

GRUNDEJERFORENINGEN NØRLEV STRAND

NOTAT OM KYSTENS TILBAGERYKNING VED NØRLEV STRAND OG VED NABOAREALER

AUGUST 2015



Sag 1100018185

NOTAT

Projekt **Kysterosionen ved Nørlev strand**
Kunde **Grundejerforeningen Nørlev Strand**
Notat nr. **01- Rev. 03**
Dato **2015-08-18**
Til **Ole Hessellund**
Fra **Henrik Mørup-Petersen**

1. Indledning

Nærværende notat er udarbejdet for Grundejerforeningen Nørlev Strand med henblik på at vurdere, om tilbagerykningen af kystskrænten ud for Nørlev Strand er påvirket af høfderne ved Skallerup Klit eller andre menneskeskabte forhold samt at skitsere forslag til mulige tiltag, som kan reducere eller stoppe tilbagerykningen af kysten ved Nørlev Strand.

Dato 2015-08-18

T 5161 5931
M 2463 5934

2. Resumé

Analysen i nærværende notat er udført ved at måle kystskræntens tilbagerykning på ortofotos fra 1945 til 2015. Tilbagerykningen er målt i tre tværsnit, et ud for Morgenvej (Nørlev Strand), et ca. 1 km syd for Morgenvej ud for høfderne (Skallerup Klit) og et ca. 2 km nord for Morgenvej (Udemarken).

Ref. 1100018185
Dok LF00013-1-HMP

Opmålingen viser, at tilbagerykningen af kystskrænten fra 1945 indtil anlæg af høfderne ved Skallerup Klit efter 1985 har været 1,1 m/år – 1,2 m/år både ved Skallerup Klit og Nørlev Strand, mens der har været en tilvækst af nye klitter ved Udemarken.

Efter anlæg af høfderne i 1986-87 har der indtil 2015 været en tilbagerykning af kysten ved Nørlev Strand på 94 m svarende til 3,1 m/år, mens tilbagerykningen ved Skallerup Klit kun har været 0,5 m/år og ved Udemarken 0,1 m/år.

Dette kan kun tolkes som læsideerosion nord for høfderne, hvor den store nedbrydning af den sandede kystskrænt ved Nørlev Strand har medført sandfodring af kysten ved Udemarken.

Der er ingen tegn på, at læsideerosionen er ved at stabilisere sig, idet tilbagerykningen af kystskrænten fra 2004 til 2015 har været 48 m ved Nørlev Strand og kun 2 m ved Skallerup Klit og 8 m ved Udemarken, hvor kystskrænten samlet kun er rykket 5 m tilbage siden 1945.

3. Kysten ved Nørlev Strand

3.1 Den naturlige kyst

Vestkysten af Vendsyssel er en udligningskyst, der er formet af bølger fra vestlige retninger og en nordgående strøm, som fører store mængder sand mod nord, hvor sandet har aflejret sig nord for Vendsyssels morænebakker og dannet hele halvøen, hvor Skagen er beliggende på østkysten.

Landhævningen i Vendsyssel efter istiden har hidtil været større end den globale stigning i havenes vandstand. Med klimaændringen må det forudses, at der vil ske en relativ vandstandsstigning også på denne lokalitet af en størrelsesorden 0,2 m frem til 2050 imod 0,3 m i Syddanmark, som er den gennemsnitlige prognose iflg. dmi.dk.

Sandet, som vandrer mod nord, er især eroderet fra de fremspringende klinter ved Rubjerg Knude, Lønstrup og Hirtshals og er aflejret i bugterne mellem disse fremspring, se Figur 1. Inden landhævningen efter den sidste istid var vandstanden højere og sommerhusene ved bl.a. Nørlev Strand ligger på sandet havbund fra stenalderhavet, aflejret i en bugt nord for Lønstrup. Stenalderhavets kystskrænt ses ca. 700 m bag den nuværende kystskrænt.

Den fortsatte erosion af de fremspringende punkter på kysten betyder, at kyststrækninger, som havet tidligere har aflejret, nu eroderes og leverer sand til den fortsatte materialetransport mod nord.



