

NOTAT

Projektnavn **Stormflodsbeskyttelse af Åvej, Varbjerg Strand**
Projektnr. **1100037612**

Kunde **Erik Rasmussen, Åvej 9**
Notat nr. **01**
Version **02**
Til **Erik C. T. Rasmussen**
Fra **Henrik Mørup-Petersen**
Kopi til **Anders Mønster Hjernø**

Udarbejdet af **Henrik Mørup-Petersen**
Kontrolleret af **Karsten Bech**
Godkendt af **Anders Mønster Hjernø**

1 Baggrund

Dato 25-03-2019

COWI har for Middelfart Kommune udarbejdet et løsningskatalog for stormflodssikring af sommerhusbebyggelserne ved Varbjerg Strand: *Varbjerg Strand: Løsningsmuligheder for klimatilpasning, version 2, 21.3.2018.*

Løsning nr. 1 og nr. 2 beskytter hele området med diger og en stormflodssluse ved broen over Storå, idet løsning nr. 2 medtager en pumpestation til at pumpe vandet forbi slusen under stormflod. Anlægssummen uden pumpestation er 10,5 mio. kr. inklusive 50 % korrektionsbidrag og moms.

Løsning 2 med pumpestation er ca. 6,0 mio kr. dyrere og øger de 161 interessenters bidrag fra 63.181.kr (5.528 kr./år) til 99.551 kr. (8.711 kr./år).

Løsning 3 – 6 beskytter alene ejendommene syd for Storå. Løsning nr. 6 beskytter alle ejendomme syd for Storå uden pumpestation ved Pavebæk, som jf. det efterfølgende, heller ikke vil være nødvendig. Denne løsning er beregnet til 2,64 mio. kr. og medfører 91 interessenters bidrag med 29.011 kr. (2.538 kr./år).

Løsning nr. 6 medfører, at ejendommene nord for Storå skal etablere deres egen beskyttelse. Med Løsning nr. 7 udføres et dige mod kysten som i løsning nr. 1 og 2, men stormflodsslusen i Storå er erstattet af en 260 m lang betonvæg til kote + 2,30 m foran sommerhusene og et 190 m langt og ca. 1 m højt dige mod engen mod sydøst. Anlægsgudgiften er beregnet til 7,5 mio kr. og medfører 74 interessenters bidrag på 101.554 kr. (8.886 kr./år). Diger mm., som indgår i løsning 1 og 2, andrager 2,5 mio.kr. Beskyttelsen mod åen og engen udgør 5,0 mio. kr. af anlægssummen.

I løsning 8 er 140 m af betonvæggen langs Storå erstattet med et dige til kote + 2,3 m. Denne løsning kræver forlægning af 170 m af Storå til engen/mosen syd for åen. Overslaget for løsning 8 er 8,1 mio. kr., 0,6 mio kr. dyrere end løsning nr. 7. I begge løsninger skal regnvand opsamles og ledes til åen gennem udløb med højvandslukke.

Rambøll
Englandsgade 25
DK-5100 Odense C

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
<https://dk.ramboll.com>

Rambøll Danmark A/S
CVR NR. 35128417

Sikring af hele området uden sluse ved at kombinere løsning 6 med løsning 7 vil andrage 10,2 mio. kr., dvs. ca. det samme som løsning 1, men med et meget mindre bidrag for ejendommene syd for Storå. Området nord for Storå er vist på Bilag 1 med en stormflodskote på + 1,71 m, som er lidt over den aktuelle 100 års hændelse.

2 Tekniske kommentarer til løsninger, der beskytter ejendommene nord for Storå

2.1 Slusen (Løsning 1 og 2)

Slusen ved broen må af hensyn til opgang af ørredfisk ikke være en normal højvandssluse, men alene en stormflodssluse, som kun lukkes, når der varsles stormflod over det kritiske niveau. Dette betyder også, at strandengene langs den nederste del af Storå fortsat vil påvirkes af saltvand ved alle højvandshændelser med prognoser under den kritiske vandstand. I det efterfølgende argumenteres for, at de lavest liggende sommerhuse skal sikres lokalt til en vandstand over + 1,10 m, så de kan tåle årlige højvandshændelser med samtidig normal vinterafstrømning fra oplandet. Med den gældende usikkerhed på prognoser og varsler fra DMI, skal slusen lukkes ved varsel om vandstand på 0,20 m under den accepterede vandstand i sommerhusområdet. Hvis DMI ikke kan give et varsel for Varbjerg Strand, kan der regnes med en middel mellem Bogense Havn og Fredericia. Dermed vil de normale højvandshændelser medføre oversvømmelse af strandengene.

