale arbejder har for store konsekvenser for skibstrafikken kan opfyldningen kræves udført fra landsiden, og dermed har det en stærkt reduceret konsekvens for skibstrafikken.
- 3) Uddybning af sejlrenden lokalt og udgravning for bundkonstruktion og erosionssikring.
Konsekvens: Arbejderne vil sandsynligvis helt blokere for trafik med fragtskibe, hvorfor der må ses på en løsning, hvor arbejdsperioderne begrænses og skibstrafikken reguleres i en mindre periode, hvor der ikke foretages uddybning.
- 4) Udførelse af bundkonstruktion inkl. installering af skinner og erosionssikring først i den ene halvdel og så i den anden halvdel af åbningen i sikringen.
Konsekvens: Gennemsejlingsbredden må forventes begrænset med op til 30 m i en længere periode.
- 5) Etablering af stenkastninger fra arbejdsflåde for hhv. nordlige og sydlige landanlæg. Der vil kun blive tilladt arbejde på et landanlæg ad gangen.
Konsekvens: Gennemsejlingsbredden må forventes begrænset med op til 25 m.

- 6) Etablering af ledeværker fra arbejdsflåde. Der vil kun blive tilladt arbejde på en side ad gangen.
Konsekvens: Gennemsejlingsbredden må forventes begrænset med op til 25 m.
- 7) Arbejder med udførelse af landanlæg fra landsiden pågår samtidigt med arbejder på søen.
Konsekvens: Evt. mindre forstyrrelser af skibstrafikken i meget korte perioder.
- 8) Transport og installation af porten.
Konsekvens: Sejlrenden vil være blokeret for anden trafik mens porten slæbes ind gennem fjorden til projektområdet. Installation af porten vil kortvarigt blokere for gennemsejling.
- 9) Arbejderne afsluttes.
- 10) Indkøring og test af port.
Konsekvens: Gennemsejling vil kortvarigt være blokeret, når porten lukkes som en del af indkøringen og test.

Begrænsning af gennemsejlingsbredden vurderes kun i begrænset omfang at have betydning for lystbåde og andre mindre skibe, men vil sandsynligvis have en stor betydning for de store fragtskibe. Hvorvidt det med f.eks. assistance fra lodsbåd eller slæbebåd er muligt, at fragtskibene passerer arbejdsområdet på søen, med en begrænset gennemsejlingsbredde, vides ikke, og skal undersøges nærmere med bl.a. havnen og eksterne fagfolk på området. Hvis det ikke er muligt, så vil det formentligt i stedet være nødvendigt at sætte begrænsninger på arbejdsperioderne, så det f.eks. en gang om ugen, eller hver fjortende dag eller i weekender tillades at fragtskibe sejler ind og ud af havnen. Det sætter dog store begrænsninger på skibstrafikken til og fra havnen, og vil kræve en stor koordineringsindsats mellem Nakskov Havn, entreprenøren og bygherren. Rammerne for sådanne tidsbegrænsede perioder for hhv. udførelsen og skibstrafikken skal bearbejdes og aftales nærmere.

12. IDRIFTSÆTTELSE, AFLEVERING OG IBRUGTAGNING SAMT DRIFT OG VEDLIGEHOLD

12.1 Idriftsættelse, aflevering og ibrugtagning

Der er for nærværende projektfase ikke gennemført og aftalt krav til idriftsættelse, aflevering og ibrugtagning. Disse er dog meget væsentlige forudsætninger for projektets gennemførelse og overdragelse til bygherren, hvorfor der på et senere tidspunkt skal være fokus på kravene til disse punkter.

For diget på den nordlige side vurderes der ikke at være nogen krav til idriftsættelse, aflevering og ibrugtagning, da det i sine bestanddele overordnet udgøres af jord. Det samme gør sig gældende for de store anlægskonstruktioner som bl.a. udgør det sydlige og nordlige landfæste samt portkammeret – alle dele er bygget op af jord, sten, stål og beton.

Derimod er det for skydeporten og dens mekaniske dele samt styringen særlig kritisk at få opstillet krav til idriftsættelse, aflevering og ibrugtagning, da denne inden overdragelsen til bygherren skal være dokumenteret funktionsdygtig, og bygherren skal være lært op i anvendelsen af skydeporten inden den kan tages i brug.

For idriftsættelse vil der normalt kræves funktionstest af porten. Funktionstesten skal omfatte alle enkelte dele, på enkelt niveau og samlet, som er med til at lukke og åbne porten – helt tilbage til forsynings siden. Funktionstestene skal dokumenteres, og i øvrigt udføres efter en aftalt plan. Det bør også overvejes om der skal stilles krav til at entreprenøren de første par driftssæsoner skal kunne tilkaldes for efterjustering af portens funktion.

Ved afleveringen kan der f.eks. stilles krav om, at der skal afleveres detaljerede anvisninger om vedligehold, drift og inspektioner af skydeporten, samt at disse skal være dokumenterede. Anvisningerne bør også suppleres med skemaer for hvornår og hvilke dele der skal services og hvornår de skal udskiftes. Ydermere bør der stilles krav om aflevering af brugermanual mv. før bygherren kan tage anlægget i brug, og entreprisen fra entreprenørens side kan anses som afleveret.

12.2 Drift og vedligehold

Driften af porten vil, udover lukning ved stormflod, primært omfatte test-lukninger, som skal sikre at alle systemer fungerer som påtænkt, hvilket inkluderer minimum en test-lukning af porten i sensommeren inden stormsæsonen. Proceduren for lukning af porten ved stormflod er beskrevet i procedurebeskrivelsen, se afsnit 21.

Som en del af driften omfattes også vedligehold af portkonstruktionen samt anlægskonstruktionerne som beskrevet i de følgende afsnit.

12.2.1 Port

For porten skal der udskiftes sliddele, som belastes under lukningen, gennem hele portens levetid. Primært er dette hjul og lejer i de nedre vogne, men grundet de relativt få årlige lukninger af porten, vurderes det ikke at være ofte (15-20 års mellemrum) at disse skal skiftes, og det vil primært være på grund af alder og ikke slid, at de skal skiftes.

Vedligehold af porten vil typisk bestå af maling af overflader for at vedligeholde overfladebehandlingen. Det estimeres at dette vil skulle ske hvert 20-25 år dvs. 3-4 gange i portens levetid. En alternativ løsning kan være at beskytte porten med katodisk beskyttelse. Dette vil betyde en vedligeholdelsesopgave i udskiftning af offeranoder, hvis der vælges at benytte katodisk beskyttelse for porten. Rengøring for begroning vil også være del af vedligehold af porten, ligesom det vil være det for skinnesystemet.

Der vil også være vedligehold af portens ballasttanke og pumper til disse.

Der vil være service, som kan udføres i forbindelse med tømning af portkammer eller ved dykkerarbejde, hvis det vurderes fordelagtigt.

Yderligere vil drivværket også skulle vedligeholdes løbende med rengøring, smøring, kontrol af elektriske systemer mv.

Elektronik og kabler vil forventeligt også være del af det løbende vedligehold gennem 100 års levetid.

Der skal i projektforslaget laves en mere detaljeret opgørelse over vedligehold og løbende omkostninger, når et mere detaljeret forslag til portkonstruktionen foreligger.

12.2.2 Skinner og bundkonstruktion

Skinnesystemer skal inspiceres årligt for skader i hele bundkonstruktionens længde, hvilket gennemføres ved et dykkereftersyn. Grundet levetiden på konstruktionen, vil det være sandsynligt at skinnesystemet skal udskiftes 3-4 gange i levetiden. Dette kommer dog an på den præcise løsning, og evt. anvendelse af offeranoder, hvilket dog udestår til projektforslaget at definere.

Skinnesystemet forventes også at skulle rengøres for begroning løbende samt evt. rengøres ved ophobning af sedimenter.

Der forventes udført sedimentationsbassiner omkring bundkonstruktionen i sejlrenden, som har til formål at fange sedimenter inden de evt. aflejres på skinnesystemet. Afhængigt af den faktiske volumen af aflejrrede sedimenter, skal bassinerne suges rene med jævne mellemrum. Forventeligt er det omkring hvert 5 år baseret på havnens erfaring med vedligehold af sejlrenden (oprensning).

12.2.3 Portkammer og anlægskonstruktioner

For portkammeret vil der også være vedligehold i form af udskiftning af offeranoder, hvis ikke der vælges en fuld betonpåstøbning som alternativ. Det samme gælder ligeledes for andre støttevægge, som er udført i spuns og ikke er beskyttet med betonpåstøbning, at disse skal beskyttes med offeranoder.

Dertil kommer almindelige reparationsopgaver på sekundære dele, som er eksponeret for vind og vejr, og som ikke er projekteret til 100 års levetid. Dette inkluderer teknikbygning, rækværker, belysning mv.

12.2.4 Dige

Diget skal sås til med græs, for at sikre det mod nedbrydning. Græsset skal slås minimum 3-4 gange i løbet af vækstsæsonen for at forhindre større planter i at gro. Det er vigtigt, at der ikke forekommer større planter og træer på diget, da deres rødder vil penetrere lermembranen, hvilket kan medføre indsvivning af vand i diget, og dermed potentielt føre til kollaps af diget under en stormflod.

Endvidere kan det blive nødvendigt nogle år efter færdiggørelsen af digerne at foretage regulering af disse, da mindre sætninger vil kunne forekomme.

12.2.5 Stenkastninger og dæmningskråninger

Generelt forventes der begrænset vedligehold af stenkastningerne for de to landanlæg. Det kan dog nogle få gange i anlæggets levetid være nødvendigt at genplacere nogle sten, som ikke har været placeret helt stabilt, og som bølger og is derved har kunnet flytte og evt. få til at rulle ned for foden af stenkastningen.

Som med diget tilsås dæmningskråningerne med græs, og disse skal ligeså forventes slået minimum 3-4 gange gennem vækstsæsonen.

13. ARBEJDSMILJØ

Det er jf. arbejdsmiljølovens (LBK nr 2062 af 16/11/2021) § 37 Lolland Kommunes pligt, i kraft af deres rolle som bygherre, at planlægge, afgrænse og koordinere foranstaltningerne til fremme af de ansattes sikkerhed og sundhed, både under projekteringen og udførelsen.