Figur 1: Topgrafisk kort (Arealinformation.dk) med de omtalte lokaliteter

På grund af tilbagerykningen af klinterne ved Lønstrup ville der således uden kystbeskyttelse ske en erosion af kysten ved Skallerup Klit, da denne kyststrækning nu hører med til de fremspringende punkter. Da kystskrænten her består af marint sand, er der en meget ringe modstand mod erosionen, når bølgerne ved stormflod eller på grund af en lav forstrand slår ind til foden af skrænten.

3.2 Kystsikringer på strækningen

Lønstrup 3,5 km syd for Nørlev Strand fik allerede i 1923 beskyttet landingspladsen og i 1982-83 blev der anlagt kystbeskyttelse over en strækning på 1,5 km, dels som mindre høfder ved landingspladsen og dels som kystparallelle bølgebrydere og skråningsbeskyttelse på begge sider af landingspladsen. På grund af erosionen af skrænten nord for Lønstrup By er skråningsbeskyttelsen siden udvidet mod nord til 100 m syd for den sydlige høfde ved Skallerup Klit. Den naturlige tilførsel af sand fra skrænterne i dette fremspringende punkt til stranden ved Skallerup Klit og Nørlev Strand er dermed ophørt. Den manglende tilførsel af sand har desuden medført, at der slet ingen strand er på strækningen med skråningsbeskyttelse.

I 1985 blev der givet tilladelse til at anlægge 4 høfder ca. 2 km nord for Lønstrup med en indbyrdes afstand på ca. 200 m. Høfderne blev anlagt i 1986-87 for at beskytte et rensningsanlæg, som nu er fjernet. Kysten er trods høfderne rykket lidt tilbage, så de to nordlige høfder er flyttet ind til kystskrænten i perioden 2004 – 2008. Den yderste ende af den 82 m lange nordlige høfde er således rykket 46 m ind mod kysten og den næste høfde er rykket 17 m ind.



Figur 2: Banket af grovral hen over den sydlige høfde

Der er desuden fra stenbeskyttelsen 100 m syd for den sydlige hofde til den anden hofde fra syd udlagt en skråningsbeskyttelse som en banket af sandblandet grovral.

Dette materiale er ikke erosionsstabil, men rester af den eroderede banket kan ses som en stenet strand, der er mere stabil end en sandstrand og derfor har en permanent virkning, der reducerer erosionen på strækningen.

4. Registrering af kystskræntens tilbagerykning

4.1 Metode for bestemmelse af tilbagerykningen

Dette notat er baseret på tilbagerykningen af overkanten af kystskrænten, da det er denne, som er bestemmende for sommerhusene og da strandens bredde varierer hen over året, uden at dette har en direkte indflydelse på erosionen af kystskrænten i vinterstormene.

De af Kystdirektoratet opmålte profiler viser dybden uden for kysten og revlernes placering og deres nedbrydning. Dette har betydning for påvirkningen af kysten og den fremtidige erosion, men kan ikke på samme måde dokumentere forskellen i kystens tilbagerykning for de tre valgte tværsnit som beskrevet i Afsnit 4.2, der er valgt til at dokumentere forskellen i tilbagerykningen.

Kystens tilbagerykning er således det samlede resultat af påvirkningen fra stormene med bølger, vandstand og materialevandring, fra ændringer i vanddybden foran kysten og fra de kystsikringsanlæg og sandfodringer, som er udført.

Tilbagerykningen er målt direkte på ortofotos. En del af disse ortofotos (1945, 1954, 1995, 2004 og 2012) er hentet på Arealinformation.dk med matrikelskel indlagt som tema. Derved er afstanden til kystskræntens overside fra et valgt matrikeskel målt med hjemmesidens målefunktion. De år, hvor ortofotos kun er fremskaffet som pdf-filer, er afstanden målt på print i målestoksforholdet 1:2000 (1 mm = 2 m).

Det er under dette arbejde konstateret, at matrikelskel ikke er placeret helt korrekt på alle kort, så afstanden er korrigeret for de år, hvor matrikelskellene er forskudt i forhold til faste punkter som bygninger, veje o lign. (1960-64, 1979 og 1985)

På det nordlige tværsnit ved Udemarken er der i en periode vokset nye klitter op foran den tidligere kystskrænt. I dette tilfælde måles til forkanten af de nye klitter, hvilket medfører en negativ tilbagerykning i nogle perioder.

