

Risikovurdering af skredforhold langs Stevns Klint

Undersøgelse af skredrisiko og sikkerhedsforhold i relation til
Stevns Klints geologiske og geomorfologiske struktur
samt klintens nedbrydningshyppighed

Stig A. Schack Pedersen & Peter Gravesen



Risikovurdering af skredforhold langs Stevns Klint

Undersøgelse af skredrisiko og sikkerhedsforhold i relation til
Stevns Klints geologiske og geomorfologiske struktur
samt klintens nedbrydningshyppighed

Stig A. Schack Pedersen & Peter Gravesen

Risikovurdering af skredforhold langs Stevns Klint

Undersøgelse af skredrisiko og sikkerhedsforhold i relation til
Stevns Klints geologiske og geomorfologiske struktur
samt klintens nedbrydningshyppighed

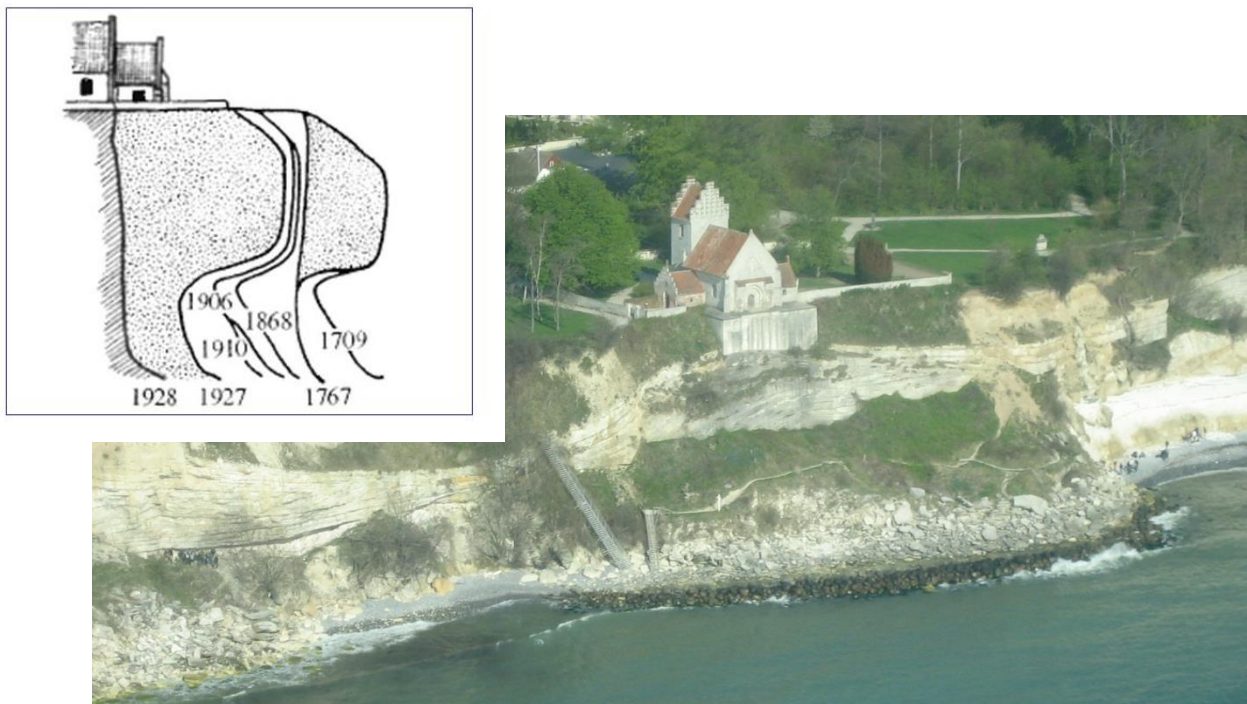
Stig A. Schack Pedersen & Peter Gravesen

INDLEDNING	4
TIDLIGERE UNDERSØGELSER	5
NUVÆRENDE UNDERSØGELSE	7
KLINTENS OPBYGNING OG STRUKTURER	9
OPBYGNING.....	9
<i>Geologisk boks</i>	10
AFLEJRINGERNES SAMMENSÆTNING	11
STRUKTURER OG VANDINDHOLD	12
KARAKTERISERING AF FJELDSKRED PÅ STEVNS KLINT	17
VIGTIGE LOKALITETER LANGS STEVNS KLINT	19
KIRKEVIG	20
FJELDSKRED VED KLINTEGÅRD	20
<i>Vurdering af skredmassen i Klintegårds fjeldskred</i>	23
<i>Karakterisering af Klintegårdsskredet og udløsningsmekanisme</i>	24
<i>Sammendrag af klint-kollapset ved Klintegård 5/6–2016</i>	26
FLAGEFALD I KLINTEKONGENS HULE	27
<i>Volume af flagefald i Klintekongens Hule</i>	28
<i>Sprækker i kalken ved Klintekongens Hule</i>	29
<i>Konsekvenser af besigtigelsen ved Klintekongens Hule 12/2–2016</i>	31
FJELDSKRED VED KNØSEN NOVEMBER 2011	33
HØJERUP GAMLE KIRKE SKREDDET 1928	37
<i>Størrelsen af Højerup skredet 1928</i>	38
<i>Dynamisk udvikling af skredforhold</i>	38
<i>Nedfald af løst stenmateriale ved Højeruplund</i>	40
KORSNÆB	41
RØDVIK KYSTEN.....	41
KORSNÆB PYNTEN	44
<i>Korsnæb sprækkesystemer</i>	45
SKELDERVIG OG BOESDAL.....	46
FLAGBANKEN OG MANDEHOVED	47
FLAGBANKEN	47
<i>Mandehoved</i>	49
STOREDAL OG LILLEDAL	50
<i>Boks om forkastninger og sprækker</i>	56

HARVIG	57
HARVIG NORDLIGE KYSTSTRÆKNING	57
SPRÆKKESYSTEMER I HARVIG	59
HARVIG SYDLIGE KYSTSTRÆKNING	62
STEVNS FYR	65
HOLTUG KALKBRUD OG KULSTIRENDEN	68
KLINTEN VED PRÆSTESKOV	70
GLACIALDYNAMIK VED PRÆSTESKOV KLINTEN	72
SAMMENDRAG OG BETRAGTNINGER	75
SKRED ELLER STABILITET	75
KIRKEVIG.....	75
<i>Højeruplund</i>	75
<i>Klintegård</i>	75
<i>Klintekongens hule</i>	76
<i>Knøsen</i>	76
KORSNÆB	76
<i>Rødvig kysten</i>	76
<i>Korsnæb pynten</i>	76
<i>Skeldervig og Boesdal</i>	77
FLAGBANKEN OG MANDEHOVED	77
<i>Flagbanken</i>	77
<i>Mandehoved</i>	77
STOREDAL OG LILLEDAL.....	77
HARVIG	78
<i>Harvig nord</i>	78
<i>Harvig syd</i>	78
STEVNS FYR.....	78
HOLTUG KALKBRUD OG KULSTIRENDEN	79
KLINTEN VED PRÆSTESKOV	79
EROSIONSRATER	79
ANDRE FORHOLD.....	82
INFORMATION.....	82
REFERENCER.....	83
INDHOLDSFORTEGNELSE OVER FIGURER	85

Indledning

Fjeldskred langs Stevns Klint har været kendt siden det berømte skred, der i 1928 medførte, at koret i Gl. Højerup Kirke faldt ned. Ligesom ved de øvrige danske klinte forekommer skred jævnligt, men specielt for Stevns Klints vedkommende giver den specielle geologi nogle særlige forhold, hvor vandrette overhæng bliver båret af den massive bryozokalk med en intern bankestruktur karakteriseret af flint-horisonter, som hænger ud over de blødere kridtlag, som lettere lader sig erodere af bølgenes saltvand. Tilstedeværelsen af Fiskeleret og Kridt/Tertiær grænsen (Surlyk, Damholt & Bjerager 2006) er selvfølgelig også medvirkende årsag til overhængenes plane undergrænse. Overhængende ser dramatiske ud og vil hyppigt få folk til at tænke sig om mere end en gang, før de tager beslutning om at passere en kalkklippe med potentiel fare for at blive udløst i et fjeldskred (Figur 1).



Figur 1. Foto af Højerup Kirke med fjeldskred materiale ved klintens fod. Fjeldskred langs Stevns Klint har været kendt siden det berømte skred, der i 1928 medførte, at koret i Gl. Højerup Kirke faldt ned. På dette sted er der nu en udbygget beskyttelse. Dels bidrog de nedfaldne skredblokke til en kystbeskyttelse, og dels er kystbeskyttelsen nu udbygget med yderligere pålæg af grundfjeldsblokke. Stedets sårbarhed er dog meget mere udtalt lidt syd for trappen, hvor mange besøgende ynder at gå op til Fiskeleret og medvirke til udhuling af overhængene ved at skrabe prøver af Fiskeleret ud. . Profilsnittet viser klintens tilbagetrækning på grund af erosion og skred i årene 1709 til 1928 (Efter Rasmussen, 1967).

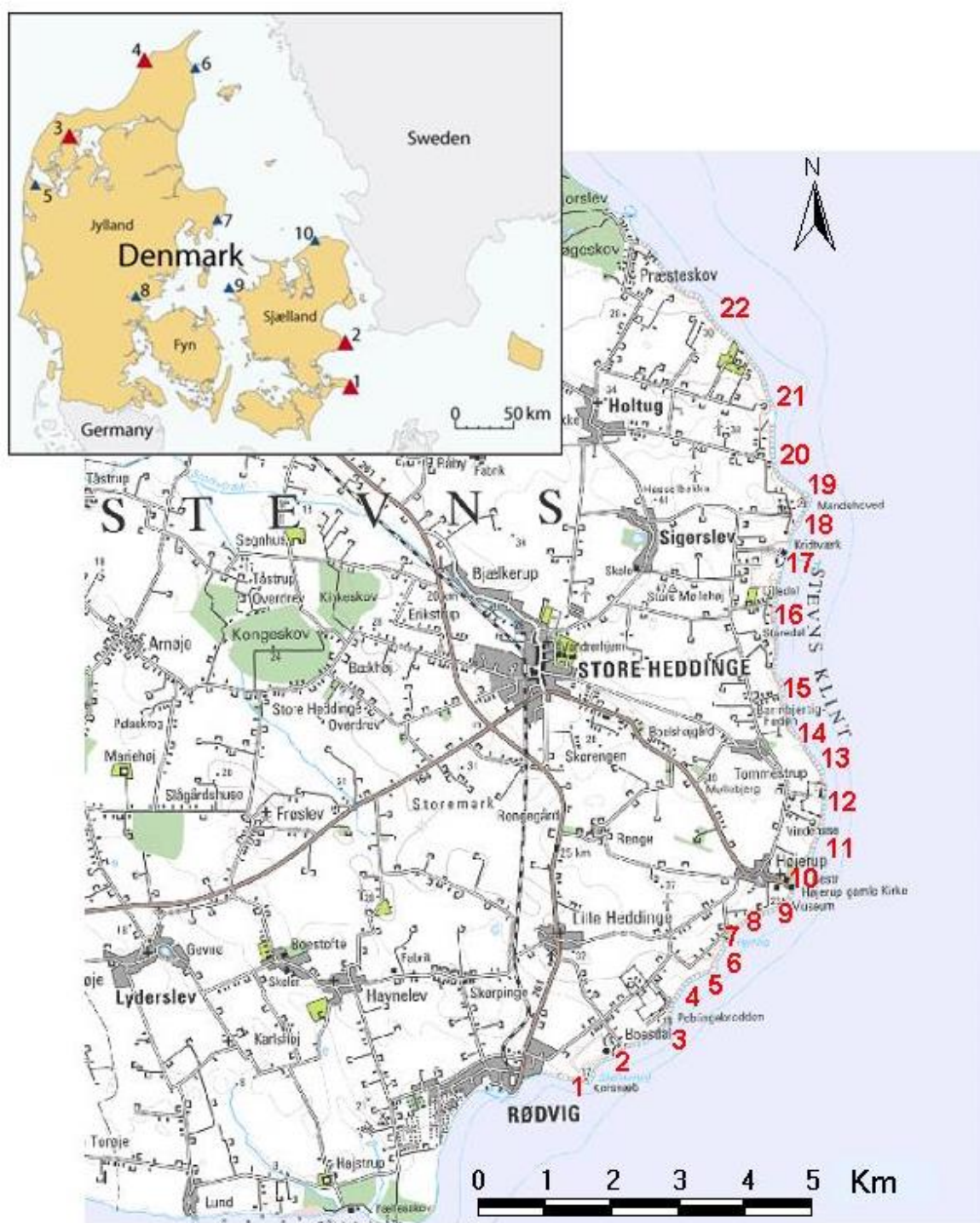
I forbindelse med udarbejdelse af nomineringsansøgningen til UNESCO om optagelse af Stevns Klint på listen over verdensarvområder (Damholt & Surlyk, 2012) blev der foretaget en evaluering af fjeldskredrisikoen ved klinten (Pedersen, 2011, Pedersen & Strunck, 2011).

Stevns Klint blev optaget på listen i 2014 (Damholt, Surlyk & Gravesen 2014). Som led i forvaltningen og overvågningen af klinten foretog GEUS i juni-juli måned 2016 efter aftale med Stevns Kommune en yderligere vurdering af skredfaren ved klinten.

Tidligere undersøgelser

Undersøgelsen og vurderingen fra 2011 blev baseret på en geologisk og geomorfologisk analyse af overhæng, klinteksponering og fjeldskredsdimensioner langs Stevns Klint. Analysen blev baseret på en fotogrammetrisk opmåling udført efter en optagelse af terrestrisk-fotogrammetriske fotografering af klinten den 29. april 2011. Efterfølgende blev klinten gennemmålt ved hjælp af den fotogrammetriske arbejdsstation SOCESET i det fotogrammetriske laboratorium på GEUS. Udtegningen fra fotogrammetrien blev overført til et ArcGis projekt, som kan rekvireres og anvendes til sammenlignende fjeldskredstudier. På samme måde har der været anvendt terrestrisk fotogrammetriske optagelser af Stevns Klint optaget i 1992 (Surlyk et al. 2006) til sammenlignende studier af fjeldskredsaktiviteten inden for de sidste 20 år.

Analysen blev sammenfattet i en beskrivelse af 22 segmenter, som er en opdeling af klinten fra syd til nord (Rødvig til Præsteskov)(Fig. 2), og de forskellige skredmekanismer blev beskrevet. Endelig blev erosionsraten beregnet og forklaret.



Figur 2. Kort over Stevns Klint med de beskrevne segmenters numre angivet med røde tal. Oversigtskortet i øverste venstre hjørne viser beliggenheden af de største jord- og fjeldskred i Danmark (Nadim et al. 2008), hvor røde trekantede markerer og de største skred, som for Møns Klint, nr. 1, og Stevns Klint. Nr. 2, er karakteriseret som fjeldskred, hvorimod de øvrige numre refererer til steder med jordskred, lerede landslides. Den største erosionsrate findes ved nr. 4, som markerer beliggenheden af Lønstrup Klint, hvor kysten rykker tilbage med 1,25 m/år.

Nuværende undersøgelse

Efter Stevns Klint er blevet optaget på listen over Verdensarvsområder, er der i stigende grad skabt offentlig opmærksomhed og øget besøgsintensitet på klinten. Dermed er der også sat større fokus på sikkerhedsforhold og skredrisiko langs klinten (Pedersen & Strunck 2011). Rapporten var fra 2011 som nævnt baseret på et omfattende analysearbejde af klintens morfologi ved hjælp af fotogrammetrisk opmåling. Imidlertid omfattede denne undersøgelse ikke detaljerede skred langs klinten, som allerede ved rapportens udgivelse blev illustreret af det mindre fjeldskred ved Knøsen i november 2011. Behovet for en mere eksakt og detaljeret skredvurdering var derfor klart til stede, ikke mindst set i lyset af et lignende skred ved Flagbanken i december 2014. De to skred illustrerer desuden behovet for en løbende overvågning af skredudviklingen og kystforandringen. I forvaltningsplanen for klinten er der peget på, at klintens mulige tilbagerykning (retrogradation) p.g.a af erosion og fjeldskred skal løbende overvåges bl.a. af hensyn til klintens integritet, beskyttelse og forvaltning (Stevns Kommune, Østsjællands Museum & Kulturarvsstyrelsen, 2011).

Den nuværende undersøgelse er beskrevet i denne rapport, er en feltanalyse af klintens skredtilstand på de mest udsatte steder. Analysen af skred langs klinten tager sit udgangspunkt i opdelingen af klinten i de 22 elementer, som blev defineret i GEUS rapporten fra 2011, se Figur 2 og Tabel 1. Af tabellen fremgår det, at de 22 klintelementer har forskellige risikoforhold. Da risikoen blev vurderet i GEUS rapporten var det med hovedvægt på skredrisiko ved at færdes neden for klinten, hvilket populært vil sige chancen for at få en klippeblok i hoved. Risiko for ulykker og ødelæggelse ved overfladen oven for klinten var derfor ikke i fokus, men dette forhold har i stigende grad tiltrukket sig opmærksomhed. Den nye undersøgelse fokuserer derfor på at udpege alle former for skred: fjeldskred som jordskred, store som små, skreddenes hyppighed og overfladeeffekt. En central del af undersøgelsen vil være analyse af potentielle skredpartier med en tilknyttet forudsigelse af mulig skredudløsning tilknyttet en tidshorisont.

Det er dog ikke alle lokaliteterne, som har krævet et detaljeret feltarbejde. Men de lokaliteter som udskiller sig ved høj risiko i Tabel 1, vil være dem, som kræver en nærmere feltundersøgelse. Lokaliteterne er Kirkevig indbefattende Knøsen, Klintekongens Hule og Klintegården, Korsnæb som omfatter kysten fra Rødvig til Boesdal, Flagbanken og Mandehoved, Storedal og Lilledal, Harvig, samt Stevns Fyr. Disse seks lokaliteter har krævet omkring en dags feltarbejde, mens de øvrige lokaliteter kun har undergået en mere rekognoscerende undersøgelse. I alt har undersøgelsen omfattet 8 mand- dages feltarbejde, som er suppleret med 8 dages analysearbejde og udarbejdelse af GIS-projekt med opsætning af linier og reference til fotogrammetriske optagelser.

	Områdebetegnelse	Overhæng	Tykkelse	Eksposering	Færdsel	Risiko
1	Korsnæb	xx	xx	xx	xxxx	xx
2	Boesdal	xxx	xx	xxx	—	—
3	Stevnsfort S	xxx	xx	xxx	—	—
4	Stevnsfort N	xxx	xxx	xxx	—	—
5	Lille Heddinge Vig	xxx	xx	xx	x	x
6	Harvig S	xx	xx	x	x	x
7	Harvig C	xxx	xxx	xxx	xx	xxx
8	Harvig N	xxx	xxx	xxx	xx	xxx
9	Knøsen	xx	xxx	xxx	xxx	xxx
10	Kirkevig	xxx	xx	xxx	xxx(x)	xxx(x)
11	Vindehuse	x	x	x	x(xx)	x
12	Stevns Fyr	xxx	xx	xxx	x	xxx
13	Tommestrup	xx	xx	x	x	x
14	Telemasten	x	x	x	x	x
15	Barmhjertigheden	xx	xxx	xxx	x	xx
16	Storedal	x	x	xxx	x(xx)	xx(xx)
17	Sigerslev	—	—	xx	xx	—
18	Flagbanken	xxx	xxx	xx	xxx	xxx
19	Mandehoved	xx	xx	x	xxx	xx
20	Køgebugt	xx	xx	xx	xx	xx
21	Holtug	x	x	x	xx	x
22	Holtug- Bøgeskov Havn	—	x	x	xx	—

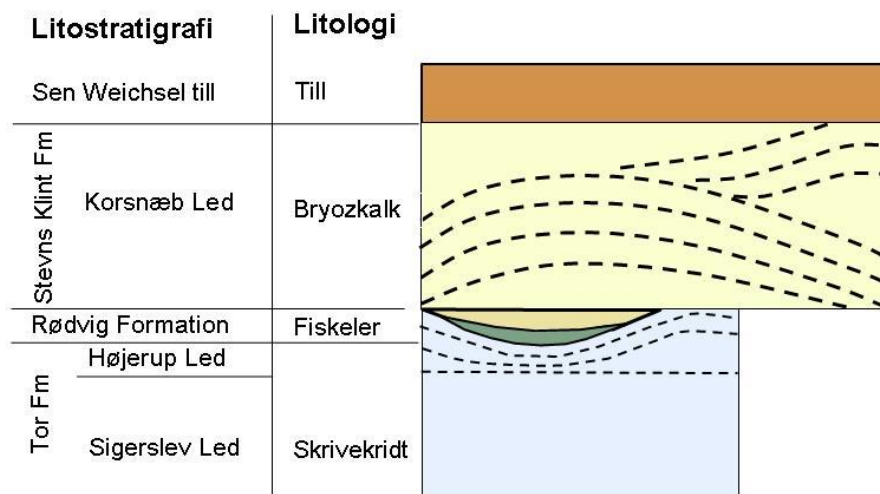
Tabel 1. Skematisk sammenstilling af vurderingen af fjeldskredsrisiko for de enkelte segmenter i Stevns klint. Fire vigtige parameter indgår i her i risikoanalysen, nemlig størrelsen af overhæng, tykkelsen af overhæng, eksponeringen af kystklinten og færdselsfrekvensen. Krydsene i parentes (xx) angiver skredfare ved klinttoppen. Segmentnumrene og lokaliseringen af navnene fremgår af kortet Fig. 2.

Klintens opbygning og strukturer

Klinten består af en række forskellige kalklag og lerlag., Disse lag er videnskabeligt særdeles vel undersøgt gennem mange år (se Damholt & Surlyk 2012). Den geologiske lagfølge og terminologi for lagene kan ses på figur 3, og den geologiske udvikling kan desuden læses i boksen.

Opbygning

I almindelighed omtales klinten som opbygget i to dele: nederst findes det kridhvide skrivekridt, og øverst findes Danien kalken med mange flintbånd. Imellem de to kalk-enheder finder man så det berømte Fiskeleret. Den maksimale tykkelse af Fiskeleret er bare 10 cm, men mange steder findes det slet ikke, fordi det findes i nogle små, ikke særlige dybe lavninger. Tykkelsen af skrivekridt er maksimalt 12 m, men aftager ned mod syd, hvor der blot er et par meter fra havniveau og op til Fiskeleret. Tykkelsen af Danien kalken, bryozokalk med flintbånd, er omkring 15 meter, der dog formindskes til 10 m mellem Storedal og Sigerslev.



Figur 3. Geologisk opbygning af Stevns Klint. Opdeling i formelle geologiske enheder (Formationer og Led) samt de klassiske navne kan læses på figuren. En nærmere geologisk gennemgang ses i boksen nedenfor.

Boks om de geologiske forhold

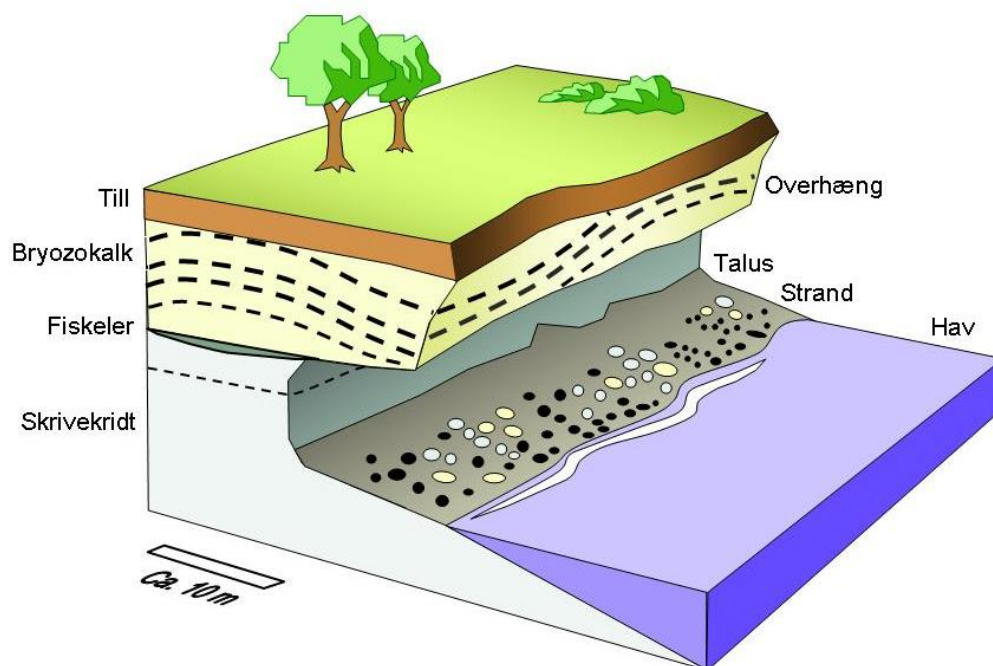
Litostratigrafisk inddeling af de geologiske enheder som er repræsenteret i Stevns Klint. Den nederste del af stratigrafien består af Maastrichtien skrivekridt (tilhører øverste del af Kridt), som ved Stevns Klint er opdelt i to led af Tor Formationen: Sigerslev Led og Højerup Led (Surlyk et al. 2006). Grænsen mellem de to led er lokaliseret 0,5 m over det markante sorte nodulære flintlag i toppen af Sigerslev Led. Højerup Ledet består af små bryozobanker, og i lavningerne mellem bankerne findes Rødvig Formationen (Surlyk et al. 2006). I diagrammet er enhedens litologi benævnt Fiskeler, som refererer til Fiskeler Led, der er den berømte enhed, der indeholder Kridt/Tertiær grænsen. Fiskeleret ændrer sig gradvis opad til en mergel, som i lavningerne overlejres af Cerithium Kalkstens Led. Såvel Rødvig Formationen som toppen af de små banker i Højerup Ledet skæres diskordant af en hardground ved basis af Stevns Klint Formationen (Surlyk et al. 2006). Stevns Klint Formationen svarer til Danien Bryozokalk, som på Stevns Klint kun er repræsenteret ved det op til 20 m tykke Korsnæb Led. Denne enhed er karakteriseret ved de talrige flintbånd, som tydeligt aftegner bryozobankerne, der danner det kurvede mønster i den hårde, modstandsdygtige kalksten i den øverste del af klintprofilen (Fig. 5). Danien er den ældste del af tidsafsnittet Palæocæn Korsnæb Ledet bliver skåret af en diskordans, over hvilken Weichsel istidens aflejringer blev aflejret (Kvartærtiden). En del af diskordansen blev skabt under isens fremrykning og afhøvlingen af kalkoverfladen skete ved sålen af isen. Herved dannedes en kalk-glacitektonit, som flere steder ligger ved basis af den overlejrende till (moræneler). Till-enheden er generelt 3 m tyk, men varierer en del i tykkelse langs klinten. Den er især noget tykkere på steder, hvor to till-enheder kan adskilles, nemlig Midt Danske Till Formation hidrørende fra det Svenske Isfremstød og Østjylland Till Formation hidrørende fra det Baltiske Isfremstød under det Senglaciale Maximum i sidste del af sidste Istid, Weichsel (Houmark-Nielsen 2007).