Det er aftalt at Rambøll varetager bygherrens pligter til arbejdsmiljøkoordinering under projekteringen. Rambøll inddrager sine certificerede arbejdsmiljøkoordinatorer (AMK-P) til at koordinere indsatsen. Der er ikke lavet aftale om hvem der skal varetage Lolland Kommunes pligt ift. sikkerhed og sundhed under udførelsen. Dette forventes der først taget endelig stilling til ifm. udarbejdelse af udbudsmaterialet. Der er dog to umiddelbare løsninger – enten så aftales det at Rambøll eller anden rådgiver til Lolland Kommune varetager forpligtigelsen og koordinerer overfor den udførende, eller at ansvaret for koordineringen overdrages til den udførende ved kontraktunderskrivning. Begge løsninger er helt almindeligt anvendt for denne type og størrelse af projekt, og valget er oftest baseret på bygherrens egne politikker på området.

For nærværende fase af projektet er det aftalt at arbejdsmiljøet for projektet ikke behandles nærmere. Dette arbejde opstartes i næste fase med afholdelse af arbejdsmiljøworkshop med deltagelse af fagprojektledeelse og arbejdsmiljøkoordinator for identifikation af mulige arbejdsmiljørisici i forbindelse med udførelse af projektet.

Der vil ved workshoppen blive lagt vægt på at identificere "Særligt farlige arbejder" i overensstemmelse med Arbejdstilsynets definitioner. Erfaringsmæssigt er der for denne type af projekt en del særligt farlige arbejder, da store dele af arbejdet foregår til søs med risiko for at drukne, samt med risiko for skader ved nedstyrtning i byggegrube, løft af tunge elementer, arbejder i højden osv.

Resultatet af workshoppen afrapporteres således at den kan danne grundlag for opmærksomhedspunkter i projekteringen, så denne bedst muligt kan tage højde for risiciene og forsøge at eliminere disse bedst muligt. Derudover vil resultatet samt yderligere dialog med de enkelte fagledere danne grundlag for udarbejdelse af Plan for Sikkerhed og Sundhed (PSS) som er en del af udbudsmaterialet og orienteringen af den udførende.

14. INTERESSETER

Som beskrevet i afsnit 3.6 er der på den nordlige side en række borgere og virksomheder samt på den sydlige side af projektområdet Nakskov Havn og de virksomheder, som findes på havnens arealer, der påvirkes direkte af stormflodssikringsprojektet. Derudover er der formentlig en lang række af andre borgergrupper, private organisationer, naturfredningsforeninger, lystfiskere, sejlere mv. som har relevant interesse i etableringen af stormflodsprojektet.

Der bør i næste fase af projektet gennemføres en interessentanalyse for kortlægning af samtlige interessenter med interesse i projektet, og udarbejdes en plan for håndtering af de enkelte grupper eller organisationer. Dette bl.a. med henblik på at kortlægge hvordan og eventuelt hvornår de enkelte interessenter håndteres og orienteres.

Erfaring viser, at det kan have en meget positiv effekt på projektets gennemførelse med effektiv håndtering og eventuelt inddragelse af særligt påvirkede interessenter herunder naboer til projektet – i dette tilfælde vurderes beboerne på nordsiden og Havnen på sydsiden at være særligt påvirket, og derfor bør de orienteres, høres og evt. inddrages i størst muligt omfang.

15. MILJØ OG PLANGRUNDLAG

Der er indledningsvist i forbindelse med udarbejdelsen af nærværende Dispositionsforslag lavet en grov søgning på naturbeskyttede områder samt plangrundlag på Danmarks Arealinformation (<https://arealinformation.miljoeportal.dk/html5/index.html?viewer=distribution>). Resultat af denne søgning præsenteres i det følgende, men skal alene ses som en indledende grov afdækning af de beskyttede naturområder, idet Dispositionsforslaget ikke har til formål at vurdere evt. påvirkninger af de beskyttede naturtyper/-områder mv. Vurderingerne vil i stedet være dækket af Miljøkonsekvensvurderingen og Natura 2000-konsekvensvurderingen, som begge udarbejdes senere.

Til orientering oplyses det, at der i skrivende stund er udført både miljøscreening (VVM-screening) samt Natura 2000-væsentlighedsvurdering. Resultatet af disse er, at der både skal laves Miljøkonsekvensvurdering og Natura 2000-konsekvensvurdering for projektet. Derudover udarbejdes der pt. afgrænsningsudtalelse til miljøkonsekvensrapporten, men resultatet af denne er ikke kendt ifm. udarbejdelsen af Dispositionsforslaget.

15.1 Miljø – Projektområde

Ved projektlokaliteten er der fundet frem til følgende naturbeskyttelse:

- Strandbeskyttelse
- Områder udpeget som økologisk forbindelse i Grønt Danmarkskort
- Områder udpeget som potentielle økologisk forbindelse i Grønt Danmarkskort
- Områder udpeget som potentielle naturbeskyttelsesinteresser i Grønt Danmarkskort

Som det fremgår af Figur 15-1, så er skoven på Trælholm både udpeget som potentiel økologisk forbindelse og naturbeskyttelsesinteresse. Af Lolland Kommunes kommuneplan 2021-2023 (plan-nr. 367-G20) er Trælholm et rekreativt område (https://lolland.viewer.dkplan.niras.dk/plan/35#/Kommuneplan_Planramme?id=1764&baseId=6117&parentId=6118), som skal friholdes for bygninger, og hvor færdsel begrænses til trådte stier.

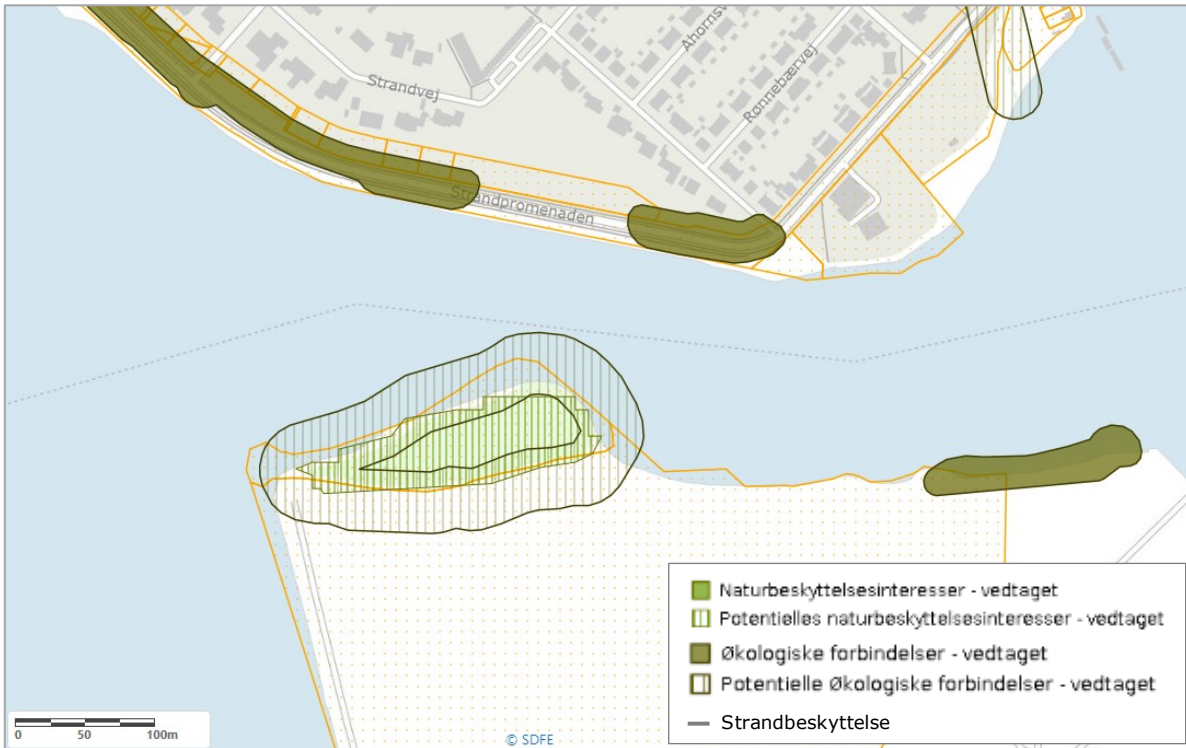
Grønt Danmarkskort

Udpegninger i Grønt Danmarkskort sker på kommunalt niveau, hvilket betyder, at det også er den enkelte kommune, der angiver hvilke retningslinjer, der er i de udpegede områder. Retningslinjer for disse fremgår af kommuneplanen: <https://lolland.viewer.dkplan.niras.dk/plan/35#/6101>.

Generelt ønskes der ikke byvækst, veje og andre tekniske anlæg i områderne udpeget med potentiel økologisk forbindelse og naturbeskyttelsesinteresse. Derfor søges der i videst muligt omfang taget hensyn til dette, men en mindre påvirkning kan ikke undgås, hvorfor Kommunen, som er myndighed, skal ansøges om dispensation.

Strandbeskyttelseslinjen

Strandbeskyttelseslinjen er normalt Kystdirektoratets myndighedsområde. Det er dog ikke tilfældet, når der er tale om et kystbeskyttelses anlæg, hvor det er Kommunen, der er myndighed. Da projektet ligger indenfor strandbeskyttelseslinjen skal der søges dispensation fra denne, og dispensationsansøgningen medtages i tilladelsen til etablering af kystbeskyttelsen. Dispensation fra strandbeskyttelseslinjen kan påklages, og klage har opsættende virkning.



