

August 2017

## LINDERUPVEJ HØJVANDSBESKYTTELSE

Dispositionsforslag



FREDERIKSSUND  
KOMMUNE

---

**PROJEKT**

Linderupvej højvandsbeskyttelse  
Dispositionsforslag  
Frederikssund Kommune

---

---

---

Projekt nr. 227568  
Dokument nr. 1223551168  
Version 2  
Udarbejdet af SSC/ABI  
Kontrolleret af PFKL  
Godkendt af JAD

---

---

**INDHOLD**

<b>1</b>	<b>Sammenfatning og anbefaling.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Eksisterende forhold.....</b>	<b>1</b>
2.1	Områdebeskrivelse.....	2
2.2	Nuværende kystmorfologi.....	3
2.2.1	Kronisk og akut erosion.....	4
2.3	Havoversvømmelse.....	5
2.4	Jordbundsforhold.....	8
2.5	Afstrømningsforhold i dag.....	8
2.5.1	Afvanding ved normale regnhændelser.....	8
2.5.2	Kraftig regn og skybrud.....	9
<b>3</b>	<b>Eksisterende Planmæssige forhold.....</b>	<b>12</b>
3.1	Naturbeskyttelse.....	12
3.2	Kommuneplanforhold.....	13
3.2.1	Rammeområder.....	13
3.2.2	Kommuneplanens retningslinjer:.....	16
3.2.3	Andre forhold.....	17
3.2.3.1	Jordforurening.....	17
3.2.3.2	Drikkevandsinteresser.....	17
3.2.3.3	Særligt Følsomme Landbrugsområder.....	18
3.2.3.4	Lavbundsarealer.....	19
3.2.3.5	Å-beskyttelse.....	19
3.2.3.6	Skovbyggelinje.....	20
3.3	Lokalplanforhold.....	20
3.3.1	Lokalplanernes indhold.....	21
3.3.2	LP2.....	21
3.3.3	LP23.....	21
3.3.4	LP41.....	22
3.4	Øvrige bindinger: Kystnærhedszone.....	22
<b>4</b>	<b>Kystbeskyttelse.....</b>	<b>23</b>
4.1	Overordnede udfordringer og løsningsforslag.....	23
4.2	Designforudsætninger.....	24
4.2.1	Vandstand.....	24
4.2.2	Fremtidig landhævning.....	25
4.2.3	Fremtidigt klima.....	26
4.2.4	Strømforhold.....	27
4.2.5	Bølgepåvirking.....	27
4.2.6	Sikringsniveau.....	29
4.3	Design af kystbeskyttelse.....	30
4.3.1	Sikringsniveau, landskabsforhold og funktion.....	30

---

---

**INDHOLD**

4.3.2	Placering og udstrækning .....	31
4.3.2.1	Vestlige dige .....	31
4.3.2.2	Højvandsmur Linderupvej .....	32
4.3.2.3	Dige nord .....	32
4.3.2.4	Højvandsmur Byvej .....	33
4.3.2.5	Dige Syd .....	33
4.3.3	Afstrømningsforhold efter etablering .....	33
4.3.4	Materialer .....	35
4.3.5	Generel opbygning og tværsnit .....	36
4.4	Anlægsoverslag .....	37
<b>5</b>	<b>Konsekvenser .....</b>	<b>38</b>
5.1	Anlæg .....	38
5.2	Naturbeskyttelse .....	38
5.3	Planforhold .....	39
5.4	Landskab og visuelle forhold .....	39
5.5	Økonomiske konsekvenser .....	40
5.6	Kysttekniske konsekvenser .....	40
5.7	Afstrømningsmæssige konsekvenser .....	40
	<b>Referencer .....</b>	<b>41</b>

---

## 1 SAMMENFATNING OG ANBEFALING

I forbindelse med Frederikssund Kommunes klimatilpasningsplan, er Frederikssund Nord udpeget som et højt prioriteret risikoområde for stormflod, hvor Frederikssund Kommune ønsker at forebygge havoversvømmelse ved at bygge en højvandsbeskyttelse langs med byzonegrænsen.

Projektområdet strækker sig fra Haldor Topsøes matrikel i vest til Linderupvejs afslutning i sydøst ved rundkørslen og videre syd til Ellehammervej. Placering af højvandsbeskyttelsen er begrænset af Natura2000-området nord for projektområdet.

NIRAS foreslår at bygge højvandsbeskyttelsen som et lerdige med stedvis højvandsmure og højvandsskot ved nuværende trafikale passager.

Bag diget etableres en grøft, der kan lede regnvand fra projektområdet. I tilfælde af stormflod, skal grøften også kunne opsamle bølgeoverskyl.

Ved rundkørslen på Byvej erstattes lerdiget af en højvandsmur med højvandsskot, som kan aktiveres ved varsel om stormflod. På den nordligste del af Linderupvej, er der en sti fra Linderupvej til naturområdet nord for vejen. Her erstattes diget af en højvandsmur, da der skal være plads til beredskab, og det skal undgås, at bygge stormflodsbeskyttelsen ud i Natura2000 området. En del af højvandsmuren udarbejdes som højvandsskot, der altid står åbent for ikke at hindre færdsel på stien og som kun vil blive lukket ved varsel om stormflod. Der vil derfor stadig være fuld mulighed for færdsel fra Linderupvej til stisystemet i naturområdet. Åbningen vil derudover kunne blive brugt som hydraulisk passage, i tilfælde af skybryd, hvor der kan ledes regnvand nordpå bort fra boligerne i projektområdet.

Forsyningen har ansvar for at lede regnvand bort fra projektområdet. I forbindelse med etablering af et dige, er det dog nødvendigt også at sikre at regnvand kan strømme væk fra projektområdet i tilfælde af kraftig regn eller skybryd, hvor vandet strømmer af i terrænet. Ved sammenhørighed af både kraftig regn eller skybryd og stormflod, kan det være nødvendigt med en pumpestation til at lede vand fra projektområdet og ud havværts for diget. Pumpestationen foreslås placeret ved højvandsmuren ved Linderupvej. Det vil dog kræve mere detaljerede beregninger at angive den nødvendige dimensionering på en egnet pumpe.

## 2 EKSISTERENDE FORHOLD

Frederikssund Kommune har en meget lang kyststrækning ud til Roskilde Fjord og Isefjord og er derfor sårbar overfor højvandshændelser. Frederikssund Kommune har derfor medtaget risikoen for havoversvømmelse i deres klimatilpasningsplan.

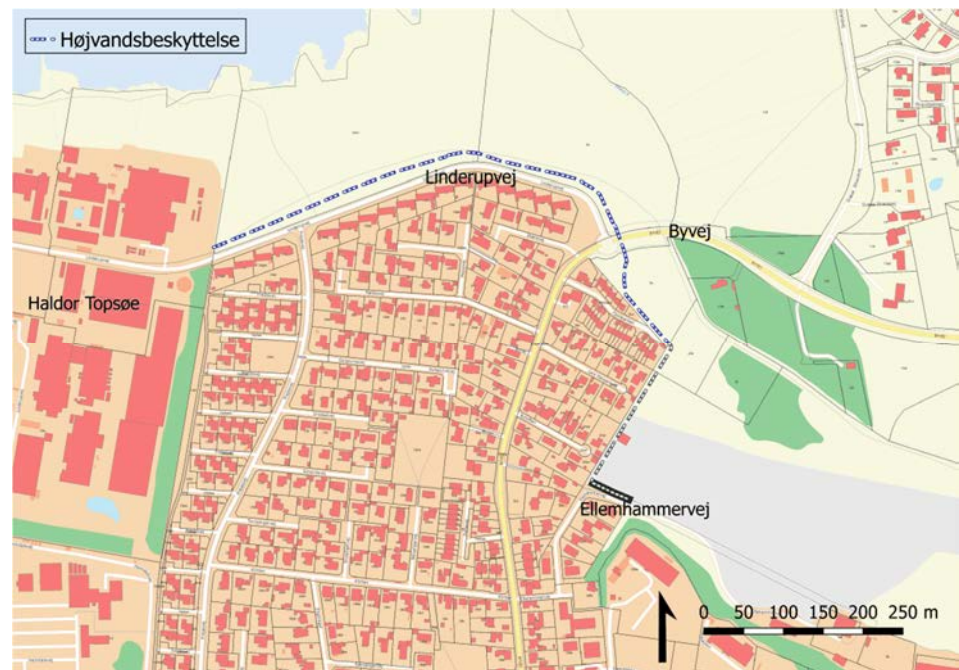
Et af de områder, der er oversvømmelsestruede, er Frederikssund Nord, hvor højvandshændelser kan oversvømme lavtliggende arealer ved kysten og arealer nær Græse Å, når havvandet trænger op i åen og videre ind i området. Frederikssund Kommune øn-

sker at forebygge dette ved at bygge en højvandsbeskyttelse langs med byzonegrænsen.

Alle koter og højder i det følgende refererer til meter i DVR90 referencesystemet (højder i forhold til daglig middel-vandstands niveau).

## 2.1 Områdebeskrivelse

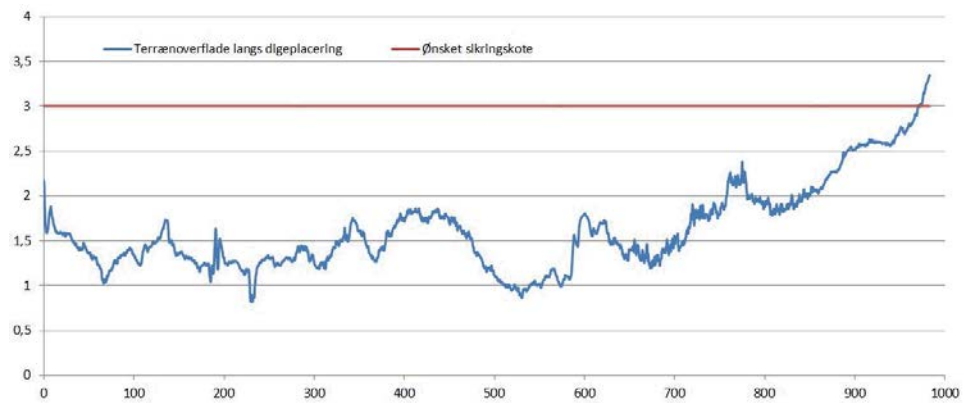
Projektområdets udstrækning fremgår af Figur 2.1. I figuren er placeringen af højvandsbeskyttelsen også vist.



Figur 2.1 Oversigtskort med matrikelgrænse (sort), veje (hvidt og gult), boliger (rød) og placering af ønsket højvandsbeskyttelse (blå stiplede linje).

Projektområdet strækker sig fra Haldor Topsøes matrikel i vest til Linderupvejs afslutning i sydøst ved rundkørslen og videre syd til Ellehammervej.

Der er stor terrænvariation mellem den vestlige og den østlige del af projektområde som vist i Figur 2.2. Langs med bygrænsen i den vestlige del er middelhøjden relative lav med en terrænoverflade på omkring +1,5 m DVR90. I den østlige del stiger terrænet op til +3 m DVR90.



Figur 2.2: Terrænoverflades højder, hvor højvandsbeskyttelsen er vurderet til at blive placeret fra Haldor Topsøe i vest til Ellehammervej i sydøst.

Ved etablering af et højvandsbeskyttelse er det vigtigt også at håndtere nedbørsafstrømning, da højvandsbeskyttelsen vil hindre den nuværende afstrømningsretning. Forhold omkring regnvand, beskrives nærmere i afsnit 2.6.

Placering af højvandsbeskyttelse er begrænset af Natura2000-områder nord for projektområdet, hvilket beskrives nærmere i kap 3.1.

## 2.2 Nuværende kystmorfologi

Kyststrækningen ud for projektområdet er såkaldt tilgroningsforland med fluktuerende kystlinje, der indikerer lav bølgeaktivitet. Kysten ligger relativt eksponeret mod nordøst og er beliggende lige nord for en indsnævring af Roskilde Fjord.

Ved analyse af ortofoto fra 1954 og 2016 fra Danmarks Miljøportal er kystlinjen sammenlignet, se Figur 2.3. Den blå linje angiver kystlinjen i 1954 og sammenlignes med kystlinjen i 2016. Der kan stedvis iagttages en lille kystfremrykning ud for projektområdet, mens der vest for området stedvis iagttages meget lille kysttilbagerykning. Generelt er der ikke sket store kystlinjeændringer i løbet af de 60 år, hvilket stemmer godt overens med at kystlandskabet overvejende består af tilgroningsforland.





Figur 2.3 Ortofoto fra 1954 og 2016 fra Danmarks Miljøportal. Blå linje viser kystlinjen i 1954.

### 2.2.1 Kronisk og akut erosion

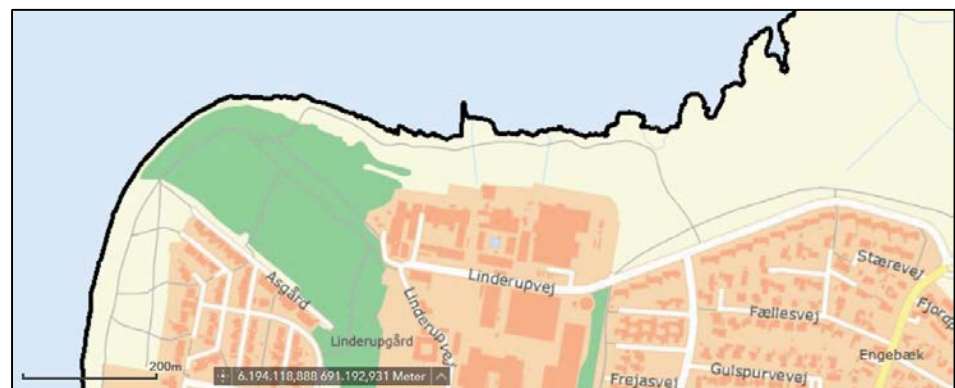
I Figur 2.4 ses Kystdirektoratets Kystatlas af kyststrækningen ud for projektområdet.

