|  |  |
| --- | --- |
| Notat | |
| Projekt | Stormflodsbeskyttelse af Odense Havn /Odense Fjord med sluse |
| Kunde | Odense kommune |
| Notat nr. | 02 |
| Dato | 2016-01-27 |
| Til | Carsten Jespersen /Gert Laursen |
| Fra | Henrik Mørup-Petersen |
| Kopi til | JKB /& STVH |

# Baggrund

## Risikostyringsplanen for Odense Fjord

Risikostyringsplanen for Odense Fjord anviser en mulighed for en regional løsning ved sikring af hele Odense Fjord med en stormflodssluse i Gabet suppleret med forstærkning af 1200 m diger på Enebærodde og hævning med sikring af 1300 m grusvej på Drejet.

Hvis denne løsning vælges, ville det ikke være nødvendigt med anden stormflodssikring inden for risikoområdet.

De tekniske, miljømæssige og økonomiske udfordringer ved denne løsning har betydet, at der er undersøgt og prissat lokale løsninger på stormflodssikringen af delområder ved Odense Fjord.

En af de lokale løsninger er et forslag til sikring af havnearealet i Odense med en stormflodssluse i Odense Kanal placeret ved Nisted, hvor morænebakkerne ligger tæt på den vestlige side af kanalen og havneterrænet er fyld op til et niveau over kote + 3,0 m.

Risikostyringsplanen forudsætter en 100-års stormflodsvandstand aktuelt på + 1,93 m stigende til + 2,23 m i 2050. Anlæggene skal desuden dimensioneres for et bølgetillæg på grund af overskyl / opskyl fra de bølger, der kan påvirke de aktuelle anlæg ved stormflod.

## Kommentarer til Risikostyringsplanen

Odense Havn mener som udgangspunkt, at en sluse i kanalen af Venedig-typen ikke vil være i Havnens interesse, da den begrænser muligheden for senere uddybning, betyder ekstra omkostninger til vedligeholdelse af sejldybden omkring slusen og til vedligehold af slusen.

Odense Havn foreslår i stedet en stormflodssikring med en ”doksluseport” mellem Klintebjerg og Vigelsø suppleret af et dige mellem Vigelsø og Dræby Fed. Denne placering foretrækkes også af Vandcenter Syd. Stormflodssikringen ved Vigelsø er derfor undersøgt og behandlet i et følgende afsnit.

Odense Havn kan ikke tilslutte sig forslaget med en sluse ved Gabet på grund af begrænsningen i udvidelsesmulighederne for gennemsejlingen. Forslaget er imidlertid baseret på en mulig udvidelse af dybden i indsejlingen fra 12 m til 14 m. Det er netop dette krav om, at sluseporten skal ligge 2 m under den aktuelle havbund, som betyder, at denne løsning ikke kan anbefales, da der vil aflejre sig 2 m sand og ral på sluseporten, når den ligger i gruben.

Odense Havn mener også at anlægsoverslagene er optimistiske.

Overslagene for sluserne er med udført med de begrænsede ressourcer og viden der var tilgængelig på det tidspunkt. Rambøll har i mellemtiden udført forundersøgelser for stormflodsbeskyttelse med Venedig-sluser i Roskilde Fjord ved Kronprins Frederiks bro og i Kerteminde Havn. Den viden om udførelse og anlægsudgifter, som derved er opnået, anvendes i det efterfølgende til at justere anlægsoverslagene, som ganske rigtig bliver hævet noget i forhold til det tidligere anlægsoverslag.

Odense Kommune har efter udsendelse af Risikostyringsplanen ønsket, at slusen i kanalen flyttes fra placeringen ved Nisted til den nordlige kant af opfyldningen på Stige Ø således at Stige By og en stor del af diget langs kanalen også beskyttes af slusen i Kanalen. En placering af slusen ved Stige Ø er undersøgt og beskrive i et selvstændigt afsnit.

Kystdirektoratet har bemærket, af de foreslåede anlæg til stormflodssikring har relation til hinanden. Kystdirektoratet anbefaler derfor, at man i en tidlig fase vurderer, hvilke af de foreslåede regionale løsninger med sluseanlæg, man ønsker at gå videre med. Desuden skal det overvejes, hvorledes de regionale løsninger skal finasieres.

