

Jordskredsaktivitet og scenarier for skredudvikling ved Nordic Waste, Randers Kommune

Marie Keiding, Kristian Svennevig & Samuel Paul Jackson

Baggrund

Miljøstyrelsen har anmodet De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) om en vurdering af jordskredsaktiviteten ved Nordic Waste ved Ølst, Randers Kommune (56,3812°N, 10,0822°Ø).

Miljøstyrelsen har konkret bedt GEUS om at vurdere risiko for, at jordskredet når frem til og påvirker dæmning, kørevej og arbejdsområde ved Nordic Waste, samt hvorvidt yderligere dele af deponiet kan blive involveret i jordskredet og i givet fald hvornår det vil ske.

Om redegørelsen

I denne redegørelse vurderes den aktuelle skredaktivitet og mulig fremtidig udvikling af jordskredet. Vurderingen foretages på baggrund af en analyse af skredaktiviteten efter foråret 2023 frem til februar 2024, samt modelleringer af jordskredet.

Skredaktiviteten frem til foråret 2023 er beskrevet i GEUS Rapport 2024/06 fra den 22. januar 2024.

Redegørelsen er baseret på følgende:

1. Feltbesøg på lokaliteten den 31. januar 2024 af seniorforsker Kristian Svennevig og specialkonsulent Marie Keiding fra GEUS.
2. Analyse af højdemodeller og ortofotos indsamlet af rådgivningsvirksomheden COWI for Randers Kommune i januar og februar 2024 samt højdemodeller fra Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur (SDFI) for 2015 og foråret 2023.
3. Modellering af jordskreddets mulige udløb foretaget for GEUS af Norges Geologiske Undersøkelse (NGU).
4. Analyse af øvrige tilgængelige satellitdata.

Indholdsfortegnelse

<i>Datagrundlag</i>	4
<i>Kortlægning af jordskredsaktivitet</i>	5
Analyse af satellitfotos fra 2023.....	5
Analyse baseret på data indsamlet ved Nordic Waste i januar og februar 2024.....	7
Årsagen til jordskredet	14
<i>Jordskreddets fremtidige udvikling</i>	15
Udløbsmodellering	15
Risiko for udvidelse af jordskredet.....	16
Risiko for påvirkning af dæmning, kørevej og arbejdsområde	18
<i>Opsummering af observationer</i>	20
<i>Konklusioner</i>	21
<i>Forslag til yderligere analyser</i>	22

Datagrundlag

Denne redegørelse er baseret på forskellige data beskrevet nedenfor og opsummeret i Tabel 1.

Ortofotos og højdemodeller fra ingeniørfirmaet COWI: Siden 9. januar 2024 har COWI på vegne af Randers Kommune indsamlet ortofotos og højdemodeller ved brug af droneoptagelser af området ved Nordic Waste. Droneoptagelserne er foretaget med få dages mellemrum. Ortofotoene har en opløsning på 3-4 cm, og højdemodellerne har en opløsning på 14 cm.

Højdemodeller fra SDFI: Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur (SDFI) har fra skråfotos indsamlet i foråret 2023 produceret en højdemodel til brug for denne redegørelse. Højdemodellen udgør et vigtigt supplement til de offentligt tilgængelige højdemodeller fra SDFI fra 2007, 2015 og 2021.

Differentierede højdemodeller: GEUS har til denne redegørelse produceret differentierede højdemodeller ved at trække koter i højdemodeller fra hinanden. Med disse modeller kan vertikale ændringer i terrænets topografi kortlægges i perioden indtil februar 2024.

Satellitfotos (Sentinel-2): Der er frit tilgængelige optiske satellitfotos fra Sentinel-2-satellitten fra Det Europæiske Rumagentur (ESA). Sentinel-2-fotos har en opløsning på 10 meter, hvilket giver mulighed for at kortlægge overordnede ændringer i landskabet. Fotoene optages med to til tre dages mellemrum. En stor del af satellitfotoene over området ved Nordic Waste kan dog ikke bruges på grund af et udbredt skydække.