Dige- sluselaget kan vælge 3-4 personer, som følger vandstanden ved risiko for stormflod og modtager varsel fra DMI 2 døgn før den forventede stormflod. De aftaler derefter indbyrdes, hvem der har ansvaret for at følge den varslede stormflod, og hvem der er "suppleant". Hvis det er nødvendigt med teknisk hjælp til at frigøre slusen, varsles og tilkaldes entreprenøren af den ansvarlige. Ved at udføre slusen med tophængte porte, som kan frigøres manuelt, kan det være muligt for den "vagthavende" i dige-sluselaget selv at have ansvar for og nøgle til at "lukke" slusen.

Når vandstanden udenfor slusen falder igen, vil de tophængte sluseporte selv åbne og tillade udløb fra åen, så snart vandstanden i åen er højere end udenfor. En lokal entreprenør kan efterfølgende hejse sluseportene på plads og fastgøre dem inden for normal arbejdstid. De ansvarlige kan abonnere på et varsel fra DMI, når vandstandsprognosen viser en vandstand inden for de næste to døgn over den kritiske vandstand for de lavest liggende sommerhuse, evt. med lokal beskyttelse. Herefter kan de ansvarlige aftale, hvem der følger prognosen på dmi.dk og sikrer, at slusen frigøres rettidigt. Det vil således ikke være nødvendigt med et vagtabonnement, men kun en aftale med en lokal entreprenør, som kan tilkaldes til evt. at lukke slusen og at trække sluseportene op og fastgøre dem efter en stormflod.

Slusen kan som foreslået indbygges i præfabrikerede tunnelelementer. Hvis den gamle vejbro blev renoveret samtidigt med tunnelelementer, kunne slusen indbygges i vejbroens tunnelelementer med en besparelse på ca. 3,0 mio. kr.

Sluser med sidehængte porte er optimale for normale højvandssluser med opgang af ørredfisk, men de er mere komplicerede at bygge og operere, når de kun skal lukke ved stormflod. Da denne sluse kun er lukket sjældent og kortvarigt, er den tophængte sluseporte acceptable og den er billigere og lettere at lukke ved varsel om stormflod. Bundhængslede sluseporte kan anvendes ved åbne kanaler, men i Storå er der i forvejen en bro, som blot "forlænges" med tunnelelementerne for slusen, som kan anvendes som cykel- og gangsti ved siden af den smalle bro.

2.2 Mur foran sommerhusene langs Åvej og Agervænget (Løsning 7)

Der skal beskyttes for en klimapåvirket vandstand i havet på + 2,00 m. Ved denne vandstand er tværsnittet i Storå forbi sommerhusene så stort, at der kun vil være en meget begrænset stuvning med den sandsynlige afstrømning samtidigt med maksimal stormflod. Bølgepåvirkningen vil være meget begrænset på grund af broen, så et niveau på muren på + 2,10 m evt. + 2,15 m bør være tilstrækkeligt.

Der er foreslået en betonmur, men risikoen for sætninger af muren skal vurderes med det kendskab til jordbunden, som den geotekniske boring ved Åvej 5 giver, se Bilag 2. Under 3,5 m muld og groft gruset sand er der fundet 2 m stærkt organisk sandet ler med et vandindhold på ca. 40 % og derunder mindst yderligere 2 m gytje, med et vandindhold på ca. 70 %. Tykkelsen af laget af gytje er ukendt, da det ikke er gennemboret.

Groft og gruset sand de øverste 3 m vil medføre en stor indsivning af vand under murens fundament, som sammen med regnvand fra oplandet bag sommerhusene langs åen, hurtigt vil oversvømme husene bag betonmuren. Løsningen med betonmuren skal derfor suppleres med et effektivt dræn bag muren til en eller flere pumpebrønde, som kan holde vandet nede i et acceptabelt niveau.