Geologisk boks

Aflejringerne sammensætning

Figur 4 viser en model for klinten med de forskellige lag. Aflejringerne nøgleegenskaber som giver klintens dens markante opbygning afspejles i figur 4 og 5. Nederst ses det bløde skrivekridt, som let eroderes af bølgeaktivitet, hvilket former/eroderer en brændingshule og et overhæng af de mere sammenhængende og hårdere Danien kalklag. Adskillelsen af brændingshulen og overhænget markeres af undersiden Fiskeleret og undersiden af Cerithium kalken, og denne grænse kan genkendes på lang afstand. Det nedfaldne materiale ved klintens fod kaldes talus.

Nederst findes det hvide skrivekridt fra Kridt Perioden, som er en forholdsvis blød, meget finkornet kalkslam, som næsten udelukkende består af mikroskopiske algekalkplader, kokoliter. Skrivekridtet er svagt lagdelt og stedvis dannet som flade banker. Det indeholder også lag eller noder af sort, hård flint. Den øverste del kaldes gråkridt på grund af en grålig farve, har indhold af bryozoaer samt en gul hærtningshorisont, som er mere sammenhængende end det omgivende skrivekridt.



Figur 4. Blokdiagram som illustrerer de geologiske og geomorfologiske elementer, som karakteriserer Stevns Klint.

Over skrivekridtet følger de tynde lag (5-10 cm) af Fiskeler fra starten af Danien, som består af sort, gråt eller rødligt ret fedt ler aflejret i små flade bassiner. Herover følger den gulhvide Cerithium kalk fra Danien, som er 30-60 cm tyk, og er en finkornet, hærtnet, fossilrig kalk (ikke på Figur 4). De øverste Danien lag er bryozokalk, som har et stort indhold af

de kolonidannende dyr, bryozoaer. Kalken er 15-25 m tyk og er en lettere hærdeet fossilrig gulhvid kalk, som er dannet på store bryozobanker. Bankestrukturerne understreges af sortbrune flintlag eller flintnoder. Overover kalklagene følger det kvartære moræner i gullige og grålige farver, og de markerer tydeligt toppen af kalklagene, og mod nord mellem kalkklintens nordlige ende og Præsteskov dominerer disse lag helt. Det er den samme jordart, som dominerer hele det flade landskab på Stevns. Ude langs klinten kan man se, at tykkelsen af morænelaget (till) er omkring 3 meter. En særlig type aflejring med et højt indhold af kalk og kridt kaldes glacitektonit.

Strukturer og vandindhold

Alle kalkbjergarter er gennemsat af sprækker, både vandrette, lodrette (figur 6 og 7) samt undertiden skrå sprækker samt forkastninger, og disse er vigtige for vandtransport og stabilitet. Strukturerne, som træffes i klinten, kan opdeles på følgende måde:

1. Sprækker: horisontale, lodrette, skrå. Kan dannes ved tektoniske processer, men uden forskydning af lagene, men også ved senere fysiske påvirkninger (Figur 6 og 7).
2. Forkastninger: Ofte lodrette eller skrå. Med tegn på forskydninger fra tektonisk påvirkning.
3. Lagplaner/horisontale sprækker. Dannes ved aflastning ved fjernelse af overliggende vægt.
4. Horisontale sprækker dannet ved opløsning af kalk (styloliter).
5. Sprækker langs laggrænser i bankestrukturer.
6. Opknust kalk dannet ved glacialtektonisk påvirkning
7. Karst: Strukturer dannet ved opløsning af kalken af surt grundvand, og kan forekomme som hulrum, kanaler og udvidelse af sprækker.
8. Sprækker i grænselaget mellem kalk og flintlag.

Nogle af de vigtigste karakterer til bedømmelse af sprækkers m.m. egenskaber er sprækkeorientering, sprækkesporets længde, afstand mellem sprækkerne (spacing) og sprækkeåbningens bredde (apertur) (Bloomfield 1965).



Figur 5. Klint sektion nord for Højerup fra 2010. Overhængen er tydeligt og de små bassiner med fiskeler kan lige anes (Foto: Merete Binderup).

I klintens bagland ligger grundvandspejlet generel 12-15 m under terræn samt stedvis endnu dybere på 20-25 m under terræn. Det vil sige, at der er en betragtelig umættet zone over grundvandet, men der er altid en mindre fugtighed i kalklagene. Klintens bjergarter er i store perioder af året uden sammenhængende vandindhold, men vil lejlighedsvis modtage vand ved regnskyl især om vinteren. Kalkaflejrings evne til vandgennemtrængning (permeabilitet) foregår gennem mikroporer (også kaldet matrix), der er hulrum mellem de små kalkkorn og gennem makroporer, som er sprækker m.m., der er beskrevet ovenfor. Transport i kalklagene er helt overvejende styret af makroporetransporten, men i den umættede zone er den langsomme transport i makroporerne også af betydning (Ireson et al. 2006). Af stor betydning er skiftet mellem tørre sprækker og opfyldning af sprækkerne ved vandskyl, og transporten i sprækkerne kan godt foregå selv om magasinet ikke er fyldt op. Vandet i sprækkerne kan også indgå i fryse- og tøprocessen i perioder med frost ligesom temperaturen generel kan medvirke til ændringer i sprækkeforholdene.

At sprækkerne er vandførende kan ses direkte ved vandudstrømning på klintoverfladen eller ved en gulfarvning omkring sprækkerne, som skyldes udfældning af jernholdige mineraler fra vandet (Figur 8)



Figur 6. Markante horisontale sprækker i skivekridt (Foto: Merete Binderup).

Sprækker og forkastninger er centrale ved dannelse af ustabilitet i skivekridt- og kalklagene, hvor det må forventes at, et varierende vandindhold i sprækker og forkastninger med vandfyldning og udtørring og en udvidelse og kollaps af vand/is ved frost-tø processer kan medvirke til skred. Vand i matrix som kan udgøre 40 %, kan medvirke til en betydelig forøgelse af overhængets vægt, og når overhængets tykkelse og bredde har nået kritiske værdier, vil det falde ned. Dannelsen af brændingshulen i skivekridtet er også gjort lettere ved sprækkedannelser.

Målinger af retninger for sprækker og forkastninger i klinten viser foretrukne retninger. Registrering af sprækker, som løber parallelt med klintfronten og kendte regionale forkastningsretninger, er udført i Sigerslev kridtbrud (Rosenbom & Jakobsen, 2005). Skæringen mellem sprækker og forkastninger med forskellig orientering er medvirkende til øget transport og opfyldning af vand i systemet.

Normalt er der tale om en målbar afstand mellem sprækker (Spacing), men i forbindelse grænselag mellem Danien og Kvartær kan kalken være opknust af istidens gletschere med mange små sprækker med stærkt varierende orienteringer til følge. I forbindelse med store lodrette forkastninger bliver kalken ofte stærkt påvirket og gennemsat af flere små forkast-

ninger, men almindeligvis kan en konstant orientering måles. Dette ses f.eks. nord for Hol-
tug, hvor den sidste del af kalkklinten ses, og erstattes af en morænelersklint.



Figur 7. *Horisontale sprækker i skrivekridtet skærer en næsten lodret sprække. (Foto: Merete Binderup).*



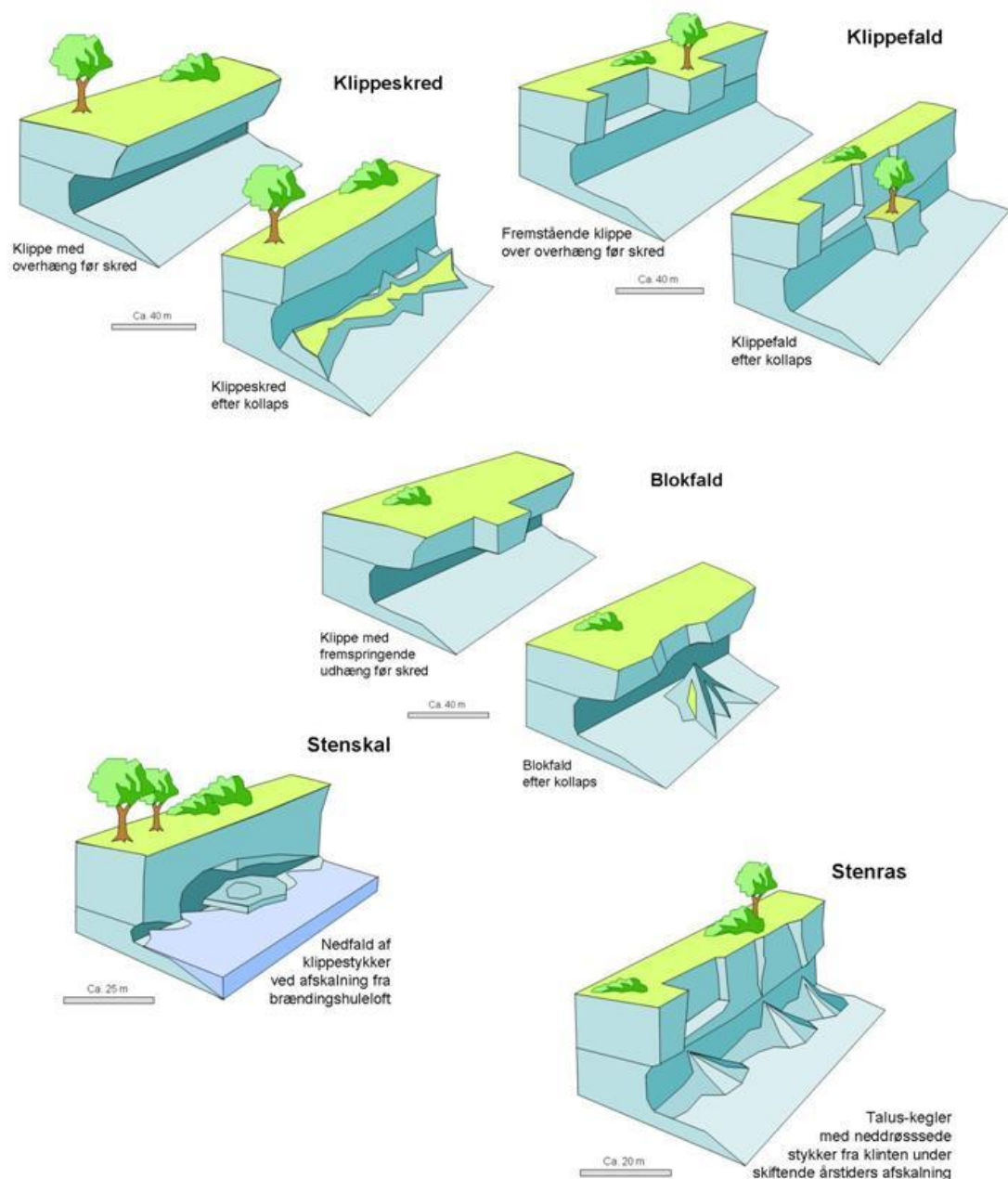
Figur 8. Klintafsnit i skrivekridt som er helt vådt af gennemstrømmende vand. Desuden er der udbredt gulbrun farvning af udfældede jernforbindelser. Vandudtrædelsen sker gennem horisontale sprækker ved foden af klinten, hvor der kan være forbindelse til grundvandspejlet (Foto: Merete Binderup).

Karakterisering af fjeldskred på Stevns Klint

Der er i Pedersen & Strunck (2001) og Pedersen (2011) opstillet en speciel klassifikation af skredtyperne langs Stevns klint, som er en udbygning af en tidligere klassifikation opstillet for hele Danmark (Pedersen et al. 1989). Efter en international klassifikation vil skreddene på Stevns Klint blive betegnet som rockfalls. Denne term er her oversat til blokfald, hvorimod større klippekollaps er betegnet som klippeskred eller klippefald. Betegnelsen fjeldskred betegner generelt større skred af fast fjeld til forskel for jordskred, der betegner skred af løse sedimenter som ler og sand (Fig. 9).

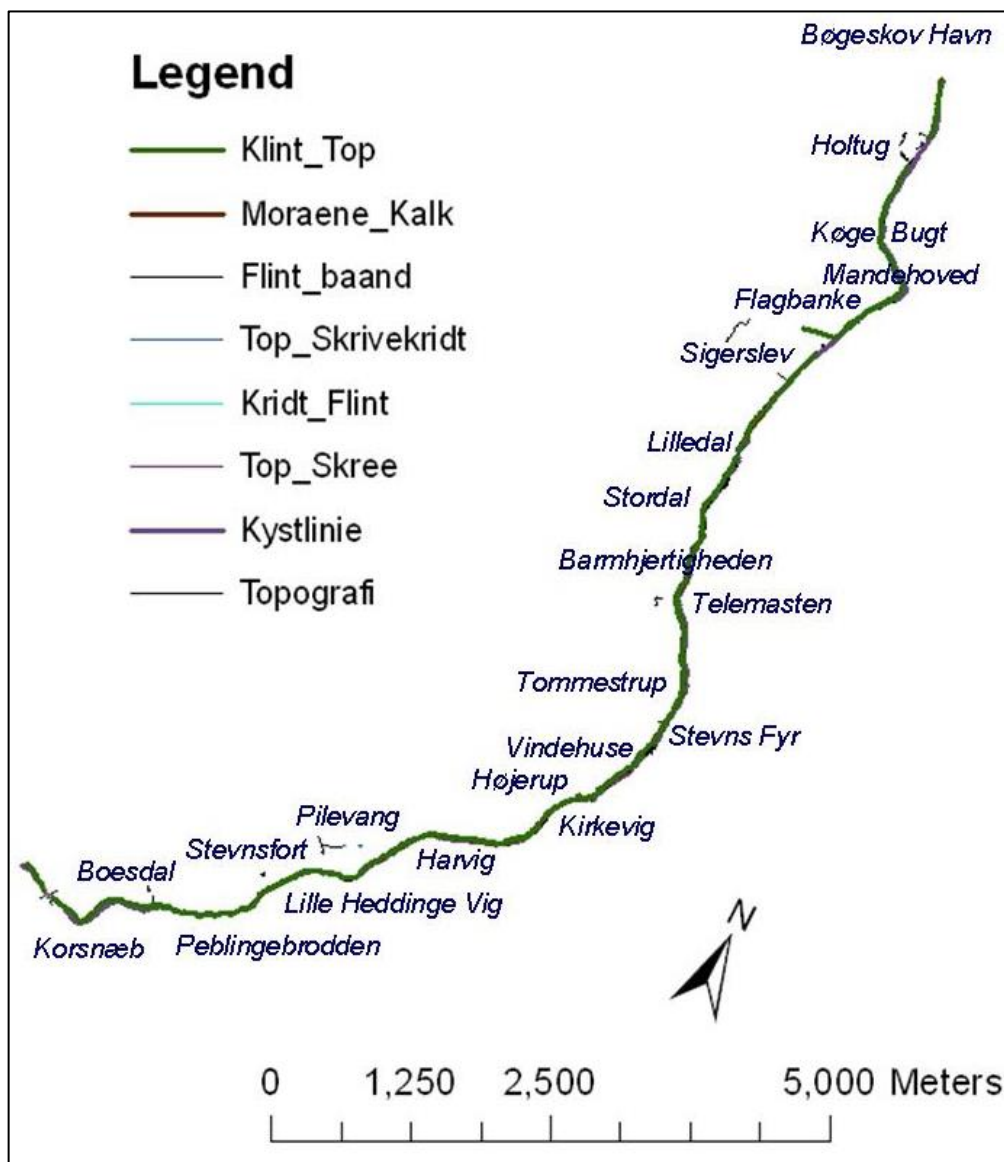
Fjeldskreddene på Stevns Klint hører ikke til de største skred i verden. Alene af den grund, at højden af klinten ikke er mere end ca. 40 m på det højeste centrale sted på klinten, hvorfra højden aftager jævnt til omkring 15 og 20 m mod henholdsvis syd og nord. Så egentlige fjeld-avalancher, som dem der træffes ved Møns Klint, hvor St. Taler skred ned i januar 2007 og spredtes 300 m ud i havet (Pedersen & Gravesen 2009), forekommer ikke ved Stevns Klint. Desuden er fjeldskreddene på Stevns Klint karakteriseret ved at være entydigt koncentreret til erosion af den blødere skrivekridt under den hårde bryozokalk med talrige stærke flintlag, der giver den øverste enhed sin særprægede robuste struktur (Surlyk, Damholt & Bjerager 2006).

De største skred kan benævnes klippeskred. Der er her tale om et helt parti af klinten, som er skredet ned langs med et ofte stejlt hældende glideplan. Denne skredtype er af størrelsesordenen 1000 m^3 . En anden stor skredtype er klippefald, hvor en enkelt fremstående klippe med et stort udhæng er drattet direkte ned på stranden. Klippefaldene er af størrelsesordenen 100 m^3 og op til 1000 m^3 . Klippefaldene har som hovedregel bevaret hele stratigrafien intern i blokken og står bare på strandplanet neden for det sted på klinten, hvor de oprindeligt hørte til. Ved dimensioner lidt mindre end klippefald finder man blokfald, der typisk har dimensioner på 100 m^3 og ned til blokke på 1 m^3 . I områder med meget moræneler vil man finde en blandingstype af skred og blok fald, og den uorganiserede skredtype benævnes blokskred, altså større blokke skredet ned sammen med et mere finkornet materiale, der udfylder mellemrummene mellem blokke og sten. I skalaen under 1 m^3 finder man stenskal. På Stevns Klint er det specielt fra overhængenes og brændingshulernes loft, at stenskal forekommer. Endelig findes der stenras, som er de stumper og stykker, der i løbet af årets frostperiode løsgøres ved frost og optøning i mini-sprækker og falder ned, eller som på tørre sommerdage falder ned på grund af sammentrækning under udtørring. Det var et blokfald forårsaget af sommerens udtørring, der i 1994 dræbte en fransk turist neden for Maglevandsnakken på Møns Klint (Pedersen 1994). Stenras vil normalt blive aflejret som talus i keglelignende former langs med klinten.



Figur 9. Skematisk præsentation af skredtyper som optræder langs Stevns klint. Den største type betegnes klippeskred, som involverer volumener i størrelsesordenen 5000 m^3 og påvirker et langstrakt stykke af klippekysten. Klippefald, som består af klippeblokke i størrelsesordenen 500 m^3 , er imponerende ved, at de fremstår som et samlet stykke af klinten, der med bevaret lagdeling er forsat ned på stranden. Blokfald betegner den almindelige type af klippe-kollaps, hvor stumper og stykker falder direkte ned på standen, og der aflejres en skred-kegle. Stenskal betegner fald af pladeformede blokke med størrelse på $1\text{--}10 \text{ m}^3$, der ved exfoliation løsriveres fra loftet i en brændingshule. Endelig betegner stenras den almindelige pågående erosion af småstykker fra klippen, som danner talus ved foden af klinten.

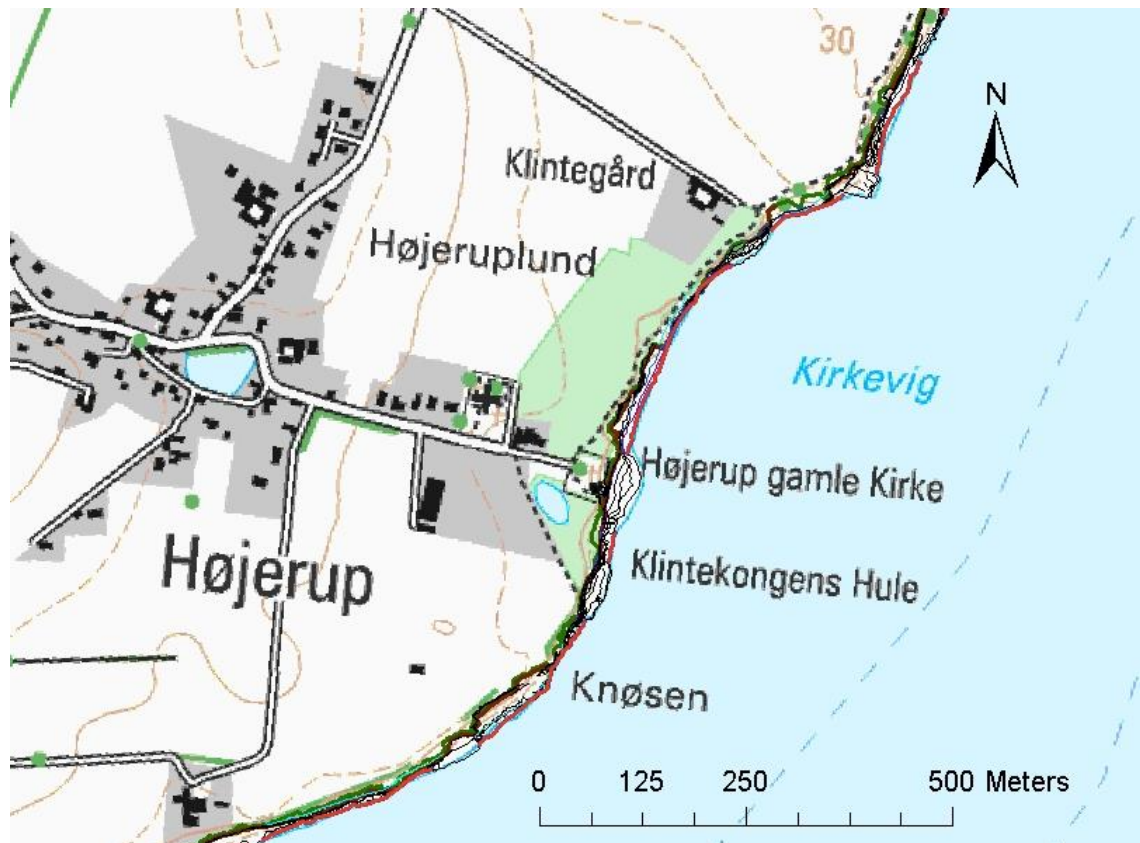
Vigtige lokaliteter langs Stevns Klint



Figur 10. Oversigtskort over den samlede strækning på ca. 14 km, som er blevet fotogrammetrisk opmålt. Målestoksforholdet er for lille til, at man kan se de enkelte linjer, som er angivet i legenden. Disse vil dog fremgå af de detaljerede kort, der er vist i det følgende. Beliggenheden af stednavnene langs Stevns Klint, som er refereret til i beskrivelsen, fremgår desuden af kortet.

Af de 22 klintafsnit, som klinten ved den fotogrammetriske opmåling er inddelt i (Fig. 10), er der i denne rapport udvalgt fem delområder, der påkalder sig særlig opmærksomhed. Disse områder er knyttet til følgende lokaliteter: 1) Kirkevig som indbefatter det seneste skred ved Klintegård, Klintekongens Hule, skred ved Knøsen i november 2011, samt tilstanden omkring Højerup Gamle Kirke (Fig. 11); 2) Korsnæb som omfatter området fra Rødvig til Boesdal (Fig. 35); 3) Flagbanken og Mandehoved; 4) strækningen mellem Stordal og Lilledal (Fig. 48); og 5) Harvig (Fig. 58). Herudover vil klintens almene tilstand bliver behandlet med reference til forskellige segmenter, der har været i fokus, herunder området ved Stevns Fyr.

Kirkevig



Figur 11. Kort over Stevns Klint ved Højerup, som viser placeringen af de fire fokuspunkter behandlet under afsnittet om Kirkevig, nemlig skreddet ved Klintegård, skred ved Knøsen, flagefald i Klintekongens Hule og endelige forholdene omkring Højerup gamle Kirke.

I området ved Kirkevig er der fire steder, som tiltrækker sig stor opmærksomhed. Det første sted er i den nordlige del, hvor der ud for Klintegård skete et fjeldskred 5. juni 2016. Dette skred er den seneste skred begivenhed, der er medtaget i denne rapport. Det andet sted er ved Klintekongens Hule, hvor en stor flage kollapsede ved stenskal på et tidspunkt omkring 2013. Det tredje sted er Knøsen, hvor der skete et stort skred i november 2011. Og endelig er forholdene omkring det store fjeldskred, hvor koret af Højerup gamle Kirke kollapsede i 1928, af meget stor vigtighed for vurderingen af den historiske udvikling af fjeldskred langs med Stevns Klint. Der skal desuden peges på det ukonsoliderede fyldmateriale i det gamle kalkbrud ved Højeruplund, som kan udgøre en skredfare.

Fjeldskred ved Klintegård

Søndag den 5. juni 2016 skete der et fjeldskred kl. 5 om morgenen ca. 400 m nord for den gamle Højerup kirke ved Stevns Klint. Skreddet må betragtes som et større skred, der har efterladt et overhæng med en betydelig risiko for at kollapse inden for den nærmeste fremtid (Fig. 11, 12 og 18). Langs med Kirkevig har der lige som talrige andre steder langs

Stevns Klint været kalkbrud (Fig. 13). Skreddet ved Klintegård er sket mellem to af disse kalkbrud, hvor et fremspring har stået med et overhæng på op til 6 m.



Figur 12. Fjeldskreddet ved Klintegård ca. 400 m nord for Højerup gl. kirke, Stevns Klint.

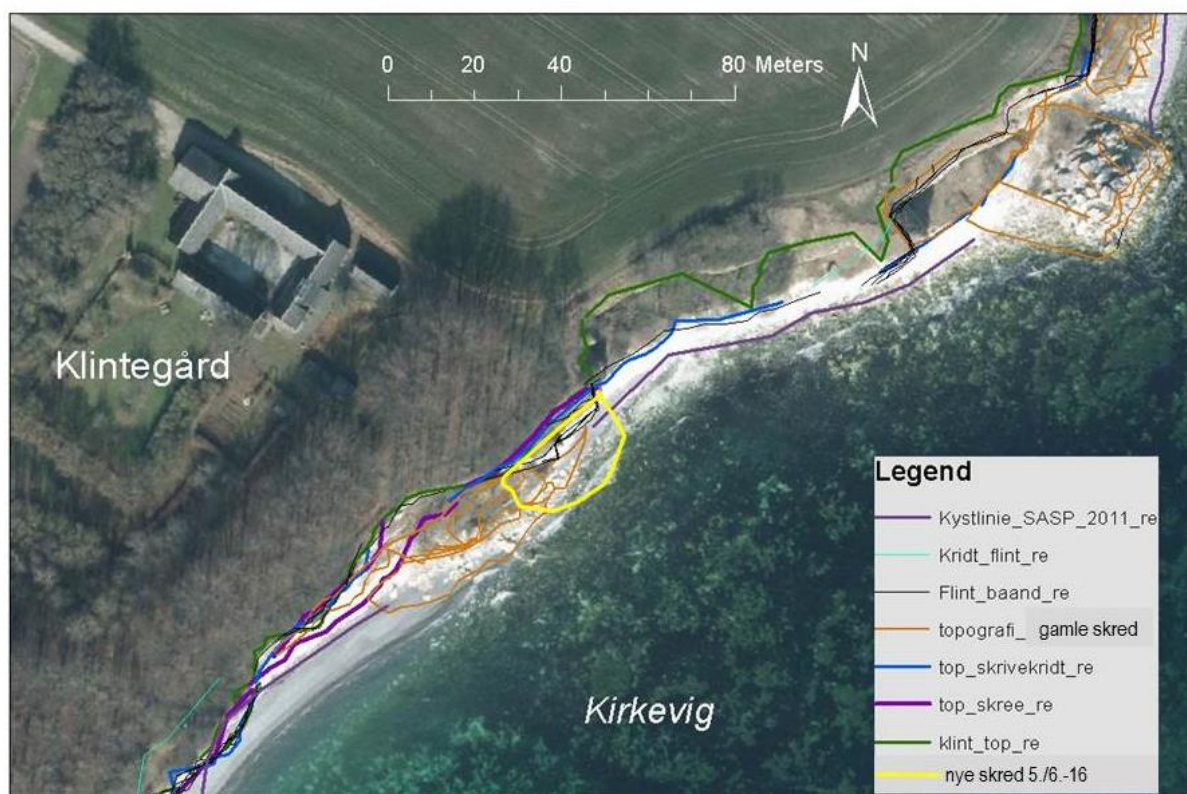


Figur 13. Flyfoto optaget april 2011, som viser det gamle skred ved Klintegård og den blok ved siden af, som nu er faldet ned. Både nord og syd for fjeldskreddet ved Klintegård findes gamle kalkbrud. Bemærk rustfarvningen af klippen, som skyldes vandgennemstrømning i opsprækket kalk.