Den kroniske erosion, der viser kystlinjeændringerne over lang tid, viser at den yderste del af kystklinten er mest erosionsramt, mens resten af kysten er blandet mellem enten lille lokal erosion eller lille lokal aflejring – altså at der er et lille erosionspres (sort linje), afløst af grøn linje, der angiver at der sker tilgroning langs kysten. Den kroniske erosion i interesseområdet, er af Kystdirektoratet generelt beregnet til at være lille.



Figur 2.4: Risiko for kronisk erosion langs kysten ud for projektområdet. Billedet er fra Kystdirektoratets kystatlas<sup>1</sup>.

Akut erosion opstår, hvis både høje bølger og høj vandstand forekommer på samme tid under storm. Den sorte linje i Figur 2.5 fra Kystdirektoratets Kystatlas angiver, at risikoen for akut erosion ud for projektområdet er lille.



Figur 2.5 Risiko for akut erosion langs kysten ud for projektområdet. Billedet er fra Kystdirektoratets kystatlas<sup>1</sup>. Sort linje: Meget sjældent at høje bølger og høj vandstand forekommer samtidig – og kun med mulighed for lille skade.

Det forventes at der er korrelation mellem høj vandstand og pålandsbølger, da det er samme vindforhold, der generer høj vandstand i Roskilde Fjord og pålandsbølger fra nordøst og nord.

### 2.3 Havoversvømmelse

Bodilstormen i december 2013 medførte de største målte vandstande i nyere tid i Roskilde Fjord på +2,0 m DVR90. Ved Neder Dråbe Renseanlæg blev højeste vandstand efter stormen markeret på en væg og blev senere indmålt til kote +2,2 m DVR90. Årsa-

<sup>1</sup>

<http://kms.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=8669133b3f4842b7a9a19fb24b08ffd5>

---

gen til, at vandstanden er højere ved Neder Dråby end ved Roskilde Havn, er formentlig lokal opstuvning af vand pga. kraftig pålandsvind ud for kysten ved Neder Dråby.

Ved at benytte formlen for vindstuvning, se nedenstående, fås en lokal vindstuvning på vandstanden på omkring 24 cm ekstra bidrag ved Neder Dråby ved vindhastighed i stormen på 31 m/s, fritstrækslængde på 5,4 km og middeldybde på 3 m.

$$\text{Vindstuvningshøjde} = \frac{1,4 \cdot 10^{-4} \cdot \text{Vindhastighed}^2 \cdot \text{fritstrækslængde}}{\text{Vands massefylde} \cdot \text{gennemsnitsdybde}}$$

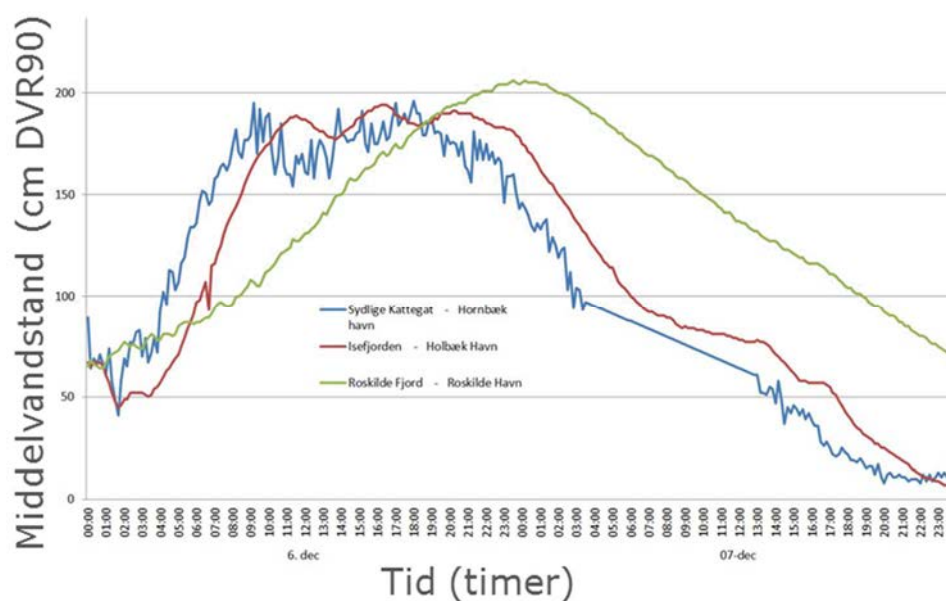
Der findes dog også målinger fra 1850 med en vandstand på ca. 2,5 m. Disse historiske målinger har dog stor usikkerhed.

Ved en stormflod, der vil have påvirkning på projektområdet, skal der være helt bestemte vejrforhold til stede, før der vil være sandsynlighed for, at området bliver oversvømmet.

Først skal stormen presse store mængder vand fra Nordsøen og ind i Kattegat over mange timer for at få et tilstrækkeligt stort vandlegeme i den sydlige del af Kattegat. Dele af dette vandlegeme skal derefter blive presset ind og fylde først Isefjord og videre ind i Roskilde Fjord. Mellem Isefjord og Roskilde Fjord vil vandlegemet blive kraftigt påvirket henover tærsklen i Kulhuse, henover tærsklen ved Dyrnæs Hage, Frederikssund samt alle de andre tærskler i Roskilde Fjord. Derudover påvirker de mange variationer i havbundens overflade vandlegemet, så det helt har ændret udbredelsesmønster i Roskilde Havn.

Der skal være ligevægt mellem vandtilførsel til Roskilde Fjord fra Isefjord og videre vandudbredelse gennem Roskilde Fjord via Dyrnæs Hage og langs indsnævringen fra Frederikssund til Jyllinge for at der ikke sker lokal vandstandsændring i Frederikssund. Hvis vand-input ved Dyrnæs Hage er betydeligt større end vand-output ved Frederikssunds gamle jernbanebro ved tandstumperne, vil Frederikssund bymidte og området nord for byen opleve lokale havoversvømmelser. Hvis output ved Frederikssund er større (fx vindpres) end output ved Dyrnæs Hage, vil det opleves som lokal lavvande ved projektområdet. Hvis der er ligevægt mellem input og output, sker der ikke ændringer i vandstanden ved Frederikssund.

Figur 2.6 viser vandstandsudviklingen under Bodil-stormen i vandstandsmålere i henholdsvis Hornbæk på Sjællands Nordkyst, Holbæk i bunden af Isefjorden og Roskilde Havn i bunden af Roskilde Fjord.



Figur 2.6 Tidsligt sammenholdte vandstandsmålinger under Bodil-stormen (6.-7. december 2013) for henholdsvis Hornbæk Havn (blå linje), Holbæk Havn (Rød linje) og Roskilde Havn (Grøn linje). Data er fra DMI, [1].

På Figur 2.6 ses det tydeligt, at vandstanden under Bodil-stormen i bunden af Isefjorden (Holbæk) fulgte vandstandsudviklingen i Kattegat (Hornbæk), dog med en tidlig forsinkelse på omkring 2 timer, da vandlegemet først ramte sydlige Kattegat og derefter fyldte Isefjorden.

Efter stormmaximum var den tidlige forsinkelse mellem sydlige Kattegat (Hornbæk) og Isefjorden (Holbæk) forøget til næsten 3 timer. Det skyldes at vandet blev forsinket på grund af lokale opstuvninger, bundmodstand og bundforhold i Isefjorden.

Vandstandsudviklingen i Roskilde Havn er væsentlig forskellig fra sydlige Kattegat og Isefjorden, se Figur 2.6. Vandstandsstigningen foregik meget langsommere, den lokale maksimal vandstand var højere på grund af lokal opstuvning og vandstanden aftog tilsvarende meget langsommere. Eneste forskel er den lokale topografi og bathymetri i Roskilde Fjord som vandlegemet skulle gennemløbe på sin vej fra Kattegat til Roskilde og tilbage ud i Kattegat samt vindens påvirkning af vandlegemet i både vindstyrke og retning i forhold til den lokale terrænoverflade. Vandet vil altid tilstræbe at blive holdt fladt af tyngdekraften, der medfører at vandet søger mod samme vandstandshøjde for forskellige tilstødende vandstandsforskelle. Disse vandstandsforskelle forekommer oftest i form af vindstuvning.

I forbindelse med skitseprojektet for regional stormflodssikring ved Kronprins Frederiks Bro, blev det undersøgt, hvordan vandstanden nord for stormflodssikringen påvirkes, når stormflodssikringen aktiveres, [2]: Amplituden af højvandet nord for anlægget på-

virkes ikke af stormflodssikringen. Derimod er der en tidsforskydning af højvandet, som forplanter sig hurtigere med ca. en times tidsforskel i tilfældet, hvor portene er lukket i forhold til åbne porte.

## 2.4 Jordbundsforhold

Projektområdet ligger på gammelt marint forland bestående primært af saltvandsgrus som vist i Figur 2.7.



Figur 2.7 Jordartskort for projektområdet. Blå: Saltvandsgrus, grøn: saltvandsler, brun: moræneler, rød: smeltevandssand

Boringer foretaget på Haldor Topsøes område, beliggende vest for projektområdet, viser et tykt moræneler langt under de marine aflejringer.

Saltvandsgrus har god bæreevne, og der forventes derfor stabile funderingsforhold langs hele traceet. Saltvandsgrus har derudover høj vandgennemtrængningsevne, hvilket betyder, at der kan forekomme indsvivning af vand gennem jordlagene under en fremtidig højvandsbeskyttelse i forbindelse med højvands- og stormflodshændelser. Det er derfor væsentligt, at der etableres et langsgående dræn i form af grøft, der kan sikre, at vand, der samles på højvandsbeskyttelsens inderside, kan afvandes.

## 2.5 Afstrømningsforhold i dag

### 2.5.1 Afvanding ved normale regnhændelser

Projektområdet ligger i en separat kloakeret del af Frederikssund. Regnvandssystemet i projektområdet håndteres derfor af forsyningen i et selvstændigt system, der har fire strenge, der afvander via tre udløb til Græse Å, nord/nordøst for projektområdet. Det

omtrentlige opland til denne ledning er ca. 31,5 ha. Projektområdets regn- og spildevandsledninger fremgår af Figur 2.8.



Figur 2.8 Udsnit af Frederikssund Forsynings ledningsplan. Blå ledninger er regnvandsledninger, røde ledninger er spildevandsledninger. De tre udløb til Græse Å er markeret med #.

Til udløb #1 kommer tillige en regnvandsledning fra Mejsevej (Ø900 gravitation) der leder regnvand fra et større opland afgrænset mod syd af Heimdalsvej-Roarsvej-Frederiksværkvej, mod vest af Frejasvej (som beskrevet herover) og mod øst af Byvej. Det omtrentlige opland til denne ledning er ca. 35 ha.

Regnvand fra Byvej inklusiv sidevejen Stærevej afvander via en Ø400 gravitationsledning til Græse Å ved udløb #2 (Figur 2.8). Oplandet til udløbet er ca. 3,5 ha.

Regnvand fra sidevejene øst for Byvej til Holmensvej samt Byvej mellem Klinten og Holmensvej afvandes via en Ø900 gravitationsledning til udløb #3 (Figur 2.8). Oplandet til udløb #3 udgør ca. 34,5 ha.

Det separerede regnvandssystem er designet til en gentagelsesperiode på 5 år, dvs. ved regnhændelser større end T=5 år vil der ske stuvning i systemet og stå vand på terræn. Afstrømning vil herefter ske på overfladen, som beskrevet i næste afsnit.

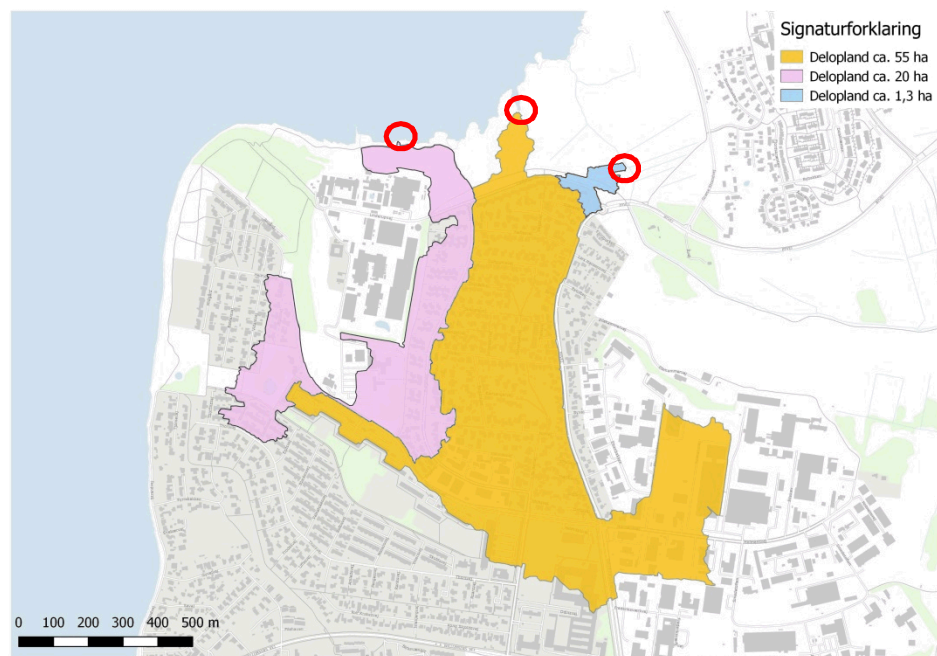
### 2.5.2 Kraftig regn og skybrud

Ved kraftige regnhændelser og under skybrud overskrides kapaciteten af de normale afvandingsystemer. Vandet afstrømmer derfor på terræn i større og mindre strøm-

ningsveje. Mængden af vand i en strømningsvej afhænger af den pågældende regnhændelse samt hvor stort et topografisk opland, der afvander til strømningsvejen.

Det samlede topografiske opland til udløbene i Græse Å udgør ca. 76 ha, og vand fra områder syd for Linderupvej vil strømme gennem projektområdet mod Roskilde Fjord under kraftig regn og skybrud. Således skal der i projektområdet ved kraftig regn og skybrud håndteres ikke bare lokalt vand, men også tilstrømmende overfladevand.