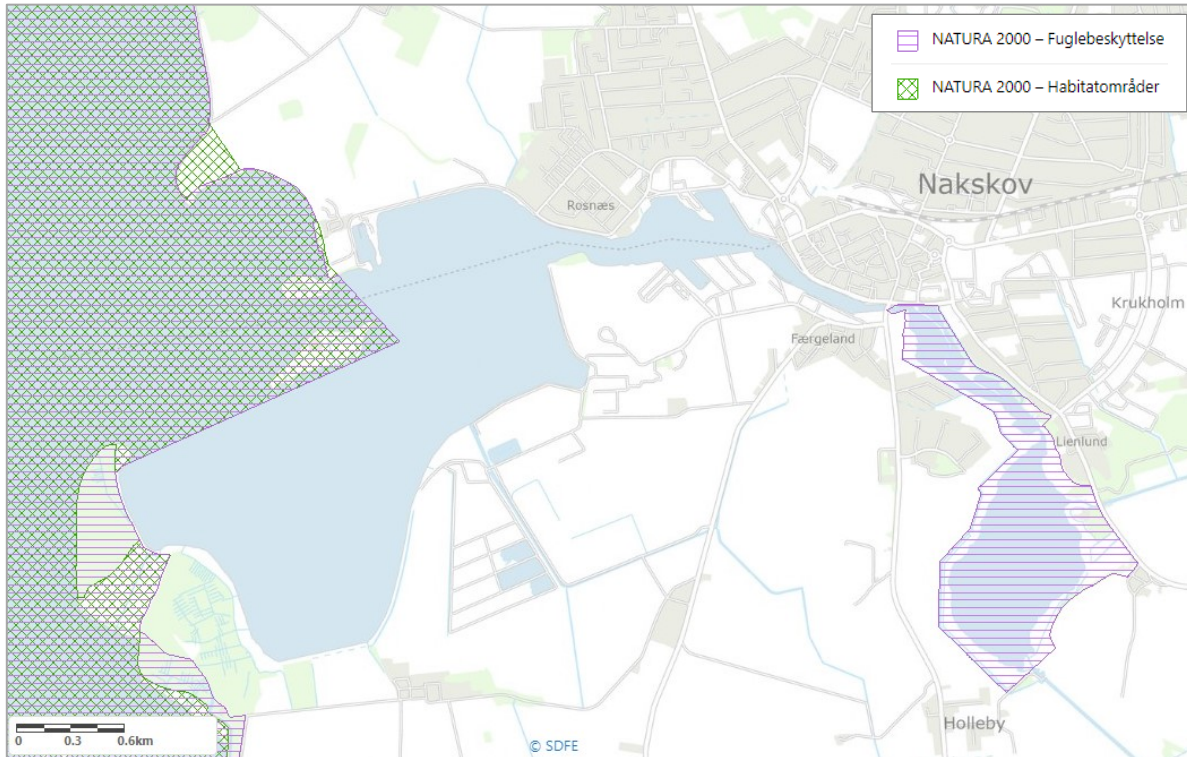
Figur 15-1: Naturbeskyttelsesområder for projektlokaliteten.

15.2 Miljø – Nærområde

For nærområdet, herunder Nakskov Fjord og Indrefjord, er der en række naturbeskyttelser, som i nærværende dispositionsforslagsrapport kun meget overfladisk bliver berørt. Disse naturbeskyttelser og evt. påvirkning af disse vil blive behandlet under Miljøkonsekvens- og Natura 2000-konsekvensvurderingen.

I hovedtræk nævnes der derfor kun følgende naturbeskyttelser:

- Natura 2000 fuglebeskyttelsesområde nr. 88 (Natura 2000-område nr. 179) – Nakskov Fjord og Indrefjord
- Natura 2000 Habitatområde nr. 158 (Natura 2000-område nr. 179) – Nakskov Fjord
- Ramsar område nr. 23 – Nakskov Fjord og Indrefjord
- Natur- og vildtreservat (trækfuglereservat) – Nakskov Fjord
- § 3 beskyttede naturtyper – primært strandeng, søer og moser
- § 3 beskyttede vandløb



Figur 15-2: Natura 2000 fuglebeskyttelses- (nr. 88) og habitatområde (nr. 158).

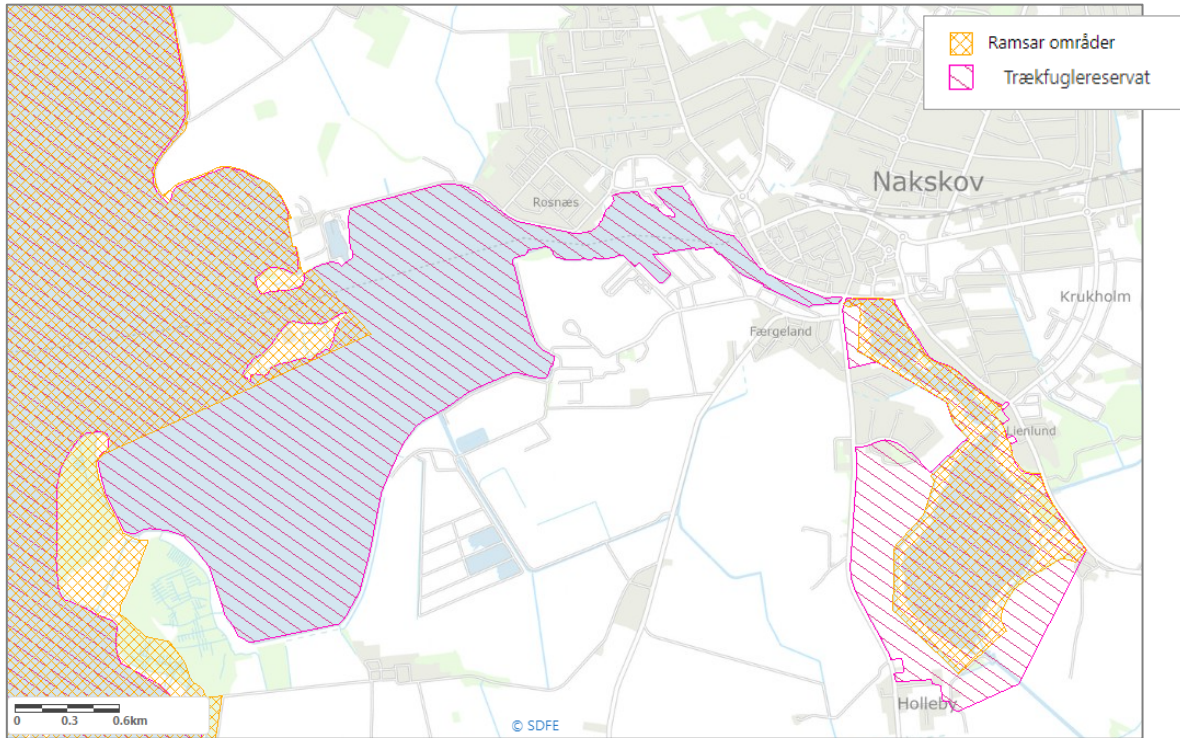
Som det ses af Figur 15-2 ligger projektområdet ikke indenfor Natura 2000-områderne. Afstanden til Natura 2000-områderne mod vest er ca. 1 km, mens der er ca. 1,7 km til fuglebeskyttelsesområdet i Indrefjorden, som ligger bag et eksisterende højvandslukke.

Afstanden til Ramsar området er tilsvarende afstanden for Natura 2000-områderne, se Figur 15-3.

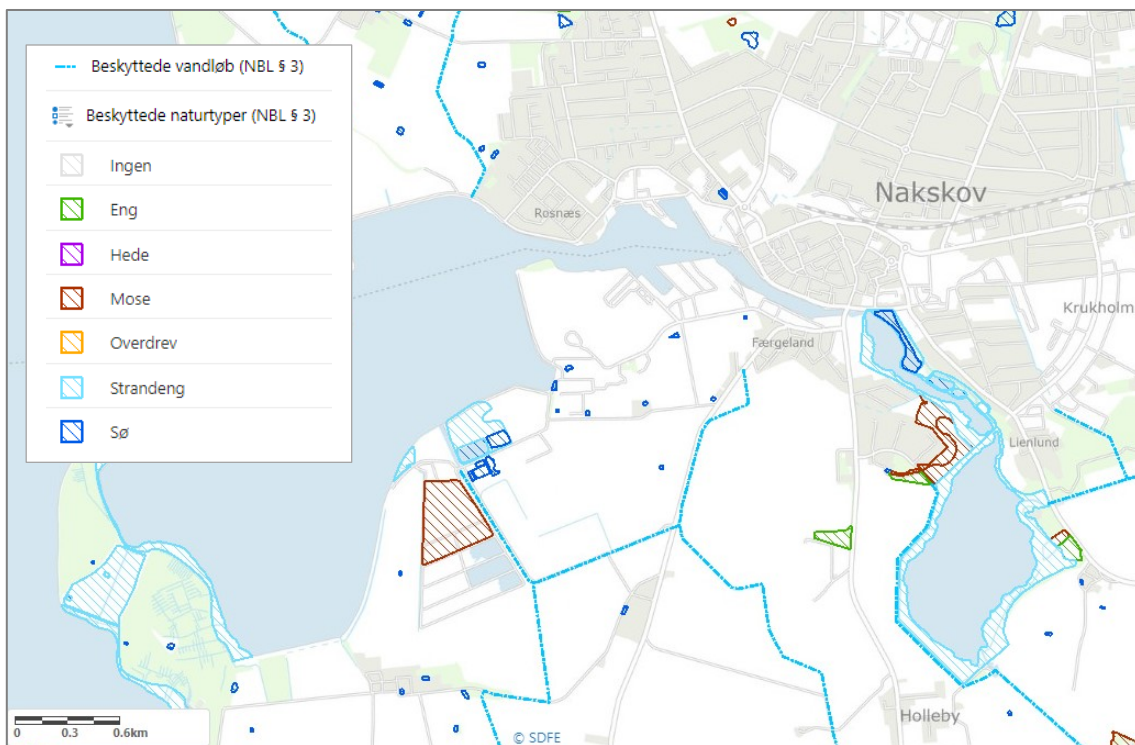
Projektet er placeret i trækfuglereservatet, da delen i Nakskov Fjord er forbundet med delen i Indrefjorden via Havnen, se Figur 15-3. Der skal derfor forventeligt søges dispensation mht. færdsel i et vildtreservat i anlægs- og driftsfasen. Dispensationsansøgningen medtages i ansøgning om tilladelse til etablering af kystbeskyttelsen.

Af Figur 15-4 fremgår det for §3-beskyttede naturtyper og vandløb at afstanden til det nærmeste beskyttede vandløb er ca. 500 m, mens der er ca. 1 km til nærmeste §3-beskyttet strandeng.