Skreddet ved Klintegård skete lige NØ for et skred, som tidligere har påvirket denne del af klinten. Der er på dette sted en tendens til at grundvandet siver ud af klinten. Dette ses bl.a. ved den kraftige rustfarvning af bryozokalken på den øverste halvdel af klinten (Fig.13). På orthofoto-kortet (Fig. 14) er de forskellige klintelementer indtegnet. Med en brun stregfarve er to gamle klintfald ved Klintegård indtegnet. Det nye skred er indtegnet med en gul stregsignatur. De sorte streger er lokaliseringen af flintebånd i bryozokalken. Disse linjer angiver tillige, hvor langt bryozokalken rager ud over stranden. Overhænget fremgår af afstanden mellem de sorte streger og den tykke blå streg, som repræsenterer den øverste væg af skrivekridtets lodrette overflade.

Trampestien går på dette sted et stykke inde i lunden, som ligger mellem klintekanten og Klintegården. Der er derfor ingen umiddelbar fare for, at færdsel på stien er behæftet med nogen mulighed for nedstyrtning. Det tilbagestående parti af klinten, som er ustabil, er bevokset med krat, der ikke inviterer til betrædelse.

Den oprindelige blok, som blev udsat for kollaps ses på fotoet optaget under besigtigelse tidligere på året, februar 2016 (Fig. 16)

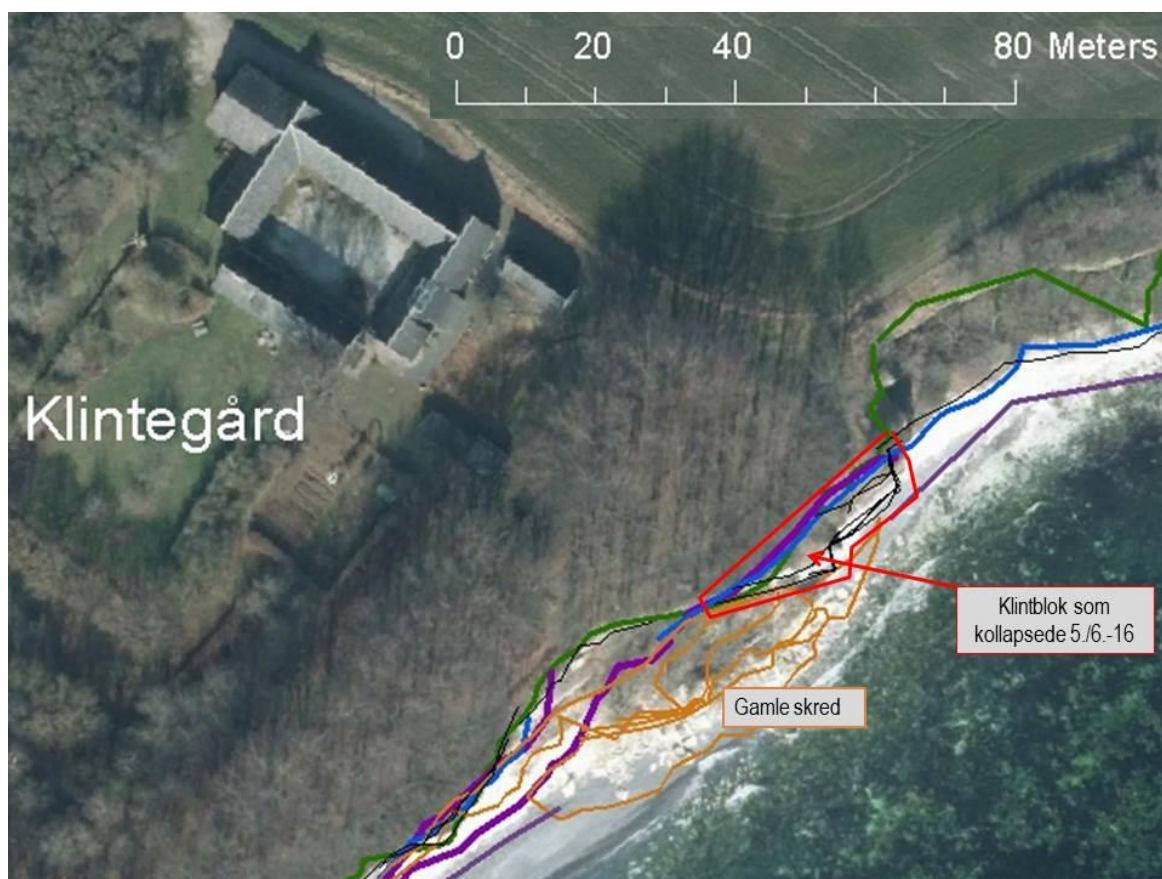


Figur 14. Orthofoto, flyfoto: lodbillede af området omkring Klintegård på Stevns Klint ved Højerup. Legenden angiver betydningen af de forskellige stregfarver på kortet. Linjerne, som fremgår af legenden, er udtegnet på basis af opmålingen i 2011 (Pedersen & Strunck 2011).

Vurdering af skredmassen i Klintegårds fjeldskred

Skredmassen består af hele bryozokalk-blokken, på nær de øverste bænke på 1–2 m's tykkelse, der nu hænger tilbage som et brudparat udhæng (Fig. 18). På "close up" lodbilledet på Fig. 15 ses omridset af blokken set ovenfra. På det med rødt indrammede areal i Fig. 15 er klintblokken lokaliseret. Blokken er markeret af de sorte streger, der repræsenterer bryozokalkens væg ud mod kysten. Højden af klinten på dette sted er 25 m. Kalkoverfladen ligger i ca. 22 m's højde. Grænsen mellem bryozokalk og skrivelkridt ligger i en højde af ca. 11 m. Så faldhøjden har været fra 11 til 20 m, idet den tilbagestående kalkplade, som nu danner overhæng, vurderes til at være et par meter. Dette svarer meget godt til foden af skreddet, som strækker sig 20 m ud over stranden fra brudvæggen og til vandkanten.

Arealet af blokken (som ses ovenfra i orthofoto Fig. 15) er ca. 100 m². Tykkelse af blokken er ca. 9 m, arealet af stenskals-plader, som er faldet ned, aftager opad mod toppen. Derfor er skredblokkens volumen anslået til at være 700 m³. Dette svarer nogenlunde til skredkeglens volumen, når man tager højde for en porøsitet på 50%. Med en massefylde på ca. 2 svarer nedfaldet til ca. 1400 tons kalk.



Figur 15. Et mere detaljeret udsnit af lodbilledet, som viser den kortlagte kalkbloks omrids. Bemærk at den blå streg angiver beliggenhed af kridtvæggen under overhænget. De sorte streget angiver bryozokalk væggen. Den grønne streg er toppen af klinten, mens de brune streger angiver skredkeglen dannet ved det gamle skred, som ifølge mundtlig overlevering skulle være sket for ca. 25 år siden.



Figur 16. Udsigten fra foden af skrænten ved Højerup Gl. Kirke mod partiet ved Klintegård optaget ca. 4 måneder før det nye skred. Pilen angiver den blok som kollapsede ved fjeldskreddet søndag morgen 5./6.-2016. Det gamle skred ses som den bevoksede skråning umiddelbart til venstre for blok-fremspringet.

Karakterisering af Klintegårdsskreddet og udløsningsmekanisme

Som det ses på Fig. 17 og 18 består den fald-parate del af Stevns Klint ved Klintegård af en fremstående og udhængende blok. Et fald af hele blokken vil blive betegnet som et blok-fald (Pedersen & Strunck 2011). Imidlertid er det tydeligt, som det ses på Fig. 19, at det er splittede flager, som er drattet ned. Derfor er skreddet karakteriseret som en kombination af blok-fald og stenskal, som det er illustreret på Fig. 20.

Udløsningen af skreddet er primært betinget af, at der har været et op til 6 m bredt overhæng. Dernæst er det karakteristisk, at skredlokaliteten er domineret af udsivende kildevand, som det ses på Fig. 17 og 18. Dette betyder stort porevandstryk, og dermed forbunden nedsat brudstyrke. Endelig må vejrforholdene tages med i betragtning. Begyndelsen af juni var karakteriseret af solrige dage med temperatur om dagen op over 25°. Men hen mod grundlovsdag blev det lidt køligere, og især nætterne havde en temeperatursænkning.

Alt i alt betyder dette, at om dagen med den megen varmepåvirkning udvider kalken sig. Om natten trækker den sig lidt sammen igen, og herved opstår der sprækker, langs hvilke grundvandet kan sive. Dette medfører fortsat åbning af sprækkerne og en forøgelse af porevandstrykket i kalken, som til sidst giver efter og brækker af.



Figur 17. Det tilbagestående udhæng oven over brudplanet for Klintegårdsskredet. Skala-inndelingen på landmålerstokken er 20 cm. Bemærk striberne efter udsivende grundvand. Fotoet er taget mod NØ, d.9./6.–2016.

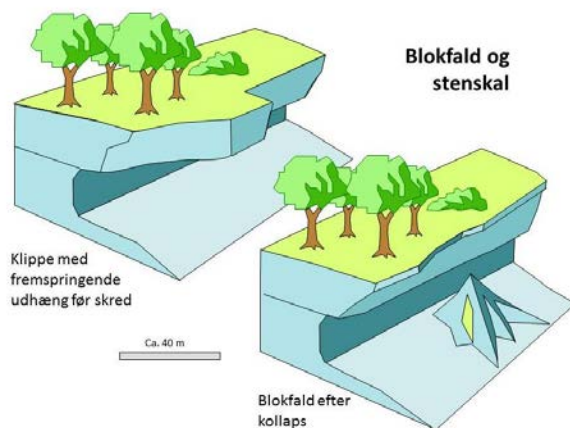


Figur 18. Et SV-view mod Klintegårdsskredet, hvor det tilbagestående udhæng rager ud over brudplanet. Bemærk gulfavningen og striberne efter det udsivende grundvand.



Figur 19. To eksempler på flagefald fra fjeldskreddet ved Klintegård. Til venstre ses hele flager med brudrevner på overfladen, og til højre ses flager, der er roteret 90° under faldet ned på skredkeglen.

Hvis hele partiet var brækket af og skreddet havde medført et lodret brud, ville der ikke være nogen fare for skred de næste ca. 25 år. Men med det forholdsvis tynde overhæng, som henstår tilbage over skredstedet, er der stadig fare for, at et skred af størrelsesordenen 100–200 m³ i nærmeste fremtid vil blive udløst. Det anslås at det kan ske om nogle få dage og op til om et år, afhængigt af vintersæsonens vejrlig. Hvis ikke flagen er faldet ned inden, vil en periode med frost og tør sikkert få den til at falde.



Figur 20. To blokdiagrammer, som illustrerer situationen før og efter kollapse af klintblokken ved Klintegård. Skreddet må primært betragtes som et blokfald, men med den konkavt hældende brudflade må skreddet samtidig også være foregået som stenskal, hvor enkelte flager har løsrevet sig.

Sammendrag af klint-kollapset ved Klintegård 5/6–2016

Fjeldskreddet ved Klintegård på Stevns Klint skete som en kollaps af en ca. 700 m³ stor kalkklippe fra en højde af 11 til 20 m over strandplanet. Skreddet skete kl. 5 om morgenen den 5. juni 2016, hvor det blev observeret af to fiskere, som netop havde passeret stedet. Fjeldskreddet skete med et voldsomt brag og udløste en større støvsky af finmalet kalkstensmel. Temperaturfaldet tidligt på morgenstunden har givetvis forårsaget den kontraktion, som har udløst bruddet på et sted, hvor porevandstrykket har været højt.

Hermed er tre faktorer vurderet til at have haft betydning for udløsning af skredet: 1) et kollaps-modent overhæng, 2) nedsættelse af brudstyrken p.g.a. højt porevandstryk, og 3) temperaturændringer, som har medført udvidelse og sammentrækning af kalken, hvorved bruddet blev udløst.

Flagefald i Klintekongens Hule

Inden for de sidste 2 år er der sket et fjeldskred i form af sten-skal eller flagefald ved lokaliteten Klintekongens Hule. Stedet er kendt for, at man her kan komme helt hen og røre ved Fiskeleret. Vind og vejr og ivrige turister har med tiden udhulet stedet, så der var skabt et mindre overhæng over Fiskeleret. Lokaliteten er beliggende syd for Højerup gamle Kirke, syd for nedgangstrappen nær ved Klintekongens Hule (Fig. 21 & 22). Området foran klinten er opfyldt af ældre skredmateriale, der tolkes som et fjeldskred af overhænget, som i sin tid udgjorde loftet over brændingshule, der bar navnet Klintekongens Hule. Ved at bestige skredkeglen kan man i en højde af 8–10 m over strandplanet komme i berøring med Fiskeleret. Imidlertid er stedet nu delvis blokeret af en nedfalden flage. Stedet blev derfor inspireret ved et besøg på Stevns Klint 16/2–2016 (Fig. 21 & 22).



Figur 21. Lokaliseringen af stedet på toppen af skredet ved Klintekongens Hule. Skredkeglerne neden for klinten er markeret ved sorte højdekurver (Topografi i legenden) med en ækvidistance på 2,5 m.

Volume af flagefald i Klintekongens Hule

Nedfaldet ved Klintekongens Hule var et pladefald fra undersiden af overhænget, som består af ca. 10 m bryozokalk. En flage på 0,80 m tykkelse fra bryozokalk lige over Fiskeleret og Cerithiumkalken havde løsnet sig langs en vandret sprække og var faldet ned. Nedfaldet af kalkflage er sket som et samlet fald af den halvmåneformede flage på 16,5 m's længde og ca. 4 m's bredde (Fig. 22). Kalkflagen har været begrænset af sprækker/forkastninger såvel i horisontal som vertikal retning. Sprækkerne har været åbne for vand-sivning, hvilket kan ses af udfældninger af gulbrune jern-forbindelser. Desuden ses det, at væggen bag det nedfaldne materiale bestående af Cerithiumkalken og nederste del af bryozokalken er beklædt af grønne alger. Dette viser, at der har været vand tilstede i sprækkesystemerne. Det nedfaldne materiale måler 16,5 x 4 x 0,8 m, og dets begrænsninger "passer" ind i skåret i klinten. Faldet var fra ca. 2 m's højde. Kalkens massefylde formodes at være omkring 2 g/cm³, så i runde tal beløber vægten af nedfaldet til ca. 65 tons.



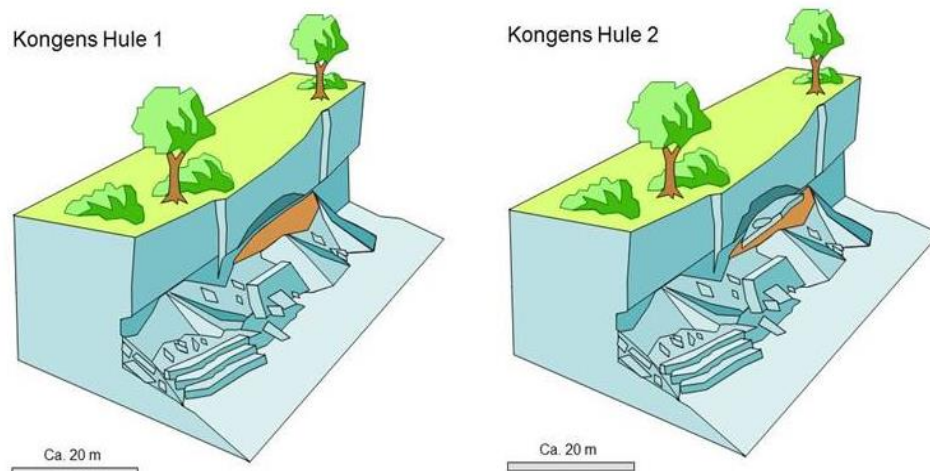
Figur 22. Pladefaldet ved Klintekongens Hule. På billedet ses den 16,5 m lange og op til 4 m brede plade, der har mistet kontakten med den overliggende bryozokalk og faldet ned fra undersiden af overhænget. Faldhøjden vurderet til ca. 2 m, og den samlede vægt af pladen omkring 65 tons. Hvis en person havde befundet sig under overhænget og fået pladen ned over sig, ville vedkommende næppe være overlevet. Bemærk den lodrette exfoliationsretning på klippen oven for flagefaldet.

Sprækker i kalken ved Klintekongens Hule

Bryozokalken på Stevns Klint er påvirket af horisontale såvel som vertikale sprækker. De horisontale sprækker er mere eller mindre lag-parallele, men afviger herfra, hvor lagene i bryozobankerne hælder med en moderat vinkel. De horisontale sprækker tolkes som aflastningssprækker dannet under hævnningen af bryozokalken op til det nuværende overfladenære niveau eller som tektoniske sprækker. De vertikale sprækker grupperer sig i tektoniske sprækker dannet ved forskydningsspænding i undergrunden, og exfoliationssprækker dannet under afskalning af klintens lodrette overflade. Brudfladen på overfladen af nedfaldsflagen er et godt eksempel på en horisontal, tektonisk sprække (Fig. 22). En af de tektoniske lodrette sprækker findes på den sydlige del af lokaliteten Klintekongens Hule (Fig. 23). Denne sprække har en strygning på 164° . Denne NNV-gående retning menes at være styrende for klintens brudretning på dette sted, da retningen styrer exfoliations afskalningen. De lodrette exfoliationssprækker, som danner den lodrette kalkklints overflade ses oven for flagenedfaldet på Figur 22.



Figur 23. En lodret sprække med strygning på 164° skærer sig op gennem bryozokalken ved Klintekongens Hule. Denne sprække såvel som den horisontale sprække, der udløste flagefaldet, anses for at være knyttet til tektoniske bevægelser.



Figur 24. To blokdiagrammer der illustrerer udvikling af flagenedfaldet, henholdsvis før (Kongens Hule 1) og efter nedfaldet (Kongens Hule 2). Flagefaldet er sket ned på den flad-trådte overflade af skredkeglen (orangebrun), som blev dannet den gang det store overhæng ved Klintekongens Hule kollapsede. Dette fjeldskred formodes at være sket for mere end 30 år siden, mens den seneste flagefald er sket i perioden mellem november 2011 og juni 2014.

Konsekvenser af besigtigelsen ved Klintekongens Hule 12/2–2016

Tolkningen af flagefaldet ved Klintekongens Hule er, at det kan klassificeres som stenskal, hvorved forstås afskalning af stenplader fra loftet af en hule, typisk fra brændingshuler. Men i dette tilfælde må det formodes, at en menneskeskabt erosion ved bortfjernelse af bjergartsstykker fra området over og under Fiskeleret, har været medvirkende årsag til udhulingen. Selve udløsningen af nedfaldet skyldes vand i sprækkerne, hvor vekslen mellem frost og tø har medvirket til, at blokken blev frigjort (Fig. 24). Overhængen er stadig kritisk, og kommende flagenedfaldet kan forventes. Folk må advares mod at gå ind under overhængen.

Et andet overhæng ved Klintekongens hule har været i fokus. Den øverste del af klintens moræner rager ud over klintetoppen. Et par enkelte træer står på dette udhæng, som hælder mere og mere ud over toppen (Fig. 25), og det er kun trærødderne, som forhindrer et kollaps.

Det må forventes, at et kommende stormvejr vil kunne rive træerne omkuld og få udhænget til at falde ned. Udhænget må betragtes som skredfarligt, og opsætningen af en passende, opmærksomheds påpegende hegning har været på sin plads. Dette skal især bemærkes, fordi stedet er et af de mest publikums besøgte områder på Stevns Klint.

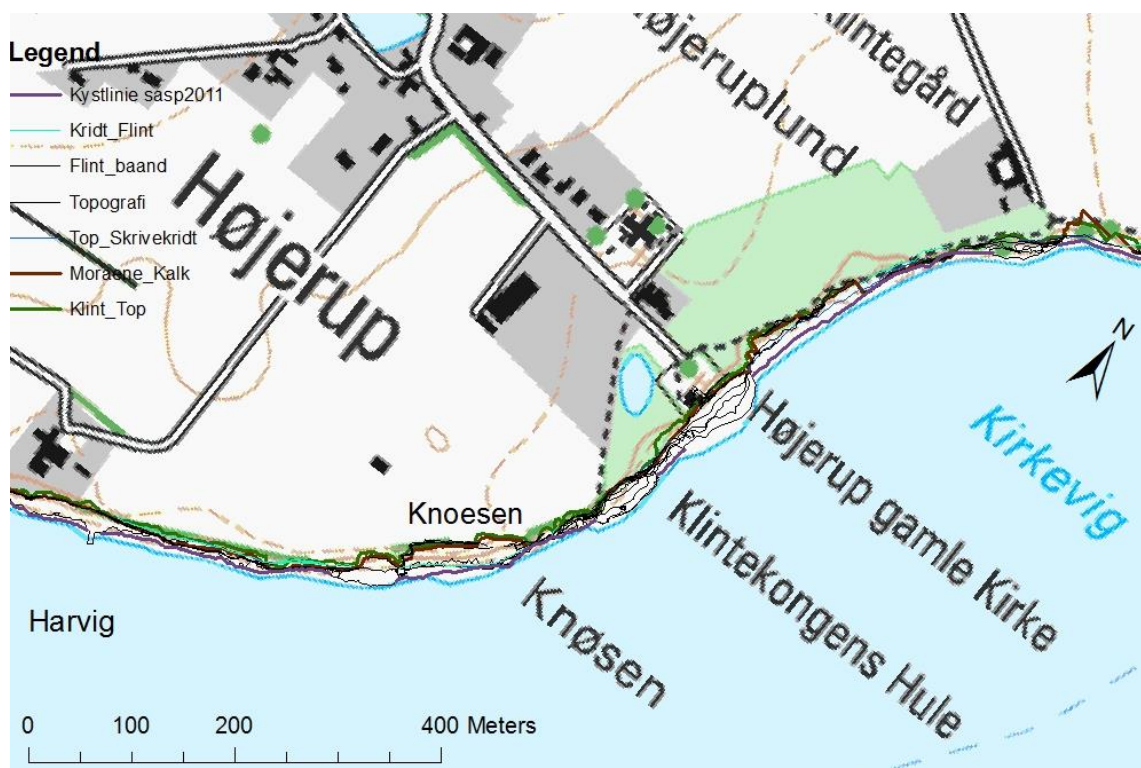


Figur 25. På klintekanten oven for Klintekongens Hule står et udsat træ på en klump moræneler. Ved et kommende stormvejr af styrke som Bodil vil træet stå i fare for at blive blæst omkuld. Ved faldet er det sandsynligt, at træet vil rive morænelersklumpen med i faldet, og et mindre skred må forudses. Det er muligt, at rødderne vil kunne holde klumpen oppe et stykke tid. Det er anbefalet, at stedet afspærres på overfladen med opsætningen af et simpelt hegn. Stedet på overfladen svarer til det sted, som ses på Fig. 21. (Foto: Tine Jensen, 12/2–2016).

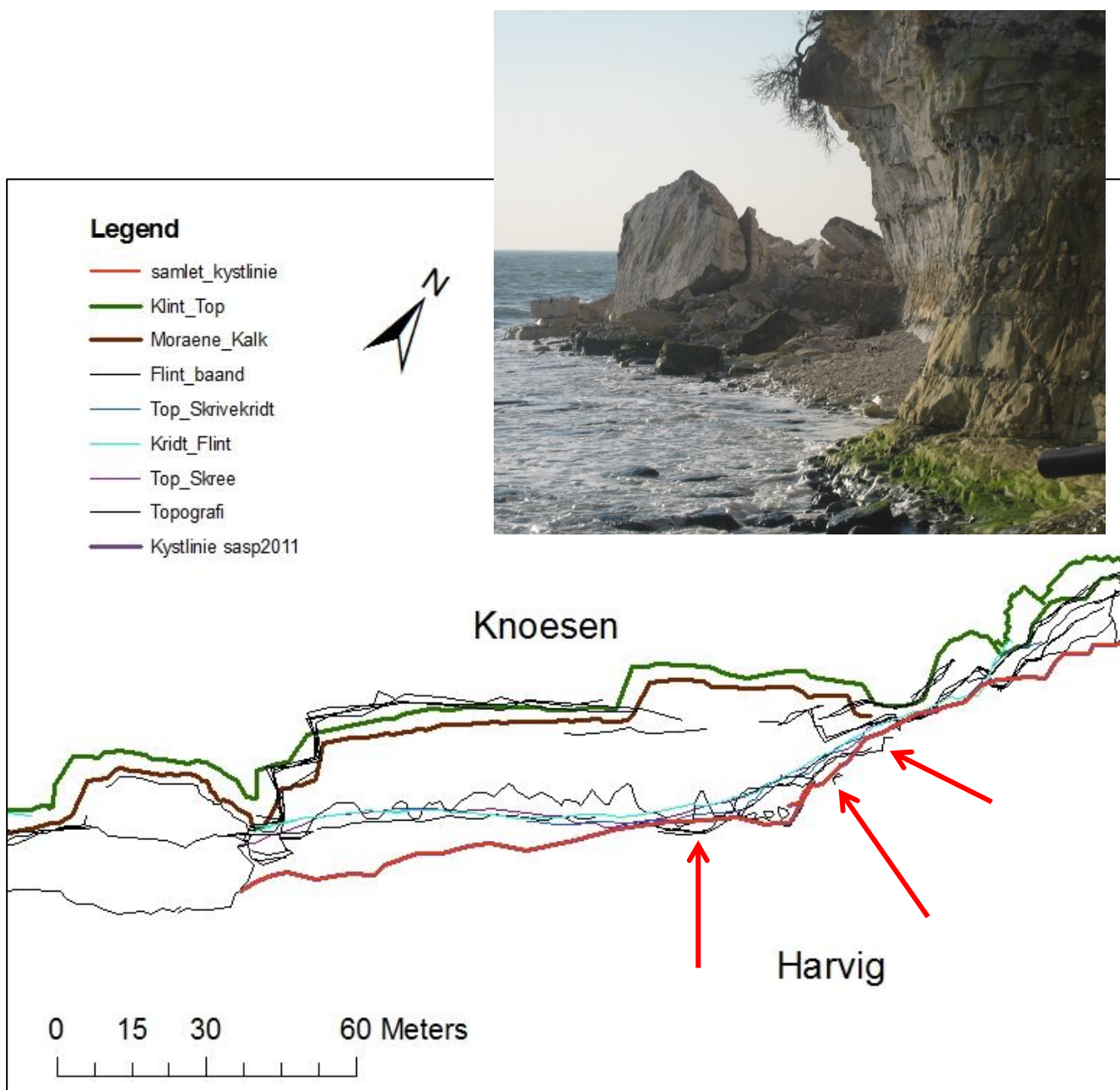
Fjeldskred ved Knøsen november 2011

Søndag morgen den 6. november 2011 skete der et fjeldskredet ved Knøsen, som ligger 250–300 m syd for Højerup gl. Kirke (Fig. 26). For at nå frem til lokaliteten må man passere et stykke, hvor stranden smalner ind, så man må gå på klintfoden, der består af kalk, der er glat som en glidebane. Kombinationen af kridt og glattere alger gør farbarheden risikabel. Skreddet blev inspiceret knap en uge efter kollapset. Klinttilstanden før skreddet blev dokumenteret ved flyfotoopmålingen i april 2011, altså omkring et halvt år inden skreddet (Fig. 27).