Af figur 2.9 fremgår det topografiske opland til Linderupvej, inddelt i deloplande. Nedbør, der lander inden oplandet afvander til Linderupvej. Overfladevand søger naturligt mod det laveste terræn, hvorfor afstrømning sker mod nord til fjord og å. De røde markeringer viser udløbspunkter fra deloplande. Som det ses af figuren, fungerer Byvej som et lokalt vandskel, således at vand fra boligområdet øst for Byvej ikke ledes til Linderupvej, men har direkte udløb til Græse Å.



Figur 2.9 Det topografiske opland til Linderupvej indenfor projektområdet, inddelt i deloplande med udløbspunkter i fjord/å (rød cirkel).

Ved en skybrudshændelse, her defineret som 100 mm nedbør over 4 timer, svarende til en 100 års hændelse i 2110 med en klima- og usikkerhedsfaktor på 1,5, opstår opstuvning af vand på terræn (bluespots) og strømningsveje i og omkring projektområdet som vist på Figur 2.10. Bluespots er arealer, hvor vand samles på terræn og stuver til en vis højde, før videre afstrømning. Områder med bluespots og/eller strømningsveje er særligt udsatte ved kraftig regn og skybrud.





---

Udbredelsen og dybden af bluespots afhænger af flere faktorer, herunder terrænforhold, nedsivningsforhold, regnhændelse (mængde/intensitet), eksisterende dræn og afvandingsforhold. Der vil derfor være områder, der er mindre våde end de fremstår på figuren, mens oversvømmelsestruslen vist på figuren vil afspejle de faktiske forhold i andre områder.

Det bemærkes, at der til denne undersøgelse ikke er medregnet nedsivning eller dræn. Da jordbunden i området potentielt er gruset (afsnit 2.4), vil en del nedbør under skybrud kunne nedsive, og ikke afstrømme på overfladen. Andelen af nedbør der kan nedsive afhænger udover jordart bl.a. af hvor vandmættet jorden er (har det fx regnet op til skybruddet), hvor højt grundvandet står og hvilken intensitet nedbøren falder med. Eftersom grundvandet må formodes at stå forholdsvis tæt på terræn i området nær fjorden og åen, kan det betyde, at nedsivningskapaciteten under skybrud bliver meget begrænset.

### 3 EKSISTERENDE PLANMÆSSIGE FORHOLD

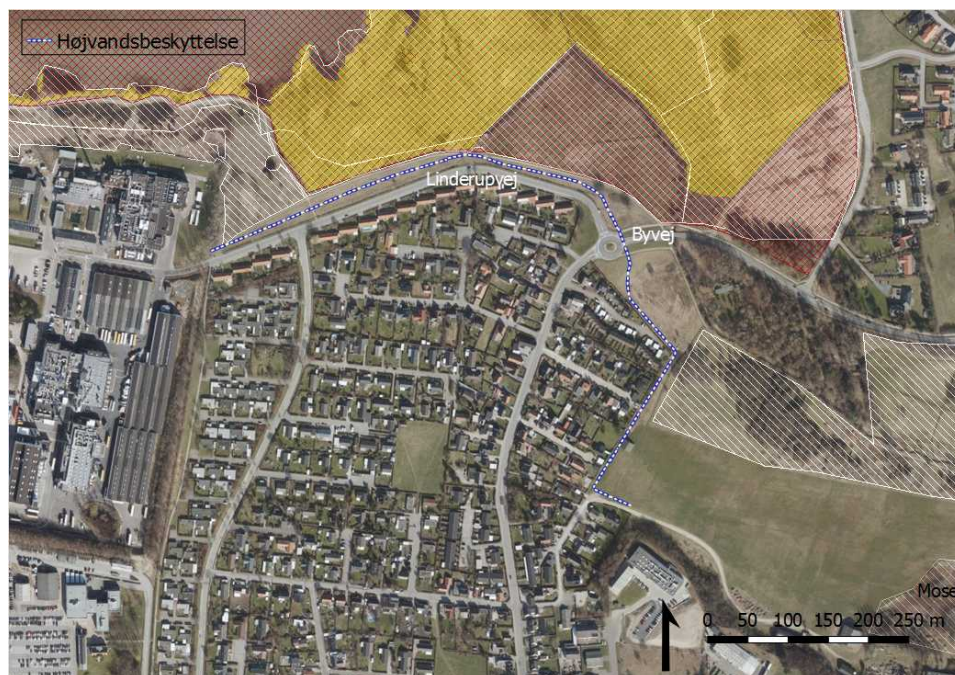
#### 3.1 Naturbeskyttelse

Hele Roskilde Fjord og en stor del af kyststrækningen er udpeget som Natura 2000-område 'N36 Roskilde Fjord og Jægerspris Nordskov'. Natura 2000-området består af både habitat- og fuglebeskyttelsesområder. Langs fjorden er der store arealer med habitatnaturtypen strandeng, hvilket også er tilfældet langs kyststrækningen nord for Linderupvej (se Figur 3.1). Strandeng er en salt-påvirket engtype, bl.a. karakteriseret af relativt hyppige oversvømmelser af saltvand.

Fuglebeskyttelsesområdet F105 udgøre hele Roskilde Fjord og arealerne langs med fjorden, også angivet i Figur 3.1. Fuglene på udpegningsgrundlaget er arter, der alle kan benytte strandengene som fouragerings- og rasteområder.

Natura 2000-områderne er udlagt inden for EU for at beskytte værdifuld naturområder, dyr og planter, som er omfattet af *habitatdirektivet* (Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992) og *fuglebeskyttelsesdirektivet* (Rådets direktiv 79/409/EØF af 2. april 1979). I Danmark er habitat- og fuglebeskyttelsesdirektivet bl.a. indarbejdet i *bekendtgørelse om administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet* (BEK nr. 896 af 21. juni 2016). Ifølge bekendtgørelsen skal der udarbejdes en konsekvensvurdering af kystbeskyttelsesprojekter (skade/ikke skade), som ønskes placeret inden for de EU beskyttede habitat- og fuglebeskyttelsesområder (Natura 2000-områder) eller kan påvirke ind i de beskyttede områder og påvirke udpegningsgrundlaget. Kystdirektoratet er myndighed på området.

Derudover er der langs kystlinjen store arealer med strandeng beskyttet af Naturbeskyttelseslovens §3. Naturbeskyttelsesloven værner naturtyperne mod ændringer i deres naturtilstand. Ønsker ejere at fortage ændringer i et beskyttet naturareal, skal der søges om dispensation hos kommunen.



Figur 3.1: Områderne omkring projektområdet omfattet af naturbeskyttelse. Hvid skraveret: Strandeng beskyttet af Naturbeskyttelses-lovens §3. Rød skraveret: Natura 2000 område. Gul: Habitatnatur strandeng.

### 3.2 Kommuneplanforhold

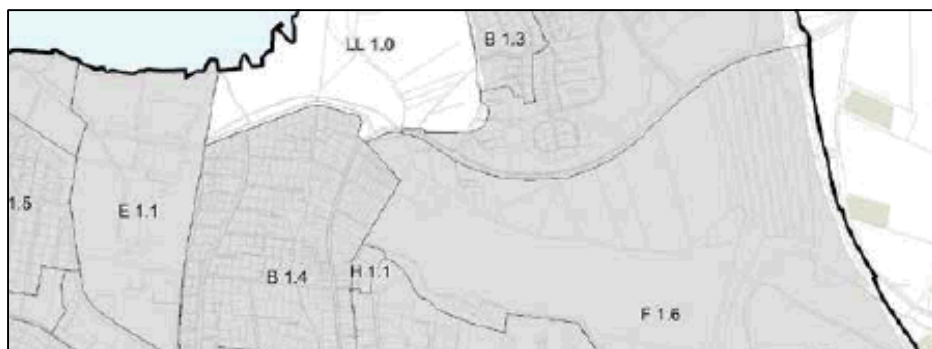
I det følgende beskrives kommuneplanforhold der kan have betydning for etablering af højvandsbeskyttelse.

#### 3.2.1 Rammeområder

Rammeområdernes afgrænsning omkring projektområdet er vist i Figur 3.2. Højvandsbeskyttelsen overvejes placeret indenfor følgende rammeområder i den gældende kommuneplan:

- LL 1.0 – Landområde (landzone)
- F 1.6 – Græse Ådal (byzone)

Etablering af en højvandsbeskyttelsen i landzone kræver en landzonetilladelse jf. planlovens § 35 stk. 1, medmindre der udarbejdes en landzonelokalplan med bonusvirkning (se afsnit 3.3).



Figur 3.2: Rammeområdernes afgrænsning.

Kommuneplanrammernes indhold er beskrevet i [2] og gengivet i Tabel 3.1 og Tabel 3.2.

Rammenavn	Anvendelse	Maks. bebyggelses %	Maks. etage	Maks. højde	Bemærkninger
LL 1.0 Landområdet i område 1	Anvendelsen fastlægges primært til jordbrugsformål (landbrug, gartneri og skovbrug).		Boligbebyggelse maks. 1½	Boligbebyggelse maks. 8,5 m	Etablering af bebyggelse og anlæg i det åbne land skal ske i overensstemmelse med kommuneplanens retningslinjer og de beskrevne beskyttelsesinteresser.  Der må primært opføres og indrettes bebyggelse og anlæg, der er nødvendige for jordbrugserhvervet samt boliger for indehavere og ansatte i jordbruget.  Der åbnes mulighed for placering af fritidsaktiviteter, der efter byrådets skøn kan indpasses i landområderne.

Tabel 3.1: Kommuneplanrammernes indhold for LL 1.0, [2].

F 1.6 Græse Ådal	Offentligt tilgængeligt natur- og fritidsområde.				Der kan i området etableres anlæg til rekreative formål, når det sker efter en samlet plan.
------------------	--	--	--	--	---

Tabel 3.2: Kommuneplanrammernes indhold for F 1.6, [2].

Under rammeområde LL 1.0 står, at der er mulighed for placering af fritidsaktiviteter, der efter byrådets skøn kan indpasses i landområde, og i rammeområde F 1.6 kan etableres anlæg til rekreative formål, når det sker efter en samlet plan. Det vurderes derfor, at det vil være muligt at tilføre merværdi til højvandsbeskyttelsen i form af etablering af et rekreativt element, fx en vandresti i forbindelse med højvandsbeskyttelsen.

Højvandsbeskyttelsen påvirker endvidere eventuelt et rammeområde mod vest: E. 1.1 og mod syd H.1.1. Kommuneplanrammernes indhold for disse områder er gengivet i Tabel 3.3 og Tabel 3.4.

Rammenavn	Anvendelse	Maks. bebyggelses %	Maks. etage	Maks. højde	Bemærkninger
E 1.1 ved Linderupvej og Heimdalsvej	Erhverv såsom liberalt erhverv, industri, håndværks-, værksteds- og lagervirksomhed. Området udlægges ligeledes til offentlig og privat service.  Butiksareal til salg af egne produkter maks. 100 m <sup>2</sup> .	45	2	10 m	Såfremt særlige hensyn til virksomhedens indretning eller drift nødvendiggør det, kan byrådet tillade en større bygningshøjde end de 10 m.  Der må ikke foretages ændring i strandengområdernes tilstand.  Der må ikke etableres boliger eller anden miljøfølsom anvendelse og eksisterende boliger må ikke udvides.  Klasse 1-5 iht. zoneringskort, se de generelle rammer vedr. zonerings.  Bemærk at der er udarbejdet VVM-tillæg for ny produktionshal på Haldor Topsøe A/S (november 2011)

Tabel 3.3: Kommuneplanrammernes indhold for E 1.1, [2].

H 1.3 Håndværksområde ved Vinkelvej	Bolig- og erhverv. Lettere erhverv såsom håndværks-, service- og lagervirksomhed, samt kontor og liberalt erhverv.  Kun virksomheder med begrænset transportbehov.  Butiksareal til salg af egne produkter maks. 50 m <sup>2</sup> .	30 ved boliger og 45 ved anden bebyggelse. Maks. 2 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .	2	10 m	Såfremt særlige hensyn til virksomhedens indretning eller drift nødvendiggør det, kan byrådet tillade en større bygningshøjde.  I tilknytning til den enkelte virksomhed kan etableres én bolig.  Boliger må ikke frastykkes erhvervsdelen.  Klasse 1-2 iht. zoneringskort, se de generelle rammer vedr. zonerings
-------------------------------------	--	---	---	------	--

Tabel 3.4: Kommuneplanrammernes indhold for H 1.3, [2].

Arealet syd for det påtænkte dige er omfattet af kommuneplanramme B.1.4 gengivet i Tabel 3.5.

B 1.4 Byvej - Frejasvej	Åben-lav bolig med mulighed for tilhørende kollektive anlæg til brug for områdets beboere.	30 for åben-lav og 40 for eksisterende tæt-lav	1½	9 m	
-------------------------	--	--	----	-----	--

Tabel 3.5: Kommuneplanrammernes indhold for B 1.4, [2].

Der er ikke forhold i kommuneplanrammerne, der strider mod etablering af en højvandsbeskyttelse, men højvandsbeskyttelsen skal dog være i overensstemmelse med kommuneplanens retningslinjer og beskyttelsesinteresserne indenfor området.