Som et alternativ til betonmuren foreslås derfor en plastspuns, som rammes ned til laget af leret sand ca. 3,5 m under terræn i den ene boring. Afhængigt af placeringen på grundene vil spunsvæggen blive 0,5 m – 1,0 m over terræn, men ikke tage udsigten til åen, hvis den placeres nær bygningerne. Den lette konstruktion vil ikke give sætninger og lukke for det meste af indstrømningen. Der kan udføres åbninger i spunsvæggen for adgang til åen. Åbningerne skal lukkes med vandtætte skot i stormflodssæsonen fra 1. oktober til 1. april. Betonmuren er prissat til 7.000,- kr./m inkl. moms. Levering og ramning af en 5 m lang spunsvæg fra kote + 1,15 m til - 3,85 m vurderes at kunne udføres for ca. 5.000,- kr./m.

Selv om den synlige del af den lidt lavere spunsvæg kan skjules med træbeklædning eller beplantning, vil det stadig være en væsentlig ulempe med opdelingen af de små grunde mellem husene og åbrinken. Spunsvæggen på grundene vil betyde en mindre værdiforringelse end Løsning 8 med diget, men vurderes at udgøre 200.000,- kr. pr sommerhus, som bør kompenseres af alle 74 interessenter, der beskyttes af spunsvæggen, selv om sommerhusene langs Storå er de mest udsatte for oversvømmelse.

2.3 Dige foran sommerhusene med forlægning af åen (Løsning 8)

Denne løsning vil være voldsomt ødelæggende for miljøet med udgravning af det nye vandløb i den §3-beskyttede eng samtidigt med, at sommerhusene mister såvel den direkte adgang samt udsigten til åen. Alene værdiforringelsen af de 9 sommerhuse, som vil ligge bag diget vil forsigtigt vurderet være 9 x 0,5 mio. kr. = 4,5 mio. kr., som de 9 grundejere bag diget bør kompenseres for af de 74 interessenter, der beskyttes af diget. Dertil kommer compensation på 200.000,- kr. = 0,6 mio. kr. til yderligere 3 sommerhuse, som vil få en mur mellem huset og åen.

Med laget af sætningsgivende organisk ler og gytje i ukendt tykkelse (Se Bilag 2) vil opbygningen af et dige i moræneler fra kote -1,5 til + 2,10 m medføre en stor tillægsbelastning på disse lag, som vurderes at kunne medføre sætninger af størrelsesordenen 0,5 – 1,0 m. Sætningen vil dels komme i løbet af det første år, men vil fortsætte mange år frem afhængigt af tykkelsen og tætheden af gytjelaget. Lodrette dræn og forbelastning under udførelsen kan fremme sætningerne, men langtidssætninger kan ikke undgås. Diget kan anlægges med overhøjde, men dermed vil diget også tage endnu mere af udsigten. Risikoen for at sætninger i de dybere liggende lag af gytje kan påvirke sommerhusenes fundering skal undersøges.

Den afgravede jord kan ikke regnes anvendt til diget, så det meste må bortkøres og deponeres med de miljøkrav, der kan være. Der skal også afgraves blød bund for diget ned til ren sandbund.

Diget skal opbygges af tilkørt ren jord. Hvis der skal anvendes overskudsjord, må der regnes med kørsel fra Middelfart. Afgravning af 2 m blød jord til det nye 6 m brede vandløb med anlæg i 170 m længde vil omfatte ca. 2.000 m³ (ikke 1.000 m³) under vanskelige forhold med vand og i et blødt område, hvor det meste skal bortkøres og deponeres.

Opbygningen af et 150 m langt dige fra kote - 1,5 m til + 2,50 m for at tage højde for sætninger i anlægsperioden vil med anlæg 1: 2 betyde tilkørsel og indbygning af 50 m³/m = 7.500 m³. Tilkørsel af disse store mængder af materialer på 3- 400 lastbiler kan kun ske via Åvej og vil kræve nedrivning af et af sommerhusene, for at de store biler kan få adgang til diget. De fortsatte sætninger af diget vil kræve tilkørsel af ekstra jord i de efterfølgende år.

Samlet set vil løsning 8 indebære store økonomiske, tekniske og miljømæssige risici og kompensation for de store gener for 9 sommerhuse, som betyder, at denne løsning må fravælges.