Hovedparten af det tekniske anlæg for porten anlægges i Nakskov Fjord i den naturlige indsejling til havnen, mens særligt det nordlige landanlæg anlægges på landarealer ved Strandpromenaden. Begge dele er generelt placeret udenfor beskyttede naturtyper, dog med undtagelse af trækfuglereservatet, og det forventes at påvirkningerne fra projektet, både under udførelse og i den permanente situation, er så små, eller at de kan mitigeres på forsvarligvis, så projektet efter behandlet ansøgning kan godkendes af Lolland Kommune til gennemførelse.



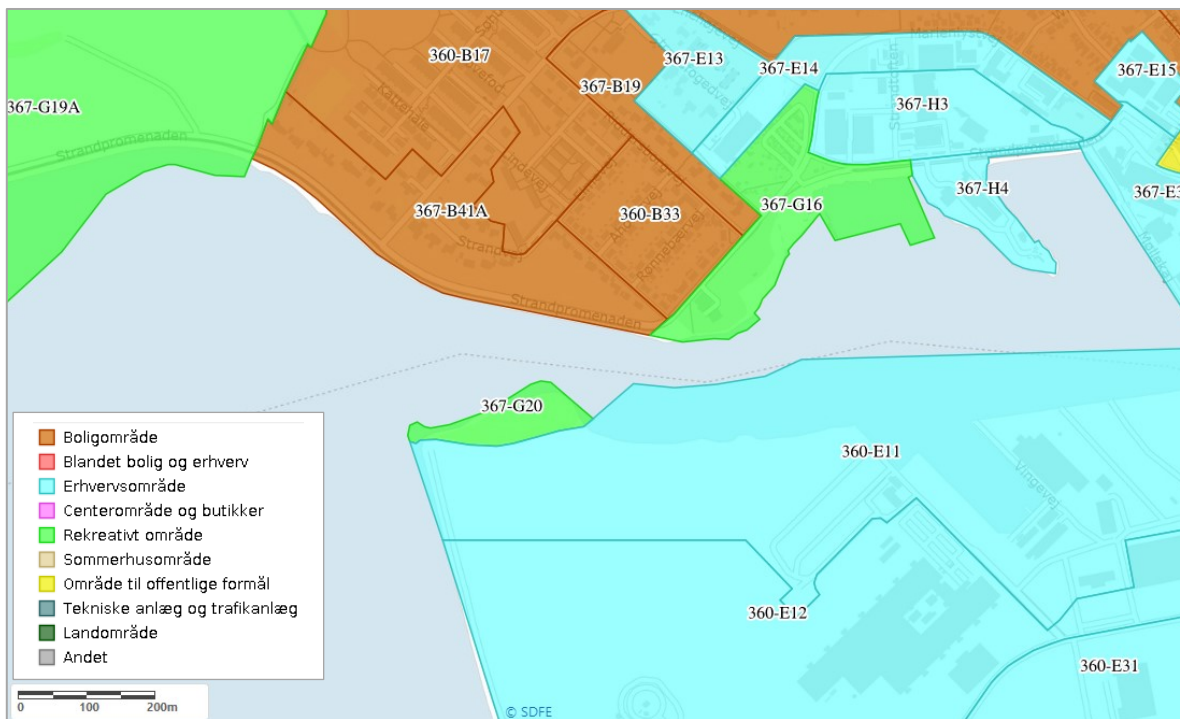
Figur 15-3: Ramsar område (nr. 23) og natur- og vildtreservat (trækfuglereservat).



Figur 15-4: §3 beskyttede naturtyper og vandløb.

15.3 Plangrundlag

Iht. Lolland Kommunes kommuneplan, se Figur 15-5, så er projektet beliggende delvist i erhvervs- og boligområde samt i mindre grad i og op til rekreativt område (plannr. 367-G20). Det rekreative område er beskrevet nærmere i afsnit 15.1.

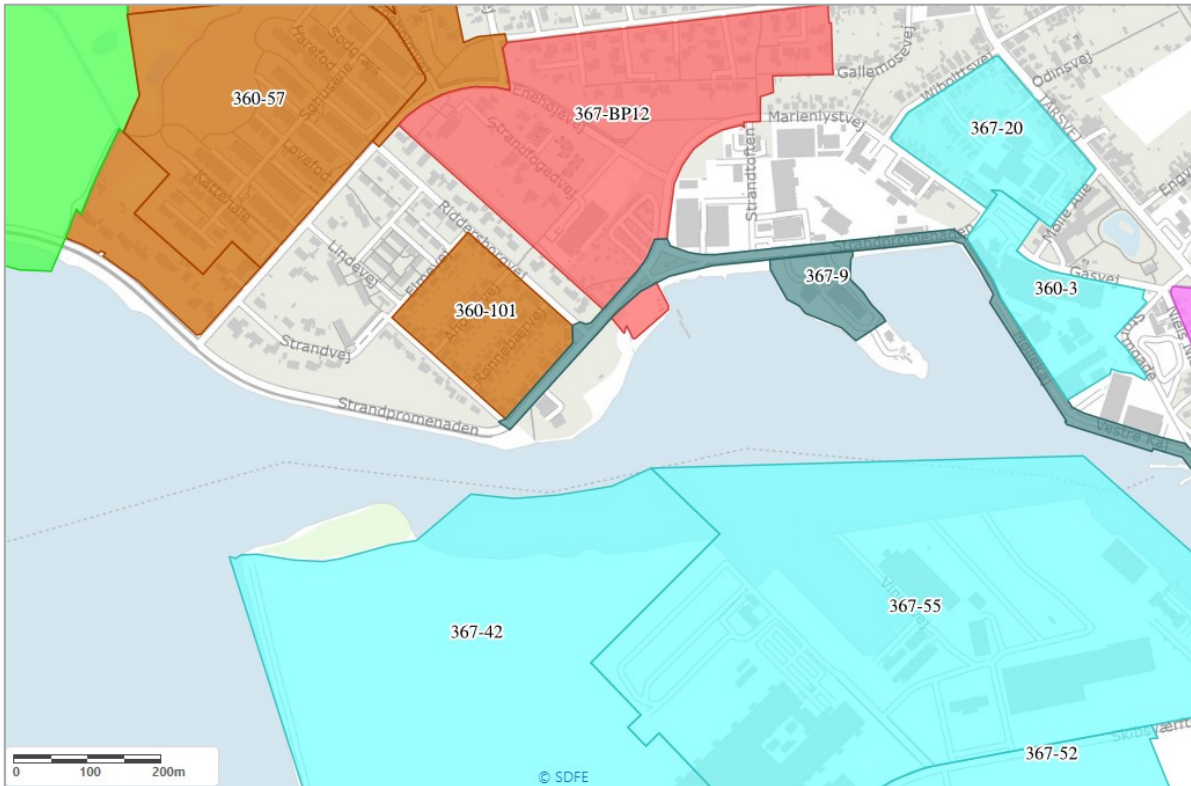


Figur 15-5: Kommuneplanramme med angivelse af plannumre – ref. Danmarks Arealinformation.

Dele af det sydlige landanlæg er beliggende indenfor lokalplannummer 367-42, som er et område til erhvervs- og havneformål, på den tidligere losseplads ved Skibsværftsvej. På området for det nordlige landanlæg og diget ved Strandpromenaden findes der ingen lokalplan. Lokalplaner i området for projektet fremgår af Figur 15-6.

Det er vurderet, at der for gennemførelse af projektet skal udarbejdes en lokalplan, hvis formål er at sikre, at området for det samlede projekt alene kan anvendes til sikring af Nakskov by mod oversvømmelse. Hvorvidt der skal laves en lokalplansændring for lokalplan nummer 367-42 for gennemførelse af stormflodssikringsprojektet er ikke kendt, men afklares af Lollands Kommune, som i øvrigt har igangsat arbejdet med udarbejdelse af lokalplan for projektet.

Til orientering så er der i Danmarks Miljøportal (ref. Danmarks Arealinformation) ikke umiddelbart registreret andre lokalplansforslag i umiddelbar nærhed til projektområdet.

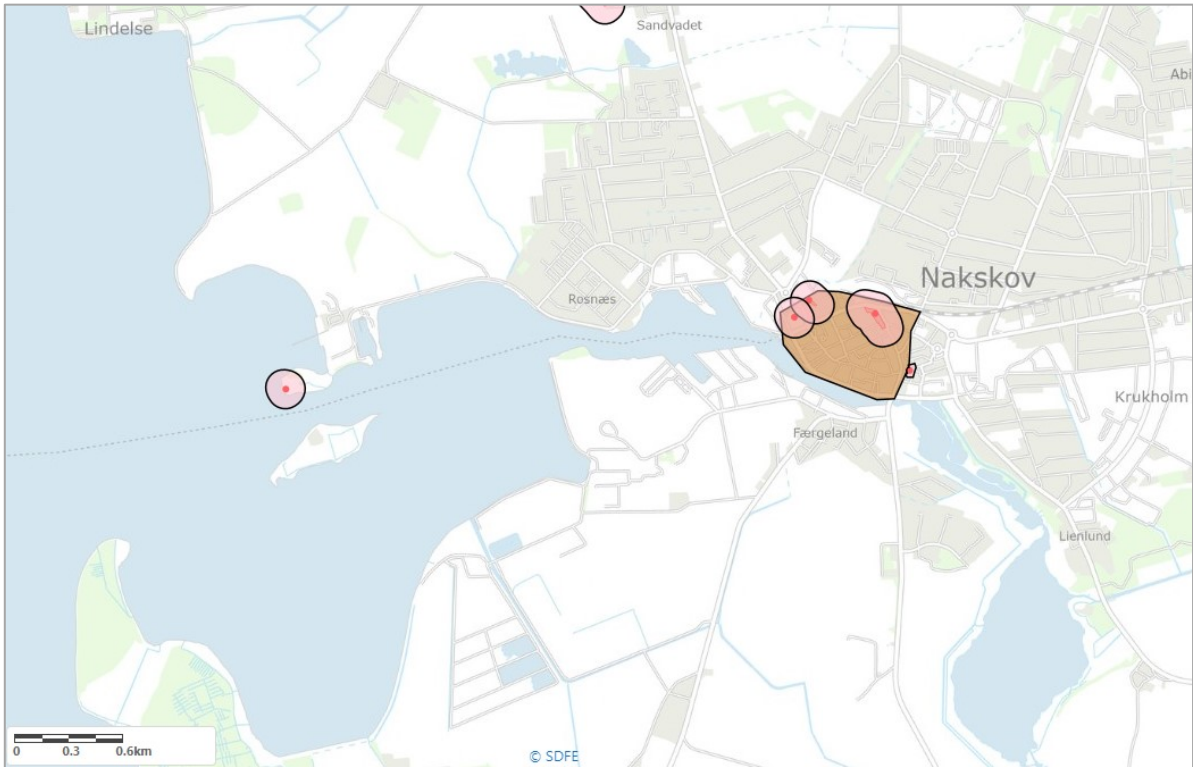


Figur 15-6: Lokalplaner med angivelse af lokalplansnumre – ref. Danmarks Arealinformation.