### 3.2.2 *Kommuneplanens retningslinjer:*

I kommuneplanen er følgende retningslinjer af relevans for indpasning af en højvandsbeskyttelsen:

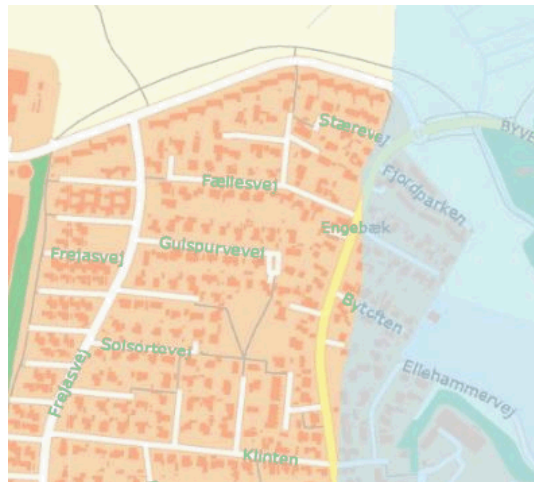
- 2.2.1: "Ønsker om etablering af byggeri og anlæg samt ændringer i arealanvendelsen skal vurderes med udgangspunkt i landskabets karakter. Vurderingen skal tage udgangspunkt i landskabs-karakterområderne. Landskabskarakterområderne fremgår af kort nr. 2.2.A."
- 2.2.2: "Inden for de udpegede landskabelige beskyttelsesområder gælder, at landskabernes specifikke karakter og særlige visuelle oplevelsesmuligheder skal beskyttes mod byggeri, anlæg og ændringer i arealanvendelsen, som kan svække eller udviske disse kvaliteter. Beskyttelsesområderne fremgår af kort nr. 2.2.B."
- 2.2.3: "Inden for kystforlandet gælder, at den visuelle sammenhæng til kysten og udsigtsmulighederne over vandet skal beskyttes mod byggeri, anlæg og ændringer i arealanvendelsen, som kan svække eller udviske disse kvaliteter. Kystforlandet fremgår af kort nr. 2.2.B."
- 2.2.4: "Byggeri, anlæg og ændringer i arealanvendelsen inden for beskyttelsesområderne må kun ske, såfremt det kan begrundes ud fra særlige planlægningsmæssige eller samfundsmæssige hensyn, eller såfremt det ud fra en konkret vurdering kan ske uden at tilsidesætte landskabernes specifikke karakter og særlige visuelle oplevelsesmuligheder".
- 2.2.5: "Inden for beskyttelsesområderne må der som hovedregel ikke planlægges eller gennemføres byggeri og anlæg ud over det, der er erhvervsmæssigt nødvendigt for driften af landbrug, skovbrug og fiskeri, eller inddrages arealer til byudvikling, råstofindvinding og placering af ren jord. Bygninger og anlæg inden for beskyttelsesområder skal placeres og udformes under hensyn til landskabernes specifikke karakter og særlige visuelle oplevelsesmuligheder".
- 2.1.12: "Det kystnære landområde skal søges friholdt for bebyggelse og anlæg, der ikke er afhængige af kystnærhed. I 3 km kystnærhedszonen må der kun planlægges for anlæg i landzone, såfremt der er særlig planlægningsmæssig eller funktionel begrundelse for kystnær placering".

Der står dog i kommuneplanen på side 99 i uddybning af retningslinjerne:

"Arealer til byområder, tekniske anlæg og ferie- og fritidsformål i kystnærhedszonen vil kunne udlægges på baggrund af en funktionel eller planlægningsmæssig begrundelse. Landskabs- og naturhensyn skal i forbindelse med begrundelsen gives høj prioritet".



vandsbeskyttelse i området. Ved etablering af højvandsbeskyttelse skal det undgå, at der kan ske forurening af drikkevandet i magasinerne under projektområdet.



Figur 3.4: Drikkevandsinteresser i projektområdet (lyseblå).

### 3.2.3.3 Særligt Følsomme Landbrugsområder

Særligt Følsomme Landbrugsområder (SFL) er landbrugsarealer, hvor man ønsker at støtte eller fastholde en ekstensiv drift. Området nord for projektområdet er et SFL-område, se Figur 3.5. SFL-områder er typisk græssede arealer eller landbrugsområder i tilknytning til sårbare naturarealer, hvor naturgevinsten vil være særligt stor. Udpegningen kan dog også omfatte områder med særligt udsatte grundvandsreserver, hvor ned-sivning af nitrat og pesticider er problematisk.

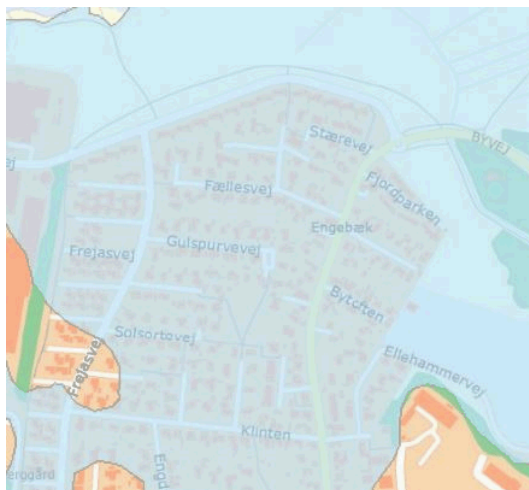
Højvandsbeskyttelsen vil muligvis berøre SFL-områder, men udpegningen er ikke til hinder for anlæg af et højvandsbeskyttelse i området. Der kan med fordel etableres græsningsområder til fx får på lerdiget, da diget skal vedligeholdes og slås flere gange hvert år.



Figur 3.5: SFL-udpegning (grøn skravering).

### 3.2.3.4 Lavbundsarealer

Hele projektområdet er udpeget som et lavbundsareal, se Figur 3.6 . Her kan være mulighed for at bevare eller genskabe nogle af de naturtyper, enge, moser og lavvandede søer, som er gået tilbage og hermed øge naturkvaliteten. Naturmæssigt højest prioriteret er de lavbundsarealer, der ligger inden for Kommuneplanens beskyttelsesområder for natur (naturområder og økologiske forbindelser). Der skal tages kontakt til Frederikssund Kommune herom.



Figur 3.6: Lavbundsareal (blå).

### 3.2.3.5 Å-beskyttelse

En del af højvandsbeskyttelse vil blive placeret i et område, hvor der gælder å-beskyttelse, se Figur 3.7. Inden for beskyttelseszonen må der ikke foretages tilplantninger eller ændringer i terrænet. Der skal derfor opnås en dispensation til etablering af et højvandsbeskyttelse. Der skal tages kontakt til Frederikssund Kommune herom.



Figur 3.7: Å-beskyttelse (blå skravering).



### 3.2.3.6 Skovbyggelinje

En del af højvandsbeskyttelse vil blive placeret i et område, hvor der gælder skovbyggelinje se . Forholdet varetages i forbindelse med landzonesagsbehandlingen (planlovens § 35, stk. 1, til bebyggelse mv. ).



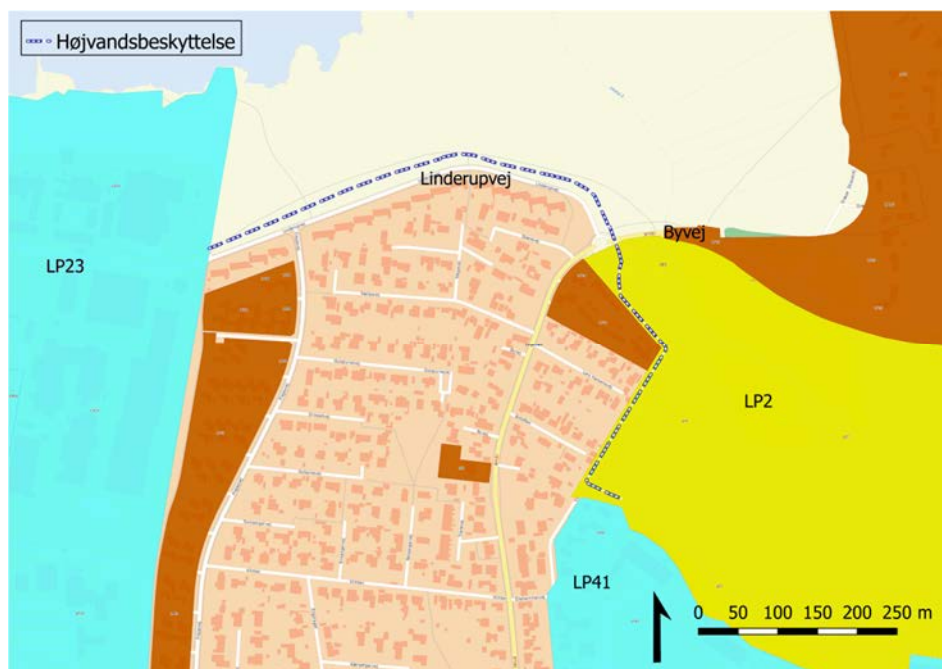
Figur 3.8: Areal omfattet af skovbyggelinje (grøn).

## 3.3 Lokalplanforhold

Frederikssund Kommune skal afgøre om højvandsbeskyttelsen er lokalplanpligtigt. I så fald kan der udarbejdes en landzonelokalplan med bonusvirkning (så landzonetilladelsen er overflødig). Hvis ikke skal meddeles en landzonetilladelse, efter planlovens § 35 stk. 1

Alt efter højvandsbeskyttelsens konkrete placering gælder der 1 til 3 lokalplaner for området. Lokalplan LP2 gælder under alle omstændigheder for en del af strækningen. Om lokalplanerne LP23 og LP41 er relevante afhænger af den konkrete placering for højvandsbeskyttelsens endepunkter.

Lokalplanernes afgrænsninger ift. projektområdet er vist i Figur 3.9.



Figur 3.9: Lokalplanernes afgrænsninger.

### 3.3.1 Lokalplanernes indhold

#### 3.3.2 LP2

LP2 for Græse Ådal sikrer området som et offentligt friområde, for så vidt angår projektområdet for højvandsbeskyttelsen. Højvandsbeskyttelsen vil blive placeret indenfor lokalplanens delområde B I og B II. Delområde B I må kun anvendes til bypark og lignende rekreative anlæg. Delområde B II må kun anvendes til beplantningsbælte og bypark.

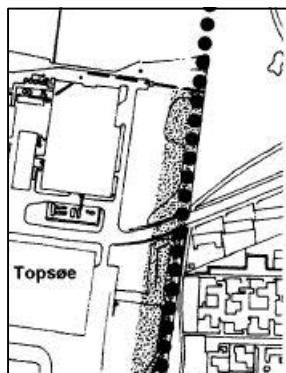
At placere et højvandsbeskyttelse i disse delområder er ikke i uoverensstemmelse med lokalplanen, men der skal opnås byrådets tilladelse til at fjerne beplantning (§ 7.1) og til at terrænregulere mere end  $\pm 1/2$  meter (§ 7.3).

#### 3.3.3 LP23

LP23 for erhvervsområde ved Linderupvej/Heimdalsvej sikrer bl.a. områdets anvendelse som erhvervsområde. I formålsbestemmelsen (§1) står bl.a. omtalt etablering af afskærmende beplantning mod erhvervsområdet. Der er derfor udlagt et 25 meter bredt beplantningsbælte mod øst (§ 9 stk. 2) i delområde II, der er naboareal til projektområdet.

Man kan ikke dispensere fra en formålsbestemmelse i en lokalplan. Der skal altså være afskærmende beplantning omkring erhvervsområdet. Hvis højvandsbeskyttelsen ønskes placeret indenfor lokalplanens område, og beplantningen kræves fjernet på baggrund

heraf, skal der derfor udarbejdes en ny lokalplan, der muliggør dette. Alternativt skal det sikres, at der plantes et ny beplantning havværts eller landværts højvandsbeskyttelsen.



Figur 3.10: Relevant udsnit af bilag fra lokalplan LP23, der viser beplantningsbæltet mod projektområdet.

#### 3.3.4 LP41

Lokalplanen fra 1990 omhandler et erhvervsområde. Det vurderes umiddelbart, at der ikke er nogle forhold, der vil stride mod etablering af et højvandsbeskyttelse indenfor området. Det er dog svært at vurdere planen, da den virker forældet (noter på forsiden af planen). Hvis højvandsbeskyttelsen skal etableres indenfor lokalplanens område, må Frederikssunds Kommune vurdere endeligt, om der er i lokalplanen er forhold af relevans med henblik på etablering af en højvandsbeskyttelsen mv.

### 3.4 Øvrige bindinger: Kystnærhedszone

Arealet er beliggende inden for kystnærhedszonen. Kystnærhedszonen skal sikre de danske kystlandskaber mod bebyggelse, som hindrer oplevelsen af landskaberne fra vandet eller fra land. Kystnærhedszonen dækker arealer fra kysten og 3 km ind i landet.

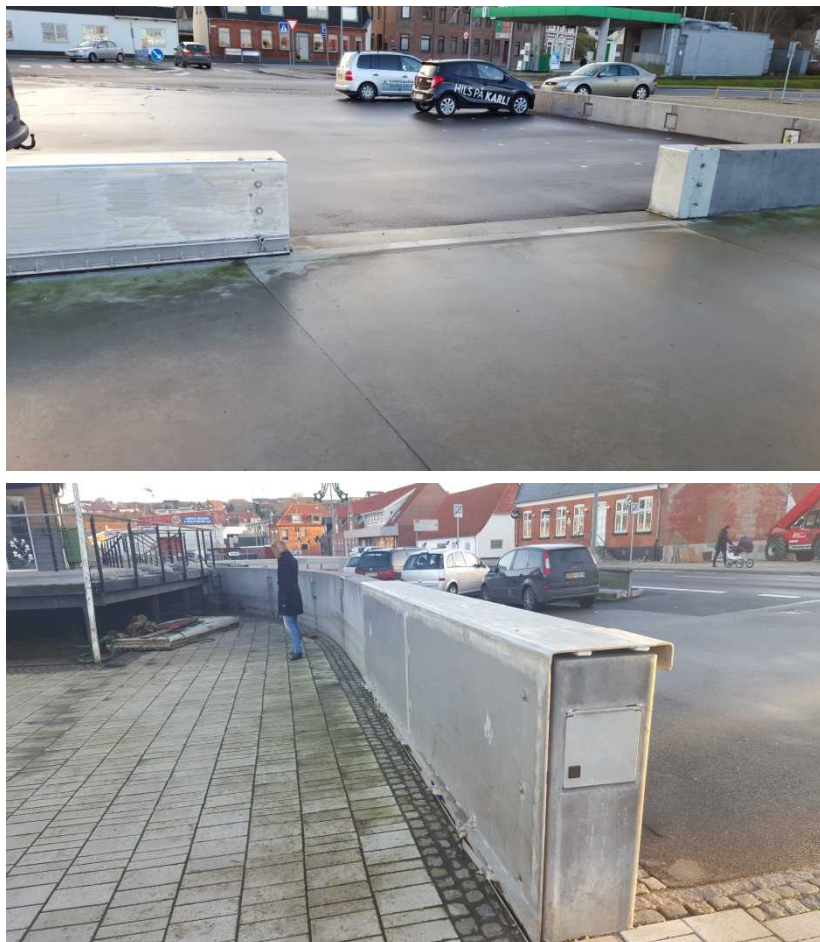
Fra fjorden vil oplevelsen af kystlandskabet opleves som uændret. Arealer til bl.a. tekniske anlæg i kystnærhedszonen vil ifølge kommuneplanen kunne udlægges på baggrund af en funktionel eller planlægningsmæssig begrundelse, som i dette tilfælde er oversvømmelse af lavliggende arealer. I følge kommuneplanen skal landskabs- og naturhensyn i forbindelse med begrundelsen gives høj prioritet.

