

# NOTAT

Projekt Risikostyringsplan for Odense Fjord  
Kunde Odense Kommune  
Notat nr. 05  
Dato 2014-11-07  
Til Carsten E. Jespersen  
Fra Henrik Mørup-Petersen  
Kopi til STVH

## 1. Vurdering af stormflodsrisiko for Seden Strandby

Dato 2014-11-07

### 1.1 Eksisterende forhold

Seden Strandby er beliggende på en lav morænebakker uden stormflodssikring i et niveau mellem kote + 1,50 m og + 2,75 m.

Beboelsesbygninger er flere gange blevet oversvømmet senest i november 2006 og december 2013. Der er ikke i dag nogen effektiv stormflodssikring af Seden Strandby.

Rambøll  
Englandsgade 25  
DK-5100 Odense C

T +45 5161 1000  
F +45 5161 1001  
www.ramboll.dk

### 1.2 Risikoarealets anvendelse

Med den aktuelle 100-års returperiode med en vandstand på + 1,94 m vil ca. 30 ejendomme ligge i oversvømmet terræn.

Med en stigende stormflodskote til + 2,24 m vil yderligere 15 ejendomme være truet ligesom hyppigheden af oversvømmelse af de lavere liggende ejendomme vil øges.

Veje fra Seden til Seden Strandby vil også oversvømmes allerede ved en vandstand på ca. + 1,50 m.

Ref. 1100014330  
Dok GA00024-1-HMP

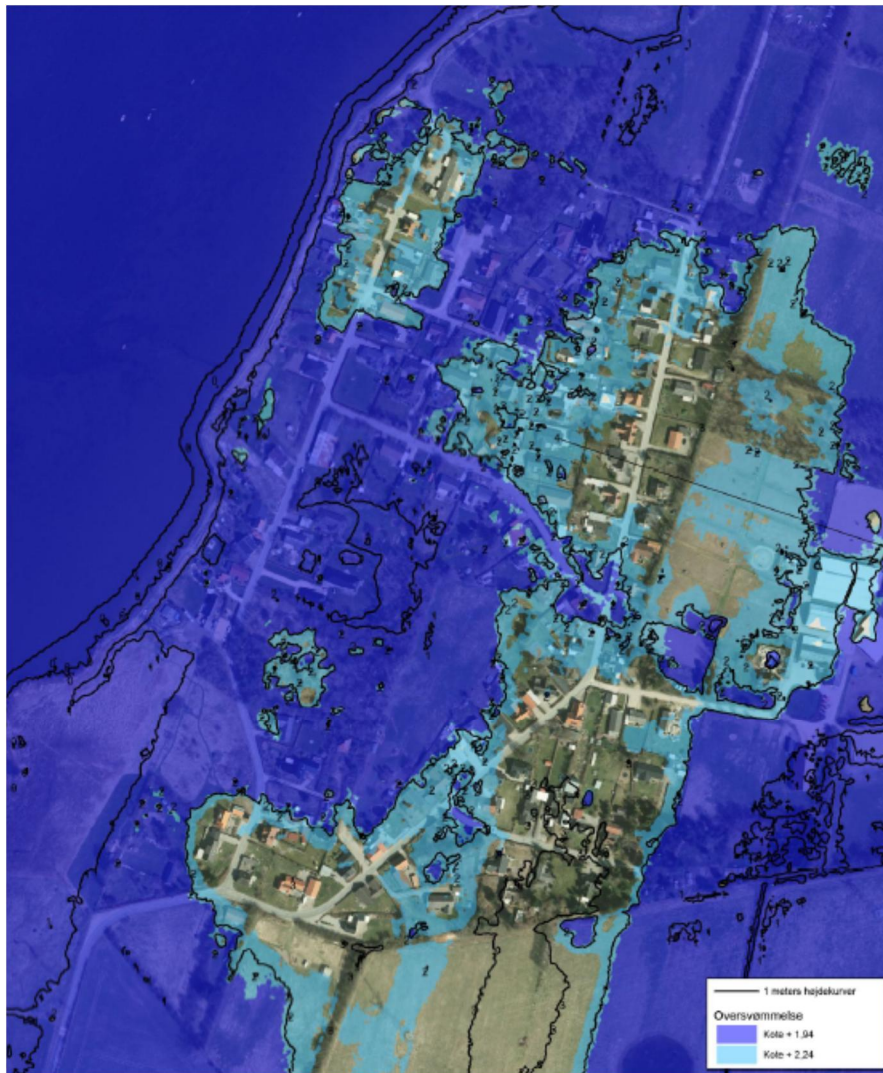
### 1.3 Den aktuelle beskyttelse og oversvømmelsesrisiko

Der er ingen oversvømmelsesbeskyttelse ud over ejendommens gulvkote, som i princippet burde være over stormflodskoten.