3 Kommentarer til klimagrundlaget for beregningerne

3.1 Nedbør

COWI anfører, at klimafremskrivningen af nedbør vil øge 5-års hændelsen med 32 % og 100-års hændelsen med 60 %. Disse ekstreme nedbørshændelser vil kun forekomme i varm, fugtig og stillestående luft i månederne juni til august. Denne udvikling vil således ikke påvirke stormflodssæsonen fra oktober til marts.

Danmarks Klimacenter rapport nr. 6, 2014 angiver i Tabel 5 de forventede ændringer i middelnedbør frem til 2100.

Nedbør [%]	RCP2.6	RCP8.5
Årlig	1,6 (± 4,6)	6,9 (± 6,1)
Vinter	3,1 (± 7,9)	18,0 (± 12,0)
Forår	3,7 (± 11,1)	10,7 (± 12,6)
Sommer	-0,5 (± 9,6)	-16,6 (± 21,0)
Efterår	0,8 (± 7,2)	10,2 (± 10,9)

Tabel 5 Nedbørsændringer for Danmark. Nedbørsændringerne er angivet som procentvise ændringer i forhold til referenceperioden 1986-2005. Fremskrivningen 2100 dækker over gennemsnittet over perioden 2081-2100. Tallene er angivet for hvert af de to scenarier RCP2.6 og RCP8.5. Tallene i parentes angiver usikkerheden (+/- standardafvigelsen) på middelværdien for samtlige 23 modelkørsler. Kilde: CMIP5

Figur 1: Forventede nedbørsændringer frem til 2100 .

Vælges gennemsnittet af de 4 værdier for efterår og vinter vil øgningen af nedbør i perioden være **8%** med en stor usikkerhed.

Stormflod ved Nordfyns kyst vil ske med storm fra nord – nordvest, som presser vandet fra Kattegat mod kysten. Dette vil altid være en tør kold polarluft, som kan give heftige, men kortvarige byger, som generelt vil give en lille døgnnedbør. Stormlavtrykket kan imidlertid være det sidste af en række lavtryk langs polarfronten, som har givet meget nedbør op til stormflodshændelsen. Det store opland til Storå betyder, at der stadig kan være mere end median-vinterafstrømning, mens stormfloden når sit maksimum, men kun en meget lille sandsynlighed for en ekstrem afstrømning.

3.2 Afstrømning i Storå og Pavebæk

Det er afgørende for at undersøge risikoen for oversvømmelse fra bagvandet med en sluse uden pumpestation, at vurdere en rimelig afstrømning fra oplandet, mens der er maksimal stormflod.

Medianmaksimum aktuelt er 29 l/sek/km². Med 8 % tillæg vil det blive 31,3 l/sek/km².

Vintermedian aktuelt er 9 l/sek/km². Med 8 % tillæg vil det blive 9,7 l/sek/km².

I COWI's rapport, Tabel 7 anføres antal døgn med vandføring over medianmaksimum i perioden 1980 - 2016. 134 hændelser (56 %) ligger i februar og marts, hvor nedbøren normalt er mindst. De store afstrømninger, der er målt tidligere, skyldes hovedsageligt snesmeltning på frosset jord samtidigt med regn ved tøjbrud. Denne vejr-situation er allerede på nuværende tidspunkt med klimaændringen stort set ikke forekommende mere. 103 døgn i perioden november til januar er reelt store afstrømninger på grund af regnperioder. Medregnes halvdelen af de store afstrømninger i februar og marts vil der være afstrømning over medianmaksimum i 170 døgn på 36 år = 4,7 døgn pr år eller i 2,6 % af dagene i stormflodsperioden fra oktober til marts. Dette berettiger ikke til at kombinere denne afstrømning med en sjælden stormflodshændelse. Der kan vælges en afstrømning mellem 2 x vintermedian = ca. 20 l/sek/km² som svarer til 90 % værdien på varighedskurven Figur 5 i COWI rapporten og 95 % fraktilen = 25 l/sek/km², som overskrides i 5 % af året.