15.4 Fredning og kulturarv

Indenfor projektområdet er der ikke registreret fredninger af fortidsminder eller kulturarvsarealer.

For nærområdet er der hhv. i Nakskovs gamle bydel og i Nakskov Fjord registreret både fortidsminder og kulturarvsarealer, men det er indledningsvist vurderet, at projektet ikke vil have nogen negative konsekvenser for disse. Derimod vil projektet have en positiv påvirkning af kulturarvsarealet i Nakskovs gamle bydel, da oversvømmelsesrisikoen vil være stærkt reduceret.



Figur 15-7: Fredede fortidsminder og kulturarvsarealer i nærområdet for projektet.

16. MYNDIGHEDER OG LEDNINGSEJERE

16.1 Myndigheder og myndighedsbehandling

For at få et overblik over nødvendige miljøundersøgelser/-vurderinger og myndighedstilladelser er der udarbejdet en indledende myndighedsplan, som er vedlagt i Bilag 2. Myndighedsplanen dækker samtlige projektfaser til og med udførelsesfasen.

Tilblivelsen af myndighedsplanen er baseret på konkret viden om nødvendige miljøvurderinger samt omfang og typer af myndighedstilladelser fra andre sammenlignelige projekter med udgangspunkt i nuværende kendskab til stormflodssikringsprojektet. Det understreges derfor, at den løbende skal opdateres igennem projektets faser i takt med at vidensniveauet øges, og en endelig udgave kan derfor først forventes at foreligge ved udbud af projektet.

Myndighedsplanen indeholder for nuværende kun i begrænset omfang tidspunkter for udførelse, for indsendelse af ansøgninger og modtagelse af tilladelse. Alle de manglende tidspunkter bør indarbejdes snarest for skabe tilstrækkeligt overblik over tidslinjen, så projekttidsplanen kan opdateres herfor, og det sikres, at f.eks. ansøgning og tilladelser hhv. sendes og modtages rettidigt, således projektets kan gennemføres jf. tidsplanen.

Myndighedsplanen, eller nærværende afsnit, indeholder ikke en nærmere beskrivelse af de enkelte vurderinger og ansøgningers indhold og omfang.

16.2 Ledningsejere

Der er i nærværende projektfase ikke foretaget koordinering af eksisterende og evt. nye ledninger med ledningsejerne. Koordineringen forventes startet op under udarbejdelsen af projektforslaget, når detaljeringensniveauet er tilstrækkeligt til en egentlig koordinering og dialog med ledningsejerne.

Da projektet ikke er særligt forsyningstungt, ej heller ift. afledning af regnvand, forventes indsatsen til koordinering kun at omfatte:

- Tilslutning af el for forsyning til primært skydeportens drivværk samt belysning og signalanlæg mv.
- Tilslutning af fiberforbindelse til styring af skydeport mv.
- Evt. tilslutning af brugsvand til det sydlige landfæste – det er uafklaret om der er behov for brugsvand i relation til driften af skydeporten.
- Evt. tilslutning til eksisterende vejafvanding for det nordlige landfæste og drænledning bag diget. Afvanding af nordligt landfæste og drænvand kan dog potentielt udledes til fjorden/havnen.
- Omlægning af eksisterende vejafvanding for Strandpromenaden.

Afvanding af det sydlige landanlæg og tilhørende adgangsvej forventes udledt direkte til recipienten (fjord/havn). Derfor forventes der ingen ledningskoordinering vedr. dette, dog skal der søges udledningstilladelse som indeholdt i myndighedsplanen.

17. BÆREDYGTIGHED

I forbindelse med udarbejdelsen af dispositionsforslaget er bæredygtighed ikke behandlet.

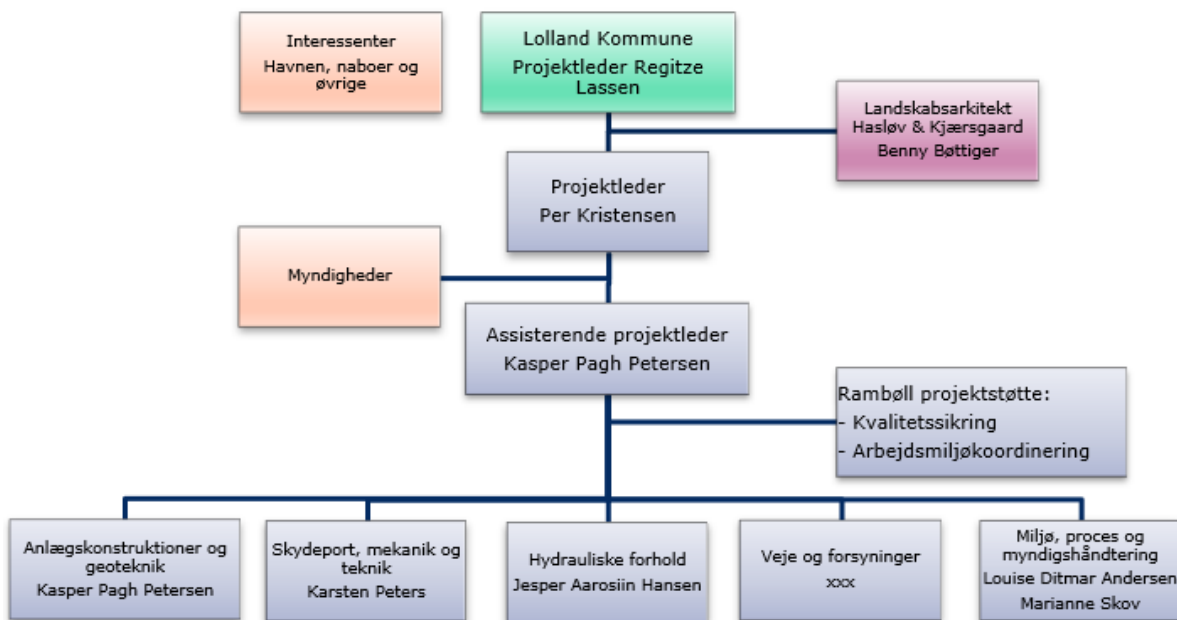
Det skal snarest, og gerne inden igangsætning af projektforslagsfasen afklares og aftales om Lolland Kommune har ønsker og krav om bæredygtighed i projektet, i så fald hvilke evt. særlige krav til bæredygtighed de måtte have, ligesom specifikke mål skal defineres, herunder eventuelle krav om certificering.

Såfremt der ønskes certificering, så anbefales det for dette projekt at anvende CEEQUAL, der er en international anerkendt certificeringsordning særligt udarbejdet for anlægs-, infrastruktur- og landskabsprojekter. CEEQUAL kan også anvendes på projekter, hvor der ikke er ønske om bæredygtighedscertificering, men det i stedet anvendes som inspirationsbase og rettesnor for de emner, der måtte ønskes behandlet.

Det understreges, at det fortsat ikke er et krav fra myndighedernes side med bæredygtighedscertificering af nye projekter, og det er således op til den enkelte bygherre, om og i hvilket omfang bæredygtighed skal implementeres i projektet.

18. PROJEKTSTYRING, ORGANISATION OG TIDSPLAN

Projektets organisationsdiagram er angivet i Figur 18-1. Kommunikationsvejene følger hierarkiet i organisationsdiagrammet.



Figur 18-1: Projektets organisationsdiagram.

Der afholdes som udgangspunkt digitale bygherremøder hver 2. uge. I forbindelse med afleveringer og ved behov aftales der supplerende, særskilte møder. Efter aftale afholdes møder fysisk i Nakskov.

Lolland Kommune står for interessenthåndtering og planlægger og afholder selv borgermøder mv. og inddrager rådgiver efter behov og ønsker.

Den direkte dialog med myndighederne varetages i udgangspunktet af Rambølls projektleder med assistance fra fagledere for miljø, proces og myndighedshåndtering. Hvor det er Lolland Kommune som er myndighed, håndteres dialogen efter aftale gennem Lolland Kommunes projektleder.

Lolland Kommune har lavet aftale med en landskabsarkitekt, som bidrager til projektets udtryk og indarbejdelse i landskabet. Efter aftale med Lolland Kommunes projektleder koordinerer Rambøll via projektlederen med landskabsarkitekten.

For udveksling af dokumenter på projektet er der oprettet en OneDrive folderstruktur. Der benyttes dog også e-mails til udveksling af informationer.

Tegninger afleveres som udgangspunkt i pdf, men kan efter ønske også afleveres digitalt i DGN (Microstation) og/eller DWG (AutoCad) format. Ved aflevering i DWG-format skal der påregnes tid til konvertering.

Bygherrens projektbeslutninger og -godkendelser føres til protokol i en Mødelog (beslutningslog) på bygherremøderne. Mødeloggen opdateres løbende med udestående, uafklarede punkter i takt med at de opstår. Mødeloggen fungerer derved også som værktøj til at præcisere og definere projektet og sikre fremdrift.

Ved større projektændringer føres disse til protokol i en Ændringslog.

Det er rådgiverens ansvar at opdatere Mødelog og Ændringslog efter hvert bygherremøde og herefter dele den med bygherren. Det er bygherres ansvar løbende at orientere sig i Mødelog og Ændringslog og forholde sig til uafklarede punkter forud for bygherremøderne.

Der udføres intern kvalitetssikring ved rådgiver iht. normalt niveau.

Rådgiverens ydelser under udførelsen i form af byggeledelse, fagtilsyn og opfølgning er ikke aftalt endnu med bygherren. Aftale om dette forventes først at være relevant for begge parter i forbindelse med udbuddet.