Opmålingen er også udført på de Høje Målbordsblade, som er opmålt over en årrække frem til 1899. Her er tilbagerykningen sammenlignet med luftfotos fra 1945 udført af Luftwaffe. Kystskrænten er dog ikke vist særligt nøjagtigt på de gamle kort, så tilbagerykningen fra 1899 til 1945 er ikke så nøjagtig som den, der opmålt på luftfotos og derfor ikke medtaget i den sammenlignende analyse af de tre lokaliteter. Den gennemsnitlige tilbagerykning fra 1899 til 1945 kan dog anvendes som en tilbagerykning af den naturlige kyst uden kystsikring.

4.2 Valg af tre tværsnit

Ved Nørlev Strand ud for Morgenvvej er afstanden fra kystskrænten målt til det nordlige hjørne på Matr. nr. 28d. (Morgenvvej 2). Tallet er negativt fra 2012 til 2015. Det er her, at erosionen har haft fatale følger for sommerhusene.

Ved Skallerup Klit 1,0 km syd for Nørlev Strand er kysten i 1986-87 blevet beskyttet med 4 høfder. Her er afstanden fra kystskrænten målt til nordlige hjørne af vejmatr. nr. 16d langs det nordlige skel af Matr. nr. 16ø (Svinkløvvej 8, uden hus). Der er målt ved den 3. høfde mod syd, da de to nordlige høfder er bagskåret og derfor rykket indad.

Ved Udemarken 1,9 km nord for Nørlev Strand er afstanden fra kystskrænten målt til det vestlige hjørne af Matr. nr. 11bv (Udemarken 80). Denne kyststrækning påvirkes ikke direkte af høfderne ca. 2 km mod syd.

De tre tværsnit er vist på Figur 3 med blå markering.



Figur 3: Ortofoto 2012 (Arealinformation.dk) med de tre undersøgte lokaliteter

4.3 Skema med tilbagerykningen i tre tværsnit

I Tabel 1 er opmålingen tilbagerykningen for de tre lokaliteter angivet for hvert år med et ortofoto eller kort. Tilbagerykningen er beregnet for perioden 1899 – 1945 på grundlag af det usikre kort fra 1899.

Desuden er tilbagerykningen beregnet for 40 års perioden 1945 – 1985, før høfderne ved Skallerup Klit blev anlagt.

Endeligt er tilbagerykningen beregnet for de sidste 30 år fra 1985 til 2015 efter anlæg af høfderne.

Det samlede resultat af opmålingerne er vist i Tabel 1.

Det ses, at kysten ved Udemarken siden 1945 stort set er stabil med mindre frem- og tilbagerykninger.

| Skallerup Klit, 1 km mod syd | | | | Nørlev Strand, Morgenvej | | | | Udemarken, 2 km mod nord | | | |
|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|
| | Afstand til Matr. 16d [m] | Tilbage-rykning [m] | Tilbage-rykning [m / år] | | Afstand til Matr. 28d [m] | Tilbage-rykning [m] | Tilbage-rykning [m / år] | | Afstand til Matr. 11bv [m] | Tilbage-rykning [m] | Tilbage-rykning [m / år] |
| 1899 | 173 | 64 | 1,39 | 1899 | 156 | 40 | 0,87 | 1899 | 103 | 60 | 1,30 |
| 1945 | 109 | 0 | 0,85 | 1945 | 116 | 0 | 1,00 | 1945 | 43 | 0 | -0,56 |
| 1954 | 93 | 16 | -0,50 | 1954 | 110 | 6 | 0,63 | 1954 | 43 | 0 | 0,63 |
| 1962 | 97 | 12 | 1,00 | 1962 | 105 | 11 | 1,35 | 1962 | 38 | 5 | -1,41 |
| 1979 | 80 | 29 | 3,33 | 1979 | 82 | 34 | 1,67 | 1979 | 62 | -19 | 1,83 |
| 1985 | 60 | 49 | 1,00 | 1985 | 72 | 44 | 3,70 | 1985 | 51 | -8 | -0,80 |
| 1995 | 50 | 59 | 0,33 | 1995 | 35 | 81 | 1,00 | 1995 | 59 | -16 | 0,33 |
| 2004 | 47 | 62 | 0,00 | 2004 | 26 | 90 | 3,75 | 2004 | 56 | -13 | 1,00 |
| 2012 | 47 | 62 | 1,00 | 2012 | -4 | 120 | 4,00 | 2012 | 48 | -5 | 1,50 |
| 2014 | 45 | 64 | 0,00 | 2014 | -12 | 128 | 10,00 | 2014 | 45 | -2 | -3,00 |
| 2015 | 45 | 64 | | 2015 | -22 | 138 | | 2015 | 48 | -5 | |
| Tilbage-rykning 1945 - 1985 | | Skallerup Klit 49 m | 1,23 m / år | Nørlev Strand 44 m | | 1,10 m / år | Udemarken - 8 m | | | | |
| Tilbage-rykning 1985 - 2015 | | 15 m | 0,50 m / år | 94 m | | 3,13 m / år | 3 m | | | | |