Skredets volumen er løseligt beregnet til 300 m³. De største overhæng har været omkring 5 m, gennemsnittet ligger dog på 3,5 m. Længden af skredet er omkring 40 m, faldhøjden har maksimalt været 8 m. Tilsyneladende er skredet faldet i forlængelse af et gammelt skred umiddelbart nord for det aktuelle (Fig. 28). Skreddet er helt klart et eksempel på, at gulvet på 2 m tykkelse slet ikke kan bære et overhæng på mere end 5 m i modsætning til steder på klippen, hvor overhænget er op mod 10 m på grund af den større tykkelse af overhænget (Danienkalkens tykkelse i hele profilet). Der tilbagestår nogle kraftige sprækker i den nordlige kant af skredet (Fig. 29). Der vil her sandsynligvis falde yderligere et par m³ inden for den nærmeste fremtid. Det simplificeret blokdiagram (Fig. 30) viser klippepartiet ved Knøsen før og efter kollapsen af gulvet i den gamle kalkgrube. Bemærk at vægten på gulvet var forøget på grund af den store mængde af fyld, som var hobet op i bunden af kalkgruben.



Figur 26. Beliggenhed af lokaliteten Knøsen ca. 300 m syd for Højerup gamle Kirke. Knøsen er et gammelt kalkbrud, hvilket tydeligt ses af det retlinjede forløb og de vinkelrette kanter markeret ved klinttoppens linje. Den detaljerede opmåling fremgår af Figur 27.



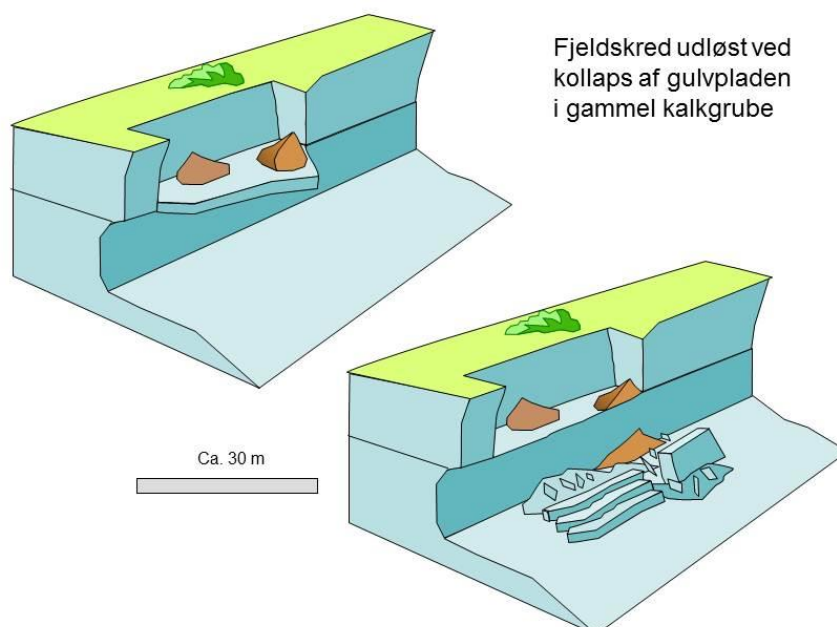
Figur 27. Detalje opmåling af det gamle kalkbrud ved Knøsen. Opmålingen er baseret på flyfoto optaget i april 2011. De røde pile viser, hvor de nedfaldne overhæng var placeret før de kollapsede. Den blå og turkise linje markerer beliggenhed af skrivekridt-væggen under overhænget. Det sorte streger angiver beliggenhed af flintlag i bryozokalken over Fiskele-ret. Som det ses på fotoet optaget umiddelbart efter skreddet svarer dimensionen af blok-kene til den målte maksimale bredde af overhænget på knap 5 m. Bemærk den fremspringende klippe i SØ-hjørnet af Knøsen. Dette overhæng må forventes af kollapse inden for den nærmeste få år.



Figur 28. To foto som viser skredet ved Knøsen før og efter kollapset. Som det ses på det øverste billedet, optaget et halvt år før skred, er det et ca. 2 m tykt overhæng, som bristede. Overhængen var ydermere belastet af vægten af overjordsfyld ophobet på bunden af kalkbruddet.



Figur 29. Skreddet ved Knøsen set fra syd. Bemærk blokken til venstre i forgrunden, som indeholder en velblottet flade af Fiskeler. Den store blok til højre angiver den omtrentlig tykkelse på 2 m af overhængen. Desuden bør sprækken i klinten oven over personen iagttages med bekymring. Blokken ud mod havet må anses for kollaps-parat.



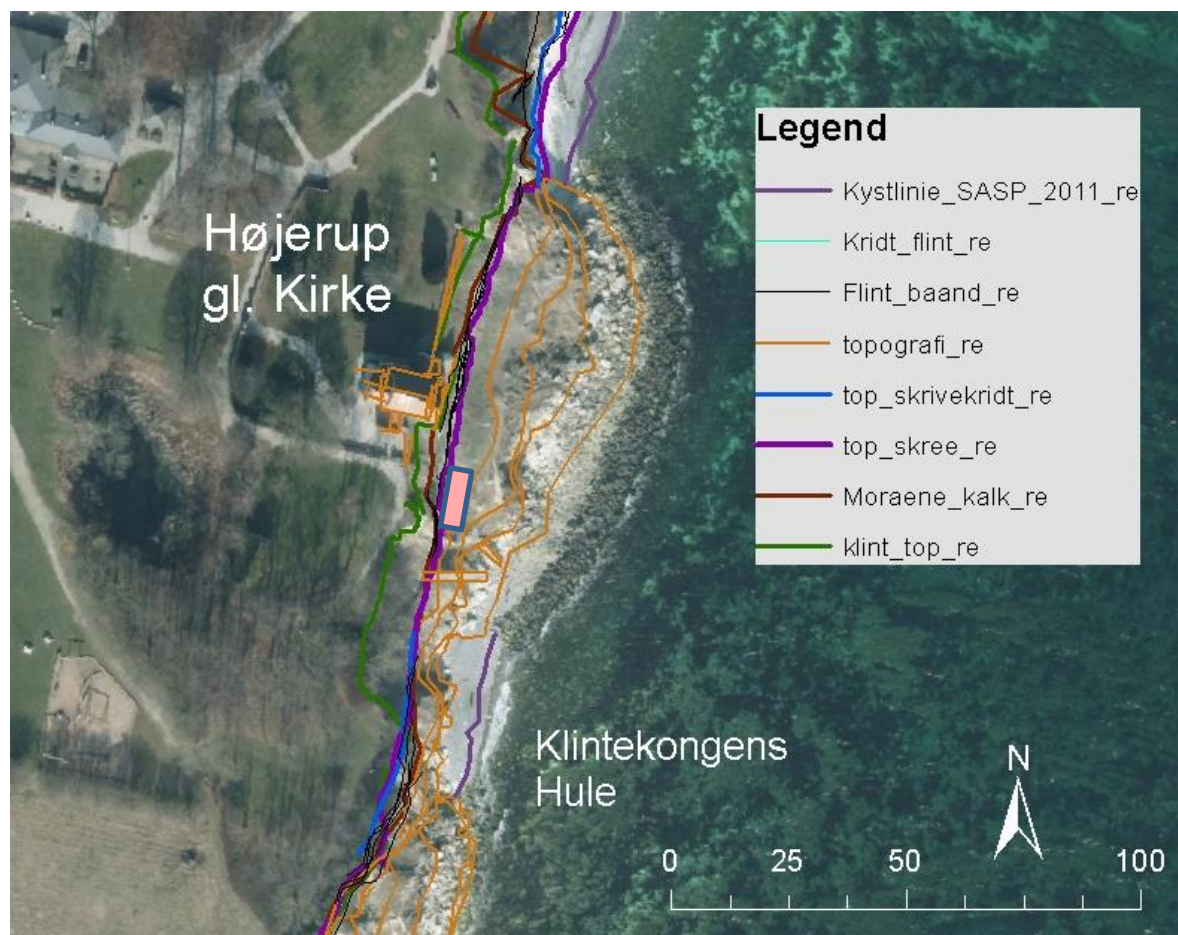
Figur 30. To blokdiagrammer som illustrerer, hvordan gulvet i det gamle kalkbrud er blevet undermineret af erosionen af skrivekridtet. Desuden har vægten af fyld bidraget i faldet.

Højerup Gamle Kirke skreddet 1928

Den mest berømte lokalitet på Stevns Klint er Højerup Gamle Kirke, der nærmest som et ikon står for klintens dramatik og pittoreske skønhed. Kirkens berømmelse blev stærkt forøget den dag koret blev løsrevet fra resten af kirken ved et fjeldskred, der indtræf tidligt om morgenen den 16. marts 1928. Skreddet blev observeret af fiskere fra en båd i Kirkevigen. I den tidlige morgendæmring lidt før solopgang hørte de braget fra klinten, som faldt ned, og efterfølgende så de støvskyerne, der steg op fra de knuste brudstykker.

På mange måder udgør skreddet en rettesnor for, hvordan skreddene på Stevns Klint udvikler sig og indtræffer. De tilbagevendende forudsætninger er som følger:

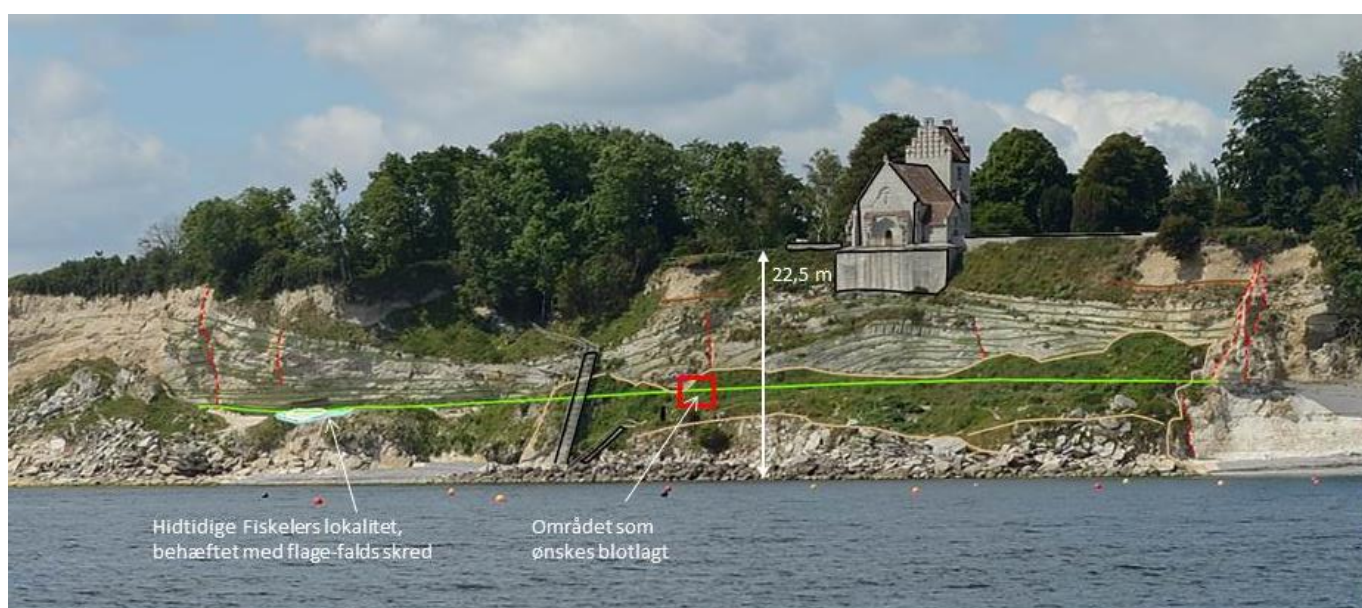
1. Et stort udhæng er blevet skabt ved erosion af skrivekridt under Fiskeleret
2. Overhænget af bryozokalk kollapser tidligt om morgenen
3. Foruden braget fra faldne klintblokke sker der en stor støvudvikling



Figur 31. Orthofoto (dateret 2012) af skreddet ved Højerup med fotogrammetrisk udtegnede temastreger fra Pedersen & Strunck (2011). Den lysebrune streg anoteret topografi er dels brugt som højdekurver, ækvidistance 2,5 m, hen over skredkeglerne, og dels til markering af den gamle kirke og den yderste kirkegårdsmur. Den lyserøde firkant markerer lokalisering af en eventuel fremgravning af en alternativ Fiskelers blotning.

Størrelsen af Højerup skreddet 1928

På detalje kortet Figur 31 ses et oversigtsbillede af skreddet neden for Højerup gamle Kirke. Brudfladen langs klinten er ca. 50 m lang, højden til klinttoppen er 22,50 m o.h., horisonten med Fiskeler (og dermed tillige underfladen af de tidligere overhæng) ligger i 10 m o.h. Skredkeglen bredde sig 35 m ud i havet, og skredfoden langs stranden er ca. 75 m lang (Fig. 32). Et overslags estimat af skreddet størrelse beløber sig til 5 000 m³. Skreddet kan bedst karakteriseres som et klippeskred i henhold til klassifikationen i Figur 9. Men det er dog slående, at der både nord og syd for kirkegården har været gamle kalkbrud helt ud til klintfacaden, hvilket gør, at det til en hvis grad kan sammenlignes med et blokfald.



Figur 32. Tværprofil af klinten ved Højerup Gl. Kirke udtegnet i 2016 fra fotoserie optaget 2014. Den grønne linje er trukket fra positionen af Fiskeleret på blotningerne lige nord og syd for det gamle skred. Blotningen syd for skreddet er sammenfaldende med lokaliteten for flage-fald beskrevet i GEUS Notat af 17/2–2016. Den røde firkant angiver lokaliseringen af den påtænkte rømning beskrevet i GEUS Notat 25/5–2016. Den lysebrune streg angiver overkanten af den nedskredne bryozokalk (Danienkalken). Den mørkebrune farve angiver bunden af moræneler oppe på klinten. Skredmassen omkranset med den lysebrune farve er det vegetationsdækkede materiale af moræneler og kirkegårdsmateriale.

Dynamisk udvikling af skredforhold

På Figur 1 ses en skitse af klintens gradvise nedbrydning. Registreringen af klintens tilstand kan spores tilbage til 1709. Et større skred er blevet registreret i 1767, men siden da lader det til at klinten har stået relativt upåvirket indtil 1928. Et mindre skred skete i 1927 forvarslende det kommende store skred, som tog kirkens kor med i faldet. Det forbavsende er dog, at omkring 1900 var klinten fuldstændig plan uden brændingshuler. Udhulingen af overhængen skete siden 1904 (Fig. 33). På Figur 33 forekommer overhængen bare at være

en meter eller der omkring. Men hvis brændingshulen skal være 10–12 m dyb, betyder det en erosionsrate på op mod 36–42 cm/år. Den maksimale registrerede erosionsrate udregnet på kystlinjen fra 1891 subtraheret fra 2010 linjen giver 22 cm/år, med et gennemsnit på 16,3 cm/år. Dette giver øjensynligt en alt for høj erosionsrate ved Højerup gamle Kirke, hvilket må skyldes nogle meget uheldige og kraftige nordøsten-storme, eller en alt for ivrig kalkbrydning i kalkbruddene nord og syd for kirkegården. Hvis disse kalkbrud har efterladt nogle "gulvplader" i lighed med de nedfaldne kalkplader ved Knøsen i 2011, vil bruddene kunne være startet med et meget kortere overhæng, som så har taget hele partiet med i faldet imellem de to gamle kalkbrud. Der vil derfor være god grund til at betragte fjeldskreddet som et blokfald.

D. G. U. I R. Nr. 11.

Tavle V.



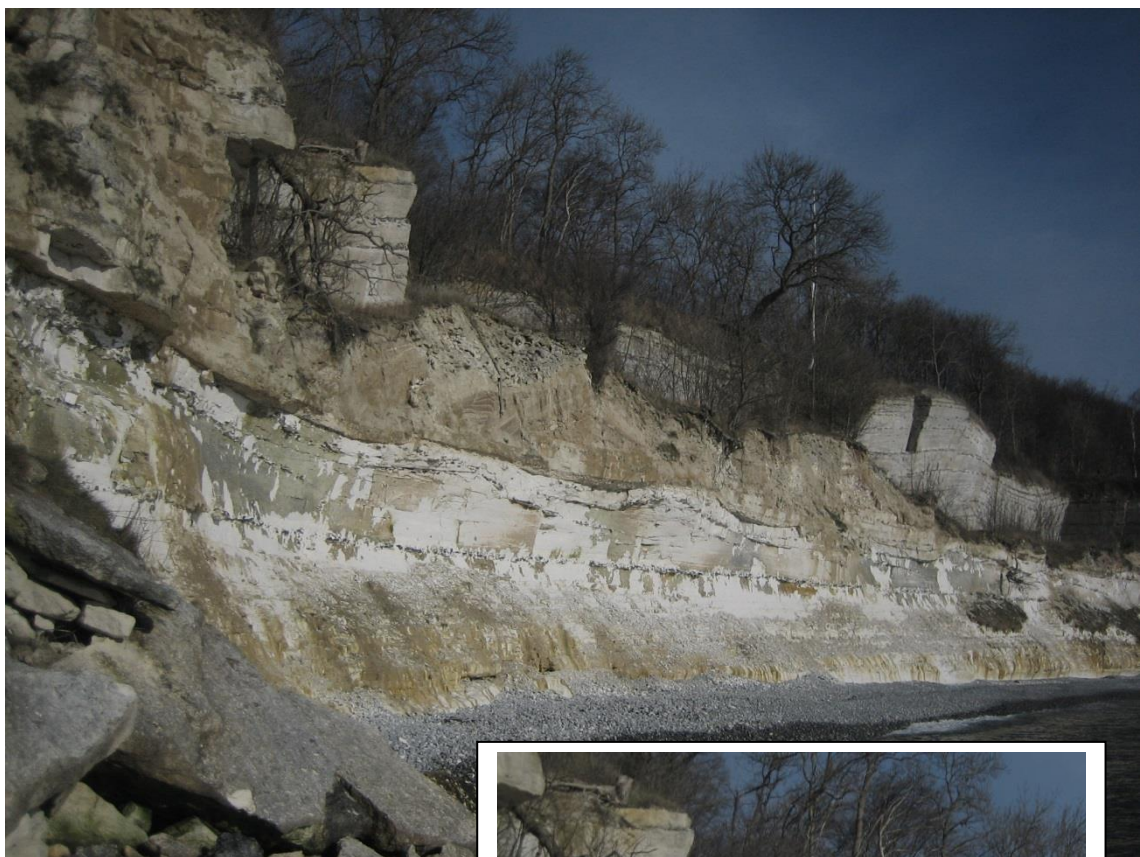
Stevns Klint mellem Højesti Braade og Højerup Kirke.

Figur 33. Kopi af foto fra Milthers' (1908) kortbladsbeskrivelse af Faxe og Stevns klint, SØ Sjælland. På fotoet, som er taget i 1904, ser man, at klinten næsten ingen overhæng har. I de efterfølgende 24 år blev klinten fuldstændig undermineret af en brændingshule, som må have strakt sig 10–12 m ind under bryozokalken. Bemærk at man tydeligt kan skelne kirkekorets gavl oven for klinten.

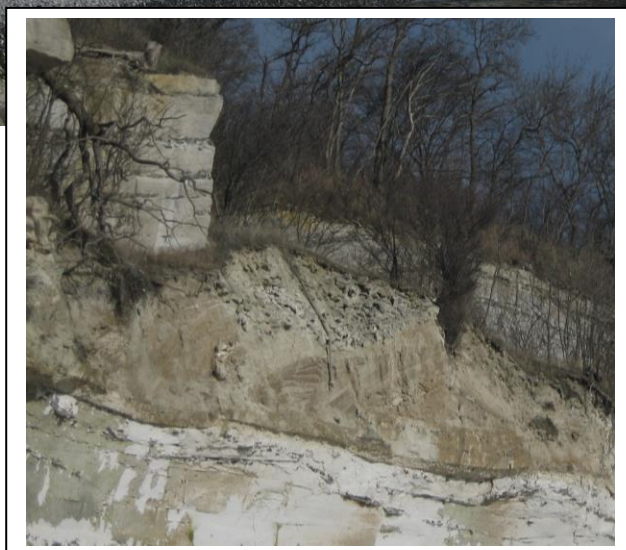
Nedfald af løst stenmateriale ved Højeruplund

På kortene Figur 11 & 21 ses det tydeligt, at et langstrakt kalkbrud var anlagt parallelt med klintens facade ved Højeruplund. Dette kalkbrud blev (som så mange andre kalkbrud) med tiden fyldt med overjord og andet fyldmateriale. På Figur 34 ses det, hvordan klinterosionen har skabt et lodret snit gennem en af disse dynger af jordfyld. Materialet, som ligger i dyngen, består af alle kornstørrelser fra sand til mindre blokke. Da det er fyldmateriale er det fuldstændigt løst og usammenhængende, hvorfor der konstant vil være et nedfald af sten fra disse dynger.

Disse stenras giver anledning til bekymring. Best ville det naturligvis være at fjerne dyngerne med en gravemaskine. Men som mindstemål må det anbefales, at publikum gøres opmærksom på forholdet og frarådes at opholde sig lige under stedet.

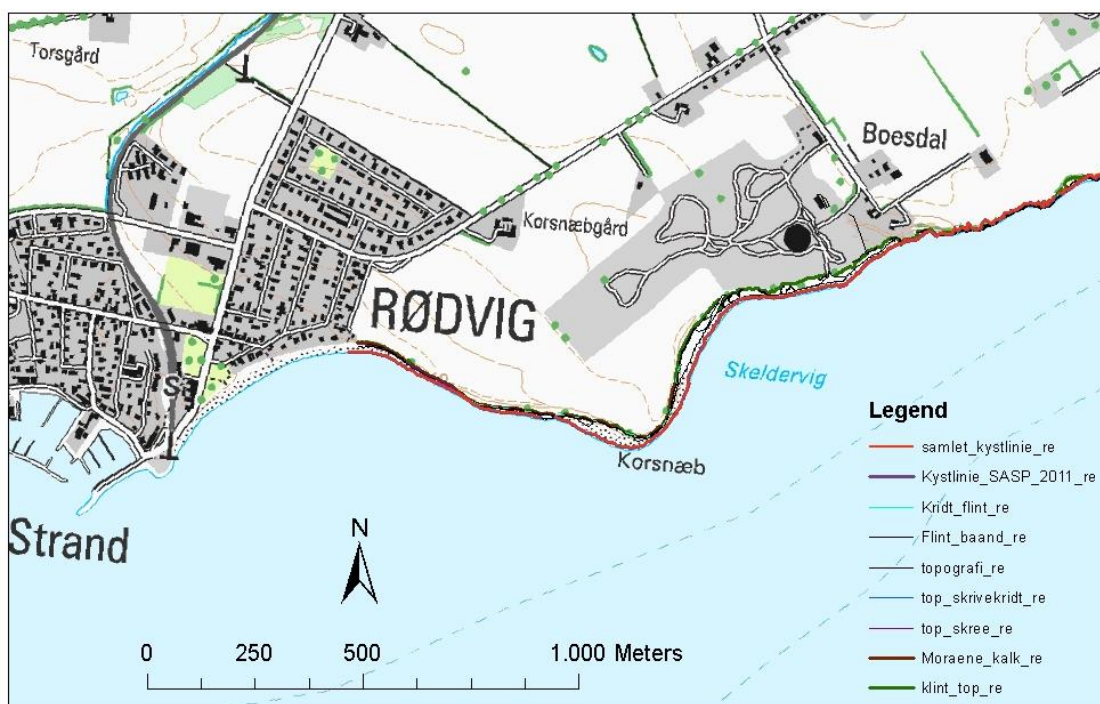


Figur 34. Overjordsdynger med fyldmateriale i det gamle kalkbrud ved Højeruplund giver anledning til bekymring, da løse sten og blokke konstant falder ned fra disse. På fotoet herover ses, hvordan fyldet ligger i dynger i bunden af det langstrakte kalkbrud. Til højre et nærbillede af en jorddyng med tydelig skrålejrning fra opfyldet. Der må advares mod stenras fra disse dynger.



Korsnæb

Området ved Korsnæb dækker tre lokaliteter: 1) Rødvig kysten, 2) Korsnæb pynten og 3) Skeldervig kyststrækningen med det bagved liggende nu nedlagte Boesdal Kalkbrud (Fig. 35). Klinterne ved Korsnæb er ikke særlig høje, højst 16 m o.h. med 2 m moræneler på toppen af bryozokalk, hvilket placerer Korsnæb området i en lav risikogrupper. Klinten mod Rødvig er noget eksponeret med beskeden erosion, mens stranden på hver side af Korsnæb og langs Skeldervig markerer sig ved en positiv kystfremrykning, der skyldes aflejringen af grus-, ral- og stenrige strandvolde.



Figur 35. Kort over området ved Korsnæb. Detaljerne vedrørende de fotogrammetriske linjer fremgår af Figur 39. Bemærk pålejringen af strandvolde på begge sider af Korsnæb.

Rødvig kysten

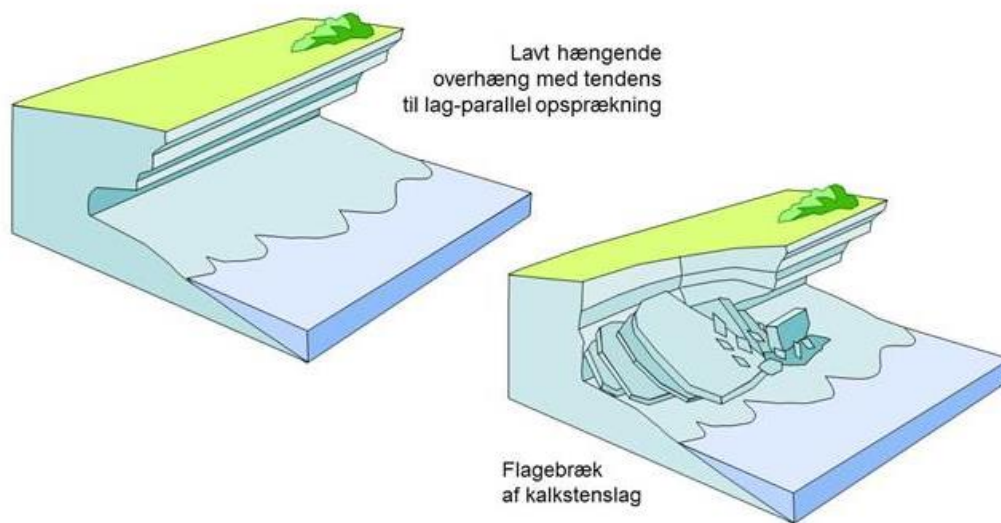
Stranden fra Rødvig og ud til Korsnæb er en meget attraktiv strækning, og klintkysten her giver gode muligheder for at komme på øjenhøjde med Fiskeleret (Fig. 36). På det inderste stykke ca. 300 m øst for Rødvig findes ca. 200 m eksponeret kalk med et overhæng op til 2,3 m. Kalken er ret opsprækket, hvilket giver et typisk højt stenras nedfald. I forhold til dramatiske skred må stedet dog anses for at have en lille risiko, selvom stenras og sten-skal jævnligt optræder. De yderste 250 m mod Korsnæb er karakteriseret af tre kombinerede fjeld- og jordskred, da de involverer en del morænemateriale. Det største af disse er på knap 1000 m³, og det tolkes som værende sket inden for de sidste 20 år. Da afstanden fra Fiskeleret til strandplanet er relativ kort, optræder fjeldskreddene her som typiske flagebræk (Fig. 37 & 38).