Dette forhold er ikke umiddelbart dækket af Kystbeskyttelsesloven.

Nærværende notat med opdaterede anlægsoverslag skal tjene til at forbedre beslutningsgrundlaget for en eventuel regional stormflodssikring med sluse i kanalen placeret et af følgende 4 steder: 1) i kanalen ved Nisted, 2) i kanalen ved Stige Ø.

Det alternative forslag med placering af slusen i fjorden ved Vigelsø eller ved Gabet behandles i separate notater.

# Revurdering af slusen ved Nisted

## Beskyttede områder

En sluse i Kanalen ved Nisted vil beskytte den indre havn på begge sider af kanalen inden for Nisted, herunder Motorbådshavnen. Desuden beskyttes 1.700 m af diget mod Bispeengen langs kanalen. Der er ingen §-3 beskyttede- eller Natura 2000 naturområder inden for slusen, som kan påvirkes af anlæg eller drift af slusen.

## Sikring mod oversvømmelse uden om slusen

Placeringen ved Nisted er foreslået, fordi det med et tværdige fra slusen til morænebakkerne vest for diget kan sikres effektivt mod oversvømmelse for et beskedent beløb anslået til kr. 250.000,-, som kun er lidt afhængig af den højde, som sikringen ønskes ud ført med.

## Hensyntagen til kommentarer fra Odense Havn

Den aktuelle garanterede dybde i kanalen er 7,5 m, men Odense Havn har oplyst, at den ønskes forøget til 8,0 m. Med ekstra uddybning var slusen regnet placeret med oversiden af faste del i kote – 8,25 m Oversiden af den nedsænkede sluse er i det reviderede budget regnet til kote – 8,5 m, således at uddybningen op til slusen generes mindre af den nedsænkede sluse. Den fire gennemsejlingsbredde er fastholdt til 50 m.

Gruben udføres således, at sluseportene i den nedsænkede tilstand udgør et tæt låg som det er forudsat i Kerteminde Havn, hvor det er beregnet, at der vandrer 10 m3/m/år sedimenter hen over slusen. Gruben udføres 0,5 m dybere end nødvendigt, så der kan tillades nogen sedimentation i gruben, før det er nødvendigt med en oprensning. Udgifter til kontrol og oprensning af gruben vil være en del af slusens driftsomkostninger, som kan pålægges de sikrede ejendomme og arealer.

## Opdateret anlægsoverslag

Anlægsoverslaget er opdateret på grundlag af erfaringerne fra forundersøgelsen af stormflodsslusen i Kerteminde Havn. Slusen i kanalen er regnet udført efter samme koncept som slusen i Kerteminde Havn. Kerteminde Kommune har besluttet at fremme projektet, så det vil sandsynligvis blive udført inden slusen i Odense Kanal, så det vil ikke være nødvendigt med modelforsøg.

Det oprindelige anlægsoverslag på i alt 17,5 mio. kr. var baseret på de estimater, som Kerteminde Sluselaug havde lavet. Forøgelsen af anlægsoverslaget er baseret på erfaringerne fra forundersøgelsen for slusen i Kerteminde. Overslagspriserne på fundering og grube er i denne forundersøgelse udarbejdet i samarbejde med en erfaren entreprenør og prisen på levering af stålportene er baseret på forhåndstilbud fra værfter i Polen og Litauen.

Højden af slusen i kanalen er også øget i forhold til det oprindelige forslag.

Med det nuværende grundlag er usikkerheden reduceret til 15 % fra 20 %.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  | **Overslag for anlægsarbejder og omkostninger** | |  |
|  | **Arbejder med slusen** | **DKK ex moms** |  |
|  | Mobilisering og arbejdsplads | 2.250.000 |  |
|  | Fundamenter til porte, 4 stk. | 2.512.000 |  |
|  | Grube og spunsarbejder | 6.837.200 |  |
|  | Levering af 2 dokporte (Flydende) | 9.740.800 |  |
|  | Montage af dokporte med kran på pram | 230.000 |  |
|  | Trykluft og teknik | 1.023.550 |  |
|  | Uforudset og budgetreserve 15 % | 3.389.033 |  |
|  | **Anlægsudgifter til slusen i alt** | **25.982.583** |  |
|  | Flankesikring, Dige ved Nisted | 250.000 |  |
|  | **Anlægsudgifter i alt** | **26.232.583** |  |
|  | **Myndighedsbehandling, vedtægt og partsfordeling (5 %)** | **1.311.629** |  |
|  | **Projektering og tilsyn (15 %)** | **3.934.887** |  |
|  | **Samlet budget for stormflodssikringen** | **31.479.099** |  |
|  | **Tabel 2.1: Anlægsoverslag med omkostninger** | |  |