Tilladelser til anlæg i kystnærhedszonen kan gives under hensyntagen til det ansøgtes placering i landskabet, samt afstanden til og synligheden fra kysten og under forudsætning af, at de ansøgte nye bygninger, anlæg mv. placeres og udformes hensigtsmæssigt under hensyntagen til kystlandskabet.

Kysten vil forsat være tilgængelig for offentligheden, da der etableres overgange for fodgængere og overgange, hvor det er muligt at passere højvandsbeskyttelsen.

## 4 KYSTBESKYTTELSE

Det foreslås at højvandsbeskyttelsen består af et dige med sandkerne, leroverflade og overliggende muldlag med græsdække. Enkelte steder erstattes diget af en højvandsmur og højvandsskot, da der disse steder ikke er plads til et dige. Et billede af en højvandsmur med højvandsskot ses på Figur 4.1.



Figur 4.1: Billede af højvandsmur og højvandsskot placeret i Lemvig.

### 4.1 Overordnede udfordringer og løsningsforslag

Projektområdet er generelt lavtliggende. Der er identificeret behov for styring af vand fra både nedbør og havet for at sikre, at beboerne ikke oplever unødige gener nu og i fremtiden.

Det overordnede løsningsforslag består af en sammenhængende højvandsbeskyttelse, der langs projektområdet fremstår som et lerdige med græsvækst. Landværts for diget etableres grøft til styring af bølgeoverskyl, nedbørsafstrømning m.v.

---

Diget vil ved Haldor Topsøe sandsynligvis være placeret uden om det afskærmende beplantning omkring erhvervsområdet. Der er derfor ikke behov for en ny lokalplan for LP23, jf. afsnit 3.3.

Det er muligt at placere Linderup-diget, så det går fri af arealerne med naturbeskyttelse nord for Linderupvej.

## 4.2 Designforudsætninger

Designhøjden på diget bestemmes på baggrund af vandstanden ved en stormflodhændelse samt ekstra bidrag fra bølger. For at fremtidssikre højvandsbeskyttelsen øges højden af diget idet den generelle havniveau forventes at stige relativt mere i forhold til landniveauet (klimarelateret havspejlsstigning).

Den endelige digehøjde bestemmes ud fra en vægtning af designforholdende og konsekvenserne ved etablering af diget.

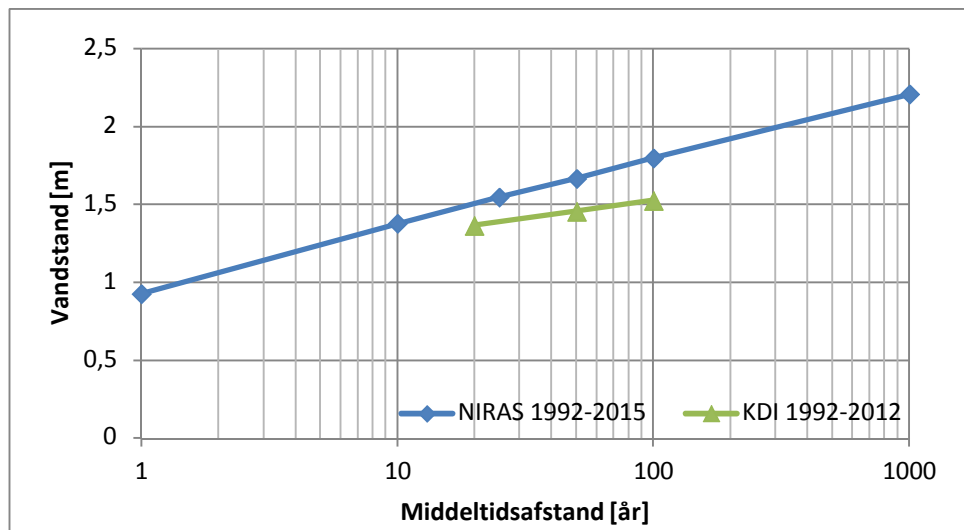
Da Frederikssund Kommune har besluttet at højvands sikre til kote +3,0 m DVR90, foreslås dette som sikringsniveau.

I det næste afsnit undersøges, hvad et sikringsniveau på +3 m svarer til i vandstandsstigning.

### 4.2.1 Vandstand

Kystdirektoratets nyeste højvandsstatistik fra 2012 [3] angiver målinger i forskellige steder i Danmark. Det er valgt at anvende data fra Roskilde Havn, da det vurderes som værende repræsentativt. Figur 4.2 viser middelvandstanden i Roskilde Havn som funktion af returperiode baseret på målte vandstande fra 1992-2012.

NIRAS har tilsvarende beregnet en kurve for statistiske middelvandstande, men hvor årene 2013-2015 også er taget med, eftersom denne periode indeholder de højeste målte vandstande i nyere tid. Kurven ses også i Figur 4.2. Det er valgt ikke at tage den historiske hændelse fra 1850 med i data-beregningen, da denne er statistisk usikker. Det ses, at den forventede vandstand for alle middeltidshændelser (hvor ofte en hændelse statistisk forventes at forekomme) stiger, hvis vandstandshændelserne for 2013-2015 også tages med i beregningen. En 50 års hændelse baseret på Kystdirektoratets kurve er 1,46 m, hvor den med NIRAS' kurve er 1,80 m. En 1000 års hændelse baseret på NIRAS beregning er 2,20 m.



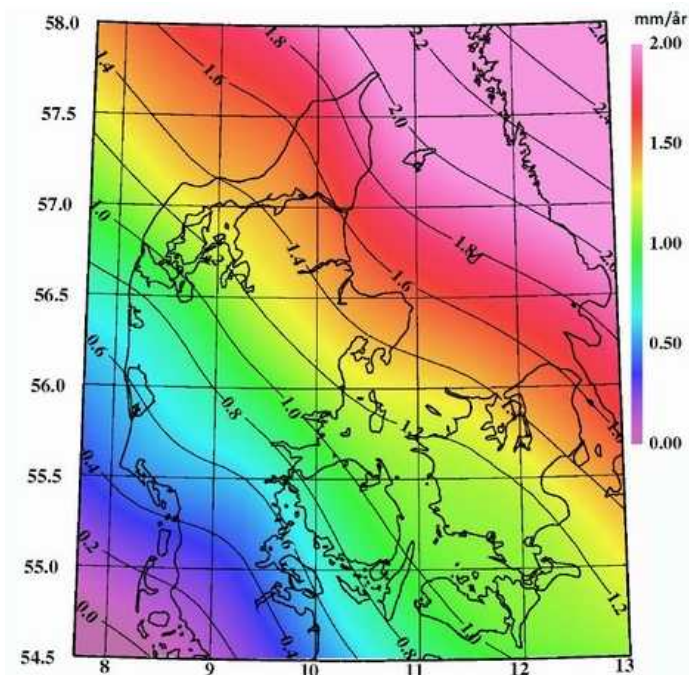
Figur 4.2 Middelvandstand i Roskilde havn som funktion af returperiode.

Hertil skal lægges et bidrag for den mellemliggende periodes stigning i havniveau på mellem 2-4 cm.

#### 4.2.2 Fremtidig landhævning

I Danmark er der en årlig landhævning. Dette skyldes, at isen under den seneste istid "trykkede" store dele af Danmark nedad, og da isen forsvandt, begyndte landet at hæve sig igen.

Den årlige gennemsnitslige landhævning i Frederikssund er bestemt til 1,4 mm/år, se Figur 4.3. Dette giver en samlet landhævning indtil 2050 på 5 cm i området omkring Frederikssund.



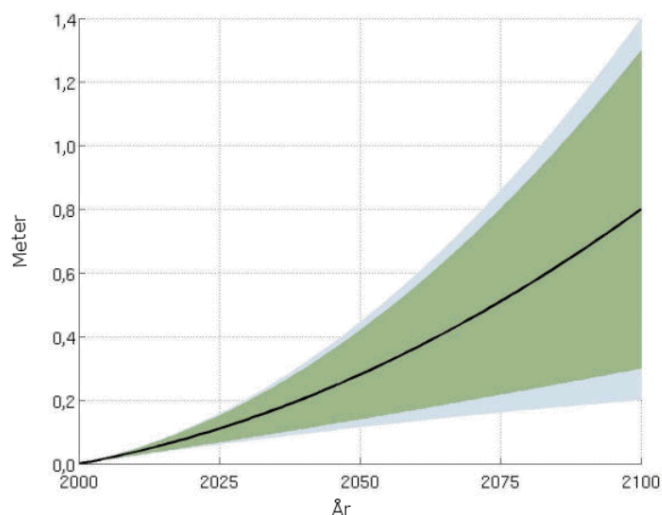
Figur 4.3 Landhævning som følge af returpåvirkning fra sidste istid<sup>2</sup>.

#### 4.2.3 Fremtidigt klima

Fremskrivning til år 2050 bevirker, at den forventede middelvandsstigning skal tages i betragtning. DMI har lavet en vurdering på fremtidige vandstandsstigninger. Studierne er baseret på IPCC's rapport fra 2007 men inddrager også ændringer i afsmeltningen fra Grønland og Antarktis' iskapper.

Den forventede vandstandsstigning ses i Figur 4.4, hvor vandstigning i år 2050 er aflæst til 30 cm. Grundet den fremtidige landhævning vil den relative havvandsstigning være 25 cm (30 cm – 5 cm) frem mod år 2050.

<sup>2</sup> [www.Klimatilpasning.dk](http://www.Klimatilpasning.dk).



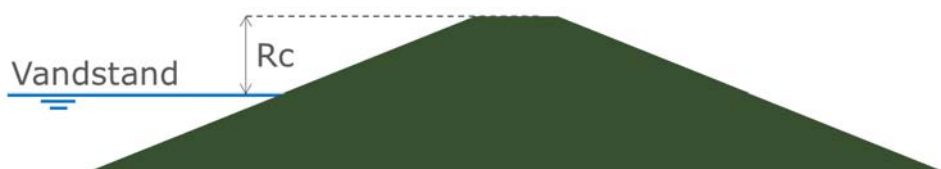
Figur 4.4 DMI's bud på vandstandsstigning de næste 100 år, [4]

#### 4.2.4 Strømforhold

Strømforholdene ud for Linderup vej er ukendte. Det vurderes dog at de kystmorfologiske effekter er styret af bølger, hvorfor strømningerne ikke har relevans.

#### 4.2.5 Bølgepåvirkning

Under en stormflod, hvor vandstanden når op til diget, vil der være bølgepåvirkning på diget. Hvis afstanden fra vandstand til digets krone,  $R_c$ , ikke er stor, vil der kunne forekomme bølgeoverskyl, se Figur 4.5 for definition. Bølgeoverskyl angives i udledning pr sekund. Ifølge EurOtop Manualen [5], er der risiko for digebrud, hvis gennemsnitlig bølgeoverskyl er større end 10 liter/s pr. meter dige eller hvis det største bølgeoverskyl fra en bølge er mellem 2000-3000 l/s pr meter dige.



Figur 4.5: Skitse af dige, og definition af  $R_c$ , afstand fra vandstand til digets krone.

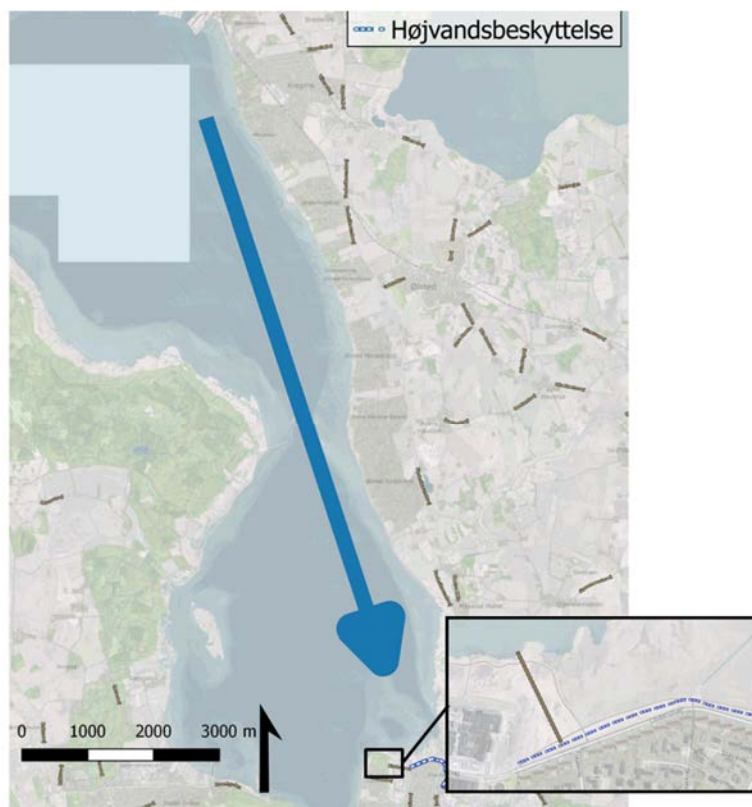
Der er ikke udført hydraulisk modellering af bølgeklimaet ud for projektområdet. Der forefindes bølgeroser fra Kystdirektoratet, men disse er ikke repræsentative, da de er beliggende i Kattegat og ikke i Roskilde Fjord. Derfor er bølgehøjden bestemt på baggrund af en hindcast fritstræk beregning.

Der vil ud for projektområdet kunne forventes relativt små bølger i forbindelse med stormflodshændelser, da stormflod i Roskilde Fjord kun vil forekomme ved vinde fra en vestlig-nordvestlig retning, som presser vand fra Nordsøen ned i Kattegat og videre ind i Isefjord og Roskilde Fjord. Særligt hvis vinden efterfølgende drejer og går i en mere



nordlig retning, kan der være risiko for bølgepåvirkning. Dette skete f.eks. under stormen Bodil i december 2013.