De lavest liggende ejendomme ligger i terrænkote + 1,50 m. Returperioden for denne vandstand er i dag 6,5 år. Med 30 cm vandstandsstigning vil dette være en årligt forekommende vandstand.

Selv om de lavest liggende ejendomme kan sikres lokalt til kote + 1,75 m er returperioden kun 30 år i dag og ca. 1 år i 2050.

På Figur 1 vises oversvømmelsen med kote + 1,94 m (mørk blå) og + 2,24 m (lys blå)



Figur 1: Seden Strandby– Oversvømmelseskoter + 1,94 og 2,24 m

Det ses, at det er nødvendigt med en fælles stormflodssikring af Seden Strandby

- 1.4 Etablering af diger med reduceret oversvømmelsesrisiko.  
Digerne skal have en kronokote på op til + 2,40 m, men de skal ikke placeres som 2,4 m høje diger på kysten. Dette vil være landskabeligt uacceptabelt og dyrt.

Det forslås derfor at lave en stormflodsbeskyttelse af ejendommene ved at anlægge et lavt dige med fladt anlæg, hvor der er plads til det på arealerne foran boligerne men bag kystskrænten. Her ligger terrænet typisk mellem + 1,5 m og + 2,25 m. Afhængigt af den disponible plads og terrænkoten kan diget udføres som en terrænhævning med anlæg 1:5 mod huset og 1:3 mod havet. Med en terrænkote på typisk + 1,50 m vil den samlede bredde

være ca. 8 m. Hvor dette anlæg udføres på en græsplæne, vil der fortsat kunne slås græs på det hævede terræn, som vil ligne en naturlig strandvold.

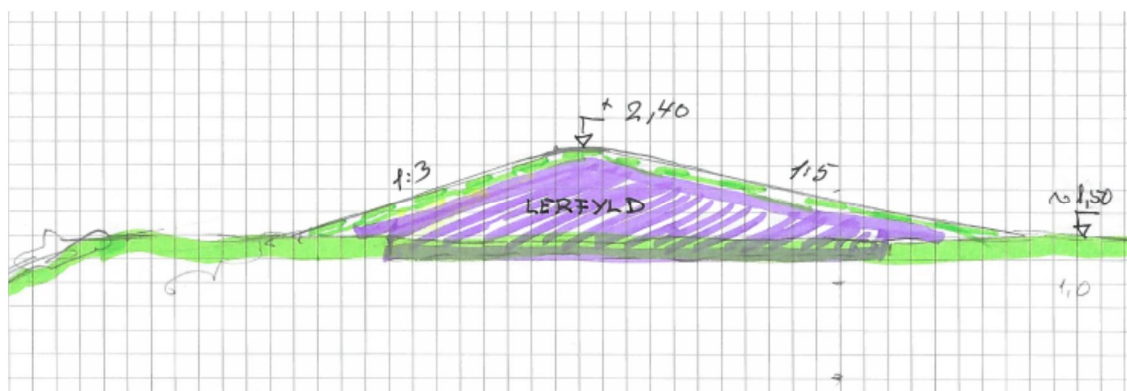
Hvor der er mindre plads må der udføres et egentlig dige. To ejendomme ligger helt tæt på kysten. De er tilsyneladende beskyttet med en mur. Disse mure kan erstatte diget, hvis de er tilstrækkeligt høje og stabile og digerne på nabogrundene kan sluttes til muren.

En del af kysten mod Odense Fjord er registreret som § 3 beskyttet strandeng. Disse arealer skal undgås ved anlægget af diget og §-3 arealerne skal helst forblive uden for diget. Det kan dog enkelte steder være nødvendigt at anlægge diget på en lille del af et areal, som er udpeget som strandeng. I disse tilfælde må der laves en konkret botanisk vurdering af arealet, for at se om plantevæksten på det aktuelle sted berettiger til udpegningen.

Den signifikante bølgehøjde med et frit stæk på 1,5 km fra nordvest og en vindhastighed på 20 m/sek. vil være 0,4 m. Med diger i en terrænkote på + 1,5 m vil vanddybden foran diget ved stormflod være ca. 0,5 m, så bølgerne, der kan nå ind til de diger, som er eksponeret fra retningerne mellem vest og nord vil være ca. 0,3 m.