Det samlede overslag for stormflodssikringen med en sluse i kanalen ved Nisted er således ca. 31,5 mio. kr.

Detaljerne af overslaget er vist i Bilag 2-1.

## Finansiering og drift

Efter Kystsikringsloven § 1a skal de sikrede ejendomme og arealer betale for anlæg og drift af storflodssikringen. Forsyningsselskaber og kommunen skal deltage, i det omfang, at deres anlæg og arealer sikres af slusen. Kommunen kan vælge at deltage i financieringen ud over det, som deres part tilsiger. Kommunen fastsætter partsfordelingen på de bidragspligtige ejendomme.

Der kan optages 25-årigt fastforrentet lån med kommunegaranti, hvor bidragene opkræves sammen med ejendomsskatten. Med det nuværende lave renteniveau vil en 100 % finansiering af anlægget betyde en årlig ydelse på lånet på 1,8 mio. kr./år. Hertil kommer drift og vedligehold på 0,2 mio. kr., som omfatter en årlig afprøvning af slusen og med års mellemrum udskiftning af offeranoder og oprensning af gruben. Det vil således være en årlig udgift på ca. 2,0 mio. kr., der skal fordeles ud på de bidragspligtige ejendomme, anlæg og arealer.

# Anlæg af sluse i kanalen ved Stige Ø

## Beskyttede områder

En sluse i Kanalen ved Stige Ø med flankebeskyttelse langs Østre Kanalvej fra Stige Ø og Havnegade til Bågøgade vil beskytte den indre havn på begge sider af kanalen herunder Motorbådshavnen. Stige by vil også beskyttes af en sluse i kanalen uden for Stige. Fynsværket vil ligeledes blive beskyttet, hvis der sikres til en vandstand over kote + 2,20 m. Desuden beskyttes 3,6 km af diget mod Bispeengen langs kanalen til Stige Havn og 1,4 km af diget mod Lumby Strand fra Stige til slusen. Anlæg af slusen vil således betyde, at de sikrede diger og områder ikke behøver yderligere sikring.

Der er ingen §-3 beskyttede- eller Natura 2000 naturområder inden for slusen, som kan påvirkes af anlæg eller drift af slusen. Natura 2000-området Odense Fjord omfatter ikke den opfyldte del af Stige Ø og heller ikke kanalen ud til Hasselø ved udløbet af Lunde Å. Bispeenge med Stavids Å har forbindelse til kanalen gennem en højvandssluse, så højvande i kanalen vil ikke medføre indstrømning af saltvand til engene, som derfor ikke vil påvirkes af slusen.

## Sikring mod oversvømmelse uden om slusen

Placeringen ved Stige Ø er foreslået, primært fordi denne placering vil sikre Stige by, hvor nogle ejendomme ved havnene er vanskelige at sikre lokalt. En stormflodssluse med denne placering skal suppleres med en sikring mod oversvømmelse over Østre Kanalvej fra opfyldningen på Stige Ø og videre af Havnegade langs den gamle kanal til Skibhusene til Bågøvej.

Denne sikring af ”flanken” mod øst er vist på Bilag 3-1.

### Sikring i skoven på Stige Ø

Fra det opfyldte terræn på den gamle losseplads skal der sikres en terrænkote på min.

+ 2,40 m gennem skoven og langs vejen til lystbådehavnen. Her regnes kun med 0,1 m bølgetillæg på grund af den beskyttede beliggenhed bag skoven. En højde på + 2,4 m vil derfor sikre til en vandstand på + 2,30 m. Der kan på denne strækning nemt sikres til et højere niveau op til en vandstand på + 2,50 m. Terrænmodellen er vist i Bilag 3-2.