Når vinden er i nord, vil bølger ud for projektområdet blive dannet på Roskilde Fjord i det frie stræk, der går fra nord for Frederiksværk og ned til projektområdet. Strækningen er cirka 7,3 km, og vanddybden er i gennemsnit cirka 4 m. Figur 4.6 viser strækningen fra Frederiksværk til udfor projektområdet.



Figur 4.6: Vindretning fra nord. Bølgerne vil kunne blive dannet på strækningen fra Frederiksværk til udfor projektområdet. I figuren er strækningen (brun linje), hvor opgrunden i bølgehøjde og vandstand er beregnet fra kystlinje til digefoden, også angivet.

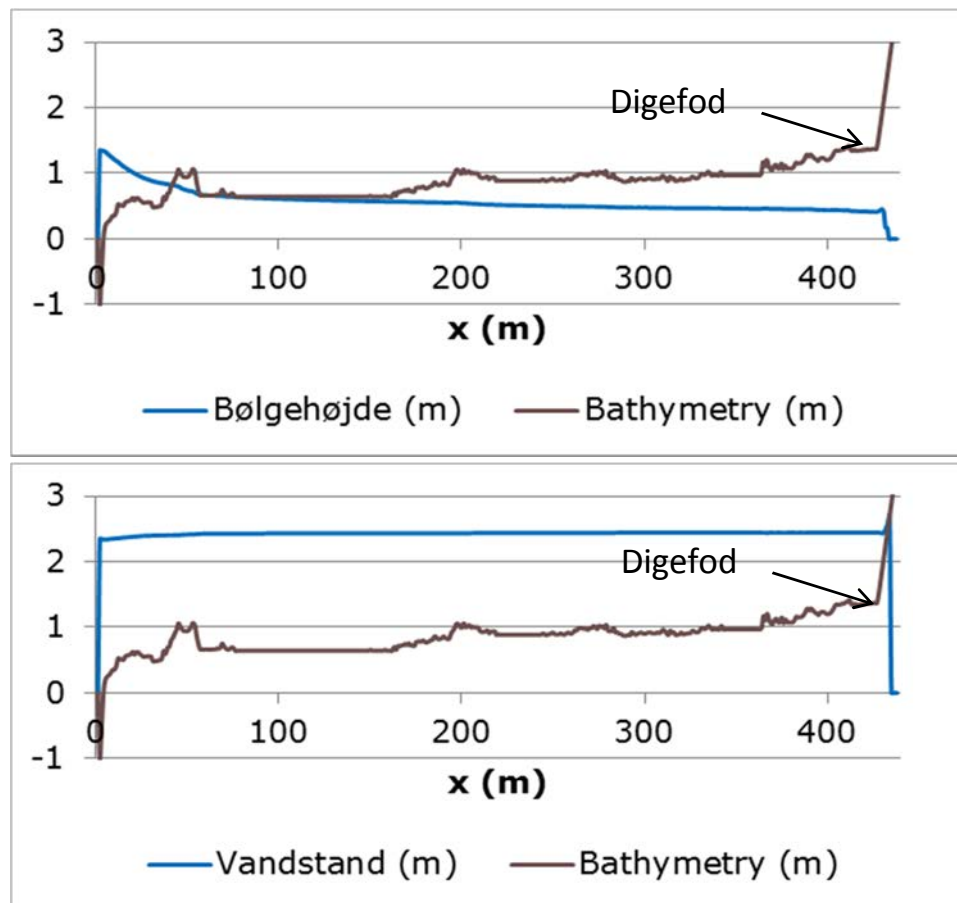
Der antages en vandstandsstigning på 2.35 m og en middelvindhastighed på 31 m/s. Denne vindhastighed svarer til vindhastigheden under Bodilstormen. Baseret på SMB model (Sverdrup-Munk & Bretschneiders model, [6]) estimeres den signifikante bølgehøjde til  $H_s=1,4$  m og en peak bølgeperiode på  $T_p=3,9$  s.

Baseret på LitPack<sup>3</sup> beregninger er vandstanden og den signifikante bølgehøjde udregnet på strækningen fra kysten til digefoden. Strækningen, der er brugt i beregningerne, er angivet i Figur 4.6. I Figur 4.7 ses bathymetrien på denne strækningen samt vandstand og bølgehøjdeændringer langs strækningen. Ved digefoden er vandstanden 2,4 m

<sup>3</sup> MIKE-software fra DHI

og den signifikante bølgehøjde 0,4 m. Dette vil medføre bølgeoverskyl på 10 l/s, mens det størst forekommende bølgeoverskyl fra en bølge er 1400 l/s. Der er dermed ikke risiko for digebrud.

Med vind fra andre retninger, vil mængden af bølgeoverskyl være mindre, da bølgerne også vil være mindre – og derved kan diget modstå et højere stormflodsniveau.



Figur 4.7: Signifikant bølgehøjde, vandstand og bathymetri langs strækningen fra kystlinjen og op til digefoden som angivet i Figur 4.6.

#### 4.2.6 Sikringsniveau

De ovenfor beskrevet bidrag er gengivet herunder:

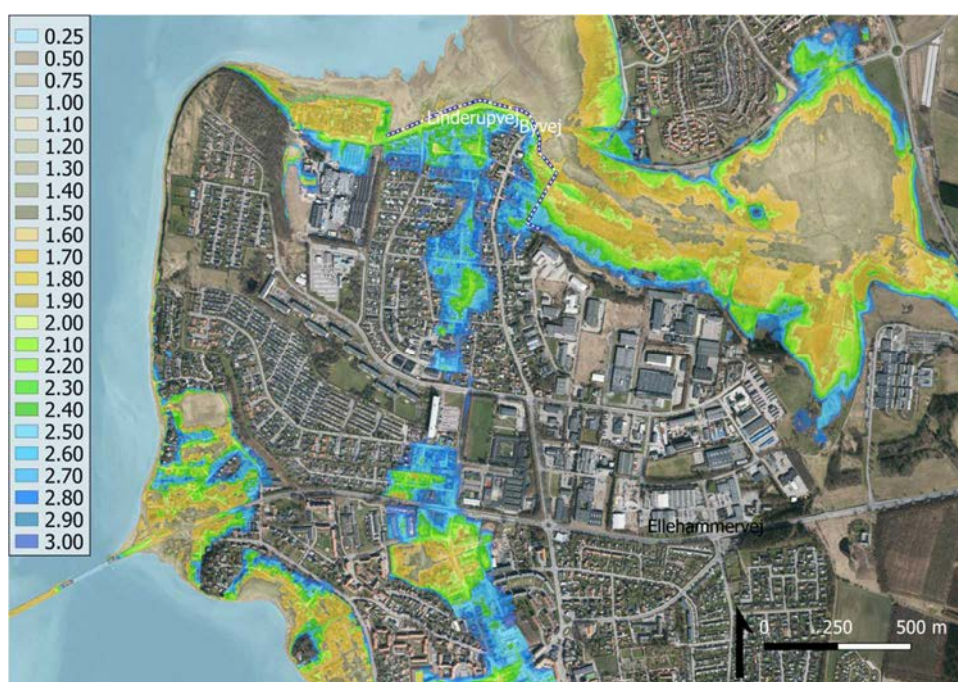
- Vandstand under storm 2,10 m DVR90
- Klimabidrag i år 2050 0,30 m
- Landhævning i år 2050 -0,05 m

Dette giver et minimums-sikringsniveau på 2,35 m DVR90. Med dette sikringsniveau er mængden bølgeoverskyl under 10 l/s, og der vil derfor ikke ske digebrud.

### 4.3 Design af kystbeskyttelse

Diget skal fungere som højvandsbeskyttelse samtidig med, at det ikke let må kunne blive svækket ved bølgepåvirkning. Selvom diget fylder i landskabet i forhold til nu, er det designet til optimalt at give så få gener i hverdagen som muligt. Der er endda mulighed for at kunne tilføre området afledede gevinster i form af bedre naturoplevelser etc.

Figur 4.8 angiver for hvilke vandstandsstigninger, projektområdet vil blive oversvømmet. I tilfælde af en stormflod med en øget vandstand på +3 m, vil et stort område syd for selve projektområdet også blive berørt. Med en topkote på 3 m, vil diget derfor beskytte et stort område mod vandpåvirkning.



Figur 4.8: Højdekort med 25 cm ækvidistance. Figuren angiver for hvilke vandstandsstigninger, projektområdet vil blive oversvømmet

#### 4.3.1 Sikringsniveau, landskabsforhold og funktion

Det definerede sikringsniveau for diget er højere end Bodil-stormen, der indtil videre er den højeste havoversvømmelse, der er blevet registreret i løbet af de sidste 100 år. Derfor vurderes det definerede sikringsniveau også at kunne modstå klimarelateret havvandspejlsstigninger i nær fremtid. Derefter kan man med fordel benytte diget som grundlag for udbygning af kronehøjde og forskråning.

Som landskabelement vil diget følge boligområdet og hurtigt med vegetation på diget i sommerhalvåret bevirke, at diget ikke bliver væsentligt dominerende.

Der anlægges grøfter på landværts side af lerdiget, som kan opfange havvand fra bølgeoverskyl og fra gennemsivende vand gennem jordmatricen. I tilfælde af kraftig bølgeoverskyl eller sammenfald mellem højvande og kraftig regn, vil det være nødvendigt at pumpe vand over diget og ud af projektområdet. Det er derfor også nødvendigt at opføre en pumpeump og muligvis pumpestation, hvis det skal sikres at Linderupvej ikke bliver oversvømmet – dette kan dog håndteres beredskabsmæssigt.

#### 4.3.2 Placering og udstrækning

Placering af diget og højvandsmure ses i **Error! Reference source not found.** Diget placeres tættest muligt på hækken langs Linderupvej.

I det følgende beskrives hver del af højvandsbeskyttelsen.



Figur 4.9 Højvandssikring i form af dige, højvandsmur og højvandsskot Diget afsluttes i syd ved Ellehammervej af et vej bump.

##### 4.3.2.1 Vestlige dige

Der henvises til bilag A.

Haldor Topsøe planlægger at bygge et lerdige omkring deres bygninger som højvandsbeskyttelse, se **Error! Reference source not found.** Diget langs Linderupvej bliver i vest dermed forbundet med diget omkring Haldor Topsøe. Fra Haldor Topsøe til begyndelse af højvandsmur ved Linderupvej har diget en længde på 313 m. På denne strækning er terrænet lokalt i gennemsnit +2,1 m DVR. Højden på diget bliver på denne strækning i

snit 0,9 m over terræn og bredden af diget på nuværende terræn på omkring 6.4 m (digets fodaftryk).

Der kan evt. etableres et rør med ventil gennem diget udfor Frejas vej, så overfladevand også kan løbe ud af projektområdet her.

#### 4.3.2.2 Højvandsmur Linderupvej

Der henvises til bilag B.

På denne strækning erstattes diget af en højvandsmur, da der her skal være plads til fx beredskabspumpe og mulighed for afstrømning af regnvand fra projektområdet i forbindelse med skybryd. Derudover vil det ikke være muligt at etablere et dige på denne strækning uden det strækker sig ind i Natura2000-området. Højvandsmuren vil have en længde på 87 m. Ved den nuværende sti, der fører fra Linderupvej og ud i naturområdet, etableres et hydraulisk højvandsskot. Denne vil til daglig stå åbent og kun blive lukket ved varsling om stormflod. På denne strækning er terrænet lokalt i gennemsnit +1,6 m DVR og højvandsmuren bliver derfor 1.4 m over terræn. I tilfælde af kraftig regn og skybryd, vil åbningen fungere som en sluse, der leder regnvandet ud af projektområdet.

Det foreslås at en pumpestation etableres ved højvandsmuren, da grøfterne leder vandet hen til højvandsmuren.

Ved hjælp af buske og blomster kan højvandsmuren inkluderes i terrænet. Et forslag er vist **Error! Reference source not found.** hvor hede- og klitlandskaber med bakker er indarbejdet i højvandsmuren. Dette skaber rum og et varierende landskab omkring højvandsbeskyttelsen. Blomster sættes på bakkerne til at give et visuelt og farverigt udtryk. Figuren vises også i bilag E med detaljeret beskrivelse af ideforslaget.



Figur 4.10: Forslag til hvordan højvandsmuren kan inkluderes i landskabet.

#### 4.3.2.3 Dige nord

Der henvises til bilag C.

---

Fra højvandsmurens afslutning til Byvej etableres et dige. Højvandsmur erstattes af dige så snart afstand fra sti til hæk er over 10 m. Dette svarer til bredden af dige med grøft, da terrænkote her er omkring +1,7 m. Diget har på denne strækning en længde på 151 m. På denne strækning er terrænet lokalt i gennemsnit +1,7 m DVR. Højden på diget bliver på denne strækning i snit 1,3 m over terræn og bredden af diget 8.8 m.

#### 4.3.2.4 *Højvandsmur Byvej*

Der henvises til bilag C.

Ved Byvej etableres en højvandsmur med et hydraulisk højvandsskot. Det kan være nødvendigt at flytte cykelstien lidt tættere på vejen på denne strækning, så cykelstien også passerer gennem højvandsskottet.

Højvandsmuren bliver 34 m lang.

#### 4.3.2.5 *Dige Syd*

Der henvises til bilag D.

Fra Byvej til det sydligt beliggende højtliggende terræn ved Ellehammervej, kan der igen benyttes lerdige langs boligområdet. Længden af diget på denne strækning er 336 m. Der er stor variation i diget på denne strækning. Fra Byvej til diget rammer kanten af boligområdet falder terrænet fra +2.0 m til cirka +1.5 m. Herfra stiger terrænet igen jævnt og er ved digets afslutning +2.5 m. Digets bredde varierer derfor mellem 10 og 4 m.

Den sidste strækning langs Ellehammervej skal bygges som en vejbump, da brugere af svæveflyvebanen stadig skal kunne tilgå denne med bil og anhænger fra Ellehammervej. Den nuværende terrænkote er i dag +2.7 m DVR90. Vejbumpet bliver derfor kun 30 cm højt med en længde på 48 m.