Da både stormflod og afstrømning er statistisk variable, findes ingen 100 % sikker løsning. Opgaven vil derfor være at vælge en økonomisk optimal løsning af digehøjder mv., som medfører et acceptabelt risikoniveau for overskridelse, som skal afhænge af konsekvenserne af en overskridelse. I dette tilfælde vil konsekvenserne af en vandstand i Storå over niveauet (acceptniveauet) af den lokale beskyttelse af de lavest liggende sommerhuse være betydeligt mindre end overskylning af den generelle stormflodsbeskyttelse med digerne ved en højere stormflodsvandstand end det valgte dimensioneringsgrundlag.

Det anbefales derfor at dimensionere omfanget og højden af lokal beskyttelse af sommerhusene for en vandstand inden for diget med en afstrømning på 20 l/sek/km² samtidigt med varigheden af en maksimal klimatilpasset stormflodshændelse med en vandstand på + 2,00 m.

3.3 Accepteret vandstand bag slusen (Løsning 1)

De lavest liggende huse påvirkes allerede ved en vandstand på + 1,10 m i Storå og Pavebæk. Det ses i beregningerne af COWI, at dette vil være en årligt forekommende vandstand. En sluse, som skulle hindre denne vandstand med sikkerhedsmargin af varslingen og stigende vandstand, skal lukke så ofte, at både opgang af ørredfisk og saltpåvirkning af strandengene vil hindres med en stigende og derfor uacceptabel hyppighed. Med stigende vandstand skal de lavest liggende sommerhuse alligevel beskyttes eller hæves.

Det vil derfor være en rimelig forudsætning, at alle huse skal kun tåle en vandstand i Storå og Pavebæk over + 1,10 m. Nedenfor undersøges acceptniveauer på vandstanden i Storå op til + 1,4 m.

I Bilag 3-1 er vandstanden bag slusen i Storå beregnet pr time for forskellige afstrømninger ved anvendelse af buffervolumen i både Storå og Pavebæk. Volumen i engen med Pavebæk udgør 49 % af det samlede buffervolumen, mens oplandet til Pavebæk kun udgør 10 % af oplandet. Det betyder, at 40 % af vandføringen i Storå skal løbe under Varbjergvej. En beregning må vise om det eksisterende rør kan lede denne vandmængde, alternativt må det suppleres med et rør mere. Ved en vandstand på + 1,25 m begynder vandet at løbe over Varbjergvej til Pavebæk.

I Bilag 3-2 er vandstanden i Storå beregnet under forudsætning af, at tilstrømningen fra Storå til Pavebæk hindres med en højvandssluse og oversvømmelsesbeskyttelse af Varbjergvej.

3.4 Varighed af slusens lukketid.

Det forudsættes, at slusen lukkes efter varsling på det accepterede oversvømmelsesniveau - 0,2 m, når vandstanden er ca. 0,5 m, hvor kun ca. 25.000 m³ af buffervolumen over kote 0,0 m er fyldt op.

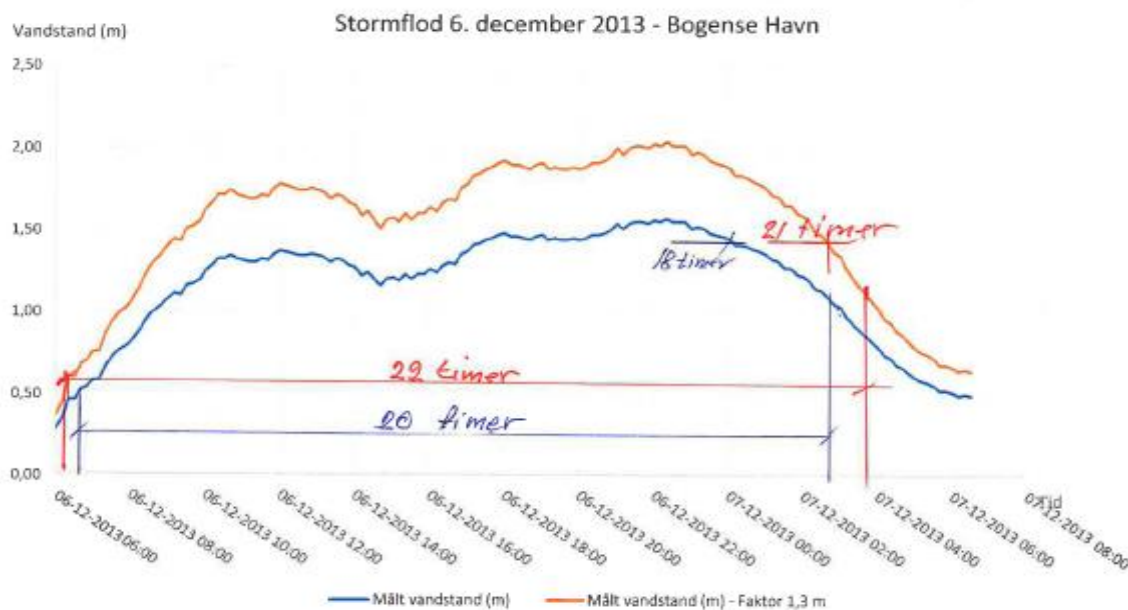
Vandstanden stiger herefter i Storå afhængigt af afstrømningen, indtil vandstanden i Storå er højere end den faldende vandstand i havet, hvorefter de tophængte sluseporte åbner og leder vandet til havet, så vandstanden i Storå ikke stiger yderligere.