Figur 36. Få hundrede meter fra Rødvig er Fiskeleret blottet i klinten mindre end et par meter over strandplanet. Over Fiskeleret, som forekommer umiddelbart over toppen af landmålerstokken, ses den ca. 0,5 m tykke bæk af *Cerithium* kalk, der på dette sted må medregnes til den blødere del af klinten. Det er først den overliggende bryozokalk med talrige flintebånd, der er modstandsdygtig.

Hen langs med klintkysten ved Rødvig forekommer flere mindre flagebræks-skred. Der optræder stadig en udhuling af skrivekridtet, hvorved klinten bliver noget udsat for kollaps. Den højeste erosionsrate findes i den midterste del af klinten, hvor den er målt til 15–21 cm/år. Hen mod Rødvig aftager den til næsten ingen ting, da der her som på begge sider af Korsnæb findes massive strandvolde, der beskytter klinten og nærmest får stranden til at forøge sin bredde.

Sprækkeretningen i kalken langs Rødvig har en dominerende tendens til at have retnin-gen mod NØ (40°–55°, med stejl til lodret hældning). Disse sprækker er ekstensionelle og bidrager til klintens skørhed og erosion. Selve Rødvig klintkysten stryger mod ØSØ, hvilket er den retning, sprækkerne længere ude mod Korsnæb grupperer sig om. De kystparallelle sprækker ses dog som brudflader oppe på bryozokalkens facade.



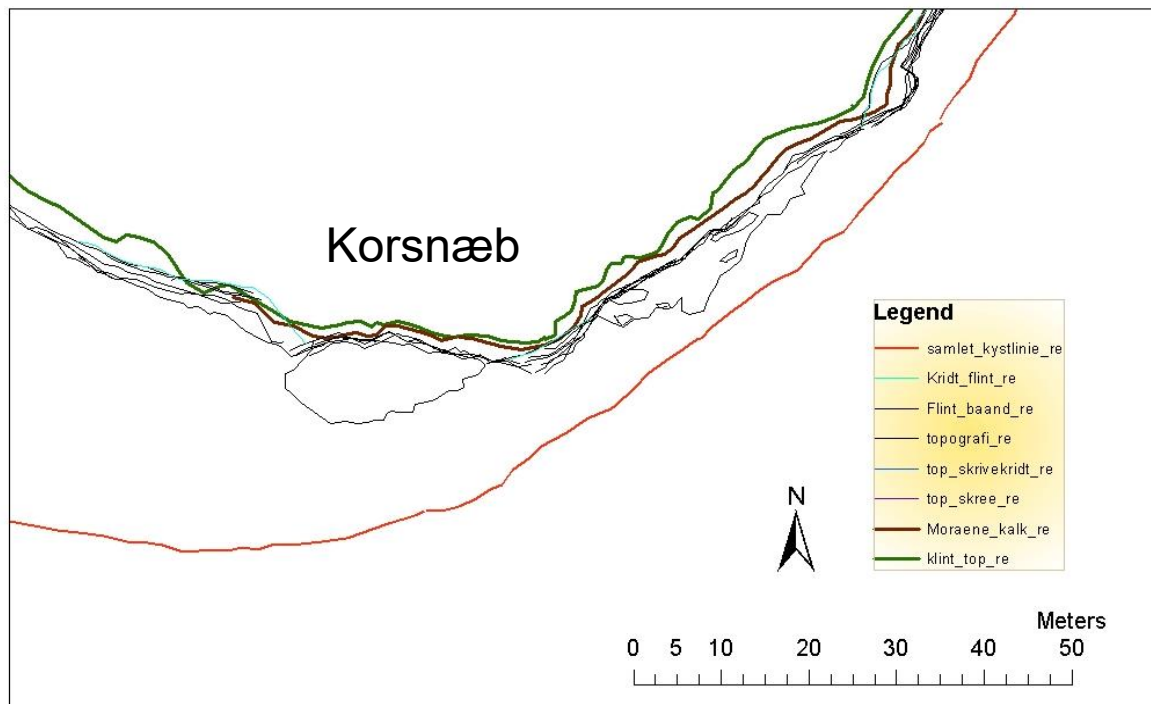
Figur 37. To blokdiagrammer som viser den simplificerede model for flagebræk. Blokdiagrammet til venstre viser et lavt-hængende overhæng over det uderoderede skrivekridt, hvor afstanden fra strandplan til loftet under overhænget er mindre end et par meter. Blokdiagrammet til højre viser flagerne af bryozokalk, som er brækket af klinten ved kollapset.



Figur 38. Ved den yderste del af Rødvig klinten findes et typisk eksempel på flagebræk. Den uderoderede del af klinten er under skreddet beliggende i højde med strandplanet.

Korsnæb pynten

På selve Korsnæb findes et overhæng på 4-4,5 m og på østsiden findes nogle gamle brændingshuler med overhæng på 3-4 m (Fig. 39 & 40). Begge steder er klinten karakteriseret af stenskal fra overhængets loft. Men på grund af den brede forstrand, som hen mod Boesdal kalkgrav udvikler sig til en 14 m bred strandzone med ral foran en 20 m bred græsbevokset strandeng anses klinten ikke for at være eksponeret (Fig. 41). Fra Korsnæb og nordpå indeholder kalkklinten overvejende bryozokalk, og enheden af bryozokalk lige over Fiskeleret og Cerithium kalken er meget forståeligt opkaldt efter Korsnæb.



Figur 39. Udtegning af kystklintens temalinjer omkring Korsnæb. Bemærk at de tætliggende sorte linjer markerer bryozokalkens klintfacade. Den blå-turkis farvede linje markerer, hvor dybt inde under bryozokalken, skrivekridtets lodrette væg er beliggende. Ved opmålingen var forstranden syd for Korsnæb mere end 30 m bred, mens forstranden øst for kun bredde sig 10 m fra klinten til vandkanten. Strandvoldene som opbygger forlandet (det marine forlands strandvoldskompleks) kan dog stadig ændre sig og rykke lidt frem og tilbage afhængig af stærke stormvejrs indflydelse.



Figur 40. Kystpynten Korsnæb har den største kysttilvækst p.g.a. aflejringen af strandvolde. Langs med klinten findes enkelte tidligere dannede brændingshuler.



Figur 41. Strandvoldssystemet foran den nu modne kystklint ud mod Skeldervig. Under bryozokalken findes enkelte brændingshule. Men strandengens bevoksning antyder, at hulerne ikke længere uderoderes.

Korsnæb sprækkesystemer

Området ved Korsnæb er påvirket af to markante sprækkesystemer. Det ene system har retningen 40° med en stejl hældning mod NV, ca. 80° . Systemet er gennemgående og sprækkerne skærer de øvrige strukturer i klinten (Fig. 42). Det bemærkelsesværdige er, at denne retning også er den retning, som den østvendte kystklint af Korsnæb følger (Fig. 39).



Figur 42. Det markante gennemgående sprækkesystem med retningen $40^\circ/80^\circ$ NV. Dette system er styrende for kystklintens retning mod NØ. Landmålerstokkens spids peger mod Fiskeleret, der her træder tydeligt frem. Bemærk at lodret orienteret pladeflint delvis følger sprækkeretningen.

Det andet sprækkesystem har strygningsretningen 125° og hælder moderat til stejlt mod nordøst (64°) (Fig. 43). Dette sprækkesystem består af tættere sidestillede sprækker med en mindre forkastnings forsætning ned mod NØ. Det markante ved dette system er, at kystklinten ud mod Rødvig netop følger denne retning (Fig. 39).



Figur 43. Det markante ØSØ-strygende sprækkesystem som styrer klintkystens retning nord for Rødvig. Sandsynligvis er den stejle hældning mod NNØ med til at skabe overhængene langs med kysten, og dermed den karakteristiske erosion, som udløser flagebræk.

Skeldervig og Boesdal

Ud for selve Boesdal kalkgrav ligger en gammel vold af fyld ophobet under rømning af kalkgraven. Fyldet består mest af løst pakket moræneler, og skrænten ud mod kysten er ca. 20 m høj. Denne er karakteriseret af jordskred (lerskred/landslides). Selvom de kan hæmme passage langs stranden anses de ikke for at være en risiko for færdsel på stranden.

Kyststrækningen fra Boesdal mod Peblingebrodden nordøst består af en kalkklint, som går direkte ned til havet, og som er karakteriseret ved et stort antal brændingshuler. Generelt er overhænget hen langs denne kalkklint 4-5 m, men i enkelte brændingshuler kan det være op til 10-12 m. Tykkelsen af kalken over overhænget varierer fra 15 m og ned til 6-7 m. Man kan normalt ikke færdes tørskoet langs denne klintstrækning. Risiko ved klippefald betragtes som lille. Stenskal og flagefald må forventes på de strandstykker, hvor bl.a. Stevns Fortet har sin kystadgang.

Flagbanken og Mandehoved

Flagbanken

Et af besøgstederne langs den nordlige del af Stevns Klint er Flagbanken og klintpartiet ved Mandehoved (Fig. 44, se kort Fig. 2, 10, 48). Denne lokalitet var i vinteren 2014 ramt af et fjeldskred. Den 29 december kollapsede en større del af klinten, som er lokaliseret omkring 100 m nord for Sigerslev kridtværk. Her ligger en 120 m lang gamle kalkgrube oven på klinten. Fiskeleret ligger i en højde af ca. 13 m o.h., og toppen af klinten, som består af bryozokalk med et beskeden dække af moræneler, ligger ca. 30 m o.h. Under det gamle kalkbrud er der et stort udhæng, som varierer fra 6 til 9 m. Klinten kollapsede som blokfald, hvilket har et slående fortilfælde lidt længere nordpå af samme strækning (Fig. 45). Fjeldskreddet må betragtes som et mellemstort skred med et volumen på et par hundrede kubikmeter. Klinten er ret eksponeret oven for en knap 10 m bred ral-belagt strandbred.



Figur 44. Fjeldskreddet ved Flagbanken 29/12–2014 skete ved partiet ca. 50 m syd for det gamle blokfald (til venstre). Stedet er sammenfaldende med gulvet i det gamle kalkbrud lige neden under "radar-golfkuglen".



Figur 45. Fjeldskreddet ved Flagbanken 29. december 2014, her fotograferet foråret 2015. Skreddet er typisk en kollaps af det gamle gulv i kalkbruddet ovenfor. I baggrunden ses en hel blok af bryozokalk, som ved blokfald er "dumpet" ned på stranden, se Figur 46.



Figur 46. Et meget karakteristisk blokfald, hvor en hel klump bryozokalk er dumpet ned på stranden ved Flagbanken få hundrede meter nord for Sigerslev kridtværk.

Mandehoved

Fra Flagbanken og rundt om Mandehoved er kysten karakteriseret af klippe- og blokfald. Under Mandehoved ligger grænsen mellem skrivekridt og bryozokalk i 12,5 m o.h. Syd for Mandehoved aftager størrelsen af overhængen fra 7–8 m ved Flagbankens kalkgrube til mindre et par meter oven for fjeldskredsraset. Toppen af Mandehoved ligger 28,2 m o.h. og bryozokalkens tykkelse er 18 m. Der er et betydeligt overhæng på selv Mandehoved, 7–8 m (Fig. 47), så på et kort stykke rundt om pynten er der en vis skredfare. Men generelt er kysten beskyttet af skredkegler, og erosionen pågår mest som stenskal og –ras. Der er dog et par gamle brud med overhæng og sprækker, som anses for at have risiko for fald. På disse steder er der målt overhæng på 4–6 m.



Figur 47. Pynten Mandehoved ved Flagbanken på sydsiden af Køge Bugt mod nord. Overhængen på selve Mandehoved er 7–8 m, generelt er kysten beskyttet af tidligere blokfald og skredkegler, man mindre skred fra overhæng ved gamle kalkbrud må forventes.

Storedal og Lilledal

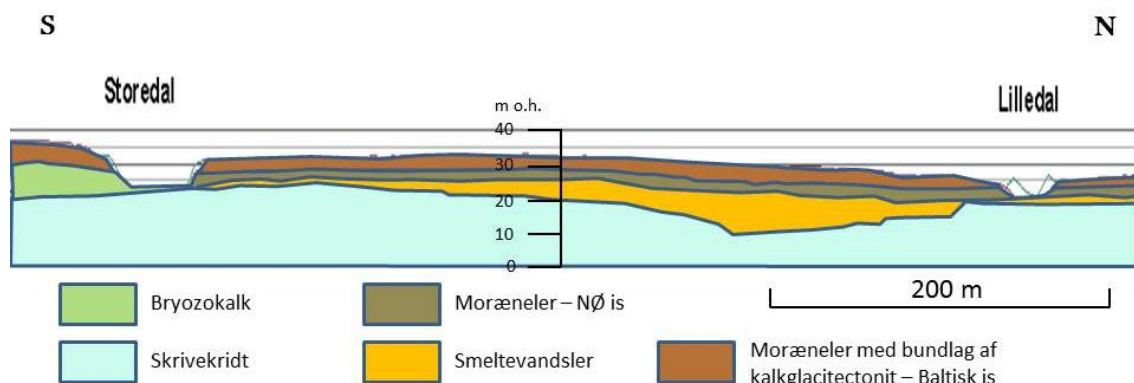
Området mellem Storedal og Lilledal, som ligger 700–1200 m syd for Sigerslev Kridtværk, adskiller sig markant fra den øvrige del af Stevns Klint. Her optræder nemlig en tyk serie kvartære sedimenter i en lokal lavning, der nærmest er begrænset af Storedal mod syd og Lilledal mod nord (Fig. 48, 49 & 50).



Figur 48. Kort over området ved Storedal og Lilledal. Det grå felt på kortet nord for Lilledal angiver beliggenheden af Sigerslev kridtgrav. Selve kridtværket er de sorte bygninger ud mod anløbsbroen.



Figur 49. Flyfoto af området mellem Storedal og Lilledal optaget april 2011. Yderst til højre (mod nord) ses et hjørne af Sigerslev kridtgrav. Det karakteristiske ved denne del af klinten er den op mod 15 m tykke lagserie af kvartære aflejringer, som er årsagen til jordfarvningen af klinten.



Figur 50. Geologisk tværprofil af området mellem Storedal og Lilledal, hvor den tykkeste mængde af kvartære aflejringer optræder på Stevns Klint. Stedet med den tykkeste mængde af smeltevandsler (blåler) er det sted, hvor den største erosion langs Stevns Klint forekommer. Skreddene her er dog ikke fjeldskred men derimod jordskred. Bemærk at profilet har en overhøjning på 1:2.

Et andet karakteristisk element ved Storedal–Lilledal området er, at kalkenklinten her kun består af skrivekridt. Umiddelbart syd for Storedal bøjer kridt-kalk lagserien op, så bryozokalken nærmest fortsætter op i luften (Fig. 50 & 51). Dette skyldes at området er svagt foldet og bøjer op i en antiklinal. Man må tro, at der i foldens ombøjningszone har været en zone med opsprækning, der har gjort kalken sprød, så der under Kvartærtiden har kunnet eroderes en dalsænkning ned i kalken. Den foldede lagserie ses tillige i flintbåndene i skrivekridtet (Fig. 52). Det er markant, at skrivekridtet og folderne skæres af de horisontale sprækker.



Figur 51. View mod Storedal, hvor bryozokalken bøjer op i flanken af den brede antiklinal, som er foldet over området mellem Storedal og Lilledal.



Figur 52. Foldede flintlag i skrivekridtet mellem Lilledal og Storedal. Bemærk de horisontale sprækker, som skærer gennem den foldede lagserie.

Retningen af stejltstående sprækker er generelt SØ–NV (120° til 150° med en koncentration omkring 140°). Lidt nord for Storedal forekommer tilmed en normalforkastning i tilknytning til det vandførende sprækkesystem under Storedal (Fig. 53). Det er tydeligt at dalen, vandføringen i sprækkesystemet og de uderoderede brændingshule i klinten under Storedal er et konsekvent sammenfald. Normalforkastningen har en forsætning på omkring 1 m (Fig. 54). Den hængende blok er nedforkastet mod NØ, og på forkastningsplanet forekommer slickenside lineation, der viser bevægelsesretningen af den hængende blok (Fig. 55).



Figur 53. Klinten med skrivekridt neden for Storedal. Bunden af Storedal, markeres af træer og buske øverst til venstre. Bemærk brændingshulerne og den kraftige algevækst, som skyldes grundvandsudsivningen.



Figur 54. Normalforkastningen lidt nord for Storedal. Forkastningen stryger 140° og dykker 70° NØ. Den hængende blok til højre er forsat ca. 1 m ned mod NØ.



Figur 55. På normalforkastningsplanet findes en tydelig striation (slickenside lineation), som viser at blokken til højre er nedforkastet mod NØ.



Figur 56. Klinten mellem Storedal og Lilledal set mod Sigerslev. Oven på skrivekridtet (nederst) ses det blågrå smeltevandsler, her med en tykkelse på omkring 10 m. Smeltevandsleret overlejres af en mørkebrun til grålig moræneler, som stedvis ved basis optræder med indslag af breccieret kalk (kalk-glacitektonit). Den øverste bænk består af kalk-glacitektonit, som gradvis går over i orange-brunlig moræneler (sammenlign med Fig. 50).

Den kvartære lagserie oven på kridtet mellem Storedal og Lilledal består nederst af en smeltevandsler (blåler), som kan være op mod 12 m tyk (Fig. 50 & 56). Bunden af blåleret ligger med en erosiv kontakt oven på skrivekridtet, som ikke er særlig godt blottet. I leret findes dropsten og –blokke, som kunne henføre enheden til en moræneler. Men lerets øvrige optræden som finkornet, ensartet blåler med tendens til mudder-mobilisering, gør at den er tolket som en issøler, der må være aflejret i den vidt udstrakte baltiske issø, som spredte bredte sig fra Østersøen og lang op i Kattegat, før isen med kildeområde i det centrale Sverige (NØ-Isen) nåede frem til det SØ-lige Sjælland i sidste istid. Fra det nordlige Stevns har denne is kunne afhøvle og opsamle kalk, som aflejredes på toppen af blåleret. Oven på NØ-isens moræneler findes en todelt moræneler, som nederst består af en kalkbænk (kalk-glacitektonit) og øverst en orangegul-brunlig moræneler (Fig. 56 & 57). Denne enhed tolkes som en moræne-enhed, der er aflejret af den Baltiske Is fra SØ. Kalk-glacitektoniten er slæbt ned af isen fra det højtliggende kalkoverflade ved Stevns Fyr og derpå aflejret nordpå helt op mod klinten ved Præsteskov.

Området midtvejs mellem Storedal og Lilledal har den højeste erosionsrate på Stevns Klint. Kysten rykker 38 cm ind mod land om året. Det medfører bl.a. at der hyppigt dannes

overhæng af moræneler, som er meget ustabil (Fig. 57). Forståeligt nok er Trampestien her parallelforskuet 5 m ind i land, da dele af det tidligere markhegn nu står frit svævende over et hul i overhænget.



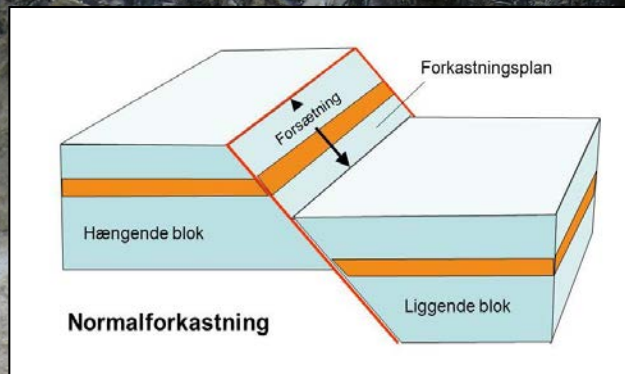
Figur 57. Færdsel langs det tidligere forløb af Trampestien er her ved skiltning forbudt, da stien risikere at kollapse ved udhænget af moræneler skrider bort. Moræneleret og kalkglacitektoniten nedunder kan danne udhæng op til en meters bredde. Udhænget bæres dog hyppigt kun oppe ved hjælp af rødder i jordbunden. Bemærk at den nærmeste hegnspæl faktisk står og svæver over et hul i udhænget. Længere ind mod marken kan man se det parallelforskudte hegn, som nu holder folk og fæ på afstand af den skredfarlige klint.

Tidligere har der ved Storedal være en farbar trappe-adgang fra Storedal og ned til stranden. Den nederste halvdel af denne adgangsvej er for år tilbage blevet ødelagt ved et jordskred. Det ville være en attraktion stadig at kunne benytte sig af den adgangsvej, der vil åbne denne del af klinten for publikum. Men som nævnt er området udsat for skredfare. Risikoen ved at færdes her er ikke så meget betinget af faren for skred, som falder ned, men derimod faren for at publikum træder en fod igennem det tynde overhæng af moræneler. Der er derfor al mulig grund til at støtte den foretagne indrykning af Trampestiens forlægning. Og det bør understreges, at stedet bør være i fokus ved fremtidige monitoringer.

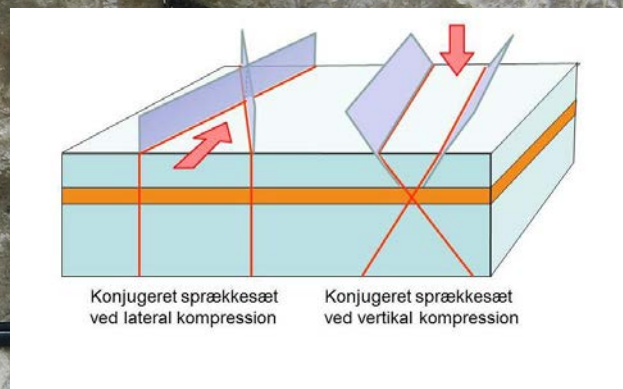
I boksen på den følgende side gives en forklaring på nogle af de fagudtryk, der anvendes ved beskrivelse af forkastninger og sprækker. Bemærk at sprækkerne i kridtet mellem nederste tekstboks og nederste figur er et konjugeret sprækkesæt dannet ved vertikalt rettet kompression.

Boks om forkastninger og sprækker

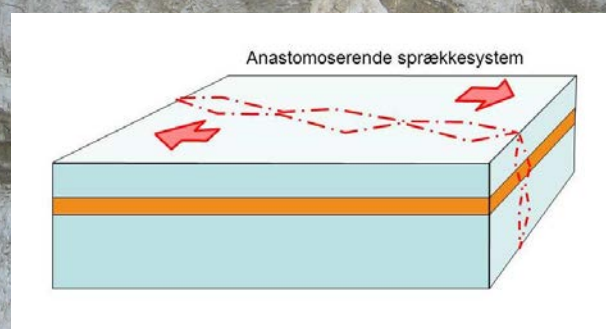
Når to blokke skubbes fra hinanden opstår der en forcastning. Ved en normalforkastning forskydes den ene blok ned ad det hældende forcastningsplan. Den modsatte bevægelse betegnes revers.



Når sprækker systematisk krydser hinanden betegnes de konjugerede. Kompressionsretningen, her angivet ved røde pile, er i vinkelhalveringslinjens retning for den vinkel, der er mindre end 90° ,



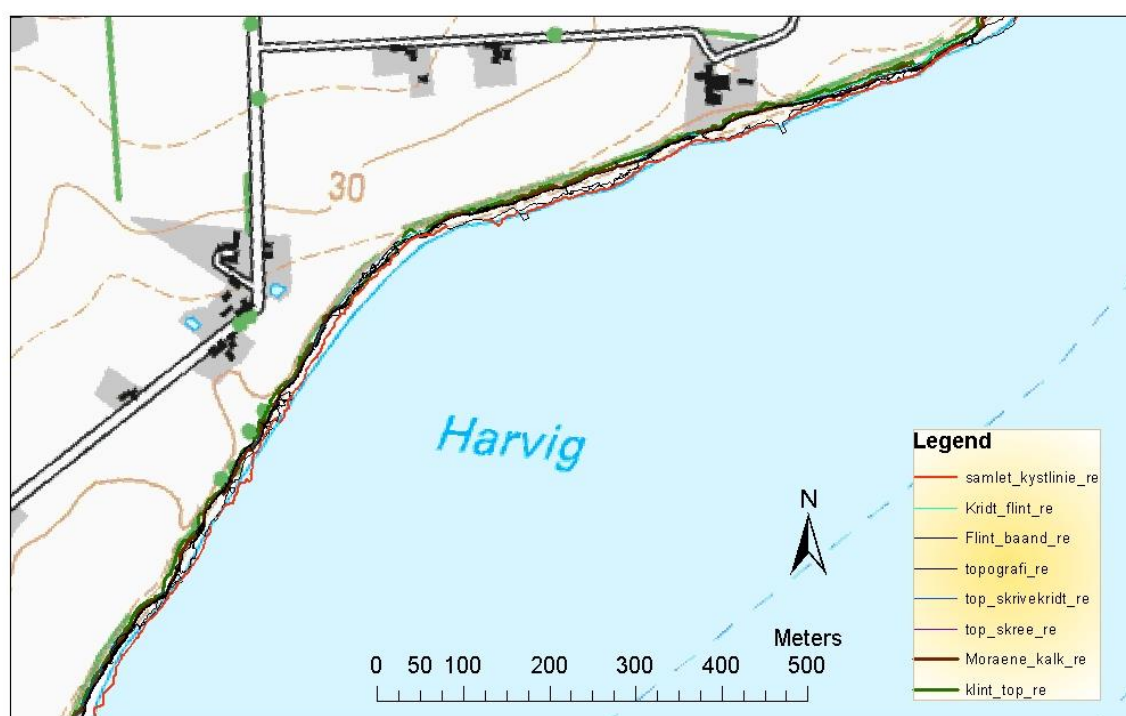
Anastomoserende sprækker er sprækker, som skærer hinanden under en lav vinkel. De opstår ved at blokken påvirkes af forskydningsspænding, shear. Hvis den øverste blok har tendens til at blive skubbet mod højre betegnes det dextralt. Det modsatte hedder sinistralt



Boks om forkastninger og sprækker

Harvig

Lokaliteten Harvig dækker kyststrækningen fra Knøsen og sydøst over ind til bunden af Harvig, samt kyststrækningen sydover, hvor klinten har facade mod øst (Fig. 58). Den mest skred-risiko belastede del af denne kyststrækning er stykket efter Knøsen, hvor de gamle kalkbrud har efterladt relativt smalle overhæng med betydelig fare for kollaps, lige som det tidligere var beskrevet for Knøsen fjeldskreddet. På den nordlige kyststrækning er der i strandzonen blottet et længere stykke med kridt på abrasionsfladen. Her ser man meget tydeligt de dominerende sprækkesystemer, som påvirker Stevns Klint. På det nordlige stykke af den sydlige klint findes et middelstort overhæng af bryozokalken over Fiskeleret, som er beliggende i ca. 5 meters højde. Langs den sydlige del af den sydlige klint findes der flere veludviklede eksempler på blokfald.



