

Landskredsaktivitet udløst af jordarbejde ved Brejning, Vejle Kommune

Kristian Svennevig, Marie Keiding,
Samuel P. Jackson & Erik Skovbjerg Rasmussen

Landskredsaktivitet udløst af jordarbejde ved Brejning, Vejle Kommune

Kristian Svennevig, Marie Keiding,
Samuel P. Jackson & Erik Skovbjerg Rasmussen

Baggrund

Den 2. april 2025 blev Vejle Kommune opmærksom på et omfattende jordarbejde, der havde medført ændringer af terrænforholdene inden for strandbeskyttelseslinjen ved Gauerslund Skovvej 117, 7080 Børkop (matrikelnummer 22c) nordøst for Brejning (55.6694°N, 9.6949°Ø) (Figur 1). Kommunen anmodede herefter GEUS om en faglig vurdering, som blev fremsendt pr. mail den 4. april 2025. Vurderingen er vedlagt i Bilag B til nærværende rapport og indeholder nogle generelle betragtninger af relevans for sagen. Den 7. april foretog kommunen en opmåling af lokaliteten.

Sideløbende blev sagen indberettet til Kystdirektoratet, som foretog en besigtigelse af området den 23. april 2025, dokumenteret i Kystdirektoratets besigtigelsesnotat.

På baggrund af sagens udvikling anmodede kommunen konsulentvirksomheden GEO-TECTO om en mere detaljeret undersøgelse af landskredet, hvilket resulterede i en rapport udfærdiget i maj 2025 (Pedersen, 2025).



Figur 1. Dronebillede kiggende mod sydvest af området ved Gauerslund Skovvej taget den 20. juni 2025. Bagvæggen af det naturlige landskred er vist med en gul stiplede linje. Området, hvor jordarbejdet har udløst landskredsaktivitet, er markeret med rød stiplede linje. Den udløste skredaktivitet ses blandt andet i form af et 2 m opløft af stranden midt i billedet markeret med en hvid pil. Foto fra GEUS.

Om redegørelsen

Den 6. juni 2025 bestilte Kystdirektoratet en rapport fra GEUS med følgende formål:

- fastlægge en baseline for skred i området baseret på historiske data for at undersøge hvordan skredet har udviklet sig naturligt før det blev forstyrret i foråret 2025.
- påvise hvilke konsekvenser de nylige anlægsaktiviteter har haft for skredaktiviteten, baseret på nye data fra Kystdirektoratet (dronedata) samt feltbesigtigelse af GEUS.
- pege på hvordan området kan genetableres med henblik på det naturlige skred inklusive overvejelser om, hvordan spuns, afgravning og vegetation påvirker skredet.

Svarene på ovenstående er givet og uddybet i denne rapport baseret på analyser af fjerndata samt feltbesigtigelse den 20. juni 2025. GEUS leverer en geologisk faglig vurdering af landskabet og landskreddene i området uden skelen til forvaltnings- og lovgivningsmæssige rammer etc., som ligger udenfor GEUS' ekspertise.

Indholdsfortegnelse

Indledning	5
Datagrundlag	7
Landskredet ved Gauerslund Skovvej.....	9
Geologiske observationer af skredmekanismen	9
Landskreddets naturlige udvikling frem til marts 2025.....	9
Landskreddets udvikling under og efter jordarbejdet	12
Terrænændringer udenfor matrikelnummer 22c.....	16
Tabte naturværdier som følge af jordarbejdet.....	17
Muligheder for genetablering af det aktive landskred.....	19
Konklusioner og anbefalinger.....	22
Referencer.....	23
Bilag A. Differentialhøjdemodeller	24
Bilag B. GEUS' udtalelse til Vejle Kommune 4. april 2025	25

Indledning

Et landskred defineres som en geologisk masse, der under påvirkning af tyngdekraften bevæger sig ned ad en skråning. I Danmark er der identificeret op mod 3.900 landskred, hvoraf mange forekommer langs kyststrækninger (Svennevig et al. 2020; Luetzenburg et al. 2022). Landskreddet neden for Gauerslund Skovvej 117 er kendt fra denne kortlægning og kan ses på GEUS' landskredsportal (<https://data.geus.dk/landskred/>) (Figur 2).

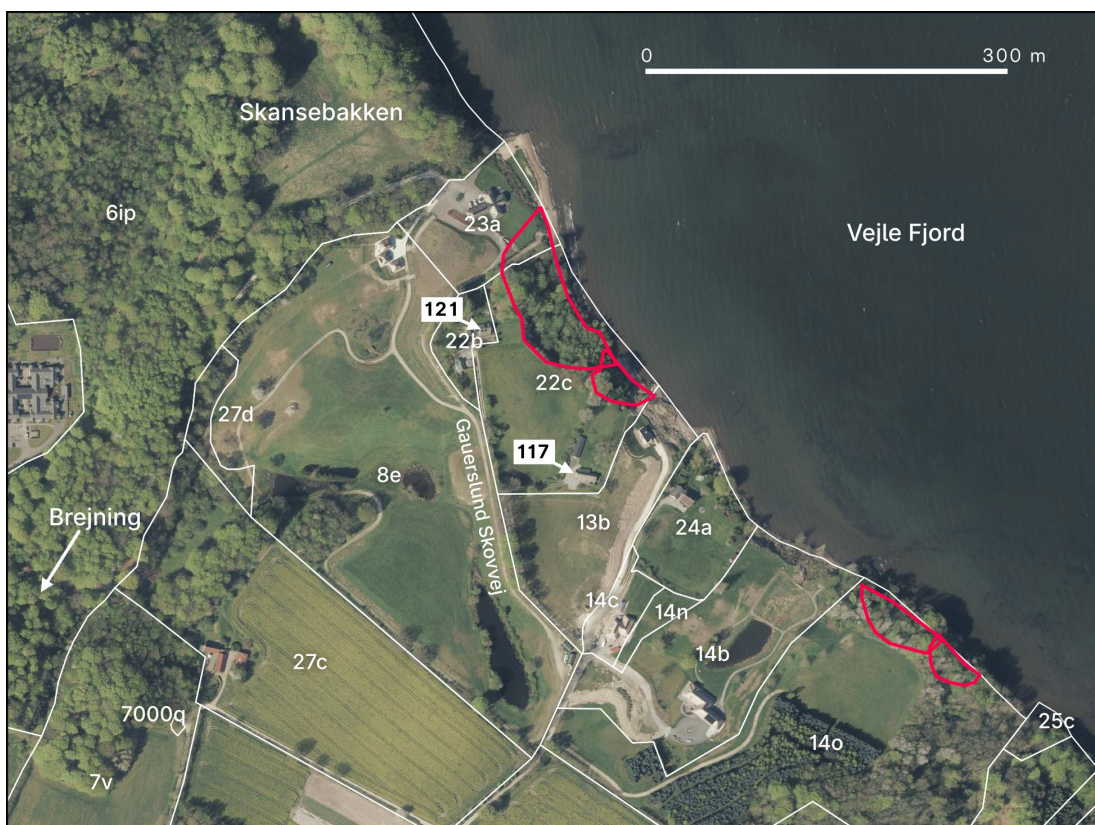
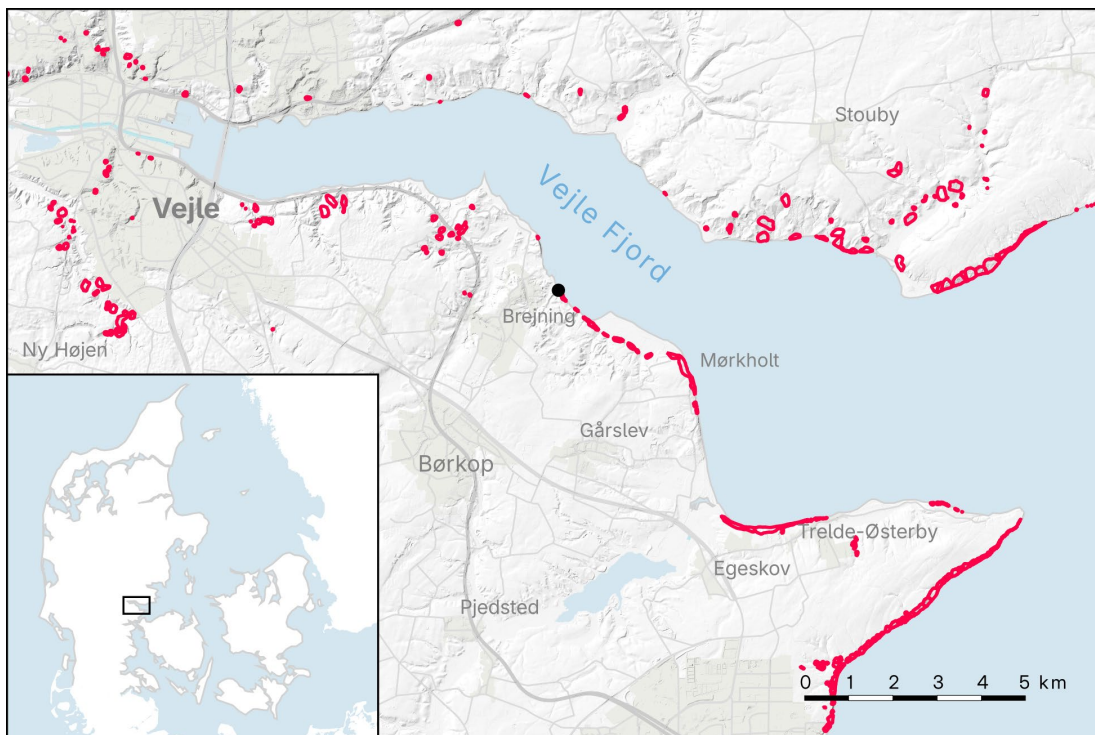
Landskred i Danmark er særligt følsomme over for ændringer i grundvandsstanden og aktiveres typisk, når grundvandet står højt. En nylig videnskabelig undersøgelse har påvist, at der er øget aktivitet i vintre med høj grundvandsstand i nogle landskred ved udmundingen af Vejle Fjord (ved Mørkholt, ca. 3 km sydøst for Gauerslund Skovvej) (Svennevig et al. 2024c). GEUS vurderer, at der generelt vil være øget aktivitet i landskred i Danmark i fremtiden som følge af klimaforandringerne, der vil medføre generelt højere grundvandsstand.