Tabel 1: Samlet resultat af opmålingen af tilbagerykningen for de tre lokaliteter

4.4 Kystskræntens tilbagerykning 1899 – 1945

Med forbehold for unøjagtigheder ved kortet ses det, at kystskræntens tilbagerykning i denne periode er mellem 0,87 m/år ved Nørlev Strand og 1,39 m/år ved Skallerup Klit. Den større erosion ved Skallerup Klit kan skyldes læsideerosion fra de første kystsikringsanlæg ved Lønstrup, men også fordi erosionen af de fremspringende klinter nord for Lønstrup betyder, at kysten ved Skallerup Klit er blevet en del af dette fremspringende punkt, som derfor eroderes mere end kysten længere mod nord.

Usikkerheden taget i betragtning kan det konkluderes, at tilbagerykningen af kystskrænten uden kystsikringsanlæg over de 46 år er ca. 1 m/år.

4.5 Kystskræntens tilbagerykning 1945 - 1985

I denne periode uden høfder følger kystens tilbagerykning ved Skallerup Klit og Nørlev Strand hinanden tæt med 44 – 49 m over denne 40 års periode svarende til en tilbagerykning på 1,1 m/år, men øgende sidst i perioden fra 1979 til 1985, især ved Skallerup Klit.

I denne periode dannes der til gengæld nye klitter foran kystskrænten ved Udemarken 2 km nord for Nørlev Strand. Det kan være et resultat af en naturlig "sandfodring" fra erosionen af de sandede kystskrænter ved Skallerup Klit og Nørlev Strand i samme periode.

4.6 Kystskræntens tilbagerykning 1985 – 2015

Efter anlæg af de 4 høfder ved Skallerup Klit sker der en opbremsning af erosionen på kysten mellem høfderne. Erosionen er i perioder helt stoppet. Gennemsnittet over de 30 år falder til 0,5 m tilbagerykning om året, selv om skråningsbeskyttelsen syd for Skallerup Klit etableret i 1982-83 betyder, at forstranden helt forsvinder nord for Lønstrup på de steder, hvor der ikke er bølgebrydere eller høfder. Dette betyder, at der ikke mere tilføres sand ved materialetransport i havstokken. Bagskylning af høfderne har dog i nogle tilfælde betydet ekstra erosion af kystskrænten indtil høfderne er forlænget ind til den nye kystskrænt. Fra 1995 til 2015 er der kun eroderet 5 m af kystskrænten trods de senere års voldsomme storme.

Ved Nørlev strand er erosionen til gengæld øget fra ca. 1 m om året indtil 1985 til over 3 m om året over de efterfølgende 30 år. Også i perioden 2004 - 15, hvor der ikke er sket nogen tilbagerykning af kysten ved Skallerup Klit eller ved Udemarken, er den årlige erosion af kystskrænten Ved Nørlev Strand på 4,4 m om året i gennemsnit.

Der er ikke tegn på, at tilbagerykningen i forhold til kysten ved Skallerup Klit er ved at stabilisere sig, tværtimod accelererer forskellen i tilbagerykning, således at kysten ved Nørlev Strand siden 2004 er eroderet 46 m mere end kysten ved Skallerup Klit. Dette har betydet, at sommerhuse, som blev bygget mere end 100 m fra kysten, nu er styrtet i havet.