Vi har data for Bogense Havn fra 6. december 2013 og 29. oktober 2017. For den højeste målte vandstand d. 1. november 2006 har vi kun vandstandsregistreringen i Odense Kanal på op til + 2,0 m, som var ca. 0,3 m højere end vandstanden i Bogense.

For de to hændelser i Bogense Havn har vi på grundlag af rådata fra vandstandsmålingen optegnet vandstandskurverne med de målte vandstande. For at tage hensyn til klimatilpasningen har vi desuden skaleret vandstanden op til et maksimum på ca. 2 m.

Vi har derefter vist slusens lukketid for den aktuelle hændelse og for en stormflod skaleret op til + 2,0 m. Dette er sket dels med en accepteret vandstand på + 1,10 m og dels med en vandstand på + 1,4 m. Hændelsen d. 6. november i Odense Fjord er regnet som en stormflod med klimasikring ved Varbjerg Strand til + 2,00 m.

De tre stormflodshændelser er vist i bilag 4, 5 og 6, og et eksempel er vist i Figur 2 nedenfor. Kurven for den aktuelle stormflod gælder for Bogense Havn. Ved Varbjerg Strand vil vandstanden typisk være 0,1 m lavere.



Figur 2: Lukketid for slusen ved stormfloden 6. december 2013.

På grundlag af de tre stormflodshændelser er der fundet følgende lukketider:

Acceptniveau inden for slusen	1. nov. 2006	6. dec. 2013	29. okt. 2017	Anbefalet
Aktuelt til + 1,10 m		20 timer	20 timer	20 timer
Aktuelt til + 1,40 m		18 timer	18 timer	18 timer
Fremtidigt til + 1,10 m	22 timer	21 timer	29 timer	25 timer
Fremtidigt til + 1,40 m	20 timer	18 timer	20 timer	20 timer

Tabel 1: Lukketid for en sluse ved tre stormflodshændelser og fremskrevne hændelser.

Det ses, at lukketiden kun ved den fremskrevne hændelse d. 29. oktober reduceres væsentligt ved at hæve acceptniveauet til + 1,40 m. Med dette acceptniveau vil der kunne opnås en væsentligt større bufferkapacitet, så risikoen for oversvømmelse med bagvandet reduceres.

3.5 Lukketid og vandstand bag slusen

Der vurderes i dette afsnit, hvilket niveau af vandstanden bag slusen, der skal kunne accepteres, for at der kan anvendes løsning 1 uden pumpestation. De lavest liggende huse på Åvej og Agervænget påvirkes allerede i dag af normale højvandshændelser, men også de lavest liggende sommerhuse ved Engdraget vest for Storå kan påvirkes. Disse sommerhuse skal også med stormflodsbeskyttelse sikres lokalt med den stigende vandstand, da slusen ellers skal lukkes for hyppige højvandshændelser og stor afstrømning i vandløbene. Mindre sommerhuse kan hæves, mens større huse kan beskyttes med en lav mur, spunsvæg eller et lavt dige, hvis der er plads til det.