Lokal geologi og stratigrafi

Ved Brejning er den prækvartære lagserie blottet flere steder langs kysten. Lagserien består nederst af Søvind Mergel Formationen (mellem Eocæn alder), der ofte findes tæt under havniveau. Herover følger den ca. 3 m tykke Brejning Formationen (sen Oligocæn alder), som igen overlejres af den nedre del af Vejle Fjord Formationen (tidlig Miocæn alder), nærmere bestemt Skansebakke Leddet (Rasmussen et al. 2010). Skansebakke Leddet var tidligere opdelt i Vejle Fjord Ler (5,5 m) og Vejle Fjord Sand (14 m) (Larsen og Dinesen 1959). Denne lagfølge er vidt udbredt i Vejle Fjord-området med typelokaliteten ved Skansebakken, der af (Larsen og Kronborg 1994) beskrives som en lokalitet af national geologisk interesse. Eriksen (1937) har tidligere beskrevet lagene blottet i landskreddets bagvæg som den samme succession som ved Skansebakken.

Lagenes hydrogeologiske egenskaber og mineralogi

Søvind Mergel Formationen, Brejning Formationen og Vejle Fjord Leret er finkornede og fungerer derfor som lag, som grundvandet kun dårligt eller slet ikke kan sive igennem. De har dog væsentlige forskelle i bjergartsegenskaber. Søvind Merglen indeholder op til 60 % smektit, 20 % kaolinit og 20 % illit (Heilmann-Clausen et al. 1985), hvilket gør den til en meget effektiv grundvandsbarriere pga. høj impermeabilitet. Det høje indhold af smektit gør leret stærkt plastisk. Brejning Formationen består primært af kaolinit og illit i omtrent lige store andele, men domineret af kaolinit. Leret i Skansebakke Leddet (Vejle Fjord Leret) består af op til 60 % finkornet kvarts (Rasmussen 1995) samt kaolinit og illit, men har ingen plastiske egenskaber på grund af manglen på smektit. Den øvre del af Skansebakke Leddet er rig på sand med vekslende sand- og lerlag med sandlag, der er op til 75 cm tykke, hvilket lokalt gør denne del til en tynd akvifer, hvor grundvandet let flyder igennem.



Figur 2. Øverst: Vejle Fjord med landskred fra Landskredsportalen vist med rødt. Den sorte prik viser området omkring Gauerlund Skovvej. Nederst: Gauerlund Skovvej ved Brejning med matrikelnumre og kortlagte landskred fra landskredsportalen vist med rødt. Baggrundsbilledet er fra foråret 2024 fra før jordarbejdet på matrikelnummer 22c begyndte. Gauerlund Skovvej 117 og 121, der er nævnt i teksten, er markeret. Baggrundkortene er fra Klimadatastyrelsen.

Datagrundlag

Metodikken følger samme fremgangsmåde som ved GEUS' arbejde med det store jordskred ved Nordic Waste (Keiding et al. 2024; Svennevig et al. 2024a,b). Nedenfor beskrives de forskellige typer af data, som denne redegørelse bygger på. Data er opsummeret i Tabel 1.

Danmarks højdemodel

Klimadatastyrelsen har i årene 2007, 2015 og 2023 produceret digitale højdemodeller for området baseret på LiDAR-opmålinger fra fly. Højdemodellerne har en opløsning på henholdsvis 160, 40 og 40 cm. Særligt de nyere højdemodeller med 40 cm opløsning er meget velegnede til analyse af overfladens morfologi.

Ortofotos

Hvert forår siden 2015 har GeoDanmark i et samarbejde mellem Klimadatastyrelsen og landets kommuner indsamlet landsdækkende luftfotos, som efterbehandles til brug for kortfremstilling. Ortofotoene har en opløsning på 10 cm eller 12,5 cm.

Terrænbevægelser fra satellit (InSAR)

Ved hjælp af radarmålinger fra InSAR-satellitter kan terrænbevægelser måles med få millimeters præcision per år. The European Ground Motion Service (EGMS) er en frit tilgængelig tjeneste for terrænbevægelser i 2019–2023, baseret på Sentinel-1-satellitten fra Den Europæiske Rumorganisation (ESA). Radaren måler refleksioner fra hårde objekter, hvorfor metoden kun giver data dér, hvor der f.eks. er en vej eller et hustag, som reflekterer radarsignalerne. I området ved Gauerlund Skovvej er det primært datapunkter fra huse og andre konstruktioner, som giver refleksioner, mens der ikke er refleksioner fra bevoksede områder samt bar jord. InSAR-data kan ses i EGMS' webtjeneste (<https://egms.land.copernicus.eu/>).

Droneopmålinger

For at kvantificere de nylige ændringerne i terrænet er der foretaget to opmålinger af landskabet fra drone henholdsvis den 7. april 2025 af Vejle Kommune og den 20. juni 2025 af Kystdirektoratet. Vejle Kommunes droneopmåling fra den 7. april 2025 er foretaget fem dage efter kommunen blev opmærksom på terrænændringerne. Data er processeret til et ortofoto samt en digital terrænmodel i en pixelopløsning på 4 cm. Den dækker et forholdsvist lille område på 135*165 m, hvor de nylige terrænændringer er foretaget. Kystdirektoratets droneopmåling fra den 20. juni 2025 er ligeledes processeret til et ortofoto i 1 cm opløsning og en terrænmodel i 2,5 cm opløsning.