Ved Udemarken ca. 2 km nord for Nørlev Strand har tilbagerykningen af kystskrænten kun været 3 m i denne periode eller godt 0,1 m om året, så de nye klitter, som blev dannet indtil 1979 foran den oprindelige kystskrænt, nu er delvist eroderet væk, så der siden 2014 kun er 4 m tilbage. Der er ikke sket nogen tilbagerykning af denne kyst fra 2012 til 2015 trods de voldsomme storme.

4.7 Vurdering af årsagerne til forskellen i tilbagerykningen

Afsnit 4.2 – 4.6 viser registreringer af kystens tilbagerykning og de store forskelle, som kan konstateres mellem de tre tværsnit fra 1985 frem til 2015. Dette er fakta, som bortset fra mindre unøjagtigheder i opmålingen, ikke kan diskuteres. Årsagen til de registrerede ændringer og forskelle i tilbagerykningen på de tre lokaliteter kan ikke på samme måde dokumenteres, men kan med stor sandsynlighed begrundes med den forklaring, som er beskrevet i det følgende.

Fra det historiske kort i 1899 til det første luftfoto i 1945 er tilbagerykningen af kysten med den unøjagtighed, der gælder, omtrent den samme på alle tre lokaliteter med ca. 1 m om året. Dette gælder således for den uforstyrrede kyst, hvor der kun er en mindre mole i Lønstrup fra 1923. De fremspringende moræneklinter ved Rubjerg Knude og Lønstrup leverer sand til kysten nord for klinterne ved klinternes naturlige erosion.

I 1982 – 83 anlægges kystbeskyttelsen ved Lønstrup. Ved Skallerup Klit registreres fra 1979 og 1985 en tilbagerykning af kystskrænten på 20 m og ved Nørlev Strand på 10 m.

Den øgede erosion i denne periode kan skyldes anlæg af høfder og skråningsbeskyttelse ved Lønstrup og langs klinten nord for Lønstrup. Disse anlæg reducerer sandtransporten mod nord på stranden og i havstokken. Den manglende tilførsel af dette sand på stranden nord for kystsikringen betyder alt andet lige en større erosion af denne kyst fordelt over en større strækning, da der ikke er tale om store høfder, men om anlæg, der hindrer erosion af kystskrænten og transport af sand på forstranden. Det ses dog, at denne læsideerosion er størst ved Skallerup Klit, som ligger nærmest ved kystsikringen.

Erosionen 3,5 km nord for kystsikringen ved Udemarken er 11 m i samme periode. Det er de lave klitter foran kystskrænten, som eroderes.

I 1986 - 87 anlægges de 4 høfder ved Skallerup Klit. Disse høfder stabiliserer efterhånden kysten mellem og syd for høfderne. Efter en tilbagerykning på 10 m de første 10 år, har høfderne i de efterfølgende 20 år fra 1995 til 2015 med voldsomme storme sikret, at der kun er eroderet 5 m af kysten i denne periode. Til trods for den reducerede tilførsel af sand fra syd har høfderne vist sig at yde en effektiv beskyttelse af kysten ved Skallerup Klit.

Umiddelbart nord for den nordlige høfde ved Nørlev Strand er der til gengæld sket en voldsom forøgelse af erosionen. Fra 1985 til 1995 er tilbagerykningen 37 m mod 10 m ved Skallerup Klit og i de efterfølgende 20 år til 2015 er tilbagerykningen 57 m ved Nørlev Strand mod de 5 m ved Skallerup Klit. De ydre omstændigheder som storme, højvande og reduceret tilførsel af sand fra Lønstrup er ens ved de to lokaliteter med kun 1 km afstand.

Den samlede forskel i tilbagerykningen fra 1985 til 2015 mellem Skallerup Klit og Nørlev Strand på 79 m kan kun forklares som læsideerosion ved Nørlev Strand forårsaget af anlægget af høfderne.

Uden anlæg af høfderne ville tilbagerykningen på begge lokaliteter, hvis den fortsatte med ca. 1 m om året have været ca. 30 m fra 1985 til 2015.