Digerne regnes udført uden stenbeskyttelse, men med en flad skråning 1:3 mod havet. Diger eksponeret mod nordvest til nord skal beregnes for et bølgetillæg på 0,25 m, øvrige diger for 0,20 m. Dige-kronen udføres som en afrundet krone, se Figur 2.

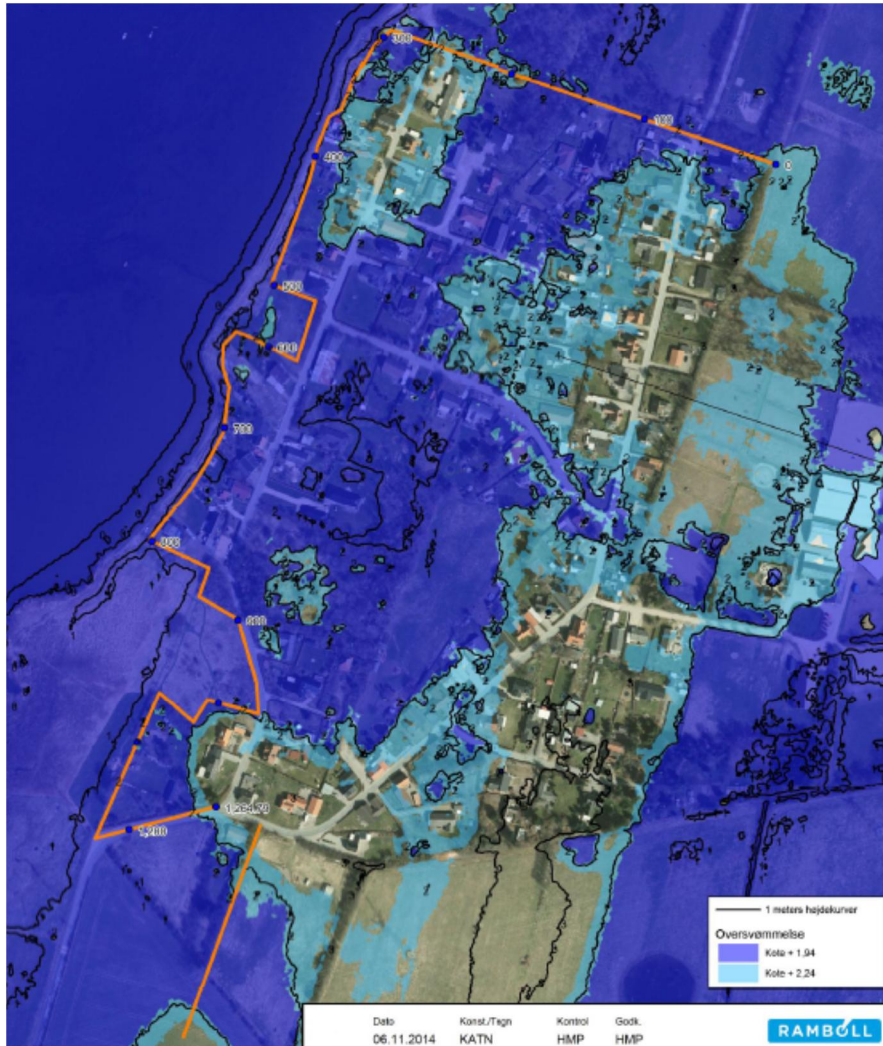
Diget opbygges af moræneler efter afrømning af mulden, som genudlægges i 10 cm tykkelse på diget. Anvendelsen af ler sikrer, at diget kan overskylles uden væsentlig erosion af lerkernen. Der kan ved stormflod ske en erosion af digets forside, hvis græstæppet gennembyrdes af bølgerne, men lerkernen vil ikke kunne gennembyrdes i de få timer med en vandstand over kote + 1,50 m.



Figur 2: Tværsnit i dige med kroneskote + 2,40 m.

Placeringen af digerne er vist på Figur 3. Digerne vil typisk være mellem 0,5 m og 1,0 m høje over terrænet, så de ikke dominerer eller tager udsigten til vandet. De vil typisk være en forhøjning i græsplænen, men med en stor effekt, hvis alle er med, så der ikke bliver huller i diget.

Der er regnet med, at den østlige side af Seden Strandby sikres med projektet i Småstensskrog. Den detaljerede placering og udformning af diget kan aftales med lodsejerne, men det er en forudsætning, at diget hænger sammen, så naboerne skal være enige om placeringen af diget ved skel.



Figur 3: Placering af diger ved Seden Strandby.

Oversvømmelsesrisikoen med det bølgepåvirkede dige med en kronekote på + 2,40 m er beregnet i Tabel 1.