Differentialhøjdemodeller

GEUS har til denne udredning produceret differentierede højdemodeller ved at trække Klimadatastyrelsens højdemodeller fra årene 2007, 2015 og 2023 samt terrænmodellerne fra de nyligt indsamlede droneopmålinger fra hinanden. Med disse modeller kan vertikale ændringer i terrænet kortlægges, og landskreddets naturlige udvikling frem til marts-april 2025 samt terrænændringer kvantificeres. Differentialhøjdemodellerne er vedlagt i Bilag A.

National landskredskortlægning

På oversigtsfiguren i Figur 2 er landskred fra GEUS nationale landskredskortlægning (frigivet i 2020) vist. Både aktive og inaktive skred er kortlagt baseret på deres morfologi som den kommer til udtryk i Danmarks højdemodel. Kortlægningen er frit tilgængelig på <https://data.geus.dk/landskred/>.

Feltbesigtigelse

For at validere observationerne fra fjerndata og gøre mere detaljerede observationer besøgte fire geologer fra GEUS feltlokaliteten den 20. juni 2025. Til stede var også fire medarbejdere fra Kystdirektoratet.

Tabel 1: Data anvendt i nærværende rapport

Datatype	Kilde	Specifikationer	Anvendelse
Højdemodel	Klimadatastyrelsen	2007 (160 cm opløsning), 2015 og 2023 (40 cm opløsning)	Skredmorfologi, terrænændringer
Ortofoto	GeoDanmark	2015–2024, optages hvert forår (ca. 1. marts – 1. maj). Opløsningen er 12,5 cm.	Terrænændringer
Ortofoto	Miljøstyrelsen	DDO@land, 1954 (25 cm opløsning)	Skredudvikling langt tilbage i tiden
InSAR	European Ground Motion Service (EU)	2019–2023, tidsserier fra fire satellitbaner med data hver 6–12 dag	Terrænbevægelser, især omkring bygninger
Droneopmålinger	Vejle Kommune, Kystdirektoratet	7. april 2025, ortofoto og terrænmodel i 4 cm opløsning (Vejle Kommune) 20. juni 2025, ortofoto i 1 cm opløsning og terrænmodel i 2,5 cm opløsning (Kystdirektoratet)	Skredmorfologi, terrænændringer
Differentialhøjdemodeller	Produceret af GEUS på baggrund af højdemodeller og droneopmålinger	2007–2015, 2015–2023, 2023–07.04.2025, 07.04.2025–20.06.2025	Skredmorfologi, terrænændringer
Kortlagte landskred	GEUS https://data.geus.dk/landskred/	GEUS' nationale landskredskortlægning	Identifikation af landskred

Landskreddet ved Gauerslund Skovvej

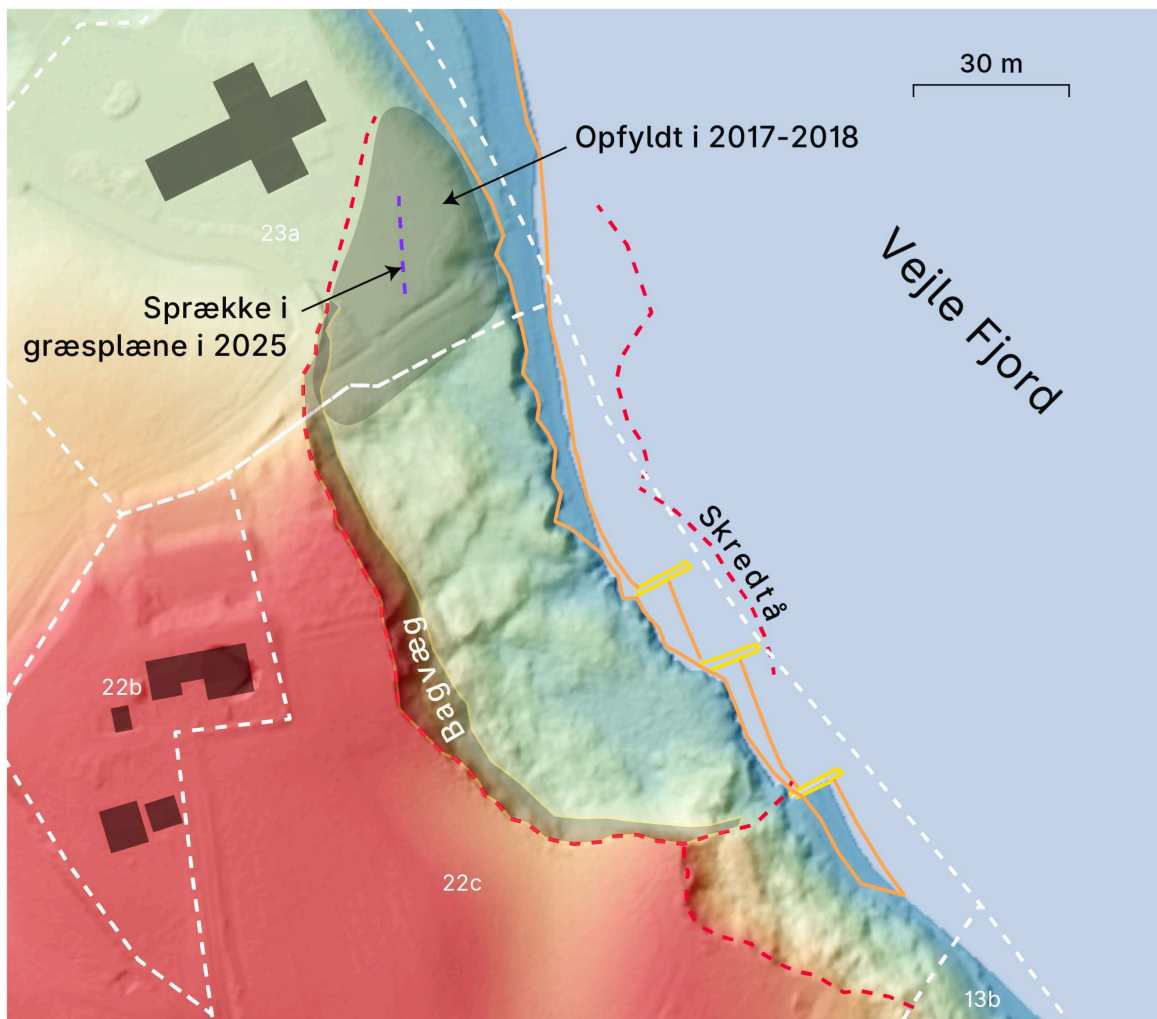
Landskabet omkring Gauerslund Skovvej ved Brejning er kuperet med op til 25 m høje bakker. Ned mod kysten ved Vejle Fjord danner det egentlige klinger eller stejle skråninger. Her var der, før jordarbejdet, et stort og karakteristisk aktivt landskred med stejle skråninger samt i umiddelbar forlængelse sydøst herfor et mindre landskred.

Geologiske observationer af skredmekanismen

Ved feltbesigtigelsen den 20. juni 2025 ses subhorizontale sedimentære lag blottet i landskreddets bagvæg. Øverst ses et 4–5 m tykt lag af kvartære istidsaflejringer. Under dette ses lag af sand og mørkere finkornede lag fra Vejle Fjord Formationens Skansebakke Led (Vejle Fjord Sand) fra 11 til 18 m højde. Nede ved stranden øst for landskreddets bagvæg ses mørke lag af Brejning Formationen direkte overlejre den lyse meget plastiske Søvind Mergel Formation i vandkanten. Det vurderes, at det er den plastiske Søvind Mergel Formation, der er den geologiske grund til at det naturlige landskred er udviklet.