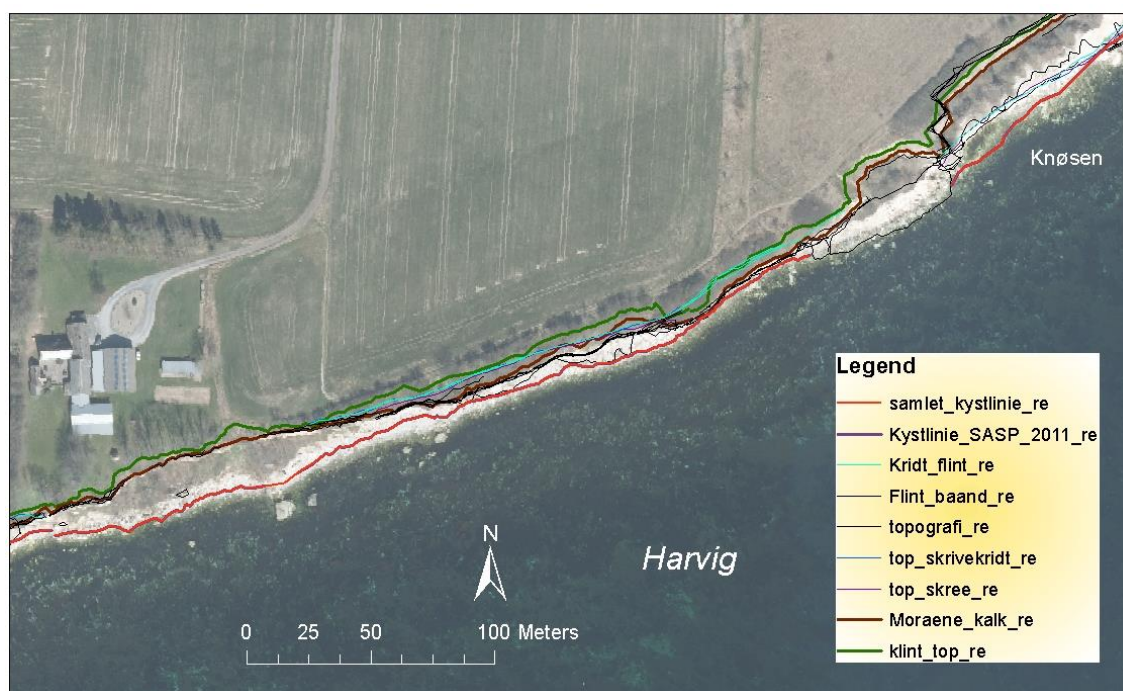
Figur 58. Kort over Harvig med angivelse af temalinjer, der blev opmålt i 2011. Klinten er her ca. 25 m høj og består mod øst af 5–8 m moræneler over ca. 10 m bryozokalk, som overlejrer Fiskeleret og ca. 10 m skrivekridt. Langs den sydlige klint er skrivekridtet kun ca. 5 m tykt, bryozokalken 15–18 m tyk, og moræneleret øverst er kun 3–5 m tykt.

Harvig nordlige kyststrækning

Det yderste stykke af den nordlige kyststrækning er fortsættelsen af Knøsen området. Her er en del gamle skred, og klinten har hjørner og udhæng som er skredparate. På et 100 m langt stykke er der herefter et eksponeret stykke, hvor overhænget er under udhuling (Fig. 59 og 60). For tiden er overhænget ca. 5–6 m. Erosionsraten på dette sted er mellem 6 og 16 m/år. Så om 40 år vil klinten være eroderet ind til 10 meters dybde, hvorpå skredrisikoen anses for stor.



Figur 59. Den nordlige del af Harvig kyststrækningen har på det centrale stykke et overhæng på op mod 6 m over den eksponerede kridtklint. Det forventes, at der i løbet af en periode på 40 år vil være forøget til omkring 10 m, hvorefter faren for et klippekollaps vil være overhængende. Flagefald og stenskal vil dog jævnligt kunne ske.



Figur 60. Det detaljerede kort over linjeudtegningen langs den nordlige kyststrækning viser det dramatiske udhæng umiddelbart SV for Knøsen, samt det mere end 100 m lange stykke med et kontinuert overhæng (sammenlign med flyfoto i Fig. 59).

Grænsen mellem lokaliteten Knøsen og den nordlige kyststrækning af Harvig ligger ved den fremstående, markante klippe, som en gang var væggen mellem to kalkbrud. På hver side af "trekanten" er der tydelige mærker efter udhugningen af bryozokalk blokke. Overhængen her er op mod 6 m, og det må forventes, at klippen kollapser som et blokfald inden for de nærmeste år (Fig. 61).

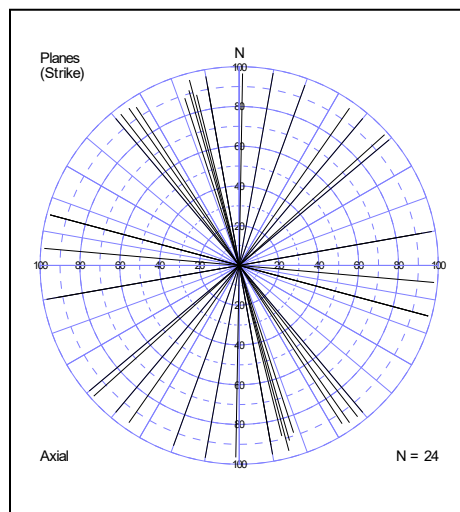


Figur 61. Den NØ-lige begrænsning af Harvigs nordlige kyststrækning befinder sig ved den markante fremstående "trekant" SV for Knøsen. Denne pynt forventes at falde ned som et blokfald inden for de nærmeste år. Det karakteristiske ved blokfald er, at de generelt skyldes en tilbagestående rest af den tidligere kalkbrydning langs kystens kalkbrud. Bemærk derfor de tydelige mærker efter brydningen af bryozokalksbløkke.

Sprækkesystemer i Harvig

I Harvig er sprækkesystemerne meget instruktivt blottet (Fig. 62, 63 & 64). De stejltstående sprækker grupperer sig i to markante hovedretninger, nemlig forskydnings-spændingsretningen (shear-retningen) SØ–NV, og vinkelret herpå findes sprækkerne med retning SV–NØ, der tolkes som ekstensionelle sprækker. Herudover findes der et større antal konjugerede sprækker, som har en indbyrdes vinkel på mindre end 90° . Disse er typisk dannet under lateral kompression under forskydnings-spændingens udvikling. Kompressionsretningen vil være rette NØ–SV, og sprækkerne vil typisk være orienteret med et sæt N–S og det andet sæt Ø–V. Desuden forekommer anastomoserende sprækker, som har en indbyrdes vinkel på mindre end 30° . Disse sprækker grupperer sig omkring shearretningen ca. 140° – 170° .

Figur 62. Sprækkeretningerne i Harvig præsenteret i et rosedigram diagram. Bemærk den dominerende shearretning 140° – 170° . Desuden ses det konjugerede sæt 10° – 105° .





Figur 63. Et eksempel på sprækkerelation blottet på abrasionsfladen af skrivekridt langs den nordlige kyststrækning af Harvig. Mellem kompasset og dagbogen har den lodrette sprække retningen 105° . Denne sprække forsættes sinistralt af sprækken med retning 40° . Disse sprækker er i anden eller tredje ordens betydning i forhold til de overordnede første ordens sprækkesystemer (se Fig. 67).



Figur 64. Et af de styrende sprækkesystemer i Harvig er det anastomoserende system 140° – 170° , som her ses som det kantede udseende af abrasionsfladen.



Figur 65. Et eksempel på NØ–SV strygende anastomoserende, stejltstående sprækker, som styrer afskalning og stenras ved den yderste N-pynt af Harvig.



Figur 66. Et typisk eksempel på blokfald i den indre del af Harvig. Et tilsvarende blokfald ses i det fjerne på den anden side af Harvig. Bemærk sprækkesystemet lige over landmålerstokken. Disse sprækker er initiale sprækker, som er parallelle med det sprækkesystem, som endelig fik blokken til at falde ned. Sprækkernes forløb er sammenlignelige med sprækkerne, der blev beskrevet tidligere under afsnittet om Korsnæb (Fig. 43).

Umiddelbart kunne det se ud som om, at kalken på Stevns er påvirket af sprækker i alle mulige retninger. Nogle af disse retninger er vigtige for kysterosionsudviklingen, mens andre ikke ser ud som om de har nogen synderlig indflydelse. Sprækkerne, som får klinten til at kollapse, er dog mest lokalt udviklede sprækker, der er kystparallelle. Dermed kan man sige, at de udnytter en af de gamle i forvejen anlagte svaghedszoner, som det f.eks. ses af Figur 65 og 66.

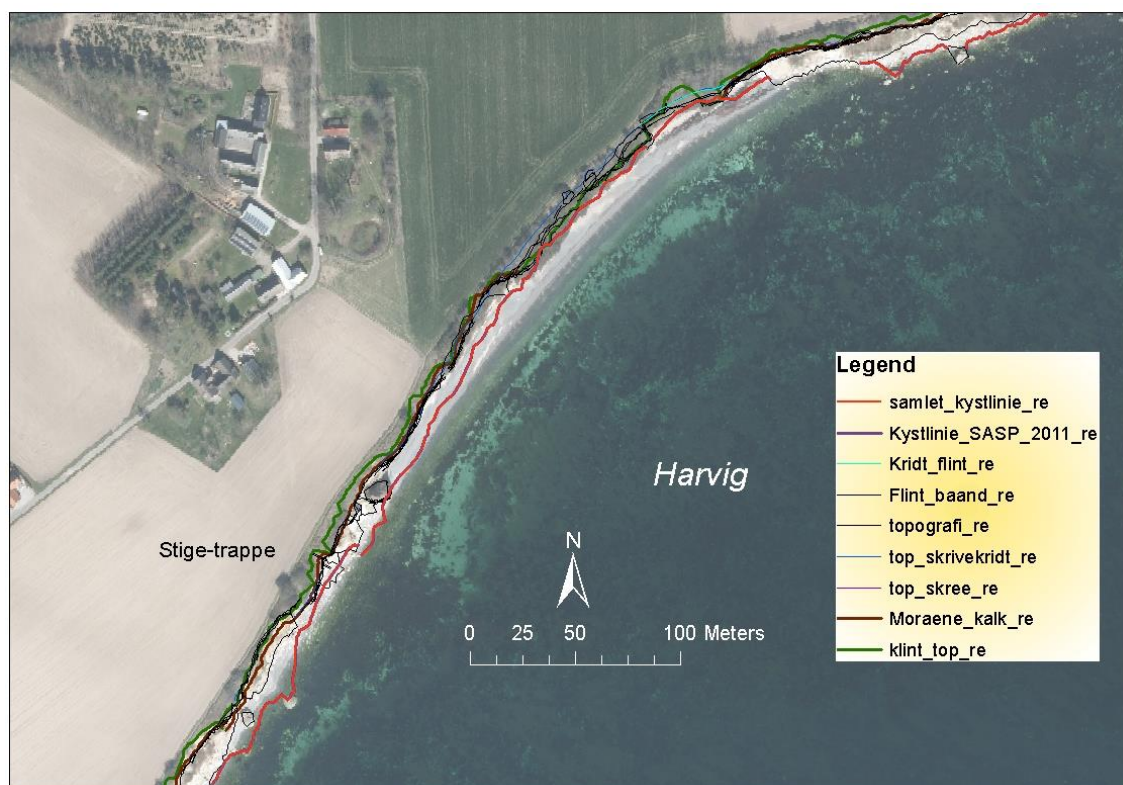


Figur 67. To eksempler på første ordens sprækker i havbunden ud for Stevns Klint. Til venstre havbunden ud for Stevns Fortet, hvor sprækkeretningen stryger 160°, og til højre sprækker i havbunden ud for Lilledal med en strygning på 120°.



Harvig sydlige kyststrækning

Klinten på den sydlige kyststrækning af Harvig består af 15–18 m bryozokalk, som overligger ca. 5 m skrivekridt. På toppen af klinten er dæklaget af moræneler 3–5 m tykt. Den massive mægtighed af bryozokalk gør, at klinten er relativt stabil. Så selv om overhænget virker dramatisk (Fig. 68) vil der nok gå nogle år, inden det næste blokfald indtræder. Overhænget størrelse er p.t. 3–9 m. Når det nærmer sig 12 m vil der være grund til at forvente et kollaps. Erosionsraten i bunden af Harvig er omkring 6 cm/år, hvilket sandsynligvis skyldes, at skrivekridtet her er rigt på både knoldeflint og pladeflint (Fig. 69). Så bortset fra et enkelt hjørne af et gammelt kalkbrud, som nok vil falde som et blokfald lidt tidligere, må man tro, at klinten vil holde sig stabil de kommende 50 år.



Figur 68. Den sydlige kyststrækning af Harvig. Umiddelbart nord for stige-trappen, som fører ned til Harvig, ses et blokfald. Inde i bunden af Harvig fremgår størrelsen af bryozokalkens overhæng som afstanden mellem flint-bånd og kridt-flint/top skrivekridt.



Figur 69. Den indre del og sydklinten af Harvig. Bryozokalken er her ret tyk (15 m), hvilket vil gøre overhængen relativt stabilt. Dog vil det gamle hjørne af det gamle kalkstensbrud, som ses tæt ved forgrunden, kunne blive udsat for et blokfald inden for nogle få år.



Figur 70. En massiv bæk af knoldeflint ligger ved foden af klinten i det indre Harvig. Ovenover er skrivekridtet gennemsat af pladeflint, hvilket gør skrivekridtet noget modstandsdygtigt. Stigen er en af de mulige, vanskelige nedgange til stranden. Bemærk det anastomoserende forløb af de subhorisontale sprækker.



Figur 71. I toppen af skrivekridtet findes en markant bæk af knoldekalk, og herover optræder flere eksempler på pladeflint, som følger de subhorisontale, anastomoserende sprækker. Øverst i billedet ses overhænget bestående af Fiskeler med det overlejrende *Cerithium*kalk.

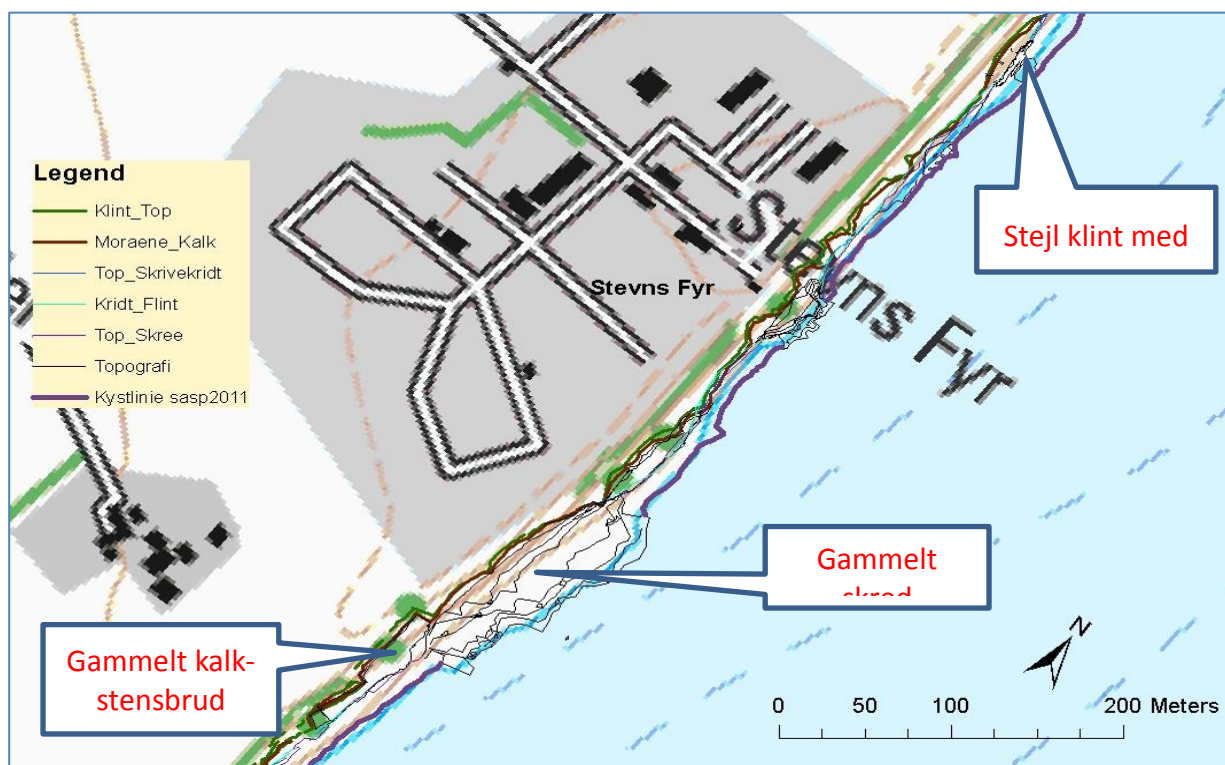
Stevns Fyr

En af de attraktive besøgslokaliteter langs Stevns Klint er området ved Stevns Fyr. Dels er stedet med sine 42 m det højeste punkt langs Stevns Klint, og dels er det et populært startsted for en vandretur langs Trampestien. Lokaliteten har senest været i fokus som en mulig placering af et alternativt fremvisningssted af Fiskeleret, og forslag til en hængetrappe har været fremsat som mulighed for besigtigelse af kalkklippen.

Selve kalkklinten ved Stevns Fyr er klassificeret som et segment med den største skredrisiko (Pedersen & Strunck 2011). Højden af kalkklinten er her 38 m, der overlejres af 3–4 m moræneler. Syd for fyret når klippeskred mere end 60 m ud i vandet, hvilket er af dimensionen $1\frac{1}{2}$ gange højden af klinten. De største blokke i fjeldskredet måler 100 m^3 , og højden af skredmassen er nu 12,5 m. Overhænget, hvis undergrænsen består af Fiskeleret, er beliggende i 13–14 meters højde, og bredden af det horisontale overhæng ved denne grænse er omkring 4 m både syd og nord for fyret (Fig. 72). Umiddelbart neden for fyret er overhænget dog kun 2 m. Størrelsen af overhænget stiger dog, hvis afstanden måles fra yderste flintbånd og ind til den inderste erosion af skrivekridtet. Denne afstand stiger jævnt til næsten 10 m nord for fyret. På dette sted over en strækning på ca. 50 m forekommer et overhæng af bryozokalk, som ved en afrundet beregning vil rumme 10.000 m^3 .



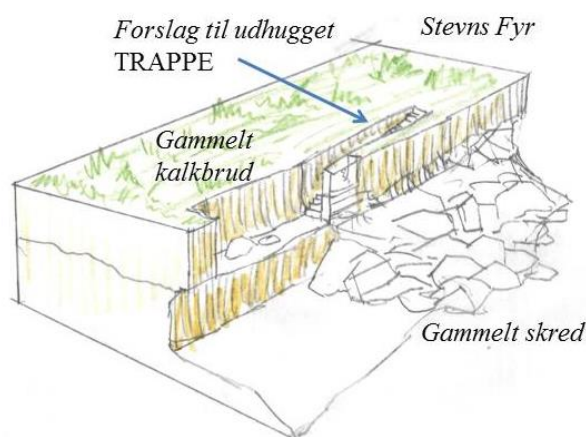
Figur 72. Stevns Fyr står på det højeste punkt langs Stevns Klint, knap 42 m o.h. Neden for fyret ses et eksempel på et klippefald. Nord for fyret (mod højre) ses et af de største overhæng langs klinten (8–10 m). Bemærk forekomsten af stenskal fra undersiden af overhænget. Flyfoto optaget april 2011.

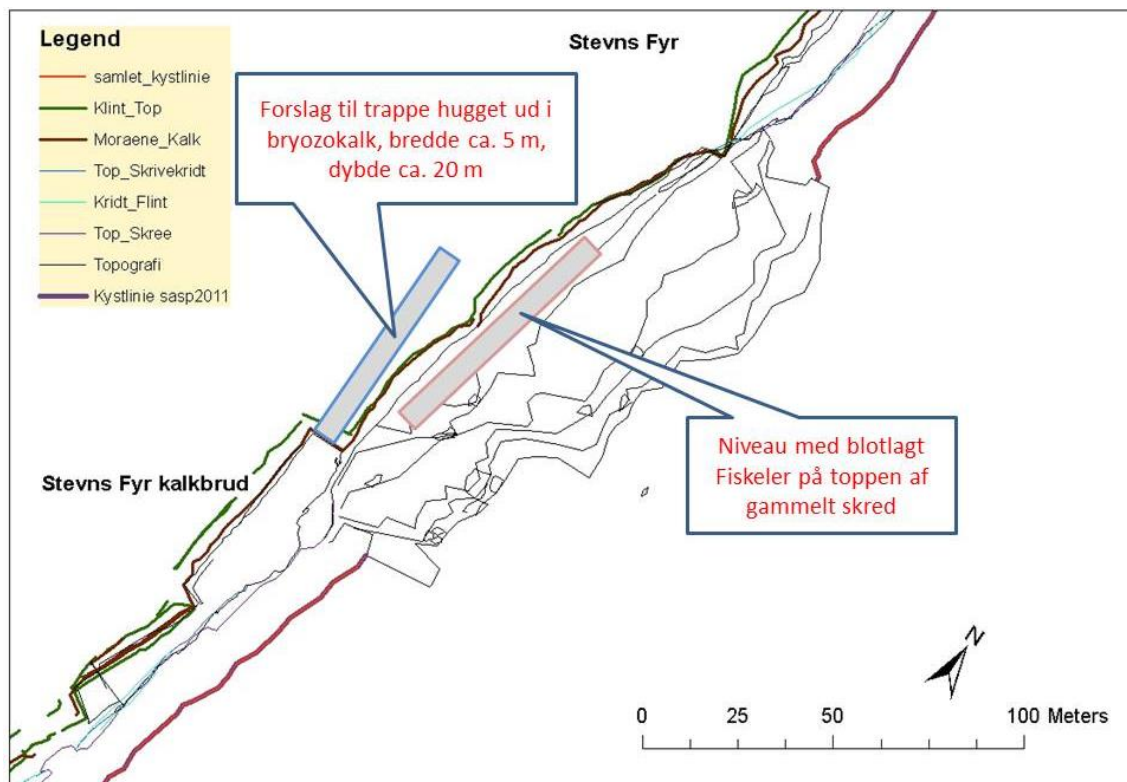


Figur 73. Kort over området ved Stevns Fyr med angivelse af beliggenheden af stejlkysten nord for fyret (sammenlign med Figur 72) og beliggenheden af kalkbruddet og det gamle skred syd for fyret.

Hvis man skulle komme med et forslag til en publikums imødekommande foranstaltning, er der to forhold, som bør inddrages. For det første findes der neden for fyrets sydlige areal et gammelt skred, som stort set dækker skrivekridtet under Fiskeleret (toppen af skreddet er i niveau med Fiskeleret), og for det andet forekommer der et gammelt kalkstensbrud syd for arealet (Fig. 73). Kalkstensbruddets bund ligger ca. 1 m over Fiskeleret, så hvis man udhuggede en trappe i bryozokalken parallelt med klinten ville det blive muligt at følge hele lagserien fra toppen og ned til Fiskeleret (Fig. 74, 75 & 76). På bunden af det gamle kalkbrud vil fiskeleret kunne blotlægges på en lagflade, og ved udjævning af det gamle skreds top kan man opnå en platform, der gør det muligt at komme i øjenkontakt med Fiskeleret midt i profilet mellem skrivekridt og bryozokalk (Fig. 75 & 76). Endelig vil det blive en smal sag for ivrige turister at finde vej ned til stranden mod nord eller syd for det gamle skred.

Figur 74. Blokdiagram skitse af et forslag til en adgangsvej ned til Fiskeleret ved Stevns Fyr.





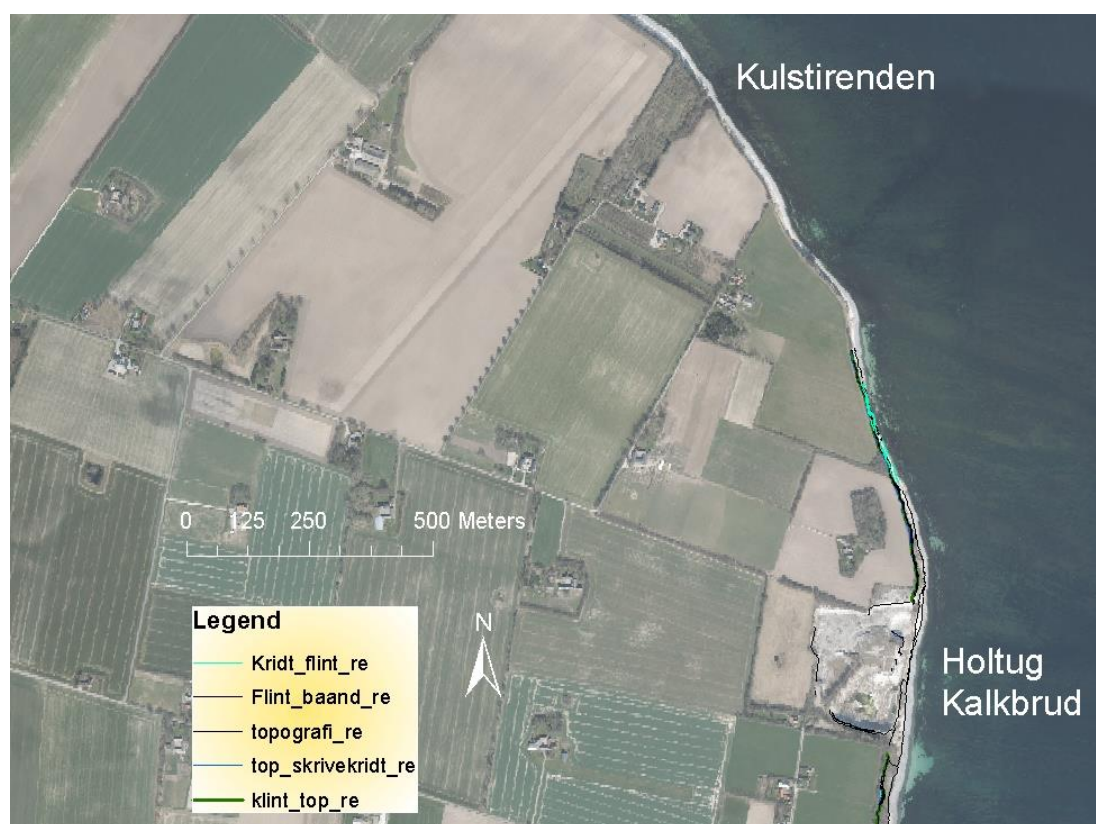
Figur 75. Detalje kort over forholdene lige syd for Stevns Fyr. Ækvidistancen på kurverne hen over det gamle skred er 2,5 m.



Figur 76. Flyfoto optaget april 2011 af det gamle kalkstensbrud og det gamle skred. Når man går på Trampestien oven for, ser man hverken bruddet eller skredet, som er dækket af vegetationen langs med klinttoppen.