**Figur 3.1 Længdeprofil fra opfyldningen på Stige Ø og langs Østre Kanalvej**

På figur 3.1 ses, at det kun er de sidste 240 m langs vejen, hvor terrænet i min. 2 m bredde skal hæves 0 – 0,50 m for at sikre mod oversvømmelse gennem skoven.

### Sikring af diget ved lystbådehavnen

På de næste 450 m ud for lystbådehavnen og den nordligste del af Bågø Strand er der ikke plads til at udføre et dige mellem vejen og kanalen.

På figur 3.2 er vist et længdeprofil af vejen fra det ovenfor bekrevne terrænhævning til Bågøgade, i alt ca. 1,8 km. Det ses, at fra stige Ø langs lystbådehavnen til det sted, hvor vejen er placeret på diget, der beskytter Bågø Strand, ligger vejen kun i kote + 1,70 m / 1,80 m. På denne strækning må der udføres en højvandsmur langs vejen. På grund af den mere udsatte beliggenhed, må der her regnes med 0,2 m bølgetillæg. Bølgepåvirkningen vil dog være med vind fra sydøstlige retninger, som ikke er typisk for stormflodshændelser.

Topkoten til højvandsmuren skal således være + 2,5 m /+ 2,6 m afhængigt af det vagte stormflodsniveau. Muren skal således være 0,8 m / 0,9 m over midte af vejen.

Højvandsmuren kan udføres som en betonmur funderet i min. 0,9 m dybde eller lidt dybere afhængigt af vejafvandingen. Vejen afvandes i dag ud over kanten på dæmningen. Dette vil ikke være muligt med højvandsmuren. Der skal derfor placeres en rendestensbrønd pr. 20 m med en regnvandsledning langs murens fundament. Ledningen kan enten afvandes til fjorden med et højvandslukke på udløbet eller under vejen til kanalen.

Som alternativ til betonmuren, kan der udføres en spunsvæg af genbrugsplast, som kan afsluttes og evt. beklædes med holdbart træ. Denne løsning vil også kræve vejafvanding.

Der er anlægsbudgettet regnet med kr. 4.800,- pr. m til højvandsmuren med vejafvanding.

**Figur 3.2 Længdeprofil af vejen fra Stige Ø til Bågøgade**

### Sikring ud for Bågø Strand

Den 800 m lange vejstrækning fra dæmningen ved lystbådehavnen til det østlige hjørne af kullageret ses af Figur 3.2 at ligge i kote + 2,30 m på de første ca. 400 m, derefter ligger den ned til kote ca. + 2,1m, lokalt til + 2,0 m på de næste 400 m. Hele vejen har sandsynligvis været anlagt som dige i kote + 2,30 m, men har sat sig på den strækning, hvor den ligge lavere.

Denne strækning ligger udsat for bølgepåvirkning med storm fra NØ, så her skal der regnes med et bølgetillæg på 0,20 m, hvis der kan tillades lidt overskyl fra bølger. Vejen i kote + 2,3 m kan således sikre mod oversvømmelse med en vandstand op til + 2,10 m, som er tilstrækkeligt nu, men ikke giver nogen klimasikring. Hævning af vejen til kote + 2,50 m som klimasikring vil være en meget dyr løsning.

Denne vejstrækning afvandes til en åben grøft. Mellem grøften og den gamle kanal er der et hævet terræn, som kan være et tidligere dige, som imidlertid er gennembrudt af tværgrøfter, som afvander vejgrøften.

Natura 2000 – området er vist indtil kanten af vejen. Diget mellem vejen og kanalen er således beliggende i Natura 2000-området, og der skal derfor en dispensation til at forstærke diget til det foreskrevne niveau.



**Figur 3.3 Tracé af dige langs vejen fra Stige Ø til kullageret**

På Figur 3.3 er vist det mulige tracé af stormflodssikringen langs vejen med en mindre forstærkning af et dige

I Figur 3.4 er der vist et længdeprofil af det højeste terræn mellem vejen og den gamle kanal, hvor grøfterne tydeligt fremgår. Her kan der på de første 400 m let etableres en sikring til kote + 2,50 m ved at fylde op til 0,50 m op på 100 m mellem St. 200 og St. 300.