Landskreddets naturlige udvikling frem til marts 2025

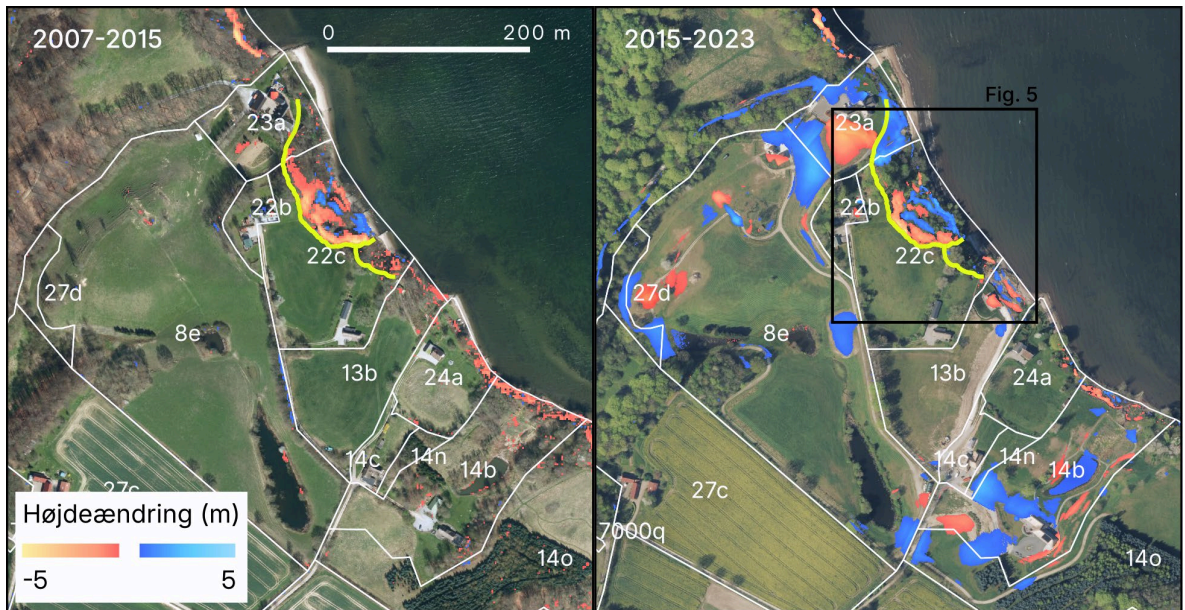
Landskreddet ved Gauerslund Skovvej 117 - herefter betegnet landskreddet - er beliggende på matrikelnummer 23a og 22c og strækker sig ca. 140 m langs kysten (Figur 3). Landskreddet ses tydeligt i Danmarks højdemodel fra 2023 som en stejl, op til 12 m høj og kurvet bagvæg 50 m inde i landet fra kysten, ovenfor en ujævn flade, der hælder jævnt imod havet. Terrænet i den nordlige ende af landskreddet på matrikelnummer 23a er stærkt modificeret pga. tilførsel af jord i forbindelse med et tidligere byggeprojekt i 2017–2018. Det naturlige forløb af landskreddet ses dog i ortofotos og højdemodeller indtil 2017. På havbunden ud for landskreddet ses et kurvet mørkt lineament, der antages at udgøre landskreddets udbredelse til havs i form af skredtåen. Et mindre landskred strækker sig over 40–50 m langs kysten umiddelbart syd for det store landskred.



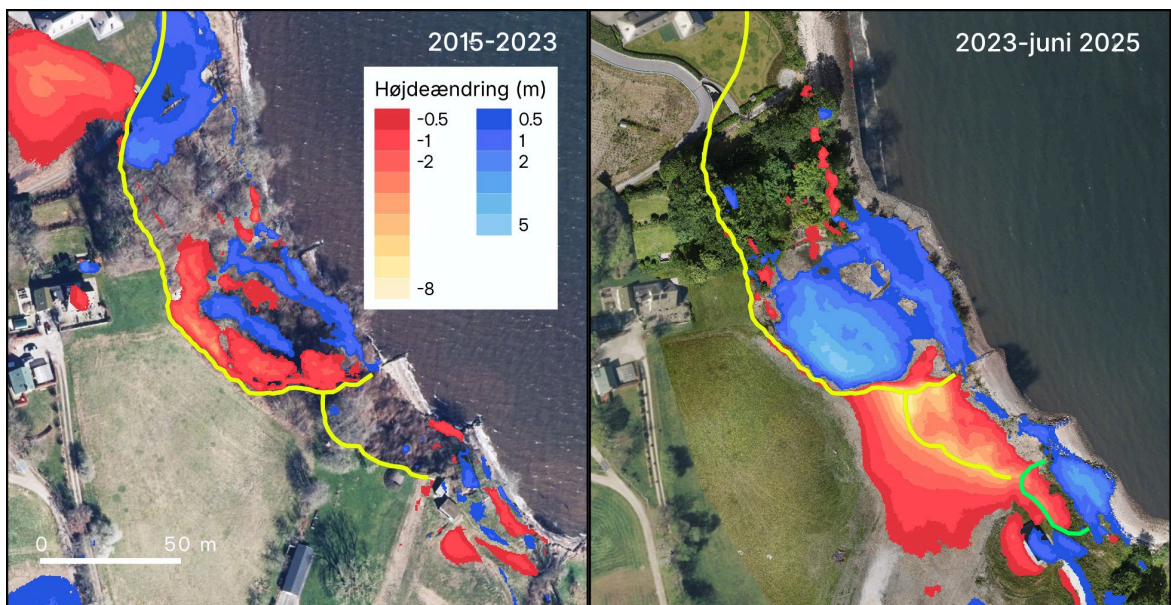
Figur 3. Højdemodel med kortlagte skredstrukturer fra 2023 før jordarbejdet i marts-april 2025. Røde farver er op til 20 m højt terræn. Stranden er markeret med orange linjer, høfder med gule og skredtå og top af bægvæg med røde stiplede linjer. Den stejle bægvæg er vist med grå skygge. Matrikelgrænser er markeret med hvide stiplede linjer. En sprække i det opfyldte område i den nordlige del af landskredet observeret i højdemodellerne for 2023 og 2025 er markeret med lilla stiplede linje. Et mindre skred i den sydlige del af området er også markeret med rød stiplede linje. Bygninger er vist med mørke aftegninger. Baggrundkortet er fra Klimadatastyrelsen.

I differentialhøjdemodellen fra 2007–2015 samt fra 2015–2023 ses tydelig bevægelse i landskredet i form af indsynkning neden for bægvæggen og opløft nær kysten (Figur 4 og 5). Dette bevægelsesmønster samt det kurvede forløb af bægvæggen og skredtåen til havs viser, at der er tale om et såkaldt rotationsskred. Et rotationsskred vil være selvstabiliserende, hvilket vil sige at de vil være karakteriseret ved langvarig skredaktivitet over årtier til århundrede, hvor landskredet typisk vil være mest aktivt, når grundvandet står højt.

Det lille landskred umiddelbart mod syd viser kun meget begrænsede tegn på bevægelse i differentialhøjdemodellerne.



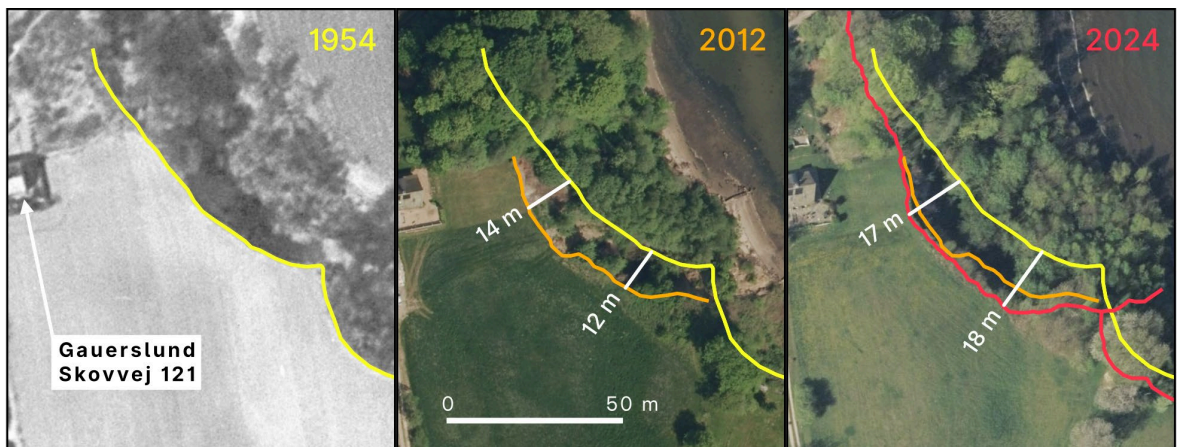
Figur 4. Differentialhøjdemodeller for 2007–2015 (til venstre) og 2015–2023 (til højre), der viser landskreddets udvikling før jordarbejdet samt terrænændringer større end en halv meter på nærliggende matrikler. Landskreddene ved Gauerslund Skovvej er markeret med gult. Den sorte firkant viser detaljeudsnittet på Figur 5. Baggrundsbillederne er ortofotos fra Klimadastyrrelsen.