Holtug kalkbrud og Kulstirenden

En anden besøgslokalitet langs Stevns Klint er Holtug gamle kalkbrud (Fig. 77). Ved kalkgraven er der en god parkeringsfacilitet, og lokaliteten er et godt udgangspunkt for vandreture sydpå langs stranden. Desuden kan man følge trampestien ind over land til Kulstirenden, som er den eneste dalslugt, som fra Stevns halvøens overflade fører direkte ned til stranden. Kulstirendens slugt (Fig. 78) stryger mod NNØ og er dermed nærmest sammenfaldende med de ekstensionelle sprækker med strygningsretningen 40° . Under favorable forhold, hvor vandstanden står lavt i Køge Bugt, vil man kunne gå fra Kulstirenden rundt om pynten mod syd til Holtug gamle kalkbrud, men hyppigt står vandspejlet helt ind mod klinten nord for kalkbruddet (Fig. 79). Positionen af dette klintstykke er markeret med turkisgrøn linje på oversigtskortet Figur 77.

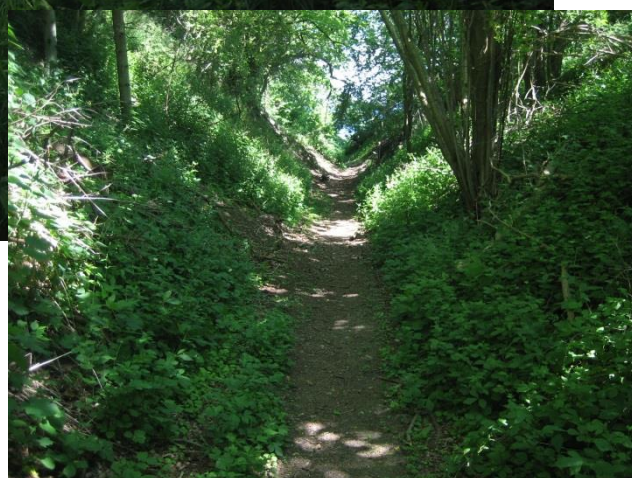


Figur 77. Orthofoto-kort over området mellem Holtug gamle kalkbrud og Kulstirenden. Bemærk området markeret som Kridt-flint ca. 200 m nord for kalkbruddet. På dette klintstykke går havvandet normalt helt ind til klinten, hvilket gør det vanskeligt at passere tørskoet.

Stranden sydpå fra Holtug kalkbrud består af en relativ bred flint-rig grus og sandstrand nedenfor gamle fjeldskred bevokset med græs og buske. På nær to udspring med overhæng på op til 8 m, som nok vil blive eroderet ned ved stenskal, betragtes stranden som relativ risikofri. Nord for Holtug kalkbruddet er stranden opfyldt af flintblokke og –sten, som sammen med andet fyld fra kalkgraven er blevet tippet ud på kysten. En gammel kalkgrube 165 m NV for Holtugs nordre gravekant har udhæng på 4–5 m. Disse udhæng har tendens til at kollapse ved flagebræk.

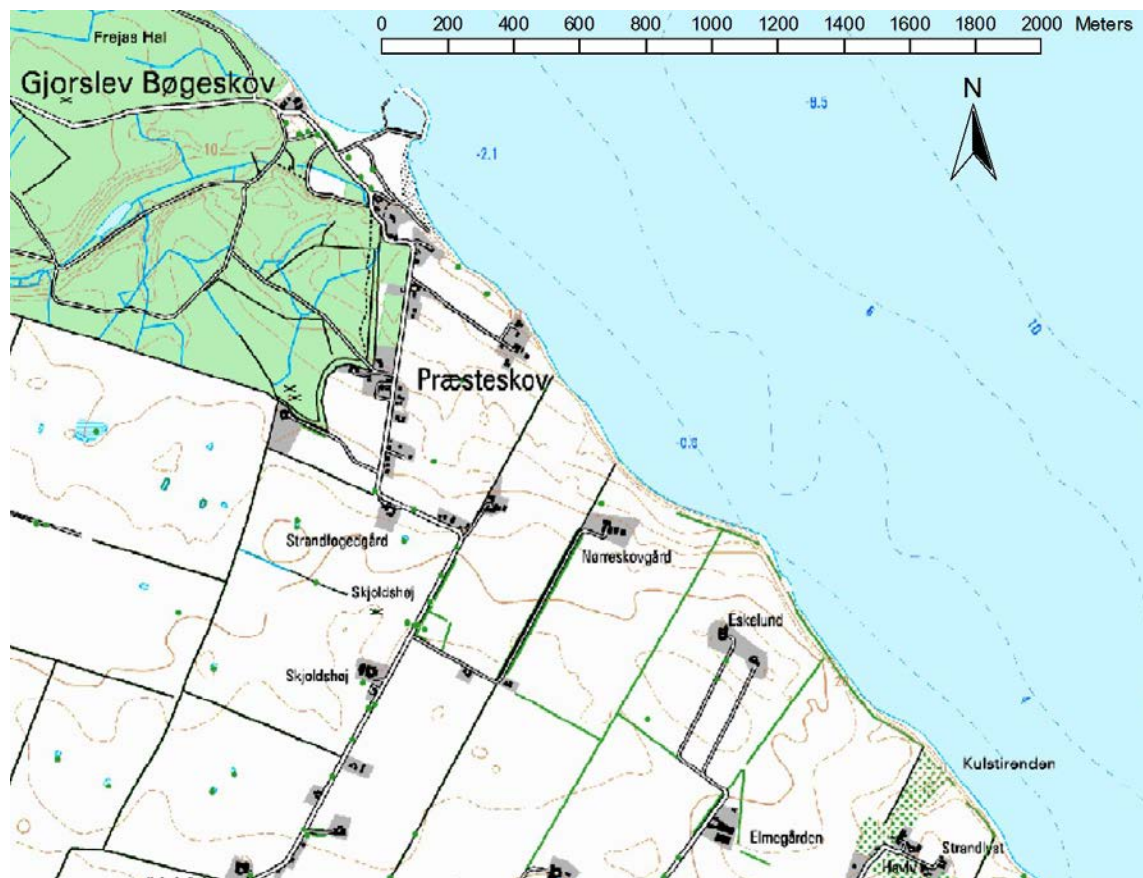


Figur 78. Kulstirenden er den eneste slugt, som naturligt fører ned til stranden ved Stevns Klint. Slugten har en nordøstlig retning, som kan sammenstilles med retningen af ekstensionelle sprækker.



Figur 79. Klintpartiet mellem Holtug gamle kalkbrud og Kulstirenden. Det nordlige stykke har en bred strand med flintral. Men 200–300 m syd for kalkbruddet slår bølgerne helt ind mod skrivekridtet ved klintens fod.

Klinten ved Præsteskov



Figur 80. Kort over den nordligste del af Stevns Klint fra Kulstirønden til Bøgeskov havn. Området er her betegnet Præsteskov, som består af en nordlig del bestående af en morænelers klint, og en sydlig del som består af en klint domineret af skrivekridt. Skellet mellem de to typer klint er omtrentlig beliggende ud for Nørreskovgård.

Præsteskov området betegner den nordligste del af Stevns Klint. Dette klintstykke strækker sig fra Kulstirønden til havnen ved Gjørslev Bøgeskov (Fig. 80). Omkring en kilometer syd-øst for Bøgeskov havn forsvinder kalken under havniveau, og klintstykket herfra og nordpå består af moræneler mellemlejret af tynde lag af smeltevandsgrus og kalk-glacitektonit. Omkring 1200 m SØ Bøgeskov havn består klinten kun af skrivekridt overlejret af moræneler. Dette sted er omtrent ud for hegnet mellem Nørreskovgård og Eskelund (Fig. 80). I figurteksten er dette sted refereret til som Eskelund pynten. Fra denne pynt til Kulstirønden er der omkring 800 m. Klinten er ca. 20 m høj og består ved Eskelund pynten kun af skrivekridt overlejret af moræneler. Længere ned langs kysten mod SØ tiltager mægtigheden af bryozokalk (Fig. 81).

Der hvor klinten ændrer karakter fra kridt-klint til morænelers-klint er skrivekridtet stærkt opsprækket, dels af horisontale sprækker og dels af vertikale sprækker (Fig. 82 & 83). Desuden er kalken kraftigt breccieret. De lodrette sprækker har en generel retning omkring Ø-V (strygning 85°). Muligvis har denne retning betydning for orienteringen af forkastningen, som får den hængende blok mod syd til at synke, og blokken mod nord til at hæve sig.

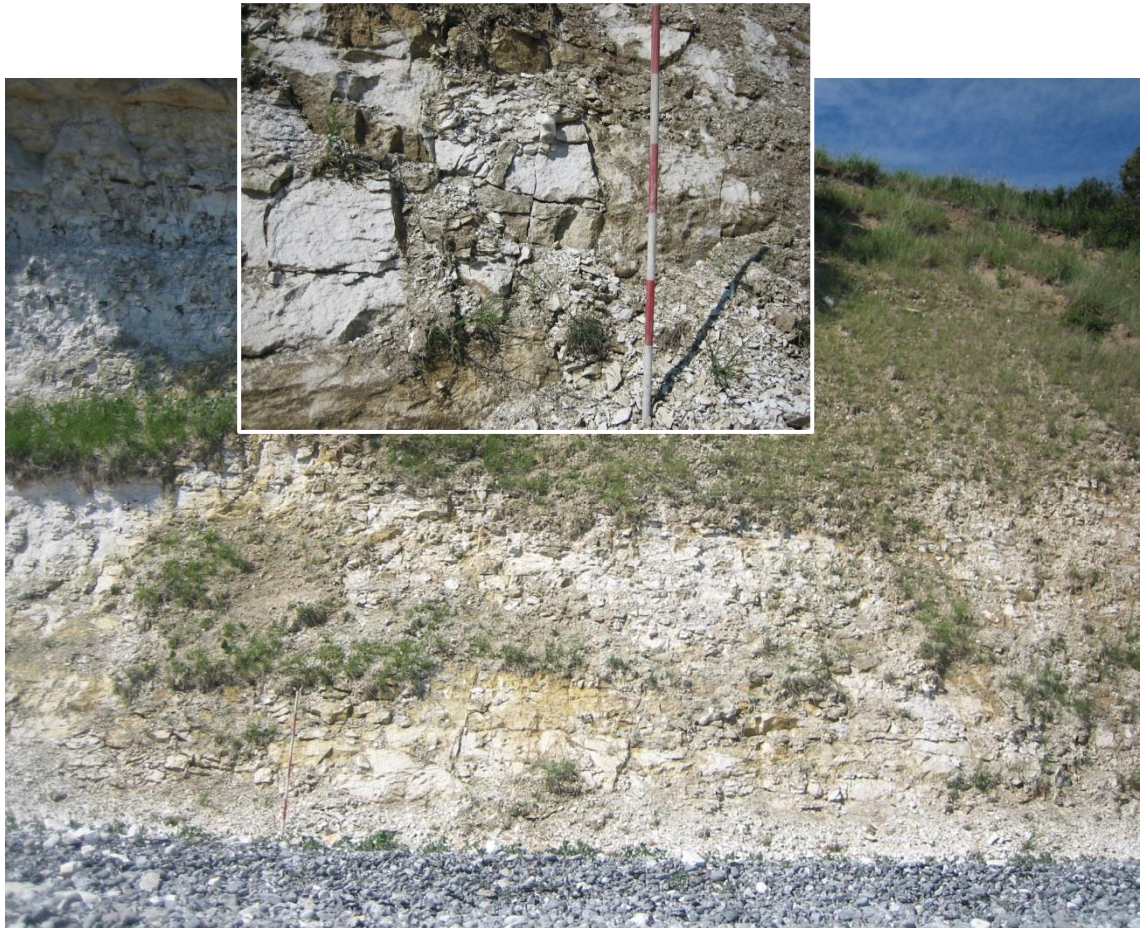
Det er markant, at fra Stevns halvøens nordkyst og videre op nordpå mod Køge findes der kun skrivekridt i borerne (GEUS JUPITER database).



Figur 81. Skrivekridtet ved Eskelund pynt har en tykkelse på ca. 10 m. Bryozokalken optræder i den øverste del af klinten umiddelbart SØ for pynten, og tykkelsen af bryozokalk tiltager op mod Kulstirenden, hvor tykkelsen af skrivekridt og bryozokalk er 8–9 m, mens det overliggende moræneler har en tykkelse på 3–5 m. Bemærk overhænget.



Figur 82. De horisontale sprækker i skrivekridtet, her ved Eskelund pynt, er karakteristisk anastomoserende (der er en lav vinkel mellem de enkelte sprækker). Denne opsprækning skyldes sandsynligvis en glacialdynamisk påvirkning.



Figur 83. Skrivekridtet ved Eskelund pynt er stærkt opsprækket og breccieret. Sprækkeretningen af de vertikale sprækker er Ø–V og de danner et tæt netværk, 2–3 sprækker pr. løbende meter. Nærbilledet øverst illustrerer graden af opsprækning. Det formodes, at opsprækningen skyldes en dybereliggende knusningszone relateret til en forkastning.

Glacialdynamik ved Præsteskov klinten

På overgangen fra klint med skrivekridt til klint med moræneler ved Eskelund pynt optræder en stærkt glacialt påvirket skrivekridt blandet med blåler (Fig. 84). Den glacitektoniserede skrivekridt er her blevet foldet i en overklippet synklinal. Folden er efterfølgende skåret af sprækker, som er udfyldt med mobiliseret mudder (blåler/smeltevandsler). Det gråblå smeltevandsler fortsætter nordpå langs med hele klinten. Blåler-enheden minder meget om blåler-enheden i lavningen mellem Storedal og Lilledal. Det er tilmed karakteristisk, at enheden overlejres af en mørkegrå moræneler rig på kalk-klumper, grænsende til at være en kalk-glacitektonit. Men enheden overlejres af orangegul-brunlig moræneler, som ved bunden har en lagdelt kalk-glacitektonit (Fig. 85). Denne enhed kan følges hele vejen igennem Præsteskov klint så lang profilet strækker sig op mod Bøgeskov havn (Fig. 86 & 87). Den øverste moræneler er desuden todelt, hvilket tolkes som to oscillerende isfremstød af den Baltiske Is i slutningen af sidste istid.



Figur 84. Overgangen mellem skrivekridt og kvartære aflejringer markeres ved Eskelund pynt af en kridt-og muddermobilisering. Først er der her sket dannelsen af en kalk-glacitektonit, hvilket på nærbilledet øverst ses som de grå bånd af ler i kalken. Derpå er kalk-glacitektoniten blevet foldet, sandsynligvis ved mudderdiapirisme. Foldningen er derpå blevet skåret af sprækker, i hvilket det grå ler/mudder er trængt igennem.



Figur 85. Et eksempel på en fjern-transporteret kalk-glacitektonit mellem to bænke af moræner på Præsteskov klinten. Kildeområdet for denne kalk er Stevns Klint sydpå.



Figur 86. I den centrale del af Præsteskov klint er lagene af moræneler mellemlajret af smeltevandsgrus. Her er det nederste moræneler, tolket som afsat af NØ-isen, der overlejres af en smeltevandsgrus, der ud fra krydslejringen må tolkes som en hedesletten foran den Baltiske Is. Moræneleret ovenover er således en baltisk bundmoræne, der her tolkes som det Østjyske Isfremstød. Aller øverst under det truede hushjørne forekommer endnu et morænelerlag, som svarer til Bælthavs Isfremstødet.



Figur 87. Klinten ved Præsteskov på den nordlige del af Stevns består af kvartære aflejringer. På afstand ser det ud som om et lyst lag kunne være kalk, som overlejres af et lag med brunt moræneler. Det lyse lag er dog ikke kalk/kridt, men derimod forvitret blåler.

Sammendrag og betragtninger

I det følgende er fremdraget en række vigtige konklusioner fra den ovenstående gennemgang: Risiko for skred eller stabilitet, erosionsrater langs klinten og endelig forslag til information.

Skred eller stabilitet.

Disse forhold omtales under de respektive klintafsnit.

I Tabel 1. ses en skematisk sammenstilling af vurderingen af fjeldskredsrisiko for de enkelte segmenter i Stevns klint. Fire vigtige parameter indgår i her i risikoanalysen, nemlig størrelsen af overhæng, tykkelsen af overhæng, eksponeringen af kystklinten og færdselsfrekvensen. Krydsene i parentes (xx) angiver skredfare ved klinttoppen

Kirkevig

Højeruplund

Nord for Højerup ligger et langstrakt kalkbrudr anlagt parallelt med klintens facade ved Højeruplund. Dette kalkbrud blev med tiden fyldt med overjord og andet fyldmateriale. På Figur 34 ses det, hvordan klinterosionen har skabt et lodret snit gennem en af disse dynger af jordfyld. Materialet, som ligger i dyngen, består af alle kornstørrelser fra sand til mindre blokke. Da det er fyldmateriale er det fuldstændigt løst og usammenhængende, hvorfor der konstant vil være et nedfald af sten fra disse dynger.

Disse stenras giver anledning til bekymring. Best ville det naturligvis være at fjerne dyngerne med en gravemaskine. Men som mindstemål må det anbefales, at publikum gøres opmærksom på forholdet og frarådes at opholde sig lige under stedet.

Klintegård

Trampestien ved Klintegård går på dette sted et stykke inde i lunden, som ligger mellem klintekanten og Klintegården. Det er derfor ingen umiddelbar fare for, at færdsel på stien er behæftet med nogen mulighed for nedstyrtning. Det tilbagestående parti af klinten, som er ustabil, er bevokset med krat, der ikke inviterer til betrædelse.

Det ses på Fig. 16, at den fald-parate del efter skredet ved Klintegård består af en fremstående og udhængende blok. Et fald af hele blokken vil blive betegnet som et blokfald. Imidlertid er det tydeligt, som det ses på Fig. 19, at det er splittede flager, som er faldet ned. Derfor er skreddet karakteriseret som en kombination af blokfald og stenskal, som det er illustreret på Fig. 20.

Hvis hele partiet var brækket af og skreddet havde medført et lodret brud, ville der ikke være nogen fare for skred de næste ca. 25 år. Men med det forholdsvis tynde overhæng, som henstår tilbage over skredstedet, er der stadig fare for, at et skred af størrelsesordenen 100–200 m³ i nærmeste fremtid vil blive udløst.

Klintekongens hule

Flagefaldet ved Klintekongens Hule er stenskal, hvorved forstås afskalning af stenplader fra loftet af en hule, typisk fra brændingshuler. Men i dette tilfælde må det formodes, at en menneskeskabt erosion ved bortfjernelse af bjergartsstykker fra området over og under Fiskeleret, har været medvirkende årsag til udhulingen. Selve udløsningen af nedfaldet skyldes vand i sprækkerne, hvor vekslen mellem frost og tør har medvirket til, at blokken blev frigjort (Fig. 24). Overhængen er stadig kritisk, og kommende flagenedfald kan forventes. Folk må advares mod at gå ind under overhængen.

Et andet overhæng ved Klintekongens hule har været i fokus. Den øverste del af klintens moræneler rager ud over klintetoppen. Et par enkelte træer står på dette udhæng, som hælder mere og mere ud over klintetoppen (Fig. 25), og det er kun trærødderne, som forhindrer et kollaps.

Det må forventes, at et kommende stormvejr vil kunne rive træerne omkuld og få udhængen til at falde ned. Udhængen må betragtes som skredfarligt, og opsætningen af en passende, opmærksomheds påpegende hegning er foretaget. Dette skal især bemærkes, fordi stedet er et af de mest publikums besøgte områder på Stevns Klint.

Knøsen

Efter skredet ved Knøsen i 2011 tilbagestår der nogle kraftige sprækker i den nordlige kant af skredet (Fig. 29). Der vil her sandsynligvis falde yderligere et par m³ inden for den nærmeste fremtid.

Korsnæb

Rødvig kysten

Kalken er ret opsprækket, hvilket giver en typisk høj stenras nedfald. I forhold til dramatiske skred må stedet dog anses for at have en lille risiko, selvom stensras og stenskal jævnligt optræder. De yderste 250 m mod Korsnæb er karakteriseret af tre kombinerede fjeld- og jordskred, da de involverer en del morænemateriale. Det største af disse er på knap 1000 m³, og det tolkes som værende sket inden for de sidste 20 år. Da afstanden fra Fiskeleret til strandplanet er relativ kort, optræder fjeldskreddene her som typiske flagebræk (Fig. 37 & 38).

Korsnæb pynten

Der er brændingshuler med overhæng på 3-4 m (Fig. 39 & 40). Klinten er karakteriseret af stenskal fra overhængets loft. På grund af den brede forstrand, som hen mod Boesdal kalkgrav udvikler sig til en 14 m bred strandzone med ral foran en 20 m bred græsbevokset strandeng anses klinten ikke for at være eksponeret (Fig. 41).

Skeldervig og Boesdal

Ud for selve Boesdal kalkgrav ligger en gammel vold af fyld ophobet under rømning af kalkgraven. Fyldet består mest af løst pakket moræneler, og skrænten ud mod kysten er ca. 20 m høj. Denne er karakteriseret af jordskred (lerskred/landslides). Selvom de kan hæmme passage langs stranden anses de ikke for at være en risiko for færdsel på stranden.

Kyststrækningen fra Boesdal mod Peblingebrodden nordøst består af en kalkklint, som går direkte ned til havet, og som er karakteriseret ved et stort antal brændingshuler. Generelt er overhænget hen langs denne kalkklint 4-5 m, men i enkelte brændingshuler kan det være op til 10-12 m. Tykkelsen af kalken over overhænget varierer fra 15 m og ned til 6-7 m. Man normalt ikke kan færdes tørskoet langs denne klintstrækning. Risiko ved klippefald betragtes som lille. Stenskal og flagefald må forventes på de strandstykker, hvor bl.a. Stevns Fortet har sin kystadgang.

Flagbanken og Mandehoved

Flagbanken

Ved det gamle kalkbrud er der et stort udhæng, som varierer fra 6 til 9 m. Klinten kollapsede som blokfald, hvilket har et slående fortilfælde lidt længere nordpå af samme strækning (Fig. 45). Fjeldskredet må betragtes som et mellemstort skred med et volumen på et par hundrede kubikmeter. Klinten er ret eksponeret oven for en knap 10 m bred ral-belagt strandbred.

Mandehoved

Der er et betydeligt overhæng på selv Mandehoved, 7–8 m (Fig. 47), så på et kort stykke rundt om pynten er der en vis skredfare. Men generelt er kysten beskyttet af skredkegler, og erosionen pågår mest som stenskal og –ras. Der er dog et par gamle brud med overhæng og sprækker, som anses for at have risiko for fald. På disse steder er der målt overhæng på 4–6 m.

Storedal og Lilledal

Området midtvejs mellem Storedal og Lilledal har den højeste erosionsrate på Stevns Klint. Kysten rykker 38 cm ind mod land om året. Det medfører bl.a. at der hyppigt dannes overhæng af moræneler, som er meget ustabil (Fig. 57). Forståeligt nok er Trampestien her parallelforskuet 5 m ind i land, da dele af det tidligere markhegn nu står frit svævende over et hul i overhænget. Agtpågivenhed bør her udvises i den fremtidige klintmonitoring.

Tidligere har der ved Storedal være en farbar trappe-adgang fra Storedal og ned til stranden. Den nederste halvdel af denne adgangsvej er for år tilbage blevet ødelagt ved et jordskred. Det ville være en attraktion stadig at kunne benytte sig af den adgangsvej, der vil åbne denne del af klinten for publikum. Men som nævnt er området udsat for skredfare. Risikoen ved at færdes her er ikke så meget betinget af faren for skred, som falder ned, men derimod faren for at publikum træder en fod igennem det tynde overhæng af moræneler. Der er derfor al mulig grund til at støtte den foretagne indrykning af Trampesteiens forlægning

Harvig

Harvig nord

Der er en del gamle skred, og klinten har hjørner og udhæng som er skredparate. På et 100 m langt stykke er der et eksponeret stykke, hvor overhænget er under udhuling (Fig. 59). For tiden er overhænget ca. 5–6 m. Erosionsraten på dette sted er mellem 6 og 16 m/år. Så om 40 år vil klinten være eroderet ind til 10 meters dybde, hvorpå skredrisikoen anses for stor. Flagefald og stenskal vil dog jævnligt kunne ske.

Grænsen mellem lokaliteten Knøsen og den nordlige kyststrækning af Harvig ligger ved den fremstående, markante klippe, som en gang var væggen mellem to kalkbrud. På hver side af "trekanten" er der tydelige mærker efter udhugningen af bryozokalk blokke. Overhænget her er op mod 6 m, og det må forventes, at klippen kollapser som et blokfald inden for de nærmeste år (Fig. 61).

Harvig syd

Den massive mægtighed af bryozokalk (15 m) gør at klinten er relativt stabil. Så selv om overhænget virker dramatisk (Fig. 68) vil der nok gå nogle år, inden det næste blokfald indtræder. Overhænget størrelse er p.t. 3–9 m. Når det nærmer sig 12 m vil der være grund til at forvente et kollaps. Erosionsraten i bunden af Harvig er omkring 6 cm/år, hvilket sandsynligvis skyldes, at skrivekridtet her er rigt på både knoldeflint og pladeflint (Fig. 69). Så bortset fra et enkelt hjørne af et gammelt kalkbrud, som nok vil falde som et blokfald lidt tidligere, må man tro, at klinten vil holde sig stabil de kommende 50 år.