#### 4.3.3 *Afstrømningsforhold efter etablering*

I forbindelse med etablering af et dige, er det nødvendigt at undersøge, hvordan overfladevand kan strømme væk fra projektområdet.

Etableringen af et dige langs Linderupvej forventes ikke at have afstrømningsmæssige betydning ved normale regnhændelser, der håndteres af det eksisterende ledningssystem via afløb til Forsyningens udløbsledning med højvandsslukke.

Af Figur 4.11 herunder fremgår det topografiske opland efter digeetablering. Det ses, at oplandet er udvidet mod øst med boligområdet mellem Byvej og Græse Å. Det topografiske opland udgør nu ca. 83 ha, og har udløb i ét punkt til Græse Å (rød cirkel). Terræforholdene langs diget betyder, at der ikke sker naturligt afløb via den åbne højvandsskot ved Byvej, hvorfor der er medtaget grøfter på landværs side af diget.



Figur 4.11 Det topografiske opland til det nye dige langs Linderupvej, dige markeret med grøn, udløb markeret med rød cirkel.

Under kraftig regn og skybrud vil overfladevand, der under nuværende forhold strømmer fra oplandet til fjord og å via tre udløbspunkter (se Figur 2.9) flere steder hindres af diget. Dette betyder, at afstrømmende overfladevand fra oplandet potentielt bliver fanget på landsiden af diget og især akkumuleres i det grønne areal mellem dige og Linderupvej, såfremt hullet i diget er lukket med højvandsskot. I så fald er der risiko for tilbagestuvning til oplandets bebyggelser og infrastruktur. Overfladeafstrømningen vil blive dimensioneret til at løbe fra Linderupvej til grøften på landværts side af diget og derefter ud gennem hullet i diget Derved sikres afløb langs grøften landværts for diget til et udløbspunkt ved højvandsskottet ved Linderupvej som angivet i Figur 4.11, rød cirkel.

. Grøften skal todeles, og løbe fra hhv. Haldor Topsøe til udløbet ved Mejsevej (vestlig grøft) og fra Ellehammervej til udløbet ved Mejsevej (østlig grøft). Grøfterne bør dimensioneres til at kunne afvande via gravitation til Roskilde Fjord. Med udgangspunkt i 100 års hændelsen beskrevet i afsnit 2.5.2 (intensitet 300 l/s/ha i peak) skal grøfterne sammen med Linderupvejen kunne lede nedbørsvandet ud gennem hullet i diget til følgende dimensionering:

	DIMENSIONSGIVENDE VANDFØRING [m <sup>3</sup> /s]
VESTLIG GRØFT	5,2
ØSTLIG GRØFT	1,3

Grøfterne kan etableres som grønne arealer men skal vedligeholdes, så de ikke blokeres.

Der kan evt. etableres et rør gennem diget udfør Frejas vej, så overfladevand også kan løbe ud af projektområdet her. Dette vil reducere den nødvendige dimension af grøften. I tilfælde af en kombineret hændelse, dvs. forhøjet vandstand i fjorden samtidig med en kraftig regnhændelse/skybrud, vil afstrømmende overfladevand ikke kunne afvandes via højvandskottet, da dette er lukket. Til dette tilfælde skal der etableres en pumpestation, der kan tørholde området. Denne pumpe skal afvande et område på ca. 83 ha. En pumpe der dimensioneres til en 100 års hændelse er en ekstremt stor pumpe, der alene vil være i brug i tilfælde af en kombineret hændelse, der forekommer meget sjældent. Det anbefales derfor at "nøjes" med at dimensionere en pumpe til en mindre hændelse. Her er regnet med en 50 års regn i kombination med højvande:

Der regnes med en karakteristisk afstrømning på 250 l/s/ha, hvilket giver en nødvendig pumpeydelse på omkring 2,5 m<sup>3</sup>/s, såfremt pumpen skal kunne holde området tørt i situationer med forhøjet vandstand og regn.

Linderupvej har højde og beliggenhed til at blive brugt som bufferzone til afstrømning af regnvand i tilfælde af kraftig kombineret hændelse. Dog vil samme hændelse medføre, at området omkring Fjordparken syd for Byvej vil stå under vand allerede ved vandstande i kote +2,1 m DV90.

Frederikssund Forsyning har i foråret 2017 etableret højvandslukke/tilbageløbssikring på regnvandsledninger, der afvander projektområdet til Roskilde Fjord og/eller Græse Å, da en stormflodssituation ellers vil kunne medføre tilbagestuvning af havvand gennem de eksisterende regnvandsledninger. Tilbagestuvningen kan fordele sig under et nyt dige og medføre oversvømmelse af den bagvedliggende bebyggelse.

#### 4.3.4 Materialer

Et jorddige skal, ifølge Kystdirektoratet, indeholde følgende materialer: en sandkerne af ensartet rent sand med  $D_{50} = 0,4$  mm og en lerbeklædning med specifikationer som det fremgår af Tabel 4.1 og Tabel 4.2.

Soil property	Threshold
Sandindhold ( $d > 0.06\text{mm}$ )	< 40%
Lerindhold content ( $d < 0.002\text{mm}$ )	>10%
Flydende grænse	$w_L > 25\%$
Plastisitetsgrænse Limit	$w_P > 25\%$
Udrænet forskydningsspænding	> 20 kN/m <sup>2</sup>
Tør massefylde	$0,85 < \rho_d < 1,45 \text{ t/m}^3$
Vandindhold	$80\% > w > 30 \%$

Tabel 4.1: Egenskaber af ler anvendt i diget, [7].



Lertype	Vandindhold w (%)	Plasticitetsindeks	Sandindhold (%)
Stor Erosionsmodstand	>45	>0,73*(w*20)	<40
Moderat erosionsmodstand	<45	>18	<40
Lille erosionsmodstand	<45	<18	>40

Tabel 4.2: Egenskaber af tre lertyper med forskellige modstandsstyrke mod erosion, [8].

Kernen af diget forventes delvist at kunne opbygges af eksisterende jord, der afgraves i forbindelse med etableringen af grøften.

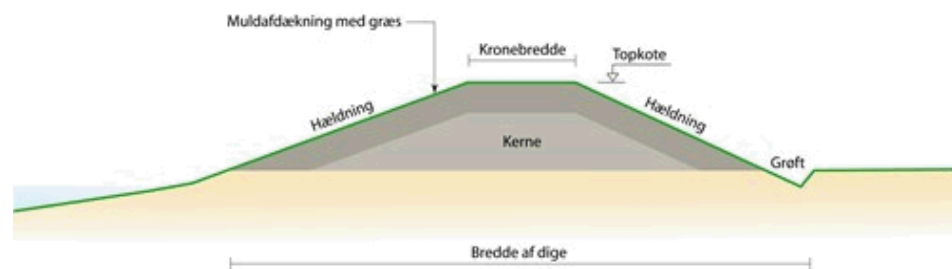
Højvandsmurerne bygges af hydraulisk beton (Beton C-40 iblandet flyveaske).

#### 4.3.5 Generel opbygning og tværsnit

Diget opbygges med en kerne af sand og uden på kernen anbringes et 0,3 meter tykt lag ler. Dette lag gør diget impermeabelt (vandtæt) selv under længere tids påvirkning og kan modstå bølgepåvirkning i lang tid. Lerlaget går 0.3 m under terræn.

Ovenpå lerbeklædningen anlægges et 10 cm muldlag med græsfrø, hvor særligt arten Rød Svingel er dominerende, for etablering af kraftigt erosionsbestandigt rodnet. Dette græstæppe skal slås mindst 3-4 gange årligt for at rodnettet har den ønskede modstandskraft mod bølgepåvirkning samtidig med at uønskede vegetationstyper holdes nede. Desuden skræmmes gnavere som mosegrise af det velklippede græs.

Landværts diget etableres en grøft, der opsamler bølgeoverskyl samt overfladevand fra regn og grundvand, se Figur 4.12. I anlægsoverslaget i sektion 4.4 er der antaget en grøft. Grøftens dimensioner er ikke endeligt fastlagt, da den afhænger af bufferzonens bidrag, se sektion 4.3.2.



Figur 4.12 Designskitse af jorddige, figur er taget fra Kystdirektoratet, [9].

Kronebredden af diget i kronehøjde er 1 m. Diget opbygges med en hældning 1:3 på begge sider. Dette sker for at reducere bølgepåvirkningen på forsiden og mindske skaderne ved eventuelt overskyl på bagsiden.

---

Overgange til fodgængere etableres med armeringssten i muldlaget i 1 meters brede. Overgangen følger digets tværsnit således at overgange også bliver med hældninger på 1:3.

Hvor der etableres overgange og overkørsler rørlægges grøften under overgangen \-kørslen.

#### 4.4 Anlægsoverslag

Etableringen af stormflodsbeskyttelsen kan inddeles: (1) Etablering af dige og højvandsmur, (2) afstrømning af overfladevand og gennemføring af dige. Da der ikke indtages beskyttet natur til bygning af diget er der ikke behov for erstatningsnatur.

Afstrømning af overfladevand og gennemføring af dige indeholder på bagsiden af diget en grøft, der leder vandet til 3 gennemføringer. I tilfælde af meget overfladevand, vil åbningen i højvandsmuren også kunne bruges som afstrømning af overfladevandet ud af projektområdet.

I tilfælde af både højvande og kraftig nedbør kan det være nødvendig med en pumpe. Denne forslås placeret ved højvandsmuren. Det kræver en grundig undersøgelse af mængder af afstrømmende vand og bølgeoverskyl for forskellige returperiode, før det kan bestemmes hvilken pumpetype, der er behov for. Denne er derfor udeladt af anlægsoverslaget.

Etablering af diget indeholder genanvendelse/indbygning af sandjord fra udgravning af grøft i digets kerne, hvorfor udgravning for grøft er indeholdt i denne post. Derudover skal der tilføres yderligere kernemateriale samt ler til overfladebeklædning. Over diget haves et muldlag hvori der plantes græs.

Af Tabel 4.3 ses et totalt anlægsbudget i størrelsesorden 3.7 mio. kr. ekskl. moms., hvilket indeholder usikkerheder med hensyn til ukendte faktorer og mængdeberegninger (25%), anstilling af byggeplads (8%) samt rådgiver til projektering af projektet (8%).

Udgifter til pumpe er ikke angivet, da det endnu ikke vides hvilken type pumpe der skal anvendes.

Pumpen er kun nødvendig i en situation hvor højvande og kraftig regn forekommer samtidig, hvor regnvandet ikke kan løbe ud af projektområdet via rør og åbning i højvandsmuren.

Konstruktion	Enhedspris	Enhed	Mængde	Enhed	Pris i alt:
Klægler	600	Kr./m <sup>3</sup>	2.451	m <sup>3</sup>	1.471.000
Sandfyld	200	Kr./m <sup>3</sup>	3.342	m <sup>3</sup>	668.000
Sandfyld erstattet med afgravning	-200	Kr./m <sup>3</sup>	443	m <sup>3</sup>	-89.000
Afgravning, grøft, fyld og genopfyldning	50	Kr./m <sup>3</sup>	443	m <sup>3</sup>	22.000
Fyld	250	Kr./m <sup>3</sup>	0	m <sup>3</sup>	0
Højvandsmur	7.700	Kr./stk	61	m <sup>3</sup>	471.000
Højvandsskot	35.000	Kr./stk	2	stk	70.000
Græsbelægning	60	Kr./m <sup>2</sup>	10.122	m <sup>2</sup>	607.000
Overgange stier	7.000	Kr./stk	2	stk	14.000
Pumpe					0
Sub total					2.613.000
Usikkerhed	25%				653.000
Anstilling	8%				209.000
Rådgiver	8%				209.000
Total Kr. ekskl. moms					<b>3.700.000</b>

Tabel 4.3 Total estimeret anlægsbudget uden pumpe.

## 5 KONSEKVENSER

I dette afsnit beskrives konsekvenserne forbundet med etablering af nyt dige samt de tilhørende foranstaltninger.

### 5.1 Anlæg

Diget og højvandsmure bliver udført op til kote +3,0 m DVR90. Dette vil nogle steder bevirke en let reduceret udsigt over de mest landværts beliggende dele af naturområdet fra ejendomme på bl.a. Linderupvej. Diget vil være i niveau eller lavere end eksisterende hæk havværts Linderupvej. Ved offentlige stier til naturområdet vil der henover diget blive etableret overgange til fodgængere, hvorpå de nuværende adgangsforhold opretholdes.

Anlæg af diget forventes foretaget fra eksisterende adgangsveje. Det må derfor forventes at der lokalt i arbejdsområdet vil være begrænset adgang til naturområdet, og at eksisterende adgangsveje vil blive spærret i perioder under anlægsarbejdet. Under anlægsarbejdet vil der lokalt være en begrænset støjmængde fra anlægsmaskiner, hvilket kan medføre lokale gener.

I anlægsfasen af diget, kan det blive nødvendigt at fjerne mindre dele af hækken langs Linderupvej for at give plads til fx højvandsmur med -skot. Det kan dog vedtages, at der plantes ny hæk som kompensation andetsteds.

### 5.2 Naturbeskyttelse

Projektet omfatter ikke anlæg der kan skade eller medføre ændring i områder med beskyttet natur.

---

### 5.3 Planforhold

Det vurderes, at der i kommuneplanen ikke er noget til hinder for etablering af et dige i området. Forudsætningen er, at et digeanlæg og ændringer i arealanvendelsen inden for området kan begrundes ud fra særlige planlægningsmæssige og samfundsmæssige hensyn, der i dette tilfælde er at undgå oversvømmelser af mange ejendomme i Frederikssund.