På de næste 250 m fra St. 400 til St. 650 skal der udføres et dige med en højde på op til 1,0 m for at sikre til en vandstand på + 2,30 m med 0,20 m bølgeopskyl fra NØ. På de sidste 150 m af diget, som vender mod SØ, kan højden reduceres til + 2,40 m, så der skal her kun fylde 0,4 m op.

**Figur 3.4 Længdeprofil af diget langs vejen fra Stige Ø til kullageret**

Tværgrøfterne skal fyldes op til digets niveau. Den fremtidige afvanding sikres med et rør i grøften forsynet med et højvandslukke på udløbet. For at beskytte højvandslukket placeres det i en 315 mm drænbrønd med udløb til kanalen. Tværgrøfterne er placeret med en afstand på mellem 140 m og 200 m. Som ekstra sikkerhed mod indstrømning vælges rørdimensionen så lille som muligt, gerne 110 mm PEH-rør, selv om det kan give en kortvarig opstuvning med regnvand i vejgrøften, som er ca. 1 m dyb under vejkoten.

### Sikring fra kullageret til Bågøgade

Vejkoten ud for kullageret er mellem + 1,18 m og + 2,35 m. For klimasikringen skulle vejen ligge i + 2,30 m, idet der kan ses bort for bølgeopskyl fra SØ, da den gamle kanal er beskyttet af morænebakker på den modsatte side.

25 m sydvest for det østlige hjørne af kullageret er vejkoten + 2,26 m. Her kan laves et 100 mm højt ”bump”, som forbindes med diget langs vejen og mod nord til kullageret med en terrænhævning til kote + 2,30 m. Fra det vestlige hjørne af kullageret sikres en terrænkote på+ 2,30 m til 50 m vest for broen til Færgevej, hvor vejkoten er + 2,35 m, men falder til + 2,10 m / 2,20 m hen mod Bågøgade. Vejkoten 50 m fra Færgevej er tilstrækkelig høj, så her skal ikke udføres et ”bump”.

Mellem Færgevej og Bågøgade kan der udføres et lavt dige på rabatten og skråningen mod kanalen. Figur 3.5 viser længdeprofilet. Der skal kun fyldes 0,0 – 0,2 m på rabatten på denne strækning for at opfylde kravet til klimasikring i kote + 2,30 m. Der er to højspændingsmaster, hvor påfyldningen ikke må komme i kontakt med stålmasten.

**Figur 3.5 Længdeprofil af diget langs vejen fra Færgevej til Bågøgade**

Ved Bågøgade drejes diget 20 m med rundt i den østlige rabat, hvor en terrænkote over + 2,30 mødes.

Med denne løsning kan vejen ud for kullageret ved en maksimal vandstand på + 2,30 m blive oversvømmet med 10 cm, lokalt 15 cm vand, men dette forhindrer ikke kørsel med beredskabets køretøjer. Muligheden for at udføre en høj kantsten eller et dige på den bevoksede skråning mod kanalen kan undersøges nøjere, men dette vil kræve et ”bump” på Færgevej foran broen ved afkørslen fra Havnegade.

### Oversvømmelse fra Lumby Inddæmning

Med en vandstand på + 2,30 m i Odense Fjord samtidigt med storm fra nord og nordøst vil der på grund af bølgeopskyl på diget mod Lumby Inddæmning være risiko for digebrud, såfremt diget ikke er blevet klimasikret. Hvis dette medfører en total oversvømmelse af Lumby Inddæmning med en vandstand på bagsiden af diget til + 2,30 m, vil der være en lille risiko for, at der sker overskyl af diget i kote + 2,4 m til kanalen syd for slusen, som kunne medføre indstrømning af vand fra Lumby Inddæmning til kanalen inden for slusen.

Den tid, som går fra der med høj vandstand sker et digebrud, som kan fylde hele Lumby Inddæmning op til kote + 2,30 m vil betyde, at vandstanden i Odense Fjord vil være begyndt at falde igen. Bølgepåvirkningen på bagside af diget syd for slusen vil desuden være begrænset af opfyldningerne vest for diget på Odense Nord Miljøcenter.