Stevns Fyr

Selve kalkklinten ved Stevns Fyr er klassificeret som et segment med den største skredrisiko. Højden af kalkklinten er her 38 m, der overlejres af 3–4 m moræneler. Syd for fyret når klippeskred mere end 60 m ud i vandet, hvilket er af dimensionen 1½ gange højden af klinten. De største blokke i fjeldskredet måler 100 m³,

Holtug kalkbrud og Kulstirenden

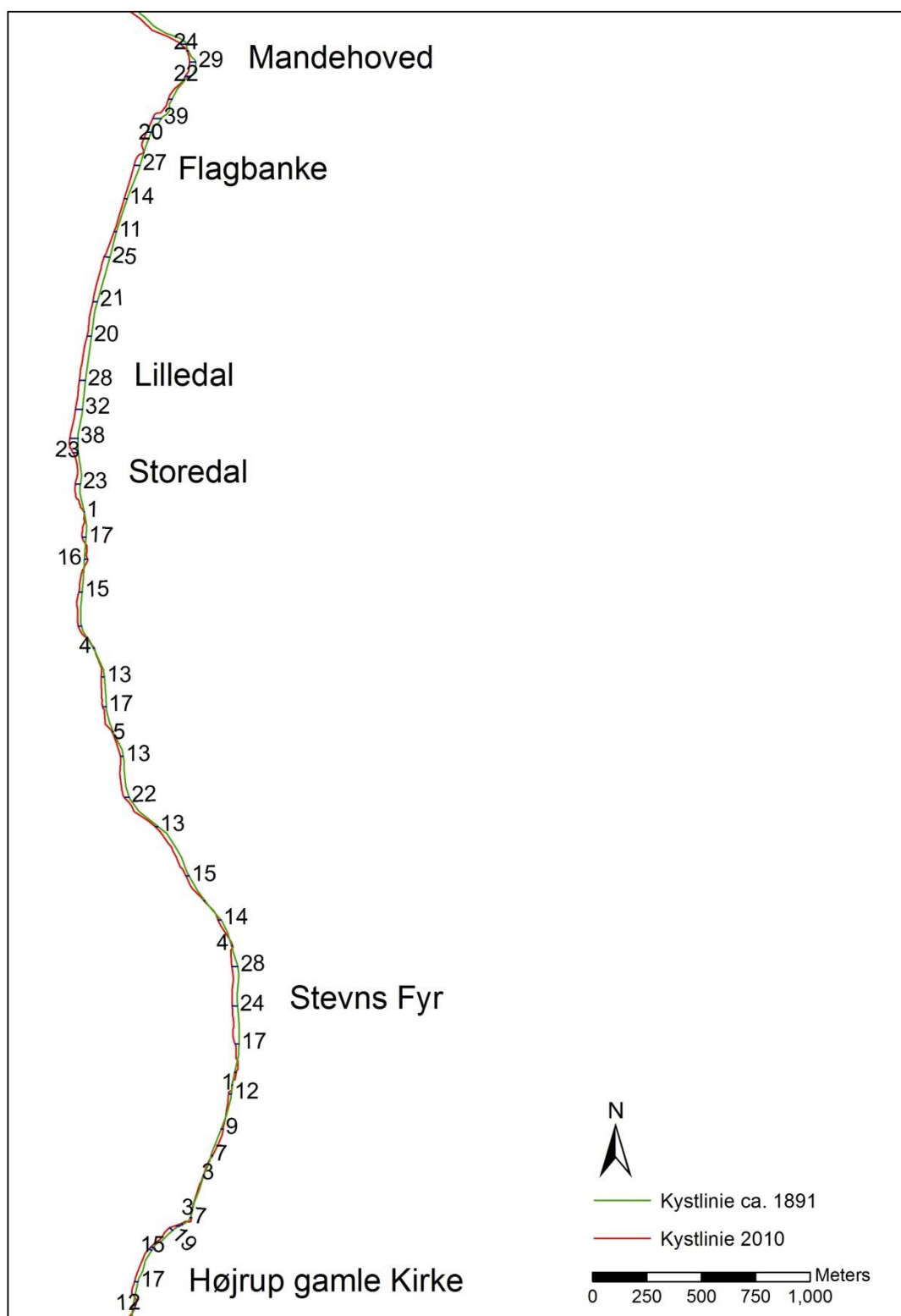
Stranden sydpå fra Holtug kalkbrud består af en relativ bred flint-rig grus og sandstrand nedenfor gamle fjeldskred bevokset med græs og buske. På nær to udspring med overhæng på op til 8 m, som nok vil blive eroderet ned ved stenskal, betragtes stranden som relativ risikofri. Nord for Holtug kalkbruddet er stranden opfyldt af flintblokke og –sten, som sammen med andet fyld fra kalkgraven er blevet tippet ud på kysten. En gammel kalkgrube 165 m NV for Holtugs nordre gravekant har udhæng på 4–5 m. disse udhæng har tendens til at kollapse ved flagebræk.

Klinten ved Præsteskov

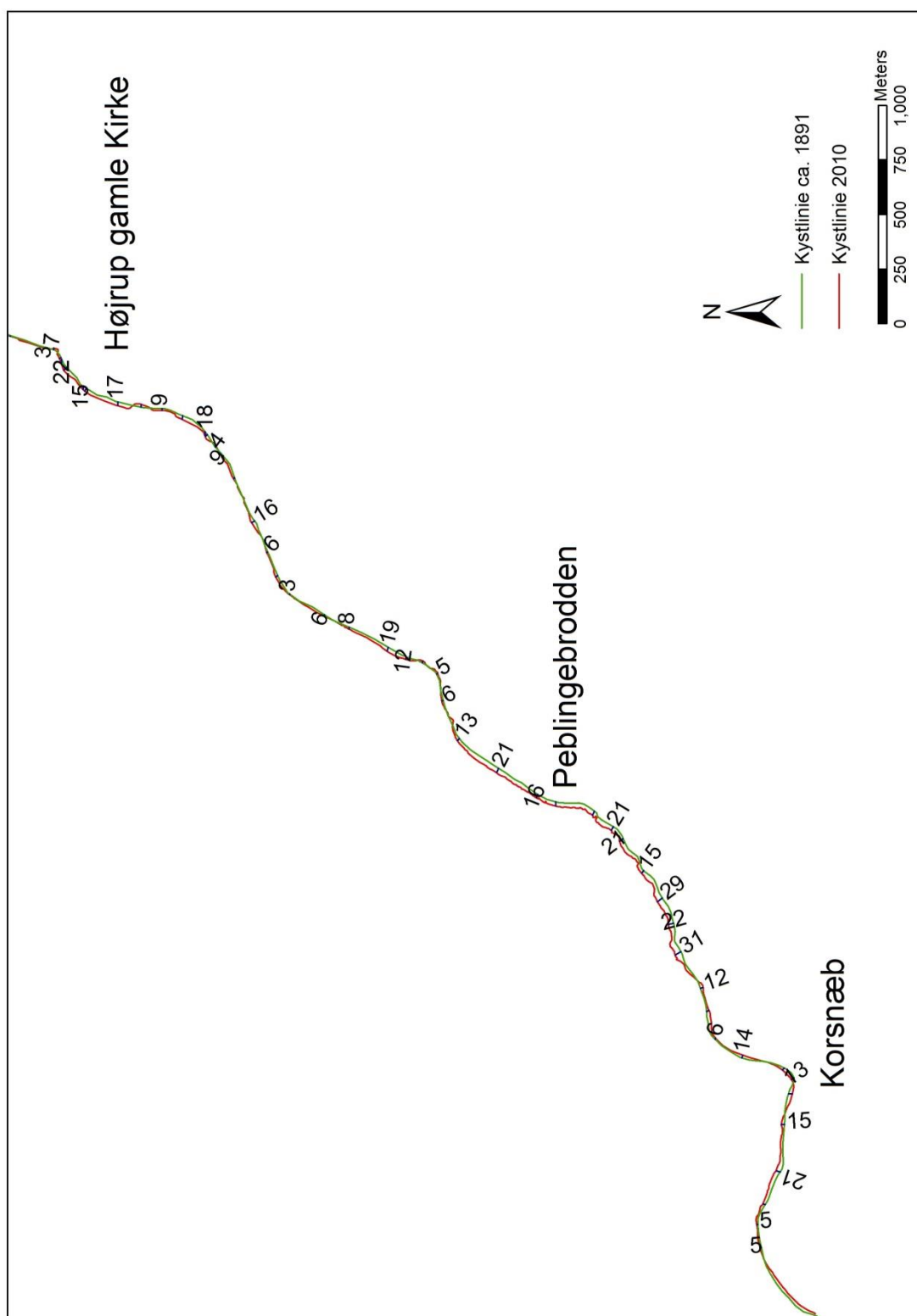
Truende overhæng ved Eskelund kan ses på fig. 81. Det er tæt ved et ældre skred. Et jordskred mod Præsteskov har forårsaget, at en del af klinten under et hus er forsvundet (fig.86), men kysten er på denne strækning sikret med blokke.

Erosionsrater

En af de væsentligste overordnede faktorer er erosionsraten. Den generelle kysterosion er beregnet ud fra kortlægningen af kystlinjen i 1891 og den seneste angivne kystlinje fra Kort- & Matrikelstyrelsen i 2010 til ca. 15 cm/år (Pedersen & Strunck 2011). Den højeste rate ligger på omkring 35 cm og forekommer på strækningen mellem Storedal og Lilledal. Men flere steder udviser kysten også akkumulation, dels på grund af skred, som stadig ligger tilbage som "bølgbrydere" på stranden, og dels på grund af aflejring af strandvolde. Det sidste er især udtalt omkring Korsnæb, hvor akkumulationsraten er 12 cm/år, mens kystudbygning ved skred ses neden for Højerup Gl. Kirke, der stadig har bevaret 12 m fremrykket kyst. Desuden har skreddet nord for Kirkevig også medført en kystfremrykning svarende til 7-9 cm/år, ligesom et par skred syd for Storedal har medført en lokal tilvækst af samme størrelsesorden. I forhold til den højeste erosionsrate langs danske kystklinter på 1,25 m pr. år ved Lønstrup Klint (Pedersen 1986), er erosionen af Stevns Klint behersket. På figur 88 og 89 ses beregnede erosionsrater for størstedelen af klinten i cm/år. Figur 88 viser klintstrækningen Mandehoved til Højerup gamle kirke, mens figur 89 viser strækningen fra Højerup gamle kirke til Rødvig.



Figur 88. Erosionsrater for Stevns Klints nordlige del. Raterne er udregnet ved afstanden mellem kystlinjen fra 1891 og kystlinjen fra 2010.



Figur 89. Erosionsrater for den sydlige del af Stevns Klint. Raterne er udregnet ved afstanden mellem kystlinjen fra 1891 og kystlinjen fra 2010.

Andre Forhold

En følge af, at klinten er på UNESCO's verdensarvsliste, er undersøgelser af mulighederne for at forbedre oplevelsen af klinten for besøgende. Et tiltag, er den fredningsag, som er rejst, hvor en række retningslinjer vil blive iværksat, hvis den går igennem.

Et andet tiltag er etableringen af et besøgscenter i Boesdal gamle kalkgrav. Der har været rejst spørgsmål, om Fiskeleret kunne blotlægges for publikum i kalkgraven. Sammenlignet med kystprofilen ville dette i givet fald medføre en rømning ned til mindst 1–2 m over havniveau. Dette kræver dog en verificering v.h.a. boringer. Et fingerpeg om grænsens beliggenhed kan ses i en boring fra 2005, som blev foretaget i kalkgraven i kote + 7 m. Grænsen blev nået 1 m under havniveau (Stemmerik et al. 2006, Surlyk et al 2013).

Et tredje tiltag, som beskrives under Stevns Fyr afsnittet i denne rapport, er mulig etablering af adgangsforhold til Fiskeleret via en trappe.

Information

Gennemgangen ovenfor viser, at der er mange klintstykker, der kan være i farezonen med hensyn til skred, store som små. Tidspunktet for hvornår et skred vil forekomme er det p.t ikke muligt at fastsætte, selv om der i teksten er foreløbige antagelser om disse forhold. Imidlertid er der relativt få tilgange til klinten, hvor det vil være passende at opsætte information om klinten: Rødvig, Boesdal, Højerup, Holtug/Kulstirenden, Sigerslev og Præsteskov. Fra disse lokaliteter er det muligt at bevæge sig mod nord eller syd, selv om dele af klinten ikke er passabel. Ved disse lokaliteter kunne opsættes skiltning og eventuelt en stander med folder på forskellige sprog om skredforhold og opførsel ved klinten.

Referencer

- Broomfield, J. 1996: Characterisation of hydrogeologically significant fracture distributions in the Chalk: an example from the Upper Chalk of southern England. *Journal of Hydrology* 184, 355-379.
- Damholt, T. & Surlyk, F. 2012: Nomination of Stevns Klint for inclusion in the World Heritage List. Kulturarvsstyrelsen, Stevns Kommune og Østsjælland Kommune, 160 sider,
- Damholt, T., Surlyk, F. & Gravesen, P. 2014: Stevns Klint- ny dansk verdensarv. *Geviden. Geologi og Geografi* nr. 3, 2-19.
- Houmark-Nielsen, M. 2007: Extent and age of Middle and Late Pleistocene glaciations and periglacial episodes in southern Jylland, Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 55, 9–36.
- Ireson, A.M., Wheeler, H.S., Butler, A.P., Mathias, S.A., Finch, J. & Cooper, J.D., 2006: Hydrological processes in the Chalk unsaturated zone – Insights from an intensive field monitoring programme. *Journal of Hydrology* 330, 29-43.
- Milthers, V. 1908: Beskrivelse til Geologisk kort over Danmark (I Maalestok 1 : 100,000). Kortbladene Faxe og Stevns Klint. Danmarks Geologiske Undersøgelse I Række, nr. 11, 291 sider + Atlas.
- Nadim, F., Pedersen, S.A.S., Schmidt-Thomé, P., Sigmundsson, F. & Engdahl, M. 2008: Natural hazards in Nordic Countries. *Episodes*, 3 (1), 176–184.
- Pedersen, S.A.S. 1986: Rubjerg klint, Rubjerg klit, årsag og virkning. *Varv* nr. 3 1986, 84–98.
- Pedersen, S.A.S. 1994: Skred på Møns Klint. *Geologisk Nyt* nr. 3 1994, 3–5.
- Pedersen, S.A.S, 2011: Rockfalls at Stevns Klint. Danmark og Grønlands Geologiske undersøgelse Rapport 2011/93, 25 sider.
- Pedersen, S.A.S., Foged, N. & Frederiksen, J. 1989: Extent and economic significance of landslides in Denmark, Faroe Islands and Greenland. In: Brabb, E.E. & Harrod, B.L.

- (eds): Landslides, Extent and Economic Significance. Balkema, Rotterdam 1989, p.153–156.
- Pedersen, S.A.S. & Gravesen, P. 2009: Structural development of Maglevandsfald: a key to understanding the glaciotectonic architecture of Møns Klint, SE Denmark. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 17, 29–32.
- Pedersen, S.A.S. & Strunck, M.N. 2011: Vurdering af fjeldskredsrisko på Stevns Klint. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2011/93, 100 sider.
- Rasmussen, H.W. 1967: Skrivekridtet og kalkstenene. In: Nørvang, A. & Meyer, T.J. (eds): Danmarks Natur, Bind I: Landskabets Opståen. Copenhagen, Politikens Forlag, 131–160.
- Rosenbom, A.E. & Jakobsen, P.R. 2005: Infrared Thermography and Fracture Analysis of Preferential Flow in Chalk. Vadose Zone Journal 4, 271-280.
- Stemmerik, L., Surlyk, F., Klitten, K., Rasmussen, S-L. & Schovsbo, N. 2006: Shallow core drilling of the Upper Cretaceous Chalk at Stevns Klint, Denmark. Geol. Surv. Denm. and Greenl. Bulletin 10, 13-16.
- Stevns Kommune, Østsjælland Museum & Kulturarvsstyrelsen, 2011: Nomination of Stevns Klint for inclusion in the World Heritage List. Appendix 4: Management Plan, nov. 2011, 93 sider.
- Surlyk, F., Damholt, T. & Bjerager, M. 2006: Stevns Klint: Uppermost Maastrichtian chalk, Cretaceous-Tertiary boundary, and lower Danian bryozoan mound complex Bulletin of the Geological Society of Denmark 54, 1–48.
- Surlyk, F., Rasmussen, S.L., Boussaha, M., Schiøler, P., Schovsbo, N.H., Sheldon, E., Stemmerik, L. & Thibault, N. 2013: Upper Campanian-Maastrichtian holostratigraphy of the eastern Danish Basin. Cretaceous Research 46, 232-256.

Indholdsfortegnelse over figurer

FIGUR 1. FOTO AF HØJERUP KIRKE MED FJELDSKRED MATERIALE VED KLINTENS FOD.	4
FIGUR 2. KORT OVER STEVNS KLINT MED DE BESKREVNE SEGMENTERS NUMRE ANGIVET MED RØDE TAL.....	6
FIGUR 3. GEOLOGISK OPBYGNING AF STEVNS KLINT. OPDELING I FORMELLE GEOLOGISKE ENHEDER	9
FIGUR 4. BLOKDIAGRAM SOM ILLUSTRERER DE GEOLOGISKE OG GEOMORFOLOGISKE ELEMENTER	11
FIGUR 5. KLINT SEKTION NORD FOR HØJERUP FRA 2010.	13
FIGUR 6. MARKANTE HORIZONTAL SPRÆKKER I SKRIVEKRIDT (FOTO: MERETE BINDERUP).	14
FIGUR 7. HORIZONTAL SPRÆKKER I SKRIVEKRIDTET SKÆRER EN NÆSTEN LODRET SPRÆKKE.	15
FIGUR 8. KLINTAFSNIT I SKRIVEKRIDT SOM ER HELT VÅDT AF GENNEMSTRØMMENDE VAND.	16
FIGUR 9. SKEMATISK PRÆSENTATION AF SKREDTYPER SOM OPTRÆDER LANGS STEVNS KLINT.	18
FIGUR 10. OVERSIGTSKORT OVER DEN SAMLEDE STRÆKNING PÅ CA. 14 KM,	19
FIGUR 11. KORT OVER STEVNS KLINT VED HØJERUP	20
FIGUR 12. FJELDSKREDET VED KLINTEGÅRD CA. 400 M NORD FOR HØJERUP GL. KIRKE, STEVNS KLINT.....	21
FIGUR 13. FLYFOTO OPTAGET APRIL 2011, SOM VISER DET GAMLE SKRED VED KLINTEGÅRD	21
FIGUR 14. ORTHOFOTO, FLYFOTO: LOBBILLEDE AF OMRÅDET OMKRING KLINTEGÅRD.....	22
FIGUR 15. ET MERE DETALJERET UDSNIT AF LOBBILLEDET, SOM VISER DEN KORTLAGTE KALKBLOKS OMRIDS.	23
FIGUR 16. UDSIGTEN FRA FODEN AF SKRÆNTEN VED HØJERUP GL. KIRKE	24
FIGUR 17. DET TILBAGESTÅENDE UDHÆNG OVEN OVER BRUDPLANET FOR KLINTEGÅRDSSKREDET.	25
FIGUR 18. ET SV-VIEW MOD KLINTEGÅRDSSKREDET.....	25
FIGUR 19. TO EKSEMPLER PÅ FLAGEFALD FRA FJELDSKREDET VED KLINTEGÅRD.....	26
FIGUR 20. TO BLOKDIAGRAMMER, SOM ILLUSTRERER SITUATIONEN FØR OG EFTER KOLLAPSET AF KLINTBLOKKEN.	26
FIGUR 21. LOKALISERINGEN AF STEDET PÅ TOPPEN AF SKREDET VED KLINTEKONGENS HULE.	27
FIGUR 22. PLADEFALDET VED KLINTEKONGENS HULE.....	28
FIGUR 23. EN LODRET SPRÆKKE MED STRYGNING PÅ 164° SKÆRER SIG OP GENNEM BRYOZOKALKEN	30
FIGUR 24. TO BLOKDIAGRAMMER DER ILLUSTRERER UDVIKLING AF FLAGENEDFALDET.	31
FIGUR 25. PÅ KLINTEKANTEN OVEN FOR KLINTEKONGENS HULE STÅR ET UDSAT TRÆ.....	32
FIGUR 26. BELIGGENHED AF LOKALITETEN KNØSEN CA. 300 M SYD FOR HØJERUP GAMLE KIRKE.	33
FIGUR 27. DETALJE OPMÅLING AF DET GAMLE KALKBRUD VED KNØSEN.	34
FIGUR 28. TO FOTO SOM VISER SKREDET VED KNØSEN FØR OG EFTER KOLLAPSET.	35
FIGUR 29. SKREDET VED KNØSEN SET FRA SYD.....	36
FIGUR 30. TO BLOKDIAGRAMMER SOM ILLUSTRERER.	36
FIGUR 31. ORTHOFOTO (DATERET 2012) AF SKREDET VED HØJERUP	37
FIGUR 32. TVÆRPROFIL AF KLINTEN VED HØJERUP GL. KIRKE UDTEGNET I 2016.....	38
FIGUR 33. KOPI AF FOTO FRA MILTHERS' (1908) KORTBLADSBEKRIVELSE AF FAXE OG STEVNS KLINT,	39
FIGUR 34. OVERJORDSDYNGER MED FYLDMATERIALE I DET GAMLE KALKBRUD VED HØJERUPLUND.....	40
FIGUR 35. KORT OVER OMRÅDET VED KORSNÆB. DETALJERNE VEDRØRENDE DE FOTOGRAMMETRISKE LINJER.	41
FIGUR 36. FÅ HUNDREDE METER FRA RØDVIG ER FISKELERET BLOTTET I KLINTEN.....	42
FIGUR 37. TO BLOKDIAGRAMMER SOM VISER DEN SIMPLIFICEREDE MODEL FOR FLAGEBRÆK.....	43

FIGUR 38. VED DEN YDERSTE DEL AF RØDVIG KLINTEN FINDES ET TYPISK EKSEMPEL PÅ FLAGEBRÆK.	43
FIGUR 39. UDTEGNING AF KYSTKLINTENS TEMALINJER OMKRING KORSNÆB..	44
FIGUR 40. KYSTPYNTE KORSNÆB HAR DEN STØRSTE KYSTTILVÆKST.....	44
FIGUR 41. STRANDVOLDSSYSTEMET FORAN DEN NU MODNE KYSTKLINT UD MOD SKELDERVIG.....	45
FIGUR 42. DET MARKANTE GENNEMGÅENDE SPRÆKESYSTEM MED RETNINGEN 40°/80° NV.....	45
FIGUR 43. DET MARKANTE ØSØ-STRYGENDE SPRÆKESYSTEM SOM STYRER KLINTKYSTENS.....	46
FIGUR 44. FJELDSKREDET VED FLAGBANKEN 29/12-2014	47
FIGUR 45. FJELDSKREDET VED FLAGBANKEN 29. DECEMBER 2014,.....	48
FIGUR 46. ET MEGET KARAKTERISTISK BLOKFALD.	48
FIGUR 47. PYNTE MANDEHOVED VED FLAGBANKEN PÅ SYDSIDEN AF KØGE BUGT MOD NORD.	49
FIGUR 48. KORT OVER OMRÅDET VED STOREDAL OG LILLEDAL.....	50
FIGUR 49. FLYFOTO AF OMRÅDET MELLEM STOREDAL OG LILLEDAL OPTAGET APRIL 2011	50
FIGUR 50. GEOLOGISK TVÆRPROFIL AF OMRÅDET MELLEM STOREDAL OG LILLEDAL.	51
FIGUR 51. VIEW MOD STOREDAL, HVOR BRYOZOKALKEN BØJER OP I FLANKEN AF DEN BREDE ANTIKLINAL.	51
FIGUR 52. FOLDEDE FLINTLAG I SKRIVEKRIDTET MELLEM LILLEDAL OG STOREDAL.	52
FIGUR 53. KLINTEN MED SKRIVEKRIDT NEDEN FOR STOREDAL.	52
FIGUR 54. NORMALFORKASTNINGEN LIDT NORD FOR STOREDAL.	53
FIGUR 55. PÅ NORMALFORKASTNINGSPLANET.....	53
FIGUR 56. KLINTEN MELLEM STOREDAL OG LILLEDAL SET MOD SIGERSLEV.	54
FIGUR 57. FÆRDELSE LANGS DET TIDLIGERE FORLØB AF TRAMPESTIEN	55
FIGUR 58. KORT OVER HARVIG MED ANGIVELSE AF TEMALINJER, DER BLEV OPMÅLT I 2011.	57
FIGUR 59. DEN NORDLIGE DEL AF HARVIG KYSTSTRÆKNINGEN HAR PÅ DET CENTRALE STYKKE.....	58
FIGUR 60. DET DETALJEREDE KORT OVER LINJEUDETEGNINGEN LANGS DEN NORDLIGE KYSTSTRÆKNING	58
FIGUR 61. DEN NØ-LIGE BEGRÆNSNING AF HARVIGS NORDLIGE KYSTSTRÆKNING	59
FIGUR 62. SPRÆKKERETNINGERNE I HARVIG PRÆSENTERET I ET ROSEDIAGRAM DIAGRAM..	59
FIGUR 63. ET EKSEMPEL PÅ SPRÆKKERELATION BLOTTET PÅ ABRASIONSFLADEN AF SKRIVEKRIDT	60
FIGUR 64. ET AF DE STYRENDE SPRÆKESYSTEMER I HARVIG ER DET ANASTOMOSERENDE SYSTEM	60
FIGUR 65. ET EKSEMPEL PÅ NØ-SV STRYGENDE ANASTOMOSERENDE, STEJLTSTÅENDE SPRÆKKER	61
FIGUR 66. ET TYPISK EKSEMPEL PÅ BLOKFALD I DEN INDRE DEL AF HARVIG.	61
FIGUR 67. TO EKSEMPLER PÅ FØRSTE ORDENS SPRÆKKER I HAVBUNDEN UD FOR STEVNS KLINT.	62
FIGUR 68. DEN SYDLIGE KYSTSTRÆKNING AF HARVIG. UMIDDELBART NORD FOR STIGE-TRAPPEN.....	63
FIGUR 69. DEN INDRE DEL OG SYDKLINTEN AF HARVIG. BRYOZOKALKEN ER HER RET TYK (15 M),	63
FIGUR 70. EN MASSIV BÆNK AF KNOLDEFINT LIGGER VED FODEN AF KLINTEN I DET INDRE HARVIG	64
FIGUR 71. I TOPPEN AF SKRIVEKRIDTET FINDES EN MARKANT BÆNK AF KNOLDEKALK.....	64
FIGUR 72. STEVNS FYR STÅR PÅ DET HØJESTE PUNKT LANGS STEVNS KLINT, KNAK 42 M O.H.....	65
FIGUR 73. KORT OVER OMRÅDET VED STEVNS FYR.	66
FIGUR 74. BLOKDIAGRAM SKITSE AF ET FORSLAG TIL EN ADGANGSVEJ NED TIL FISKELERET VED STEVNS FYR.	66
FIGUR 75. DETALJE KORT OVER FORHOLDENE LIGE SYD FOR STEVNS FYR.....	67
FIGUR 76. FLYFOTO OPTAGET APRIL 2011 AF DET GAMLE KALKSTENSBRUD OG DET GAMLE SKRED.	67

FIGUR 77. ORTHOFOTO-KORT OVER OMRÅDET MELLEM HOLTUG GAMLE KALKBRUD OG KULSTIRENDEN	68
FIGUR 78. KULSTIRENDEN ER DEN ENESTE SLUGT, SOM NATURLIGT FØRER NED TIL STRANDEN VED STEVNS KLINT.	69
FIGUR 79. KLINTPARTIET MELLEM HOLTUG GAMLE KALKBRUD OG KULSTIRENDEN.	69
FIGUR 80. KORT OVER DEN NORDLIGSTE DEL AF STEVNS KLINT FRA KULSTIRENDEN TIL BØGESKOV HAVN.	70
FIGUR 81. SKRIVEKRIDTET VED ESKELUND PYNT HAR EN TYKKELSE PÅ CA. 10 M.....	71
FIGUR 82. DE HORIZONTAL SPRÆKKER I SKRIVEKRIDTET	71
FIGUR 83. SKRIVEKRIDTET VED ESKELUND PYNT ER STÆRKT OPSPRÆKKET OG BRECCIERET.....	72
FIGUR 84. OVERGANGEN MELLEM SKRIVEKRIDT OG KVARTÆRE AFLEJRINGER MARKERES VED ESKELUND PYNT	73
FIGUR 85. ET EKSEMPEL PÅ EN FJERN-TRANSPORTERET KALK-GLACITEKTONIT MELLEM TO BÆNKE AF MORÆNELER.	73
FIGUR 86. I DEN CENTRALE DEL AF PRÆSTESKOV KLINT ER LAGENE AF MORÆNELER.....	74
FIGUR 87. KLINTEN VED PRÆSTESKOV PÅ DEN NORDLIGE DEL AF STEVNS BESTÅR AF KVARTÆRE AFLEJRINGER.....	74
FIGUR 88. EROSIONSRATER FOR STEVNS KLINTS NORDLIGE DEL.	80
FIGUR 89. EROSIONSRATER FOR DEN SYDLIGE DEL AF STEVNS KLINT.	81