På grundlag af den beregnede vandstand med forskellige afstrømninger vist i Bilag 2 er der i Tabel 2 vist en tabel med den maksimale vandstand bag slusen for forskellige lukketider af en klimasikret sluse og afstrømninger fra oplandet under forudsætning af buffervolumen og tilstrømning i både Storå og Pavebæk.

Storå og Pavebæk		Vandstand med angivne vandføringer		
Acceptkote	Lukketid	25 l/s/km ²	20 l/s/km ²	17 l/s/km ²
+1,10 m	25 timer	+ 1,35 m	+ 1,24 m	+ 1,15 m
+ 1,20 m	24 timer	+ 1,33 m	+ 1,22 m	+ 1,13 m
+ 1,25 m	23 timer	+ 1,30 m	+ 1,20 m	+ 1,11 m
+ 1,30 m	22 timer	+ 1,27 m	+ 1,17 m	+ 1,09 m
+ 1,40 m	20 timer	+ 1,22 m	+ 1,13 m	+ 1,05 m

Tabel 2: Vandstand med en sluse ved forskellige afstrømninger og acceptkoter.

De kombinationer, som ikke lever op til de stillede forudsætninger, er markeret med rødt. Det ses, at det med den anbefalede afstrømning kan udføres en sluse uden pumpestation, hvis de lavest liggende sommerhuse under kote + 1,25 m sikres lokalt til dette niveau. Det kan også aflæses, at med en lokal sikring til + 1,30 m vil slusen uden pumpestation kunne modstå en afstrømning på lidt over 25 l/sek. uden oversvømmelse af sommerhusene.

Hvis sommerhusene, der påvirkes ved en vandstand under kote + 1,25 m sikres med en lokal beskyttelse til minimum kote + 1,30 m, vil en optimal stormflodsbeskyttelse af hele sommerhusområdet ved Varbjerg Strand være Løsning nr. 1 med en sluse uden pumpestation. Varbjergvej oversvømmes lokalt fra en vandstand på + 1,20 m.

I Tabel 3 er vandstanden beregnet under forudsætning af, at der ikke kan løbe vand fra Storå til engene langs Pavebæk, som derfor alene modtager vand fra bækkens opland. Vandstanden er beregnet i Bilag 3-2.

Storå alene		Vandstand med angivne vandføringer		
Acceptkote	Lukketid	25 l/s/km ²	20 l/s/km ²	17 l/s/km ²
+1,10 m	25 timer	>+ 1,50 m	>+ 1,50 m	>+ 1,50 m
+ 1,20 m	24 timer	>+ 1,50 m	>+ 1,50 m	+ 1,45 m
+ 1,25 m	23 timer	>+ 1,50 m	>+ 1,50 m	+ 1,42 m
+ 1,30 m	22 timer	>+ 1,50 m	+ 1,52 m	+ 1,39 m
+ 1,40 m	20 timer	>+ 1,50 m	+ 1,45 m	+ 1,33 m

Tabel 3: Vandstand med en sluse ved forskellige afstrømninger og acceptkoter.

Hvis reservoiret langs Pavebæk ikke kan udnyttes som fælles bufferbassin for de to vandløb, skal der udføres lokal sikring af sommerhusene langs Storå til + 1,50 m af de huse, som vil skades ved en vandstand på + 1,45 m. Diget mod engen skal også kunne modstå en vandstand på + 1,50 m. Dette vil dog stadig være en langt billigere løsning, end at etablere en pumpebrønd.

Hvis der kun udføres et højvandslukke i Pavebæk, vil vandet fra Storå strømme over Varbjergvej ved kote + 1,25 m og vil således ikke stige over + 1,30 m i Storå før reservoiret ved Pavebæk er fyldt op, men efterfølgende vil vandstanden stige som med fælles buffervolumen.

3.6 Økonomi

På grundlag af de anlægsoverslag med korrektionsbidrag, som er beregnet i COWI,s rapport kan det ses, at interessenterne syd for Storå, vil kunne stormflodsbeskytte deres sommerhuse væsentligt billigere pr. interessent med løsning 3, end med den fælles løsning 1. Stormflodsbeskyttelsen af begge områder med løsning 6 + løsning 7 kan sammenlignes med den fælles løsning 1 uden pumpestation.