18.1 Projekttidsplan

Der er udarbejdet en projekttidsplan, vedlagt i Bilag 3, som dækker alle kendte processer og aktiviteter i hele projektets forløb til og med aflevering af det udførte projekt. Projekttidsplanen afspejler det aktuelle vidensniveau om projektførelsen. Det understreges at projekttidsplanen løbende udvides og opdateres i takt med at detaljerings- og vidensniveauet øges på projektet.

Jf. nuværende projekttidsplan forventes projektet nogenlunde at forløbe som følgende:

- Udarbejdelse af dispositionsforslag: maj til august 2022
- Udførelse af supplerende undersøgelser: juli til december 2022
- Udarbejdelse af projektforslag: december 2022 til marts 2023
- Udarbejdelse af lokalplan: august 2022 til april 2023
- Udarbejdelse af miljøvurderinger inkl. undersøgelser: juli 2022 til september 2023
- Indsendelse af kystbeskyttelsesansøgning: september 2023
- Modtagelse af godkendelse for kystbeskyttelse: februar 2024 (bedste gæt)
- Udarbejdelse af udbudsprojekt: april til oktober 2023
- Udbud og kontrahering: november 2023 til maj 2024
- Udførelse: maj 2024 til februar 2026

19. RISIKOANALYSER

19.1 Risikoanalyse for tid, kvalitet og økonomi

Der er udført en indledende, foreløbig risikoanalyse for tid, kvalitet og økonomi på projektet. Listen skal ses som en ikke-udtømmende oversigt over mulige risici, der skal arbejdes videre med i næste projektfase.

Tabel 19-1: Risikoanalyse – Lolland Kommune (LK) og Rambøll (RDK).

ID	Risiko	Beskrivelse og kommentarer	Afhjælpning
1	Forventningsafstemning ml. RDK og LK.	Ikke afstemte forventninger omkring leverancer mellem LK og RDK. Risikoen for at LK og RDK ikke har samme forventning.	Tale åbent og ærligt omkring forventninger, behov og interne processer.
2	Geotekniske undersøgelser forsinkes.	Risiko for omprojektering efter afslutning af projektforslag med risiko for indflydelse på tidsplan og økonomi.	Den foreløbige tidsplan for gennemførelse af geotekniske undersøgelser er robust, men der bør ved invitation af tilbudsgivere sikres at disse har tid til at gennemføre borearbejdet. Konsekvent opfølgning med udførende boreentreprenør under udførelse.
3	Miljøvurderinger påviser væsentlig påvirkning af Natura 2000-områder.	Væsentlig påvirkning af Natura 2000-områder kan betyde at projektet ikke kan gennemføres, og at der derfor skal afsøges alternativer. Har stor indflydelse på både tidsplan og økonomi.	Kan mitigeres ved at projektforslag gennemføres i tæt samarbejde med gennemførelse af miljøundersøgelser så evt. problemstillinger håndteres undervejs.
4	Tilladelse til etablering af kystbeskyttelse forsinkes	Har stor indflydelse på både tidsplan og økonomi.	Forhåndsdialog med godkendende myndighed for opbygning af deres forståelse af projektet og indsamling af deres evt. bemærkninger. Rettidig indsendelse af ansøgning.
5	Tilladelse til etablering af kystbeskyttelse påklages	Klager kan have opsættende virkning med deraf følgende forsinkelser på projektet og meromkostninger.	Information af og tidlig inddragelse af interessenter som potentielt vil klage over afgørelse for deres involvering og forståelse af projektet.
6	Borger- og interessantinddragelse	Utilstrækkelig eller uhensigtsmæssig inddragelse af borgere og interessenter kan skabe utilfredshed med projektet. Konsekvensen kan være overskridelse af tidsplan og økonomi.	Information og tidlig inddragelse af borgere og interessenter, særligt de direkte naboer, for deres involvering og forståelse for og af projektet.

7	Arkæologiske undersøgelser	Kan have indflydelse på tidsplanen, hvis myndigheden kræver at der udføres arkæologiske undersøgelser.	Forhåndsdialog med relevante myndigheder. Udførelse af evt. arkæologiske undersøgelser i god tid inden udførelse.
8	Manglende kapacitet eller kvalifikationer hos entreprenør. Den vindende entreprenør udviser manglende kompetencer under udførelsen.	Kan have indflydelse på både tidsplan og økonomi.	Opstilling af relevante PQ-kriterier for udvælgelse af de bydende, samt skarpe, projektspecifikke kriterier for tildeling af kontrakt, som bør tildeles ud fra kriteriet, bedste forhold mellem pris og kvalitet, hvor kvaliteten bør veje tungt. Åben og tæt dialog mellem entreprenør, byggeledelse og fagtilsyn under udførelsen så evt. forsinkelser og økonomiske overskridelser håndteres rettidigt.
9	Arbejdsulykker, særligt for arbejde på/omkring vand	Arbejdsulykker og potentielt tab af menneskeliv.	Der udvises omhu under projekteringen i form af tæt samarbejde mellem projekterende og AMK-P, der udarbejdes PSS, særligt angående arbejde fra flåde og dykkerarbejde. Der følges grundigt op på overholdelse i udførelsesfasen.
10	Støj og vibrationer under udførelse	Risiko for at myndighedskrav til undervandsstøj og vibrationer begrænser anlægsmetoder og anlægsperioder, grundet hensyn til dyreliv. Kan have indflydelse på tidsplanen.	Tydlig angivelse af krav i udbudsmaterialet, herunder krav til blød opstart og anvendelse af pinger mv. for installation af spuns, så entreprenøren vil kunne tilrettelægge sit arbejde i henhold til kravene.
11	Coronavirus	Pandemi blusser op igen med mere sygdom som følge samt besværliggør koordinering under projektering + giver udfordringer for udførelsen. Kan have indflydelse på tidsplan og økonomi.	I hver projektfase opdateres tidsplan og økonomi, så de afspejler situationen og de evt. udfordringer der opstår.
12	Inflation	Stigende materialepriser	I hver projektfase opdateres økonomi, så denne altid afspejler situationen og de aktuelle markedspriser bedst muligt.
13	Materiemangel	Leveringsproblemer kan have indflydelse på tidsplan og økonomi	I hver projektfase opdateres økonomi, så denne altid afspejler situationen og de aktuelle markedsforhold bedst muligt.

19.2 Risikoanalyse for svigt af sikring og skibspåsejling

Stormflodssikringer er altid omfattet af en vis risiko for svigt. Det kan være kollaps af et dige eller en højvandsmur, der under stormflod svigter og resultere i mindre eller større oversvømmelser af de arealer og aktiver de skulle beskytte. Risikoen for svigt øges når en del af sikringen, som i dette projekt, udgøres af en mekanisk lukning – i dette tilfælde skydeporten.

For dette projekt vil der endvidere også være risiko for, at landanlæggene ved den daglige drift af Nakskov Havn samt porten under stormflod, påsejles af et større transportskib. En påsejling kan selvfølgelig både give mindre og større skader på konstruktionerne, og de kan være så omfattende, at det får betydning for den samlede sikring mod oversvømmelse. Dette f.eks. hvis anlagskonstruktionen eller portkammeråbningen påsejles så skydeporten ikke kan lukke helt eller delvist. Dette vil, udover bekostelig opretning af skaderne, også kunne resultere i at Nakskov By oversvømmes.

Risikoen for både svigt af sikringen og påsejling af konstruktionerne er ifm. med udarbejdelse af dispositionsforslaget ikke analyseret. Det anbefales, at der udarbejdes risikoanalyser for disse to risici, da de, hvis de indtræffer, vil have omfattende konsekvenser.

Risikoanalyserne bør laves på baggrund af forskellige scenarier med forskellige tiltag for minimering af risikoen, hvor de økonomiske konsekvenser tages i regning, både skadesomkostninger og omkostninger til reduktion af risikoen. På baggrund af risikoanalyserne kan der for projektet vælges den løsning/risiko som afspejler et af byherren valgt acceptkriterium, og på den måde sikres det også, at der ikke indarbejdes unødigt sikkerhed mod svigt og skader.

I sammenhæng med ovenstående er det vigtigt at understrege, at oversvømmelse som følge af overskridelse af sikringsniveauet (en større stormflodshændelse end designet for rammer Nakskov Fjord), ikke er at betragte som svigt af stormflodssikringen.

20. ENTREPRISE- OG UDBUDSFORM

20.1 Entrepriseform

Det samlede projektet anbefales udbudt i én Totalentreprise, omfattende samtlige anlægskonstruktioner, det nordlige dige og skydeporten med alle mekaniske dele og styreenheder samt forsyninger mv.

Anbefalingen om at udbyde det i Totalentreprise fremfor f.eks. i Hovedentreprise skyldes den komplekse sammenhæng mellem anlægskonstruktionerne og den mekanisk bevægelige skydeport, som kræver særlig koordinering af grænsefladerne mellem disse, samt behovet for specialister til detailprojektering af porten og dens mekanik og styring. En sådan specialistviden er ikke tilgængelig indenfor de mere almindelige rådgivningsvirksomheder i Danmark, og der er heller ikke kendskab til øvrige virksomheder med denne viden og kompetence inden for landets grænser, for sikringsløsninger af denne størrelse. Disse vil forventeligt skulle findes i Tyskland eller Holland hvor anvendelse af skydeportsløsningen er udbredt og mere kendt.

For udbud i en Totalentreprise overdrages projekteringsansvaret til den udførende Totalentreprenør, og der vil fra Lolland Kommunes side (ved Rambøll) således ikke blive foretaget en detailprojektering af projektet. For udbuddet af projektet er det aftalt, at projektet viderebearbejdes til projektforslagsniveau, hvor der gennemføres projektering af de enkelte anlægskonstruktioner og porten, som skal sikre at projektet er gennemførligt og sikres at være bygbar – dog ikke detailprojektering som forklaret.

På baggrund af det udarbejdede projekt udarbejdes der et udbudsmateriale, som udover de kontraktuelle betingelser, beskriver de overordnede krav til geometri, form, udtryk, materialer og funktion samt evt. restriktioner ifm. udførelsen. Til at understøtte beskrivelserne udarbejdes der tegninger for samtlige af de overordnede konstruktioner, som tydeligt vil vise kravene og illustrere bygbarheden af konstruktionerne overfor den udførende. Tegningerne vil dog ikke i detaljer give det endelige detaljeringniveau.