Dette ville betyde 15 m ekstra erosion ved Skallerup Klit og 64 m mindre ved Nørlev Strand. Tilbagerykningen på 1 m om året skete over de 80 år inden kystsikringen ved Lønstrup blev udført. Effekten af denne kystsikring alene kan ikke måles, da der kun går 3 år mellem kystsikringen ved Lønstrup og anlæg af høfderne. Antages det, at erosionen ville øges med 50 % til 1,5 m om året ville det betyde 30 m ekstra erosion ved Skallerup Klit og 49 m mindre ved Nørlev Strand, hvis høfderne ikke var blevet anlagt.



Figur 4: Læsideerosion ved den nordlige høfde, Juli 2015

Høfdernes indflydelse på revlerne og kyststrømmen kan ses af ortofoto 2012, Figur 3. Det ses, at ud for høfderne presses revlerne væk fra kysten, men at de drejer ind mod kysten ved den nordligste høfde. Det betyder, at den nordgående kyststrøm presses ind mod kysten og dermed er medvirkende til læsideerosionen. Det ses også, at den inderste revle mangler ved Nørlev Strand og først "genopstår" nord for ved Udemarken. Denne ekstra beskyttelse af kysten mangler således også ved Nørlev Strand.

Det kan således konkluderes, at høfderne ved Skallerup Klit har medført en ekstra læsideerosion af kystskrænten ved Nørlev Strand på 49 – 64 m efter høfdernes udførelse i 1985. Omvendt ville erosionen have været 79 m mindre, hvis der også var blevet udført høfder ved Nørlev Strand.

Der har i perioden været udført mindre lokale sandfodringer af kysten med tilkørt sand på de udsatte strækninger. De små mængder sand har kun haft beskeden indflydelse på den generelle tilbagerykning. Uden denne sandfodring ville der have været lidt større tilbagerykning, så de målte tilbagerykninger er i hvert fald ikke for store i forhold til kysten uden sandfodring.

Ved Udemarken 2 km nord for Nørlev Strand har anlægget af høfderne reduceret tilbagerykningen af kysten, så den er mindre end ved Skallerup Klit, som er beskyttet af høfderne. Dette skyldes sandsynligvis tilførsel af store mængder sand fra nedbrydningen af kystskrænten ved Nørlev Strand, som har fungeret som en "naturlig" sandfodring af kysten nord for den kyst, der er eroderet af læsideerosionen.

Tilbagerykningen af kysten fra anlægget af høfderne i 1985 til i dag er 18 m ved Skallerup Klit 1 km syd for Nørlev strand, ved Nørlev Strand 725 m nord for den nordlige høfde er den 93 m og 2 km nord for Nørlev Strand er den kun 16 m. Denne forskel kan ikke skyldes voldsomme og hyppigere storme, men kan kun forklares som læsideerosion nord for høfderne med efterfølgende "sandfodring" af kysten nord for Nørlev med det eroderede volumen af sand fra skrænten ved Nørlev Strand.

5. Mulige tiltag for at reducere tilbagerykningen

5.1 Anlæg af ny høfder

De 4 høfder ved Skallerup Klit har vist, at høfder kan reducere tilbagerykningen af kysten. Nye høfder på kysten ved Nørlev Strand foran den bebyggede kyststrækning kan således være en effektiv beskyttelse, evt. suppleret med en sandfodring eller en banket af grovral eller moræneler på de mest truede strækninger én gang i forbindelse med anlæg af høfderne.

Høfderne vil flytte læsideerosionen mod nord, men den negative effekt kan reduceres ved at aftrappe længden af høfderne mod nord. Nord for Udemarken er der desuden en længere ubebygget kyststrækning, som har nydt godt af de store mængder sand, der er tilført kysten fra Nørlev Strand. Læsideerosion på denne kyststrækning vil ikke påvirke bebyggelse eller infrastruktur. Erfaringen fra Skallerup Klit viser, at med en mindre vedligeholdelse vil høfderne være en langtidsholdbar løsning.