Løsning 1, Fælles beskyttelse:	10,49 mio. kr.	Pr. 166 interessenter	63.181,- kr.
Løsning 6, Beskyttelse syd for Storå:	2,64 mio. kr.	Pr. 91 interessenter	29.011,- kr.
<u>Løsning 7, Beskyttelse nord for Storå:</u>	<u>7,51 mio. kr.</u>	Pr. 74 interessenter	101.554,- kr.
Samlet beskyttelse:	<u>10,15 mio. kr.</u>		

Sommerhusejerne langs Storå påføres en væsentlig ulempe og værdiforringelse ved at skulle tåle en væg til kote + 3,15 mellem husene og åen. Væggen er nødvendig for at beskytte alle 74 interessenter, men de 12 sommerhusejere har krav på en erstatning fra alle interessenterne, som vurderes til 200.000,- kr. for 13 sommerhuse = 2,6 mio kr. Dette vil øge den samlede pris for løsning 7 til kr. 10,11 mio.kr. eller 136.621,- pr. 74 interessenter.

Denne kombination betyder desuden, at Bro Strandvej ved Storå vil være oversvømmet med 0,75 m vand ved maksimal stormflod og broen vil således være ufremkommelig for redningskøretøjer. Adgangen til Engdraget vil heller ikke kunne ske ad Feddet, da diget er foreslået placeret inden for vejen. Der vil således kun være adgang for køretøjer til husene på Engdraget ad Varbjergvej og kun fordi diget i Løsning 6 er placeret nord for Varbjergvej, som ellers også ville være oversvømmet med op til 0,75 m vand.

4 Konklusion

Det anbefales at udføre Løsning 1 med en lokal sikring af de sommerhuse både nord og syd for Storå, der oversvømmes med en vandstand under + 1,25 m, men med en anden fordeling af anlægsudgifterne, således at interessenterne syd for Storå ikke skal betale mere, end beregnet for Løsning 6.

Regnes med 2,64 mio. kr. fordelt på 91 interessenter, skal de fortsat hver betale 29.011,- kr. Resten, 7,85 mio. kr. skal betales af 74 interessenter nord for Storå = 106.081,- kr. Sommerhusejerne nord for Storå skal således betale ubetydeligt mere end for løsning 7 ekskl. kompensation til sommerhusene langs Storå og mindre, end der skal betales inkl. kompensationen. Der opnås derved en løsning uden de voldsomme indgreb på sommerhusgrundene, og der sikres fremkommelighed på alle veje under stormflod, hvor dette er særligt vigtigt. Diget på Feddet bør placeres uden for vejen for at sikre denne fremkommelighed.

Der er i beregning af fordelingen af udgifterne ikke fraregnet bidrag fra kommunen for at sikre fremkommelighed på de kommunale veje og ikke regnet med bidrag fra forsyningsselskaberne for at sikre el-skabe, pumpebrønde etc. mod oversvømmelse. Der er ikke medregnet udgiften til lokal beskyttelse af de lavest liggende sommerhuse.

De lavest liggende sommerhuse vil få størst fordel af stormflodssikringen. Udgifterne til den lokale sikring af de lavtliggende sommerhuse foreslås betalt af det samlede projekt. De lavest liggende sommerhuse skal til gengæld pålægges et højere bidrag på grund af særligt udsat beliggenhed, så disse sommerhuse vil have størst fordel af den fælles stormflodsbeskyttelse. Værdien af et sommerhus, der har været udsat for oversvømmelse, falder betragteligt.

En lokal beskyttelse med 2,0 m høj plastspunsvæg med overkant i kote + 1,30 m ca. 0,3 m over terræn (+ 1,50 m ca. 0,5 m overterræn) som lokal sikring vurderes at koste 2.500,- kr./m, hvis den udføres samlet som for alle de lavtliggende huse. Hvis der er plads til et lavt dige mellem huset og åen, vil det være væsentligt billigere.

Driften af stormflodsbeskyttelsen vil omfatte græsslåning og vedligehold af digerne og årlige øvelse med montering af mobile spærringer. Slusen afprøves ligeledes en gang om året i september, hvor bunden ved slusen renses op, hvis der er aflejret sedimenter eller grøde ved slusen.

Varsling og betjening af slusen er beskrevet i afsnit 2.1.