20.2 Udbudsform

Totalentreprisen anbefales udbudt i et EU-udbud under betingelserne angivet i Udbudsloven. Udbudsloven implementerer udbudsdirektivet, direktiv 2014/24/EU, men indeholder også en række danske særregler, som ikke er at finde i udbudsdirektivet.

Det anbefales at udbyde projektet med prækvalifikation og kontrakt efter forhandling.

Udvælgelse af prækvalifikationsansøgere bør ske på baggrund af deres økonomiske og finansielle kapacitet samt vurdering af deres tekniske og faglige kapaciteter, hvor sidstnævnte bør være baseret på aflevering af relevante referencer. Iht. Udbudsloven skal der udvælges og inviteres fem (5) bydende til at afgive tilbud. Hvis antallet af ansøgere er under 5, eller hvis der er mindre end 5 som opfylder mindstekrav, så skal der blot inviteres kvalificerede ansøgere.

Ved forhandling med de bydende bør der forhandles med alle bydende. Det er selvsagt i skrivende stund ikke klart, hvad der som udgangspunkt kan forhandles om, men det vurderes, at projektets kompleksitet gør at forhandling er relevant for opnåelse af det bedst mulige projekt til den rette pris. Det bør dog indarbejdes muligheden for at tildele kontrakt på baggrund af de bydendes

indledende tilbud uden forhandling, i det tilfælde, hvor der bliver afleveret gode og kvalificerede indledende tilbud. Dette er i Lolland Kommunes interesse, da det vil presse de bydende til at levere et gennearbejdet og retvisende indledende tilbud – de kan så at sige ikke afvente resultatet af 1. runde for så i 2. runde at levere deres egentlige tilbud. Denne mulighed for at tildele kontrakt efter indledende tilbud angives i udbudsmaterialet.

Tildeling af projektet bør være til den af de bydende, der afgiver det økonomisk mest fordelagtige tilbud ud fra kriteriet "bedste forhold mellem pris og kvalitet". Det anbefales, at udbuddet ikke er en ren priskonkurrence, da udførelsen af portkonstruktionen er forholdsvist kompleks, og derfor bør tildelingen delvist være baseret på vurdering af, hvem af de bydende der har de bedste kvaliteter.

Da projektet er komplekst, vil tilbudsindsatsen for de bydende entreprenører formentlig være betragtelig, især hvis der i udbuddet bedes om omfangsrige beskrivelser og redegørelser af de tilbudte løsninger. Det anbefales derfor, at Bygherren yder en økonomisk kompensation for de bydende entreprenørers indsats, såfremt de afgiver tilbud.

20.2.1 Udbudsmaterialet

For at give et indblik i omfanget af udbudsdokumenter til en Totalentreprise er der nedenfor oplyst de primære dokumenter, men ikke deres evt. bilag:

- 1) Bestemmelser om udbud og tilbud – BUT
Beskriver f.eks. Udbudsform, PQ, Udbudstidsplan & -materiale, Tildelingskriterier & -model m.v.
- 2) Kontrakt (oplæg)
- 3) Særlige betingelser inkl. udbudstidsplan – SB
Beskriver betingelser for gennemførelsen – Der bør anvendes ABT18 (Almindelige Betingelser for Totalentreprise).
- 4) Generel projektbeskrivelse
Beskriver projektet og dets grænseflader, myndighedsforhold, stedlige forhold, arbejdspladsforhold, krav til projektering og dokumentation, projektweb m.m.
- 5) Teknisk Kravspecifikation – Anlægsarbejder og Port
Beskrivelse af de tekniske krav til udførelsen af anlægsarbejder samt porten. Bør deles op i to selvstændige dokumenter
- 6) Tilbudsliste – TBL
- 7) Plan for sikkerhed og sundhed – PSS
- 8) IKT-Ydelsesbeskrivelse
- 9) Udbudstegninger

10) Bilag

Eksisterende materiale, evt. myndighedsforhold og -tilladelser, geotekniske undersøgelser, m.v.

21. PROCEDUREBESKRIVELSE VED STORMFLOD

Nærværende afsnit beskriver foreløbig anbefalet procedure for lukning af skydeporten ved stormflod i Nakskov Fjord.

Proceduren er beskrevet på et overordnet niveau, og bør ved afslutningen af projektforslaget opdateres til en endelig udgave, som kan danne grundlag for udbuddet, så det sikres, at den ønskede og aftalte procedure til lukning af porten også implementeres i projekteringen.

For beskrivelse af port, portkammer, drivværk til åbning og lukning mv. henvises der generelt til afsnit 6 og 7. For operation og styring af porten samt varsling af lukning henvises der specifikt til afsnit 7.2 og 7.3.

Den nedenfor beskrevne procedure for lukning af porten starter ved varsling af stormflod i de indre danske farvande over et givent stormflodsniveau. På nuværende tidspunktet er der ikke aftalt et endeligt stormflodsniveau som kriterie for iværksættelse af procedure for lukningen, men det vurderes foreløbigt, at niveauet vil være i størrelsesordenen +1,40 m, da det er oplyst til at være den laveste kote på kajerne i havnen. Det bemærkes, at dette niveau ikke er at sammenligne med lukkekriteriet som bestemt/anbefalet i afsnit 5. Den eller de driftsansvarlige skal derfor være opmærksomme på varslinger, som udsendes af DMI, således at procedurerne bliver overholdt og iværksat rettidigt.

21.1 Procedure for lukning af porten

Før/forberedelse for stormflodshændelsen:

- 1) Kontrol af at portåbning er fri for genstande, der kan forhindre lukning
- 2) Test af motorer og mekanik ved start af disse
- 3) Evt. test af at porten kan lukke ved at køre en mindre distance frem og tilbage med porten
- 4) Mobilisering og anstilling af nødgenerator inkl. dieseltank i tilfælde af forsyningssvigt

Under stormflodshændelsen:

- 5) Overvågning af at porten er korrekt lukket

Efter stormflodshændelsen:

- 6) Kontrol af at vandstand på inder- og yderside af porten er ens
- 7) Kontrol af at portåbningen er fri for genstande, der kan forhindre åbning af porten

21.1.1 Nødlukning

Som beskrevet i afsnit 7.8.2 anbefales det, at der etableres nødforsyning til lukning af porten, hvilket vil reducere risikoen for fejl signifikant.

Hvis der derimod sker andre typer af fejl, så som nedbrud på mekaniske dele, så vurderes det umiddelbart at porten er af en sådan størrelse at nødlukning ikke kan foretages med simple foranstaltninger. Der er dog ikke lavet en nærmere afsøgning af muligheden for at foretage nødlukning, hvorfor dette skal undersøges nærmere.

21.1.2 Fejl ved åbning af porten

Ved åbning af porten efter endt stormflodshændelse er det særligt vigtigt at porten åbner når vandstanden på hhv. fjord- og havnesiden er ens, da det ellers vil resultere i en mindre flodbølge (stor strømning) afhængig af vandstandsdifference. Skulle den manglende åbning skyldes fejl i styringen, så er det selvfølgelig muligt manuelt at åbne porten. Misser man det tidsvindue hvor porten kan åbnes sikkerhedsmæssigt forsvarligt skal det sikres, at vandet på havnesiden kan ledes ud på fjordsiden. Derfor anbefales det at der installeres skodder i porten, som manuelt kan åbnes fra toppen af porten. Skodderne bør være dobbeltsikret så en fejl i disse ikke resulterer i oversvømmelser.

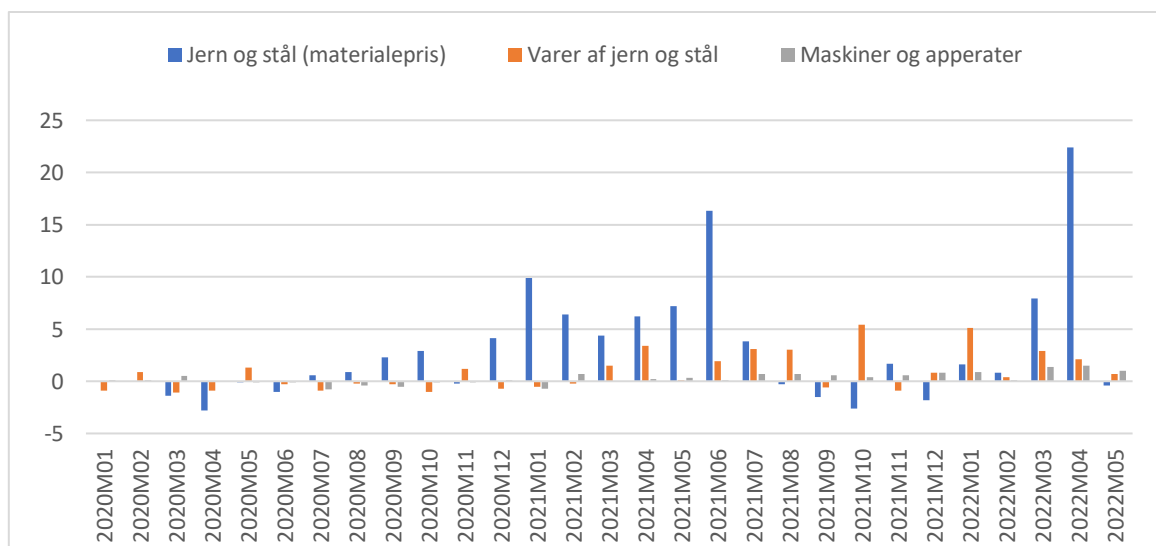
22. ANLÆGSOVERSLAG

Der er i skitseprojektet af september 2020 (ref. /A4/) udarbejdet et anlægsoverslag med udgangspunkt i daværende viden om projektets overordnede geometri og kompleksitet. Siden da er der sket væsentlige prisstigninger samtidig med at vidensniveauet på projektet er bragt op på et højere niveau, og dette har afstedkommet en justering af anlægsoverslaget, som er præsenteret i det følgende.