Selv uden klimasikring af Lumby Inddæmning anses en oversvømmelse af diget syd for slusen fra Inddæmningen med en vandstand i fjorden på op til + 2,30 m for en usandsynlig hændelse. Det vil dog være en rimelig antagelse, at digerne nord for slusen klimasikres samtidigt med eller inden slusen udføres.

## Hensyntagen til kommentarer fra Odense Havn

Med anlæg af slusen i kanalen ved Stige Ø gælder de samme bemærkninger fra Odense Havn, som ved placeringen ved Nisted.

## Anlægsoverslag

Anlægsoverslaget på selve slusen med grube og fundering er som for placeringen ved Nisted Der anvendes derfor det opdaterede anlægsoverslag for slusen.

Med det nuværende grundlag er usikkerheden reduceret til 15 % fra 20 %.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | | |  |
|  | **Overslag for anlægsarbejder og omkostninger** | | | |  |
|  | **Arbejder med slusen** | **DKK ex moms** | | |  |
|  | Mobilisering og arbejdsplads | 2.250.000 | | |  |
|  | Fundamenter til porte, 4 stk | 2.512.000 | | |  |
|  | Grube og spunsarbejder | 6.837.200 | | |  |
|  | Levering af 2 dokporte (Flydende) | 9.740.800 | | |  |
|  | Montage af dokporte med kran på pram | 230.000 | | |  |
|  | Trykluft og teknik | 1.023.550 | | |  |
|  | Uforudset og budgetreserve 15 % | 3.389.033 | | |  |
|  | **Anlægsudgifter til slusen ialt** | **25.982.583** | | |  |
|  | Sikring fra Stige Ø til Bågøgade | **3.545.300** | | |  |
|  | Uforudset og budgetreserve 15 % | **531.795** | | |  |
|  | **Anlægsudgifter til sikring fra Stige Ø til Bågøgade i alt** | **4.077.095** | | |  |
|  | **Anlægsudgifter i alt** | **30.059.678** | | |  |
|  | **Myndighedsbehandling, vedtægt og partsfordeling (5 %)** | **1.502.984** | | |  |
|  | **Projektering og tilsyn (15 %)** | **4.508.952** | | |  |
|  | **Samlet budget for stormflodssikringen** | **36.071.613** | | |  |
|  | **Tabel 3.1: Anlægsoverslag med omkostninger** | |  |
|  |  | | | |  |

Det samlede overslag for stormflodssikringen med en sluse i kanalen ved Stige Ø er således ca. 36,1 mio. kr. eller ca. 4,8 mio. kr. dyrere end slusen ved Nisted. Til gengæld klimasikres Stige og Fynsværket til en stormflodsniveau op til kote + 2,30 m.

Detaljerne af overslaget er vist i Bilag 1.

## Finansiering og drift

Efter Kystsikringsloven § 1a skal de sikrede ejendomme og arealer betale for anlæg og drift af storflodssikringen. Forsyningsselskaber og kommunen skal deltage, i det omfang, at deres anlæg og arealer sikres af slusen. Kommunen kan vælge at deltage i financieringen ud over det, som deres part tilsiger. Kommunen fastsætter partsfordelingen på de bidragspligtige ejendomme.

Det skal undersøges af Fynsværket, hvilke bygninger, installationer, specielt i installationer i kældre, som vil være beskyttet mod oversvømmelse med en vandstande fra + 2,00 m og op til + 2,30 m. Sikring af Fynsværkets drift under ekstreme vejrforhold vil være af regional betydning, hvorfor ekstraudgiften til at flytte slusen til Stige Ø kan retfærdiggøres alene af den grund, hvis vitale anlæg og installationer sikres med denne placering af slusen.

Der kan optages 25-årigt fastforrentet lån med kommunegaranti, hvor bidragene opkræves sammen med ejendomsskatten. Med det nuværende lave renteniveau vil en 100 % finansiering af anlægget betyde en årlig ydelse på lånet på 1,8 mio. kr./år. Hertil kommer drift og vedligehold på 0,2 mio. kr., som omfatter en årlig afprøvning af slusen og med års mellemrum udskiftning af offeranoder og oprensning af gruben. Det vil således være en årlig udgift på ca. 2,0 mio. kr., der skal fordeles ud på de bidragspligtige ejendomme, anlæg og arealer.