Figur 5. Differentialhøjdemodeller for 2015–2023 (til venstre) samt for 2023–2025 (til højre), der viser terrænets udvikling i området i de to tidsintervaller. De gule omrids er afgrænsningen af henholdsvis det store landskred og det mindre syd herfor. Før 2023 ses bevægelserne i det naturligt aktive landskred midt i billedet til venstre. Mod nord ses menneskabte terrænændringer på matrikel 23a, hvor landskreddet er blevet fyldt op. På billedet til højre (2023–2025) ses terrænændringerne pr. juni 2025 med markante ændringer som følge af jordarbejdet i marts-april 2025. Mod syd ses desuden terrænændringer foretaget i forbindelse med opførelse af et nyt hus på matrikelnummer 13b, hvilket udløste to mindre landskred i 2022–2024 (markeret med grønt og beskrevet nedenfor). Baggrundsbillederne er ortofotos fra henholdsvis 2023 fra Klimadastyrrelsen og 2025 fra Kystdirektoratets droneflyvning.

Det ses ofte, at bagvæggen af et rotationsskred langsomt æder sig længere ind i land – såkaldt retrogressiv bevægelse. Landskredet ved Gauerslund Skovvej har haft en retrogressiv bevægelse over lang tid, hvilket ses af, at bagvæggen i 1954 lå op til ca. 20 m tættere på kysten end i dag. Det svarer til en årlig retrogressiv bevægelse på op til 25 cm pr. år (Figur 6).

InSAR-data fra bygningerne ved Gauerslund Skovvej 121 viser, at der ikke kunne registreres bevægelser af disse bygninger i perioden 2019–2023.

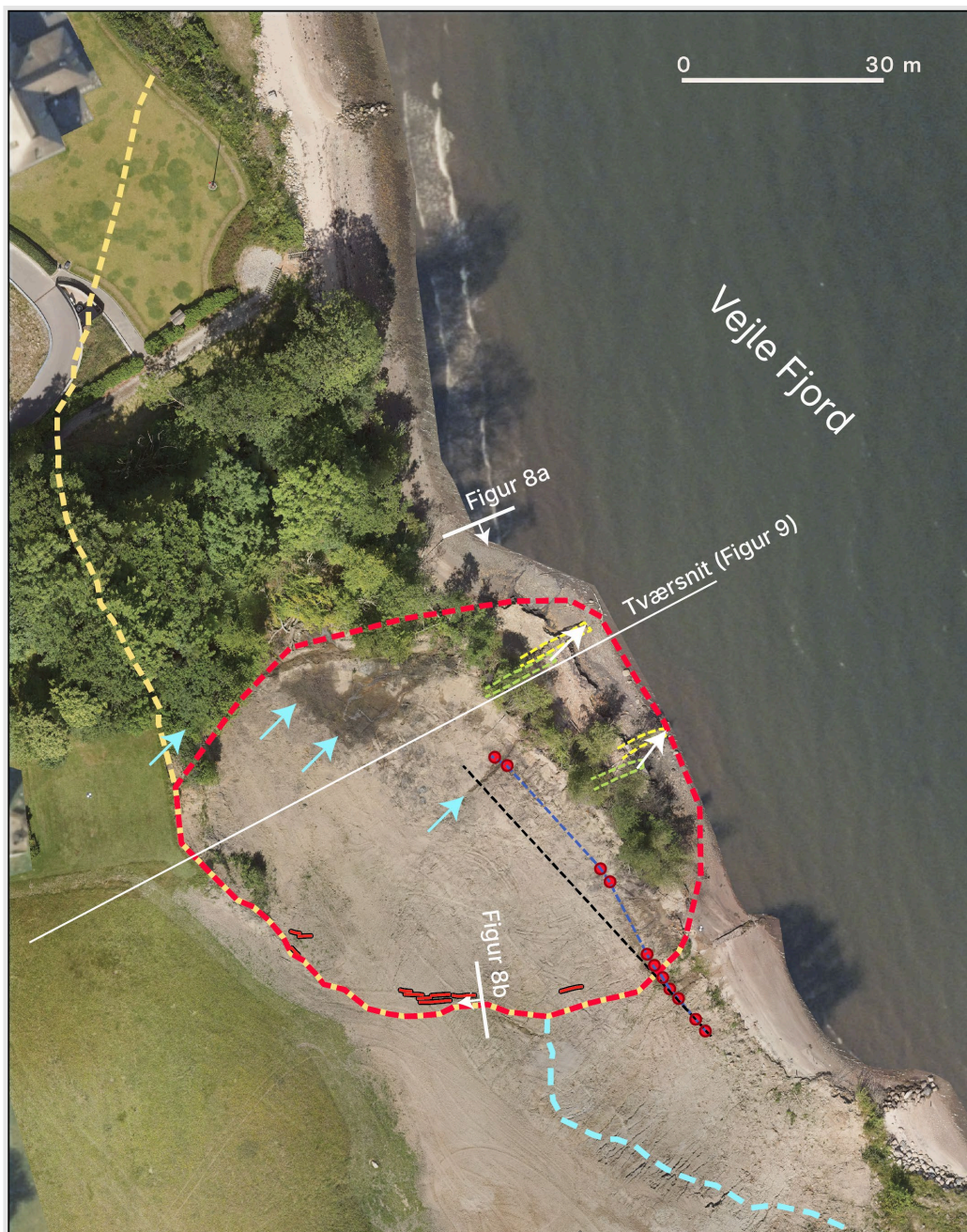


Figur 6. Ortofotos fra 1954, 2012 og 2024, der viser landskreddets løbende retrogressive udvikling. Baggrundsbillederne er ortofotos fra Miljøstyrelses DDO@land og Klimadatastyrelsen.

Landskreddets udvikling under og efter jordarbejdet

Baseret på differentialhøjdemodellen fra 2023 til 2025 (Figur 5 til højre) kan volumenerne af den flyttede jord beregnes. Ca. 7.600 m³ jord er gravet af en bakke samt den øvre del af det mindre landskred lige sydøst for landskredet. Indenfor landskredet viser beregningerne, at omkring 5.300 m³ jord er tilført. Antaget, at jorden, der er tilført i skredområdet, stammer fra bakken, kan forskellen imellem disse tal tilskrives, at bølgeerosion har fjernet materiale fra skredtåen imellem de to opmålinger. Desuden er dybdeforholdene på havbunden før jordarbejdet ukendte, og endelig kan der være fejl i 2023 højdemodellen omkring kystlinjen.