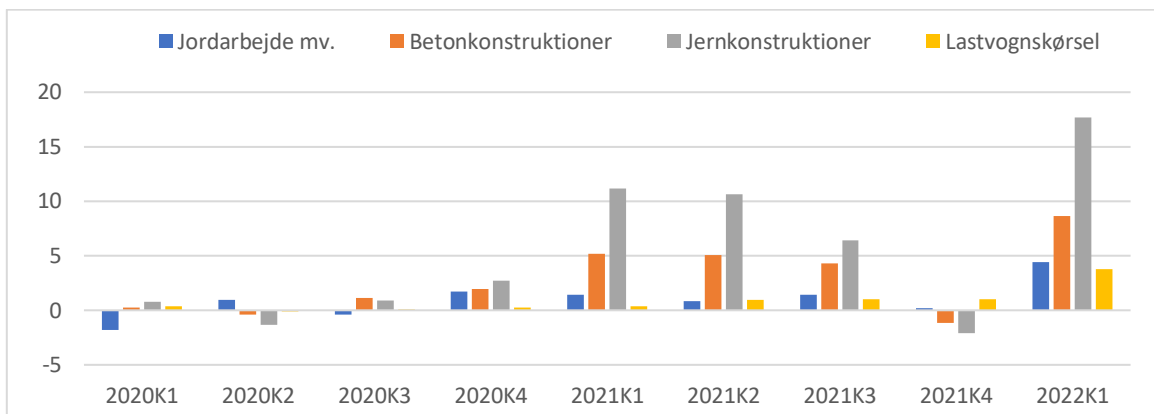
22.1 Justering grundet generel prisudvikling

Prisudviklingen på materialer og arbejder for anlægsprojekter er hentet på Danmarks Statistik: <https://www.statistikbanken.dk/>.

I Figur 22-1 og Figur 22-2 er de generelle prisstigninger for materialer og arbejder fra 1. kvartal 2020 til medio 2022 præsenteret. Disse giver et billede af hvor meget priserne er steget gennem perioden. Bemærk at graferne indikerer prisændringen fra den/det foregående måned/kvartal.

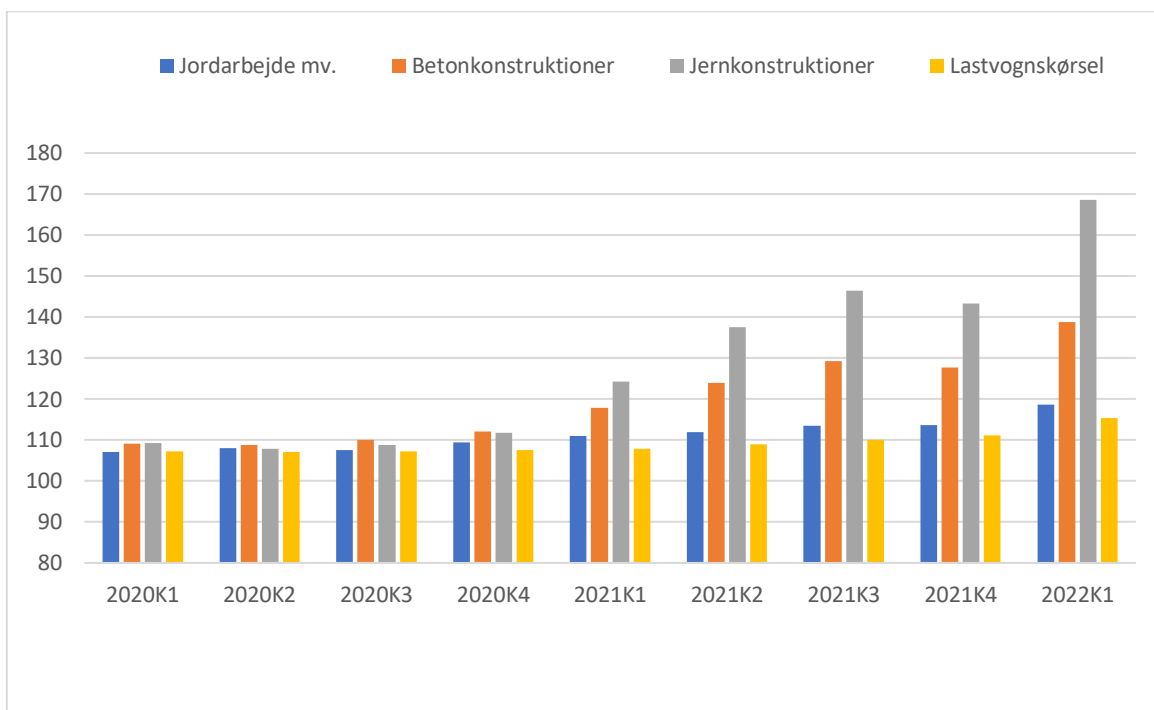


Figur 22-1: Procentuel udvikling måned for måned for materialer og varer. Kilde: <https://www.statistikbanken.dk/>



Figur 22-2: Procentuel udvikling kvartal til kvartal for arbejder pr. konstruktionstype. Kilde: <https://www.statistikbanken.dk/>

Af Danmarks Statistik er der også hentet ændringer i prisindekset for forskellig arbejder – Referenceår 2015 = indeks 100. Som det ses i Figur 22-3 er der taget udgangspunkt i perioden fra 1. kvartal 2020 til 1. kvartal 2022, som er seneste opgørelse tilgængelig på tidspunktet for udarbejdelse af dispositionsforslaget. Af grafen ses det, at der igennem 2020 var et prisindeks på ca. 110 ift. 2015. Fra 1. kvartal 2021 er indekset generelt steget, og i 1. kvartal 2022 var prisindekset mellem 120 og 170 for de præsenterede arbejder og ydelser.



Figur 22-3: Prisindeks for forskellig arbejder – referenceår 2015. Kilde: <https://www.statistikbanken.dk/>

Baseret på prisindekset i Figur 22-3 er der i Tabel 22-1 udarbejdet den procentvise prisstigning på relevante arbejder ift. skitseprojektet (ref. /A4/), som er udarbejdet 3. kvartal 2020. Af tabellen ses det tydeligt, at der er sket en signifikant prisstigning på arbejder indeholdt i projektet. Særligt er stålpriserne steget voldsomt (se Figur 22-1), og det har haft en afgørende betydning på prisen på udførelse af stålkonstruktioner, som siden 3. kvartal 2020 er steget ca. 55%.

Tabel 22-1: Prisstigning i procent fra 3. kvartal 2020 til primo 2022 samt præsentation af valgte korrektionsfaktorer til brug for justering af anlægsoverslaget.

Arbejde	Stigning fra 3. kvartal 2020 til 1. kvartal 2022 (%)	Korrektionsfaktor anvendt til opjustering af anlægsoverslag
Jordarbejde mv.	10	1,10
Betonkonstruktioner	26	1,25
Jernkonstruktioner	55	1,40 for anlægskonstruktioner af stål 1,50 for selve porten

De voldsomme prisstigninger er generelt drevet af to forhold. Det første som følge af corona-krisen, der med massive nedlukninger af produktioner og containerhavne i Kina var med til at øge efterspørgslen og presse priserne i vejret. Netop som markederne igen var ved at stabilisere sig indtraf krigen i Ukraine, som bl.a. har sendt stålpriserne på himmelflugt. Krigen i Ukraine er hovedårsagen til de voldsomme prisstigninger i første halvdel af 2022.

Det vurderes, at prisbilledet for stål og stålarbejder lige nu generelt er på et ekstremt højt niveau -- men det vurderes lidt forsigtigt, at markedet over de næste 1 – 2 år vil stabilisere sig, og at priserne vil begynde at falde igen. Det er derfor valgt at begrænse korrektionsfaktoren for anlægskonstruktioner af stål og selve stålporten til hhv. faktor 1,40 og 1,50, da det vurderes at prisstigningen ikke vil være helt så markant når projektet skal gennemføres.

Faktorerne for beton- og jordarbejde er sat til den samme som prisudviklingen, da prisudviklingen vurderes mere stabil, og ikke i nær så høj grad påvirket af situationen i Ukraine.

Ovenstående faktorer for prisudviklingen er brugt til at justere enhedspriserne i det oprindelige anlægsoverslag fra ref. /A4/, samt til justering af generelle erfaringspriser fra tidligere projekter, hvor Rambøll ikke har priser fra nyere projekter (2022).

Anlægsoverslaget er opdateret med flere detaljer og arbejder, som ikke har været belyst i skitseprojektet. Dette skyldes at der er blevet skabt mere viden om projektet, som belyser et højere kompleksitetsniveau samt detaljeringsgrad end tidligere. Dette, sammen med opjustering af enhedspriser, giver alt andet lige et noget højere anlægsoverslag end i skitseprojektet (ref. /A4/).

F.eks. kan nævnes at der er tilføjet det nordlige dige samt hævnning af Strandpromenaden, som begge ikke var medtaget i forrige anlægsoverslag. Derudover er der f.eks. også tilkommet ledeværker i anlægsoverslaget.

22.2 Opdateret anlægsoverslag

På baggrund af prisjusteringer og tilføjelser nævnt i afsnit 22.1 er opstillet et opdateret anlægsoverslag som vist i Tabel 22-2. Særligt prisstigningerne på stålarbejder påvirker markant overslaget på stormfoldssikringen ift. overslaget afrapporteret i ref. /A4/.

Tabel 22-2: Opdateret anlægsoverslag

Hovedpost	Betegnelse	Overslag i alt [DKK eks. Moms]
1.	STÅLPORT OG VOGNE TIL PORT (produktion, levering og installering)	78.725.000
2.	PORTKAMMER (vægge, afstivning, bundplade, udgravning, aptering)	84.991.000
3.	BUNDKONSTRUKTION OG SEJLENDE (fundering, beton, udgravning, erosionsbeskyttelse)	34.080.000
4.	LANDANLÆG (NORD OG SYD) OG OPFYLD (opfyld/landinvinding, spunsarbejder, beton, belægninger)	33.096.000
5.	DIGE (jordarbejder, afvanding, vej)	3.682.000
6.	TEKNIK TIL PORT (strøm, forsyning, teknikhus, belysning)	21.950.000
7.	LEDEVÆRKER (fundering, stålarbejder)	5.370.000
Delsum for entreprenørarbejde		261.894.000
A.	Arbejdsplads, mobilisering og vejrlig (7%)	18.333.000
B.	Øvrige arbejder 8%	20.951.000
Delsum for entreprenørudgifter		301.178.000
C.	Uforudsete udgifter (15 %)	45.177.000
D.	Projektering og forundersøgelser (7%)	21.082.000
Pris i alt		367.437.000