Dog skal følgende afklares i samarbejde med Frederikssunds Kommune:

1. Der gælder følgende udpegninger: å-beskyttelse (kræver en dispensation), skovbyggelinje (kræver evt. dispensation eller reduktion) og lavbundsareal (Kommunen skal forholde sig til dette).
2. Det skal afklares, om der ønskes merværdi ved etablering af et rekreativt element på diget, fx en sti, som en del af løsningen.
3. Lokalplan LP2 indeholder to forhold af relevans. Der skal opnås byrådets tilladelse, hvis der skal fjernes beplantning (§ 7.1) og til at terrænregulere mere end +/- ½ meter (§ 7.3).
4. Hvis diget skal placeres indenfor LP23's område, hvor der er et beplantningsbælte og hvis dette kræves fjernet, skal der udarbejdes en ny lokalplan, der muliggør dette. Alternativt skal det sikres, at der plantes en ny beplantning bag diget.
5. Kommunen skal afgøre om diget er lokalplanpligtigt. I så fald kan der udarbejdes en landzonelokalplan med bonusvirkning (så landzonetilladelsen er overflødig, se pkt. 4).
6. Hvis ikke der skal udarbejdes en landzonelokalplan med bonusvirkning, skal der søges om landzonetilladelse til etablering af diget (i forbindelse med tilladelse i henhold til lov om kystbeskyttelse til etablering af dige afklares andre forhold med de rette myndigheder, fx strandbeskyttelse, naturbeskyttelse mv.).

### 5.4 Landskab og visuelle forhold

Diget vil visuelt opfattes som et anlæg, dog hensynsfuldt tilpasset grundet beliggenheden langs vejen ud mod kysten og langs byens kant ind mod ådalen. Det anbefales, at de naturmæssige, landskabelige, rekreative og borgerrettede interesser afvejes nøje i forbindelse med fastlæggelsen af den endelige placering og udformning af diget.

Der skal tages stilling til, i hvilken grad den landskabelige bearbejdning af kystbeskyttelsen skal understøtte det ønskede naturpræg langs kysten og i ådalen. Altså hvilken

---

oplevelsesværdi, der ønskes af landskabet og diget, og om der kan og skal ske rekreativ anvendelse af diget.

Det anbefales derfor, at de forskellige aktører involveres i designet af den endelige oversvømmelsesbeskyttelse i en senere fase, så man fremmer en nærmere vurdering af, om der vil og kan opnås ikke bare en acceptabel eller forhøjet landskabelig oplevelsesværdi, men også et større potentiale for rekreativ anvendelse af anlægget.

## 5.5 Økonomiske konsekvenser

I anlægsfasen vil husejerne opleve støj og vibrationer til anlægskonstruktion og de dermed forbundne aktiviteter og begrænsninger, herunder arbejde med grøftegravning og afspærring af den rekreative værdi, som er forbundet med strandengsområdet.

Den afledte samfundsøkonomiske effekt af digeanlægget vil efter projektets afslutning, omfatte de direkte økonomiske fordele for boligejerne samt de afledte rekreative værdier for borgere og besøgende. Derudover vil naturen og værdien af kystnær natur indgå som deleffekt.

De tilskrevne værdiforringelser, som blandt andet er fulgt med de seneste stormfloders oversvømmelse naturområdet lige havværts for husene og de forværrede konsekvensscenarier af klimaændringerne, vil formentligt blive ophævet umiddelbart efter færdiggørelsen. Dette vil gælde for alle oversvømmelsestruede helårsbeboelser.

Den største effekt ved husejernes værdistigning vil blive realiseret i form af bankernes /forsikringsselskabernes dæmpelse af den eksisterende risikovurdering, med en udvidelse af husejernes fri-værdi som følge heraf. Det vil give husejerne større indtægter ved salg, samt mulighed for optag af større lån, til mindre rente. Endelig vil fjernelsen af risici for klimaskader positivt påvirke husejernes forsikringsudgifter.

Frederikssund Kommune vil muligvis opleve et ændret indtægtsgrundlag afledt af indtægtsstigninger fra ejendomsskatter. Derudover vil kommunen formentlig spare på driftsudgifter til det rekreative område, som følge af færre oversvømmelser og eventuelle sagsbehandling og varslingssystem i området. Frederikssund Forsyning vil endvidere spare på vedligeholdelse af kloakering.

## 5.6 Kysttekniske konsekvenser

Diget vil naturligvis have kysttekniske konsekvenser for det oversvømmelsestruet bagland, men der er ingen kystmorfologiske konsekvenser for kystlandskabets frie udvikling.

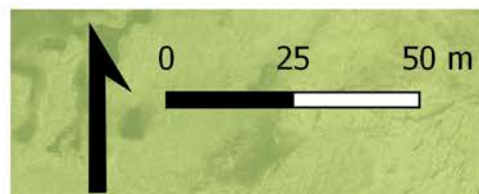
## 5.7 Afstrømningsmæssige konsekvenser

Der forventes ingen afstrømningsmæssige konsekvenser, såfremt anbefalinger i afsnit 4.3.2 implementeres.

---

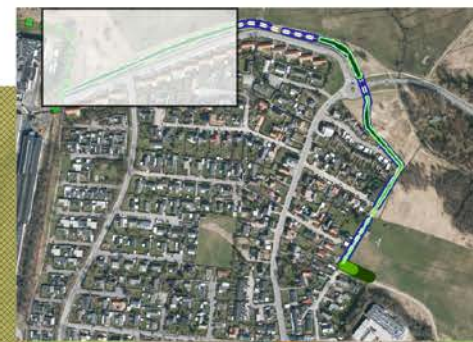
## REFERENCER

- [1] »Dansk meteorologisk Institut (DMI) Aktuelle vandstande,« [Online]. [Senest hentet eller vist den 16 Marts 2017].
- [2] F. Kommune, »Kommuneplan 2013-2025«.
- [3] C. Sørensen, H. T. Madsen og S. B. Knudsen, »Højvandsstatistik 2012,« Kystdirektoratet, 2013.
- [4] K. S. Madsen, T. Schmidt og C. A. Ludwigsen, »Fremtidens vandstand,« DMI, 16 Marts 2013. [Online]. Available: <https://www.dmi.dk/laer-om/temaer/hav/fremtidens-vandstand/>. [Senest hentet eller vist den 20 Juni 2017].
- [5] J. van der Meer et al, EurOtop, Manual on wave overtopping of sea defences and related structures, årg. Second Edition, 2016.
- [6] U. A. C. O. ENGINEERS, »Shore protection manual. Army Engineer Waterways Experiment Station,« 1984.
- [7] EAK, Empfehlungen für Küstenschutzwerke, Die Küste, Archiv für Forschung und Technik an der Nord- und Ostsee, 2002.
- [8] TAW, »Technical Report – Clay for dikes,« Technical Advisory Committee for Flood, 1996.
- [9] Kystdirektoratet, »Hvad er diger?,« 16 Juni 2017. [Online]. Available: <http://kysterne.kyst.dk/hvad-er-diger.html>. [Senest hentet eller vist den 20 Juni 2017].

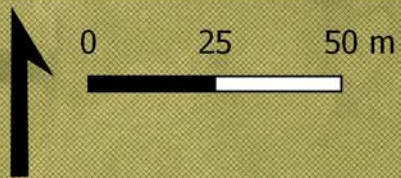


Natura 2000 område

Strandeng beskyttet af  
Naturbeskyttelses-lovens §3



<b>Bilag A</b>		
Project ref.: 227568 Linderupvej Højvandsbeskyttelse		
Date: 20-06-2017	Prepared: SSC	Checked:
Rev.: 1	Scale: 1:1500	Format:



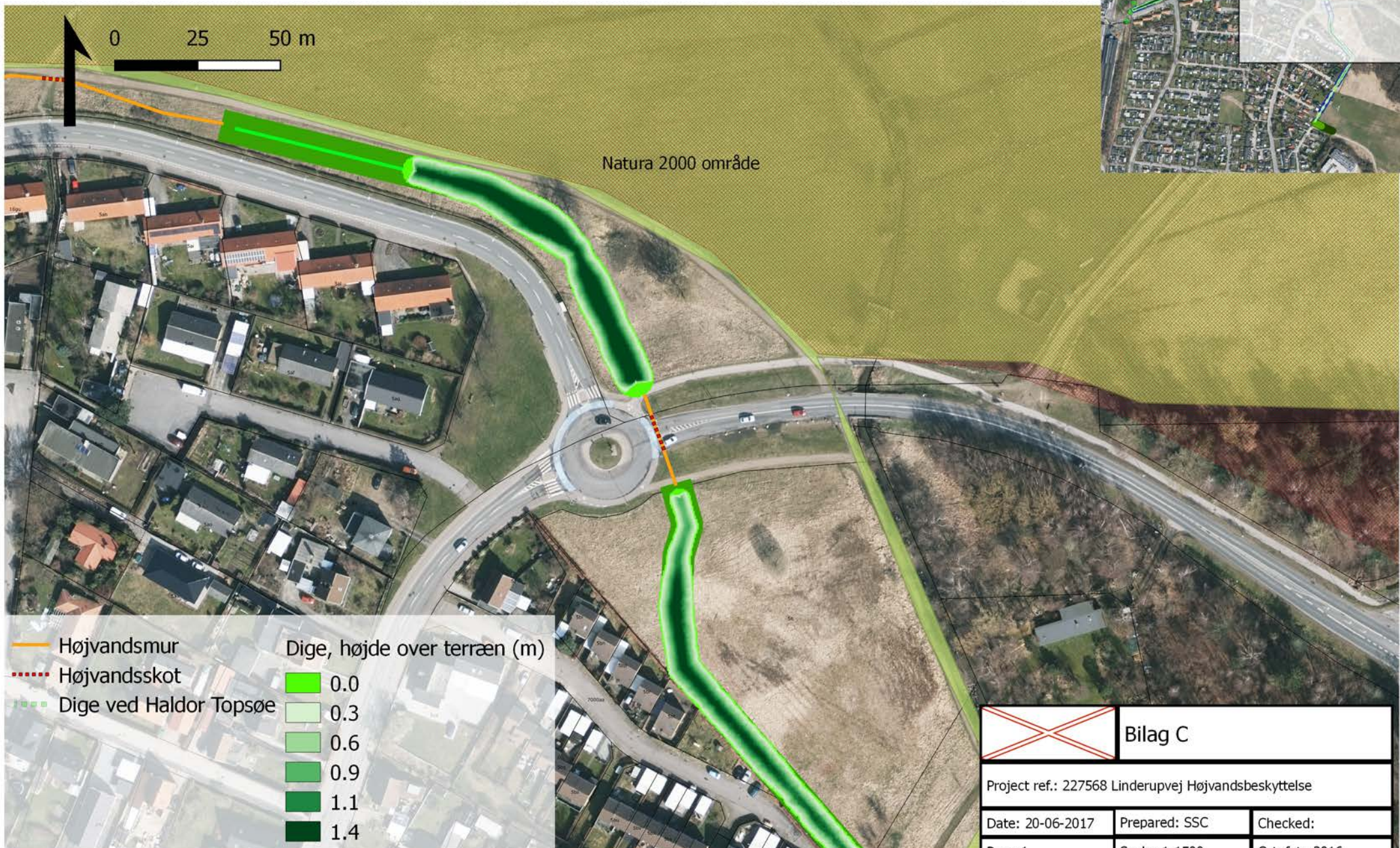
Natura 2000 område



- Højvandsmur
  - - - Højvandsskot
  - - - Dige ved Haldor Topsøe
- | Dige, højde over terræn (m) |   |
|-----------------------------|---|
| 0.0                         | <span style="color: lightgreen;">■</span> |
| 0.3                         | <span style="color: #90EE90;">■</span>    |
| 0.6                         | <span style="color: #76C73A;">■</span>    |
| 0.9                         | <span style="color: #4CAF50;">■</span>    |
| 1.1                         | <span style="color: #2ECC71;">■</span>    |
| 1.4                         | <span style="color: #008000;">■</span>    |

Bilag B		
Project ref.: 227568 Linderupvej Højvandsbeskyttelse		
Date: 20-06-2017	Prepared: SSC	Checked:
Rev.: 1	Scale: 1:1500	Ortofoto 2016





 Bilag C		
Project ref.: 227568 Linderupvej Højvandsbeskyttelse		
Date: 20-06-2017	Prepared: SSC	Checked:
Rev.: 1	Scale: 1:1500	Ortofoto 2016



		<b>Bilag D</b>
Project ref.: 227568 Linderupvej Højvandsbeskyttelse		
Date: 20-06-2017	Prepared: SSC	Checked:
Rev.: 1	Scale: 1:1500	Format:



#### BAKKER ETABLERES SOM HEDELANDSKAB



Projektet indarbejder hede- og klitlandskabet med bakker som skaber rum og et varierende landskab omkring højvandsmuren.

Bakkerne kan etableres overskudsjord fra udgravningen til højvandsmuren. Topkoterne for bakkerne er angivet på planen og bakkerne har en maks. hældning på 1:1,5. Hedelandskabet forstærkes af beplantningen, som består af enggræs, enkelte klynger af hvid og rød tjørn og lyng. Det giver naboerne en visuel interessant oplevelse og bryder murens lange forløb.



#### HØJVANDSMUREN SKÆRER SIG IND I LANDSKABET



Højvandsmurens har en topkote på 3,0 m (faktisk kote), hvilket på terræn svarer ca. til en mur på 1,5 m og bakker på maks. 1,8 m.

Ligesom de historiske bunkers skærer sig ind i klit- og hedelandskabet, skærer højvandsmuren sig ind i diget og bakkerne. De naturligt formede bakker omkring ligger sig dels op ad muren og del i en afstand til muren og skaber en kontrast til den rå og menneskeskabte mur.

Det foreslås, at 'tilte' murstykkerne, således at disse skaber et spil i forhold til lys og skygge.



#### LYNGBEPLANTET SKYBRUDSGRØFT



Skybrudsgrøften ligger som et lilla-lysende skår i landskabet og bugter sig langs højvandsmuren imellem bakkerne. Den har en bund kote på ca. 30 cm under eksisterende kote. Bunden af grøften friholdes for lyng, således at vand kan løbe frit.

Ved området til brug for beredskab flader grøften ud og giver plads for at beredskabsvogne kan holde på arealet. Samtidig sikre lyngen at områdets besgænde ikke vil opleve arealet som parkeringsplads.

Grøft og bakke bør gå i et, så der skabes et sammenhængende landskab.



#### BEPLANTNING SKABER SAMMENHÆNG



Hvid og rød tjørn plantes på bakkerne og skaber højde og rum omkring muren. Samtidig giver de et visuelt og farverigt udtryk som forandrer sig over året.

Tjørnen sikre derudover at højene ikke bruges til at kravle over muren med evt. indkiggene for naboerne.