5.2 Fjernelse af høfderne ved Skallerup Klit

Hvis høfderne ved Skallerup Klit fjernes helt, vil der ske en ekstra erosion af kysten her, som vil tilføre kysten ud for Nørlev Strand sand, som vil betyde en bredere strand og muligvis nye klitter foran kystskrænten. Det vil betyde nogle år uden yderligere tilbagerykning af kystskrænten, men efter en række år, vil den generelle tilbagerykning af kysten nord for kystsikringen ved Lønstrup betyde erosion af den nye bredere strand. Det vil være urealistisk også at få fjernet kystsikringen ved Lønstrup, så den generelle tilbagerykning ved Skallerup Klit og Nørlev Strand vil være 1 – 1,5 m om året, men måske mindre ved Nørlev Strand, som vil få tilført sand fra erosionen af kysten ved Skallerup Klit.

Hvis den aktuelle forskel i tilbagerykningen på 75 m udjævnes, efter at høfderne er fjernet, kan det ske med en tilbagerykning af den korte strækning af kysten ved Skallerup Klit på 50 m og en fremrykning af den længere strækning ved Nørlev Strand på 25 m. Der vil så gå ca. 15 – 25 år, før kystskrænten igen eroderes ved Nørlev Strand.

En fjernelse af høfderne vil være den billigste sikring af sommerhusene ved Nørlev Strand, men kun i en periode, hvorefter en naturlig tilbagerykning vil finde sted, dog med en væsentlig mindre hastighed end med høfderne. Stenene fra høfderne kunne anvendes kreativt til en anden form for kystsikring ud for Skallerup og Nørlev, f.eks. et stenrev parallelt med kysten, som kunne bryde de største bølger og måske kunne tilbageholde noget sand mellem kysten og revet.

For at undgå, at der sker en yderligere tilbagerykning af kystskrænten de første år indtil kysten er udjævnet, kan der udføres en banket af grovral eller moræneler på de strækninger, hvor sommerhusene er umiddelbart truede ved en erosion af kystskrænten.

Enkelte sommerhuse ved Skallerup Klit, som i dag er beskyttet af høfderne, vil være truet af den forventede store erosion af kysten, hvis høfderne fjernes.

5.3 Skråningsbeskyttelse

Nord for Lønstrup er klinterne beskyttet med en skråningsbeskyttelse af sten. Dette har stabiliseret klinterne, men stranden er helt eroderet væk, hvor der ikke er yderligere kystsikring med høfder eller bølgebrydere. Dette betyder, at der løbende skal tilføres nye sten til skråningsbeskyttelsen, da stenene synker efterhånden, som sandet eroderes foran skråningsbeskyttelsen.

En skråningsbeskyttelse af skrænten ved Nørlev Strand vil kunne hindre skræntens tilbagerykning, men i løbet af nogle år vil stranden forsvinde foran skråningsbeskyttelsen, hvorved værdien af alle sommerhusene bag kysten falder, da det ikke vil være muligt at bade eller færdes på stranden på strækningen. En skråningsbeskyttelse som eneste sikring kan derfor ikke anbefales.

5.4 Sandfodring

Sandfodring er i dag Kystdirektoratets foretrukne kystsikringsmetode, som erstatter den tidligere anvendte "hårde" kystsikring. Den negative effekt af lokale anlæg af høfder er åbenlys i tilfældet Nørlev Strand. Hvis sandfodring skal hindre tilbagerykningen af kystskrænten, skal den have en udstrækning, som dækker hele den kyststrækning, der er udsat for erosion og skal have et omfang, som erstatter den mængde sand, som fjernes fra strækningen ved erosionen.

Sandfodring ved at tilkøre sand, som udlægges foran nogle få udsatte sommerhuse, vil blive eroderet bort i løbet af kort tid under den første storm, da der ikke er noget (sand), som holder sandet tilbage nedstrøms opbygningen af sandet. Det vil være som at bygge sandslotte på stranden. En "sand"-fodring med tilkørt moræneler, som graves ned i sandet foran skrænten vil være mere stabilt, men vil have en effekt, som svarer til en mellemting af en skråningsbeskyttelse og en sandfodring.