Det ses, at dette dige vil give en god sikkerhed frem til 2040 med en vandstandsstigning på 0,30 m i 2050. Det vil for ret beskedne omkostninger kunne hæves til 2,60 m ved at lave en ekstra afrundet krone på det flade dige.

| Beregning af oversvømmelsesrisiko 2011 -2050 af dige i kote + 2,40 m DVR90 |         |         |         |         |  |             |   |
|--|---------|---------|---------|---------|--|-------------|---|
| Årstal   | 2011-20 | 2021-30 | 2031-40 | 2041-50 |  |             |   |
| Middel VSP kote DVR 90   | 0,00    | 0,08    | 0,18    | 0,28    |  |             |   |
| Stormflod ved 100-år   | 1,94    | 2,02    | 2,12    | 2,22    |  |             |   |
| Stormflodssikring  | 2,40    | 2,40    | 2,40    | 2,40    |  |             |   |
| Bølge- og klimatillæg  | 0,35    | 0,37    | 0,38    | 0,39    |  |             |   |
| Maks acc. højvande m   | 2,05    | 1,95    | 1,84    | 1,73    |  |             |   |
| Returperiode (År)  | 260     | 110     | 70      | 27      |  | Sum (40 år) |   |
| Sandsynlighed % pr. år   | 0,4     | 0,9     | 1,4     | 3,7     |  | 64,3        | % |
| Sandsynlighed for oversvømmelse inden 2030:                                |         |         | 12,9    | %       |  |             |   |

Tabel 1 : Oversvømmelsesrisiko med det bølgepåvirkede dige i kote + 2,40 m

Digerne mod nord uden den direkte bølgepåvirkning kan udføres med krone i kote + 2,25 m svarende til det mindre bølgetillæg, men i øvrigt med samme tværsnit. Hvor diget støder til terræn, kan det ligeledes afbrydes i kote + 2,25 m.

Det ses af Tabel 1, at digerne bør forhøjes med f.eks. 0,25 m når vandstanden er steget 15 cm, som forventes at være indtruffet lidt efter 2030. Dette kan ske ved at anlægge et mindre afrundet dige oven på det foreslåede dige med flade anlæg. Når diget ikke foreslås anlagt højere fra starten, er det fordi, der forventes modstand fra nogle grundejere, som vil mene, at diget vil hindre udsigten til fjorden. Når digerne efter nogle stormflodshændelser har vist deres nødvendighed, vil der være accept af et højere dige, når den stigende vandstand er en kendsgerning. I Tabel 2 er vist oversvømmelsesrisikoen med et dige med kronen i kote + 2,50 m. Det ses, at en forstærkning kan udskydes i ca. 10 år til 2040 med dette lidt højere dige. Oversvømmelsesrisikoen indtil 2030 vil også være mindre.

| Beregning af oversvømmelsesrisiko 2011 -2050 af dige i kote + 2,50 m DVR90 |         |         |         |         |  |             |   |
|--|---------|---------|---------|---------|--|-------------|---|
| Årstal   | 2011-20 | 2021-30 | 2031-40 | 2041-50 |  |             |   |
| Middel VSP kote DVR 90   | 0,00    | 0,08    | 0,18    | 0,28    |  |             |   |
| Stormflod ved 100-år   | 1,94    | 2,02    | 2,12    | 2,22    |  |             |   |
| Stormflodssikring  | 2,50    | 2,50    | 2,50    | 2,50    |  |             |   |
| Bølge- og klimatillæg  | 0,35    | 0,37    | 0,38    | 0,39    |  |             |   |
| Maks acc. højvande m   | 2,15    | 2,05    | 1,94    | 1,83    |  |             |   |
| Returperiode (År)  | 540     | 260     | 100     | 55      |  | Sum (40 år) |   |
| Sandsynlighed % pr. år   | 0,2     | 0,4     | 1,0     | 1,8     |  | 33,9        | % |
| Sandsynlighed for oversvømmelse inden 2030:                                |         |         | 5,7     | %       |  |             |   |