I forbindelse med jordarbejdet blev vegetationen i landskredet, herunder et større antal store træer, ryddet. Tykkelsen af den tilførte jord er op til mindst 5 m, og nok nærmere op til 7 m (Figur. 5). En mindst 50 m lang spunsvæg blev etableret i bunden af landskredet 15–20 m fra kysten (Figur 7). Et ukendt antal kildevæld, der sprang fra bunden af bagvæggen, blev dækket af jord. Den tilførte jord medførte markant øget skredaktivitet i et område på 80 m x 60 m i hele den sydlige del af landskredet. Skredaktiviteten fik en del af stranden og havbunden ved landskreddets tå til at skyde sig op til 2 m op og 6 m horisontalt i forhold til, hvor det lå før, så det lå som en fremskudt strand (Figur 7 og 8a). Dette opløft bekræfter, at landskredet er et rotationsskred.



Figur 7. Ortofoto fra den 20. juni 2025 fra Kystdirektoratet. Området med skredaktivitet som er udløst af jordarbejdet i marts-april 2025, er vist med rød stippet linje. De naturlige landskred, der var i området i forvejen, er vist med gul og lysblå stiplede linjer. Sprækkerne observeret under feltbesigtigelsen i juni 2025 er vist med røde linjer. De spunspæle, der blev fundet i felten, er vist med røde punkter. Der er givetvis flere, der er dækket med jord. Spunsvæggens tolkede forløb er vist med en mørkeblå stippet linje. Havde væggen været lige, havde den forløbet langs den sorte linje. Høfderne på den opløftede skredtå er vist med lysegule stiplede linjer. Deres placering i 2024, før skredaktiviteten i marts-april 2025, er vist med grønne stiplede linjer. Bevægelsen på op til 6 meter af høfderne og skredtåen er vist med hvide pile. Kildevældene er markeret med blå pile. Placering af fotos i Figur 8 og tværsnittet i Figur 9 er indikeret.



Figur 8. Feltfotos fra besigtigelsen den 20. juni 2025. a) Opløft af skredtåen nede ved kysten. Stranden, hvor personen går, ville før skredhændelsen have ligget under ca. ½ meter vand. b) De 30 cm brede sprækker langs bagvæggen af landskreddet ses lige nedenfor personen. Se Figur 7 for placeringen af billederne. Fotos fra GEUS.

På besigtigelsen den 20. juni 2025 var den hævede strand eroderet tilbage med op til 3 m af bølgeaktivitet, siden begyndelsen af april, men den hævede strand var stadig meget høj og iøjnefaldende (Figur 8a). Hen over den hævede strand lå hølfer af store metalnet med sten, som også var løftet op. En del af spunspælene, som stak op over overfladen, kunne kortlægges, og disse står nu langs et let kurvet forløb, som på midten afviger mere end to meter fra det omtrent lineære forløb, som man må antage, at de er blevet anlagt med i begyndelsen af april (se Figur 8). Det kurvede forløb af spunspælene indikerer, at der var betydelig skredaktivitet efter spunsvæggen blev etableret. Ved landskreddets nu tildækkede bagvæg sås tydelige 30 cm brede friske sprækker, som fulgte et kurvet forløb ned mod kysten langs den tidligere sydlige afgrænsning af landskreddet (Figur 8b). Sprækkerne viser ligeledes, at der har været

fortsat aktivitet i landskreddet efter at jordarbejdet er ophørt. Der ses ikke tydelig skredudvikling imellem de to droneopmålinger (den 7. april og den 20. juni), så den forøgede aktivitet i landskreddet har aftaget i denne periode. To kildevælds udspring sås i form af stille sivning i den nedre del af den tilførte jord i ca. 6 m højde over havniveau (Figur 7). Et tredje kildevæld har udspring i den nederste del af bagvæggen lige udenfor den nordlige grænse for jordtilførslen. Disse kildevæld løb før jordarbejdet sandsynligvis på grænsen imellem Vejle Fjord Sandet og det underliggende Vejle Fjord Ler, men efter jordarbejdet løber kildevældene nu det sidste stykke gennem den tilførte jord.

Skredaktiviteten, som blev udløst af jordarbejdet, skyldes, at den tilførte jord udgør en stor og pludselig ændring i masse, som presser ned på landskreddets øvre del og får den nedre del til at løfte sig op. Kildefremspringene, der nu er dækket af jord og ikke længere kan løbe frit, tilfører løbende vand til jordmasserne. Denne vandtilførsel er sandsynligvis med til at sænke friktionen i den tilførte jord, hvilket kan øge sandsynligheden for yderlige skredaktivitet.

Terrænændringer udenfor matrikelnummer 22c

Der er i løbet af de seneste år foretaget markante terrænændringer i området omkring landskredet i forbindelse med opførelse af forskellige byggerier. Disse er kort beskrevet herunder og fremtræder tydeligt i differentialhøjdemodellerne i Figur 4 og 5.

På matrikelnummer 23a, er der foretaget markante terrænændringer i forbindelse med nedrivning af en ældre trelænget gård omkring år 2017–2018 og opførelse af et stort hus i 2019–2020. I forbindelse med dette arbejde blev den nordlige del af landskredet, som ligger på matrikelnummer 23a, fyldt helt op med jord fra andre dele af matriklen. I højdemodellen fra den 20. juni 2025 ses et nord-sydgående lineament i græsplænen (Figur 3). Vest for lineamentet er terrænet sunket 2–3 cm siden 2023, hvilket indikerer, at landskredet også er lidt aktivt i dette område.

På matrikelnummer 8e, vest for landskredet og ca. 150 m fra kysten, blev der opført tre bygninger i 2023, og i den forbindelse blev der også ændret på terrænet.

På matrikelnummer 13b, der er 50 m syd for landskredet, blev der ligeledes foretaget markante terrænændringer og ryddet vegetation i 2021–2022, og opført en ny bygning efter år 2023. Dette er også bemærket i Kystdirektoratets besigtigelsesnotat. Arbejdet på matriklen medførte skredaktivitet på skråningen ned mod kysten: først et 15 m bredt skred i den nederste del af skråningen i 2022–2023 og dernæst et 25 m bredt skred fra toppen af skråningen i 2023–2024. Skredaktiviteten ser ud til at være forsøgt afhjulpet med en spunsvæg langs bagvæggen lige neden for det nyopførte hus.

På matrikelnummer 14b, der er ca. 200 m syd for landskredet, er der fra kysten og 140 m ind i landet foretaget markante terrænændringer i forbindelse med opførelse af en ny bygning i 2023–2024.

Tabte naturværdier som følge af jordarbejdet

Som beskrevet ovenfor, er der igennem en årrække foretaget store terrænændringer i og udenfor landskreddet, hvilket har haft en betydelig indflydelse på kystlandskabet. I den forbindelse er en række naturværdier gået tabt navnlig indenfor landskreddet. Det være sig geomorfologiske (landskabets udformning), biologiske samt geologiske værdier. Disse er beskrevet kort her først med fokus på landskreddet og derefter mere generelt for kystlandskabet i området.

Geomorfologi

Før terrænændringerne i marts-april 2025 var der igennem årtier et aktivt landskred på matrikelnummer 23a og 22c. Et sådant landskred danner en unik, dynamisk og divers geomorfologi i konstant forandring. Der er en stejl bagvæg med blottede jordlag som løbende fornyes af landskreddets retrogressive udvikling. Neden for denne er et skredlegeme (massen i bevægelse) med en ujævn overflade samt kildefremspring fra bunden af bagvæggen. Ved kysten vil man i år, hvor den naturlige skredudvikling er stor, se opløft af stranden, som efterfølgende eroderes af bølgeaktivitet. Denne morfologi er i væsentligt omfang ødelagt af jordarbejdet i marts-april 2025. I den nordlige mindre aktive del af landskreddet på matrikelnummer 23a er skredmorfologien ligeledes ødelagt af tidligere jordarbejde i 2017–2018.

Geologiske lokaliteter

I landskreddets bagvæg var der før ændringerne et velblottet geologisk profil igennem Vejle Fjord Formationen, tidligere beskrevet af Eriksen (1937). Den flotte blotningsgrad af profilet skyldes landskreddets aktive retrogressive udvikling. Dette profil er komplementært til et andet geologisk profil 200 m mod nord ved Skansebakken, som af Larsen og Kronborg (1994) er beskrevet som et område af national geologisk interesse. Profilet i landskreddets bagvæg er for en stor dels vedkomne gået tabt, da det er dækket af den tilførte jord.