En effektiv sandfodring skal tilføre den mængde sand til den eroderede strækning, som netto føres bort fra strækningen. I dette tilfælde kan det gennemsnitlige årlige volumen af den eroderede kystskrænt anvendes, da strandens bredde er nogenlunde konstant. Kysskræntens overside ligger i kote + 5 m. Strandbredden er i kote ca. + 2,0 m, men da strandbred-

den rykker med tilbage kan det eroderede volumen beregnes fra kote + 5,0 m til kote – 2,0 m, i alt 7 m i højden gang den årlige tilbagerykning med høfderne ved Skallerup Klit.

Tilbagerykningen er 3,1 m ved Nørlev Strand, men aftager mod nord. Fra høfderne til Morgenvej er der 725 m. Regnes der med 1 km med 3,1 m tilbagerykning og derefter 500 m med 2 m tilbagerykning og 500 m med 1 m tilbagerykning, kan det mistede årlige sandvolumen beregnes til:

$$7,0 \text{ m} \times (1000 \text{ m} \times 3,1 \text{ m} + 500 \text{ m} \times 2 \text{ m} + 500 \text{ m} \times 1 \text{ m}) = \mathbf{32.000 \text{ m}^3 / \text{år}}$$

Denne mængde sand kan ikke køres til, men må pumpes ind fra havet. Der kunne i gennemsnit hvert tredje år pumpes 100.000 m³ ind på den 2 km lange kyststrækning. Udviklingen i de tre første år med en registrering af forekomsten af hændelser med stor erosion og erosionen af stranden skal følges, så volumen eller perioden mellem sandfodringen kan justeres.

Foran skrænten ved de mest udsatte sommerhuse kan sandfodringen suppleres med en banket af grovral moræneler, som kun vil være virksom, hvis der inden den næste sandfodring skulle være sket så megen erosion, at sandskrænten under sommerhusene kunne være udsat for erosion.

Ved Hasmark Strand på Nordfyn er der i år indpumpet 80.000 m³ sand. Det er også sket tidligere. På øen Sild indpumpes årligt 1 mio. m³ sand, for at fastholde den nuværende kystlinie. Sandfodring på en erosionskyst er således en løbende proces, som kræver opfølgning, så volumen og tidspunktet for fornyet sandfodring kan besluttes i god tid.

5.5 Akut sikring af de mest truede sommerhuse

For at undgå, at der sker en yderligere tilbagerykning af kystskrænten indtil en permanent løsning er valgt og udført, bør der inden den kommende vinter udføres en banket af grovral eller moræneler på de strækninger, hvor sommerhusene er umiddelbart truede ved en erosion af kystskrænten. Denne midlertidige sikring vil kunne indgå i den permanente løsning både med fjernelse af de 4 høfder, nye høfder og sandfodring, som alle bør indeholde en ekstra sikring af disse huse.

5.6 Omkostninger og finansiering

Kystdirektoratet kan bedst vurdere omkostningerne ved anlæg og fjernelse af høfder samt ved sandfodring fra havet.

Fordelingen af udgifterne til sandfodring eller anden kystsikring ved Nørlev Strand er et politisk anliggende. Efter gældende lov er det på denne strækning de sikrede, der skal betale for kystsikringen. På Vestkysten af Jylland betaler staten for kystsikringen.

I et tilfælde, hvor en væsentlig del af erosionen er påført området af en kystsikring, som efter godkendelse er udført på naboarealer, vil det være et juridisk spørgsmål, om der kan være et erstatningskrav og hvem et krav kan rettes imod. Kravet kan være både for de skader der er sket på ejendommene og for udgifter til at reducere forsatte skader på ejen-

dommene i det område, som er udsat for læsideerosionen. Der er ikke præcedens for et sådant krav, men i dette tilfælde har de skadelidte gentagne gange uden held påpeget, at høfderne skal fjernes, da den ekstra store erosion af kystskrænten skyldes læsideerosionen af kysten umiddelbart nord for høfderne.

5.7 Bilag

For de tre lokaliteter er bilagt kort fra 1899 og ortofotos fra følgende år: 1945, 1954, 1960-64, 1979, 1985, 1995, 2004, 2012, 2014 og 2015.

Bilagene tjener alene det formål, at dokumentere den opmålte tilbagerykning af kysten.