Tabel 2 : Oversvømmelsesrisiko med det bølgepåvirkede dige i kote + 2,40 m

## 1.5 Anlægsoverslag

Anlægsoverslaget er beregnet på grundlag af et digitalt længdeprofil af digerene og følgende enhedspriser:

|                              |        |                   |                 |               |          |                            |              |       |       |           |
|------------------------------|--------|-------------------|-----------------|---------------|----------|----------------------------|--------------|-------|-------|-----------|
| Kronebredde                  | 0,50   | m                 | Anlæg forside   | 3             |          |                            |              |       |       |           |
| Muldlag afgraves             | 0,20   | m                 | Anlæg bagside   | 5             |          |                            |              |       |       |           |
| Kronekote                    | 2,40   | m                 | Banketkote      | 1,00 m        |          |                            |              |       |       |           |
| Enhedspris diger             | 140,00 | kr/m <sup>3</sup> | Banketbredde    | 0 m           |          |                            |              |       |       |           |
| Enhedspris banketter         | 20,00  | kr/m <sup>3</sup> | Muldlag på dige | 0,1 m         |          |                            |              |       |       |           |
| Enhedspris bentonit          | 0,00   | kr/m <sup>2</sup> |                 |               |          |                            |              |       |       |           |
| Enhedspris muld og græs      | 50,00  | kr/m <sup>2</sup> |                 |               |          |                            |              |       |       |           |
|                              |        |                   |                 |               |          |                            |              |       |       |           |
| Diger ved Seden Strandby     | Højde  | Volumen af dige   | Areal af muld   | Pris pr. m kr | Længde m | Total areal m <sup>2</sup> | Totalpris kr |       |       |           |
|                              | 2,00   | 0,40              | 1,5             | 0             | 0,0      | 3,8                        | 393          | 260   | 989   | 102.239   |
|                              | 1,75   | 0,65              | 2,9             | 0             | 0,0      | 5,9                        | 703          | 540   | 3.170 | 379.616   |
|                              | 1,50   | 0,90              | 4,9             | 0             | 0,0      | 7,9                        | 1.083        | 300   | 2.381 | 324.828   |
|                              | 1,25   | 1,15              | 7,4             | 0             | 0,0      | 10,0                       | 1.533        | 60    | 600   | 91.951    |
|                              | 1,00   | 1,40              | 10,4            | 0             | 0,0      | 12,1                       | 2.052        | 30    | 362   | 61.569    |
|                              | 0,75   | 1,65              | 13,8            | 0             | 0,0      | 14,1                       | 2.642        | 75    | 1.060 | 198.154   |
| Dige til kote + 2,50 m i alt |        |                   |                 |               |          |                            |              | 1.265 | 8.561 | 1.158.356 |

Tabel 3: Anlægsoverslag for diger i kote + 2,40 m

Hvis der under detailprojekteringen med forhandlinger med grundejerne er stemning for det, kan digerene allerede fra starten udføres til kote + 2,50 m / 2,35 m for en merudgift på ca. 200.000 kr.

Anlægsoverslaget omfatter ikke projektering, myndighedsgodkendelse, vedtægtsændringer mv.

Der er regnet med lidt højere enhedspriser i disse diger på grund af at adgangen til grunde- ne skal ske med små maskiner. Da digerene desuden skal tilpasses de mange grundejeres ønsker, skal der regnes med et tillæg på ca. 30 % til den pris, der er udregnet i regnearket til at dække specifikke ønsker og detailproblemer. Anlægsudgiften skønnes derfor til 1,5 mio. kr.

Det 100 m lang dige mod syd for Seden Strandby kan udføres for ca. 100.000,- kr. ekstra. Det kan også placeres langs vejen, så den beskyttes mod oversvømmelse, men det vil kræve en dispensation fra beskyttelsen af strandengen i Natura 2000 området.

## 1.6 Konklusion

Seden Strandby er i dag ikke beskyttet mod stormflod. Oversvømmelsen af boligerne vil ske med større hyppighed, hvis der ikke udføres en sikring. Den foreslåede stormflodssikring med det lave flade dige oppe i terræn på grundene mellem husene og kystskrænten vil naturligvis skulle forhandles med grundejerne, men det formodes, at de på grund af de gentagne oversvømmelser vil samarbejde positivt om at finde en økonomisk og landskabelig acceptabel løsning. Der skal under lodsejerforhandlingerne vedtages en kote til digekronen, som derefter skal gennemføres på hele den bølgepåvirkede strækning.

Der er i dette forslag regnet med, at den østlige side af Seden Strandby sikres ved projektet i Småstenskrog. Såfremt dette ikke udføres inden sikringen af Seden Strandby, skal der udføres nogle mindre lave diger mod Småstenskrog for at hindre oversvømmelse fra bagsiden.

Da sikringen inkl. omkostninger til projekt, myndighedsansøgninger, tilsyn mv. vil kunne realiseres for ca. 2,0 mio. kr. bør det gennemføres hurtigst muligt i betragtning af omkostningerne ved de skader, der sker ved de stadig hyppigere oversvømmelser.