Biologi/biodiversitet

Det ligger uden for GEUS' fagområde, og dermed denne rapport, at beskrive tabet af biologiske værdier inden for landskreddet. Aktive eller nyligt aktive landskred danner ofte en dynamisk geomorfologi (som nævnt ovenfor), der kan fremme stor biodiversitet. Det kan f.eks. være stejle blottede skrænter, væltede træer, en høj diversitet af forskellige blottede jord- og bjergarter, kildevæld samt små våde lavninger ved siden af tørre høje etc.

Der er således flere naturværdier i området, som er direkte relateret til landskred. Landskred er ikke i sig selv beskyttede naturtyper (som f.eks. "hængesæk mose" ved Dohns Sø er det). Dette skyldes formentlig, at der ikke er forsket i landskreds indvirkning på biodiversitet på samme måde som f.eks. moser og andre naturtyper. Derfor foreligger der endnu ikke et videnskabeligt grundlag for en vurdering og udpegning.

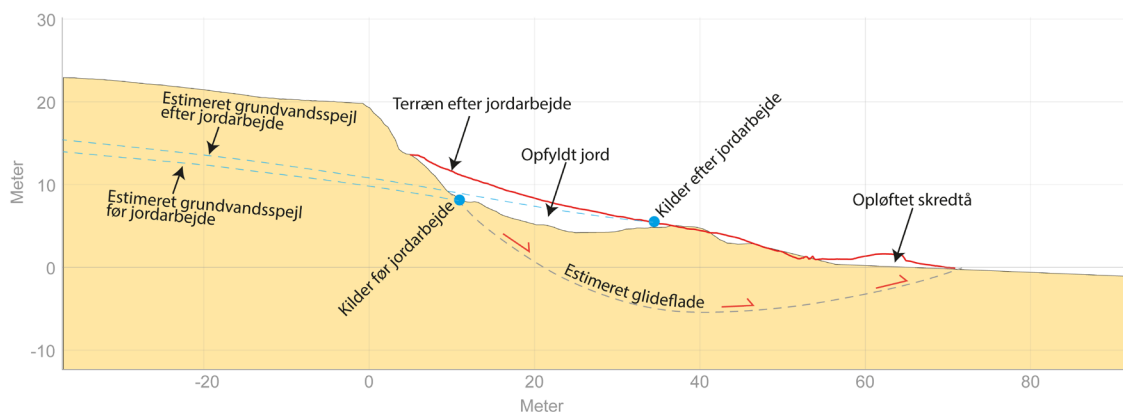
Ud over de ovenfor nævnte tab, som alle vedrører det naturlige aktive landskred på matrikelnummer 22c og 23a, er det naturlige, kuperede landskab omkring landskreddet

(på matrikelnummer 8e, 13b 14b og 23a) også blevet markant ændret igennem de seneste år. Som beskrevet ovenfor er dette sket i forbindelse med en række byggearbejder, hvilket har medført, at kystlandskabet i sin ændrede form nu fremstår kunstigt og meget mindre kuperet og vegeteret end i dets naturlige form. Alle disse områder ligger inden for 300 m fra kysten.

Muligheder for genetablering af det aktive landskred

Det vil være vanskeligt at genetablere det naturlige terræn og massebalancen i et aktivt landskred, når det først er forstyrret i en grad, som det er sket i landskredet ved Gauerslund Skovvej. Terrænet og vegetationen i landskredet har indstillet sig over årtier eller århundreder. Man vil dog kunne fjerne den jord, som blev fyldt ind i landskredet, og få kildefremspringene frem i bunden af bagvæggen igen. Spunsen og pælene kan fjernes igen, hvilket over tid vil give landskredet bedre betingelser for at indstille en naturlig ligevægt igen.

GEUS vurderer, at landskredet ikke på nuværende tidspunkt er i ligevægt, trods den markante nylige skredaktivitet, og at der må forventes yderligere betydelig skredaktivitet, hvis den tilførte jord ikke fjernes igen. Terrænet i landskreddets øvre del er fortsat 5 m højere end før jordarbejdet, så vægten af den tilførte jord presser ned på landskreddets øvre del. Den opløftede del af landskredet i tåen nede ved kysten vil efterhånden erodere, hvilket vil fjerne masse fra landskreddets tå og skabe yderligere uligevægt. Dertil kommer, at kilderne tilfører vand til landskredet og dermed sænker friktionen. Terrænhævningen i sig selv vil også medføre en højere grundvandsstand i landskredet samt i terrænet vest for landskredet (Figur 9). Dette medfører både øget sandsynlighed for yderligere aktivitet inden for landskredet, men også for retrogressiv skredudvikling, som i værste fald kan udgøre en risiko for Gauerslund Skovvej 121. Det er værd at bemærke, at jordarbejdet og den nylige skredaktivitet er sket på et tidspunkt, hvor det var usædvanlig tørt, og at landskredet med stor sandsynlighed vil reagere med yderligere skredaktivitet, når grundvandsstanden på et tidspunkt stiger igen. Dette sker ofte om vinteren, hvorfor GEUS anbefaler, at terrænet genetableres igen inden oktober 2025.



Figur 9. Tolket tværsnit igennem landskredet (se Figur 7 for placering), der viser det opfyldte jord samt de blokerede kilder, og hvordan det konceptuelt har hævet grundvandsniveauet både i og udenfor landskredet. Den røde linje viser terrænet efter jordopfyldt og skredhændelsen. De røde harpunpile viser landskreddets bevægelsesretning.

For rotationsskred generelt gælder det, at fjernelse af masse fra den øvre del vil virke stabiliserende på landskredet. For at reducere den nuværende uligevægt i

landskredet ved Gauerlund Skovvej og sikre en bedre afstrømning af vandet fra kilderne og et uændret grundvandsniveau i landskredet er det GEUS' anbefaling, at den tilførte jord fjernes igen ned til det terrænniveau, som var før jordarbejdet. Det er dog særdeles vigtigt, at fjernelsen sker på en måde, så bagvæggen forstyrres mindst muligt, da ændringer i bagvæggen vil kunne medføre yderligere retrogressiv skredudvikling ud over det, som landskredet naturligt gør. Det er ligeledes vigtigt, at det genetablerede terræn kommer så nær det oprindelige terræn som muligt. Hvis der fjernes for lidt jord, vil vægten fra jorden fortsat presse ned på landskreddets øvre del. Hvis der fjernes for meget jord, risikerer man at destabilisere bagvæggen og få en retrogressiv skredudvikling.

Selv efter fjernelse af den tilførte jord kan der forventes en periode med øget skredaktivitet, da det er vanskeligt præcist at genskabe landskreddets oprindelige balance. Det understreges, at der før jordarbejdet var et naturligt og aktivt landskred på stedet, og at det er denne tilstand, som området ønskes ført tilbage til.

GEUS anbefaler yderligere, at man ikke fjerner den hævede del af stranden. Bølgeerosion vil med tiden få den til at forsvinde af sig selv.

Når arbejdet med at genetablere terrænet sættes i gang, bør det sikres (f.eks. med jævnlige droneopmålinger), at terrænet bliver så lig det oprindelige terræn som muligt. Der bør foretages en droneopmåling igen efter at arbejdet er færdigt for at vurdere, om terrænet er forsvarligt genetableret.

GEUS vurderer, at det vil være muligt at lægge jorden tilbage sydøst for landskredet, hvor den kom fra, og i vid udstrækning genskabe kystlandskabets oprindelige kuperede terræn. Stabiliteten af den tilbageførte jord skal dog vurderes ved hjælp af geotekniske undersøgelser. Da jorden delvist vil blive ført tilbage til det lille landskred (vist med lyseblå linje i Figur 7), kan der forventes skredaktivitet i den tilbageførte jord. Dette må anses som en naturlig proces imod genopretning af terrænet og landskreddets oprindelige ligevægt.

Nabohuset på Gauerlund Skovvej 121 ligger 25 meter fra den nuværende bagvæg og vil i værste fald være udsat i forbindelse med en øget retrogressiv udvikling af landskredet. GEUS vurderer, at der ikke er nogen overhængende fare, men der bør foretages droneopmålinger med jævne mellemrum efter genetableringen af terrænet for at dokumentere udviklingen. Dette bør gøres frem til sommeren 2026 hvor grundvandsniveauet igen er faldet fra dets maksimum. Man bør endvidere være opmærksom på skredaktiviteten i det reetablerede landskred i kommende år med forhøjet grundvandsstand i forhold til årstidsnormalen.

Vegetation vil være med til at stabilisere landskredsudviklingen, fordi det øger fordampningen og dermed sænker vandtrykket i jorden. Det ligger uden for GEUS' fagområde at vurdere, hvilke typer vegetation, der bevirker mere eller mindre fordampning. Det ligger ligeledes uden for GEUS' fagområde at vurdere den biologiske værdi af at foretage beplantning versus at lade vegetationen gradvist overtage området.

Spuns benyttes i geotekniske arbejder til at stabilisere mindre skrånninger, som er ustabile, fordi de for eksempel er overstejlede. Der er eksempler på, at man har forsøgt at bruge spuns til at bremse naturlig landskredsudvikling. Udfordringen med denne tilgang er, at man alene tager hensyn til jordens egenskaber og jordtrykket pga. skrånningens overstejling. De geotekniske beregninger tager ikke højde for jordtrykket fra landskredets bevægelse, som typisk involverer langt større jordmasser end de dele af skrånningen, hvor bevægelserne ses på overfladen, og som skrider på geologiske glideplaner med lavere friktion, end selve jorden i skrånningen. Det er GEUS' vurdering, at det er tvivlsomt om spunsvægge overhovedet kan bremse udviklingen af naturlige landskred. I værste fald kan spunsvægge derimod forstærke landskredsudviklingen, hvis spunsen medfører et øget grundvandstryk i landskredet.

Konklusioner og anbefalinger

Et naturligt landskred forstyrret af jordarbejde

Et karakteristisk, aktivt landskred ved Gauerlund Skovvej 117 blev kraftigt modificeret i forbindelse med jordarbejde i foråret 2025. Jordarbejdet medførte en markant øget skredaktivitet på grund af tilførsel af store jordmængder (op til 7.600 m³), fjernelse af vegetation samt blokering af naturlige kildevæld.

Risiko for fortsat og øget skredaktivitet

GEUS vurderer, at landskredet endnu ikke er i ligevægt. Hvis terrænet ikke genetableres, kan der forventes yderligere accelereret skredaktivitet fra efteråret og ind i vinter-sæsonen 2025/2026, da grundvandet normalt begynder at stige på det tidspunkt.

Tab af naturværdier

Jordarbejdet har ødelagt et karakteristisk, aktivt landskred, hvis naturlige dynamiske ligevægt det vil være vanskeligt at genetablere. Både geomorfologiske, geologiske og muligvis biologiske værdier er gået tabt. Derudover er det omkringliggende kystlandskab i de senere år blevet betydeligt ændret på flere nabomatrikler, så terrænet i dag fremstår væsentligt mindre kuperet og vegeteret end før indgrebene.

Genetablering af terrænet

GEUS anbefaler, at landskredet så vidt muligt føres tilbage til sin oprindelige, naturligt aktive tilstand. Den tilførte jord bør fjernes fra toppen af landskredet for at genoprette landskreddets naturlige ligevægt, herunder grundvandets og kilders naturlige strømning gennem området, og mindske sandsynligheden for yderligere accelereret skredaktivitet. Der må forventes en periode med øget skredaktivitet også efter genetablering, da det kan være vanskeligt præcist at genskabe landskreddets oprindelige ligevægt. GEUS vurderer dog, at den fremtidige skredaktivitet sandsynligvis vil være betydeligt større, hvis man undlader at genetablere terrænet.

Fjernelse af spunsvæg

Spunsvæggen, der blev etableret under jordarbejdet, har sandsynligvis ikke en bremsende effekt på landskredet. Tværtimod kan spunsvæggen føre til forøget skredaktivitet, hvis den hindrer grundvandets naturlige strømning gennem området. GEUS anbefaler derfor, at spunsvæggen fjernes som en del af arbejdet med at genetablere landskreddets naturligt aktive tilstand så vidt muligt.

Referencer

- Eriksen K (1937) En foreløbig Meddelelse om Tertiæret ved Brejning paa Sydsiden af Vejle Fjord. Bull Geol Soc Den 9:137
- Heilmann-Clausen C, Nielsen OB, Gersner F (1985) Lithostratigraphy and depositional environments in the Upper Paleocene and Eocene of Denmark. Bull Geol Soc Den 33:287–323
- Keiding M, Svennevig K, Paul Jackson J (2024) Jordskredsaktivitet og scenarier for skredudvikling ved Nordic Waste, Randers Kommune. GEUS - Geological Survey of Denmark and Greenland
- Larsen G, Dinesen A (1959) Vejle Fjord Formationen ved Brejning. Sedimenterne og foraminiferfaunaen (oligocæn - miocæn). Dan Geol Unders II Række 82:1–114. <https://doi.org/10.34194/raekke2.v82.6872>
- Larsen G, Kronborg C (1994) Geologisk Set - Det mellemste Jylland. Geografforlaget, Copenhagen
- Luetzenburg G, Svennevig K, Bjørk AA, et al (2022) A national landslide inventory of Denmark. Earth Syst Sci Data 2022:1–13
- Pedersen SAS (2025) Jordskreds dislokation ved Gauerlund Skovs kystområde ned mod Vejle Fjord, Brejning. GEOTECTO
- Rasmussen ES (1995) Vejle Fjord Formation: Mineralogy and geochemistry. Bull Geol Soc Den 42:57–67. <https://doi.org/10.37570/bgsd-1995-42-06>
- Rasmussen ES, Dybkjær K, Piasecki S (2010) Lithostratigraphy of the Upper Oligocene – Miocene succession of Denmark. Geol Surv Den Greenl Bull 22:92 pp.
- Svennevig K, Keiding M, Jackson SP, Noël F (2024a) An unnatural disaster—the 2021–2024 landslide at Nordic Waste, Denmark. Landslides. <https://doi.org/10.1007/s10346-024-02394-7>
- Svennevig K, Keiding M, Kidmose J, et al (2024b) Jordskredsaktivitet ved Nordic Waste, Randers Kommune. GEUS - Geological Survey of Denmark and Greenland
- Svennevig K, Koch J, Keiding M, Luetzenburg G (2024c) Assessing the impact of climate change on landslides near Vejle, Denmark, using public data. Nat Hazards Earth Syst Sci 24:1897–1911. <https://doi.org/10.5194/nhess-24-1897-2024>
- Svennevig K, Luetzenburg G, Keiding M, Pedersen SAS (2020) Preliminary landslide mapping in Denmark indicates an underestimated geohazard. GEUS Bull 44:1–6. <https://doi.org/10.34194/geusb.v44.5302>
- Svennevig K, Keiding M (2020) En dansk nomenklatur for landskred. Geologisk Tidsskrift 2020:19–30

Bilag A. Differentialhøjdemodeller

Følgende differentialhøjdemodeller, der blandt andet er brugt til Figur 4 og 5 samt til volumenberegninger, er vedlagt rapporten som geotif-filer (EPSG: 25832):

Brejning_GEUS_DoD_2007_2015.tif
Brejning_GEUS_DoD_2015_2023.tif
Brejning_GEUS_DoD_2023_juni2025.tif
Brejning_GEUS_DoD_april2025_juni2025.tif

Bilag B. GEUS' udtalelse til Vejle Kommune 4. april 2025