Tabel 1: Anvendte data	Anvendelse
Ortofotos (COWI)	
Optaget 8., 9., 10., 11., 12., 15., 16., 17., 18., 25., 27. 28., 30. januar og 5., 7. og 13. februar 2024. Opløsning 3-4 cm.	Skredmorfologi
Højdemodeller (COWI)	
Produceret for 9., 11., 16., 17., 18., 25., 27., 28., 30., januar og 5., 7. og 13. februar 2024. Opløsning 14 cm.	Skredmorfologi
Højdemodeller (SDFI)	
Produceret for forår 2015 (fra Lidar, opløsning 40 cm) og forår 2023 (fra skråfotos, opløsning 10 cm).	Skredmorfologi
Differentialhøjdemodeller	
Produceret af GEUS for en række forskellige perioder mellem 2015 og januar-februar 2024.	Terrænbevægelser
Satellitfotos (Sentinel-2)	
Optages hver 2-3 dage (siden 2015), men har pga. skydække i praksis 1-6 brugbare fotos per måned. Opløsning 10 meter.	Ændringer i deponiet

Kortlægning af jordskredsaktivitet

Analyse af satellitfotos fra 2023

Analyse af satellitfotos fra Sentinel-2-satellitten er brugt til at kortlægge væsentlige ændringer i Nordic Wastes område i 2023. Satellitdataene viser, at der i løbet af 2023 sker en ændring i måden, hvormed jorden deponeres ved Nordic Waste, samtidig med at jordskredsaktiviteten accelererer.

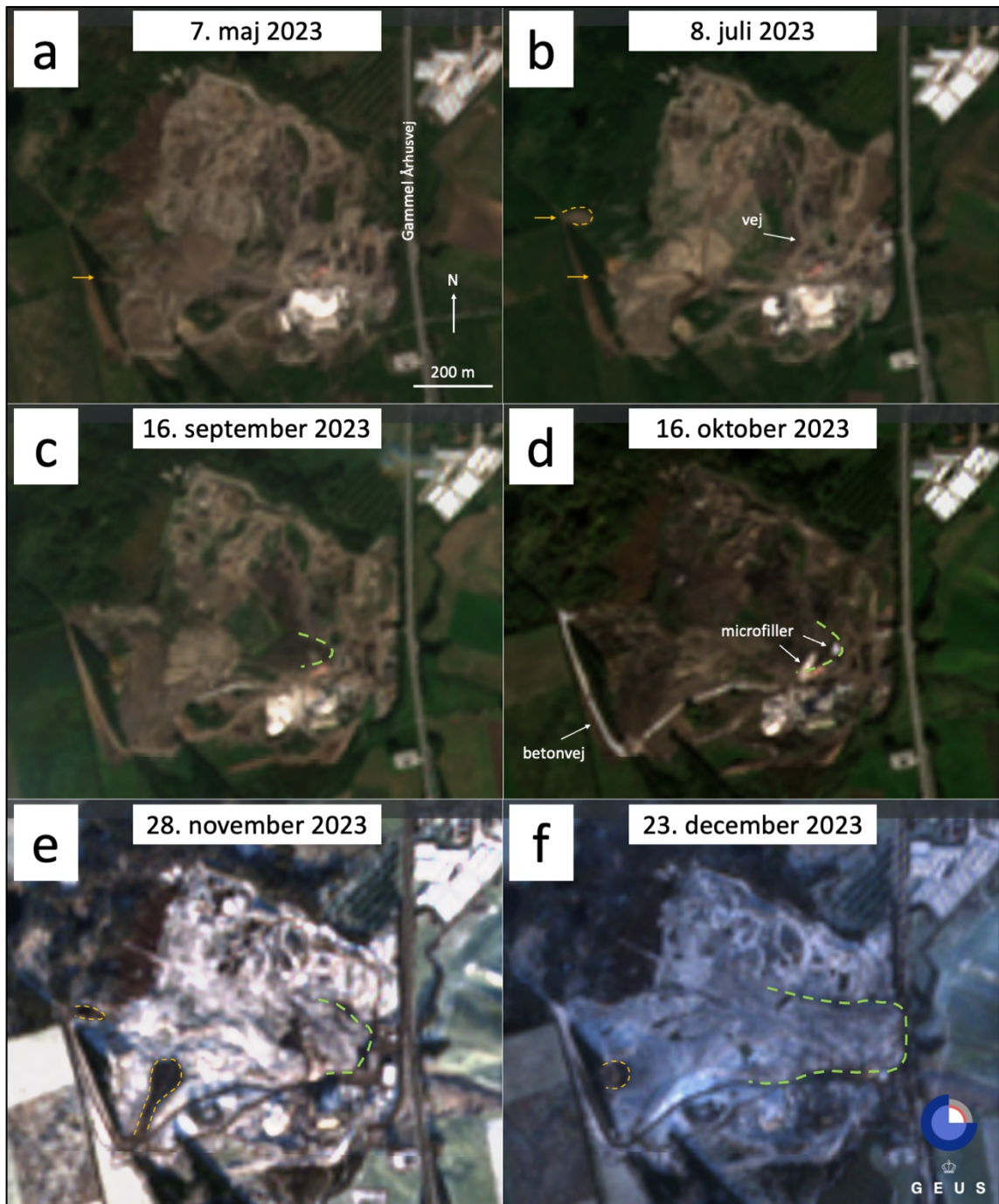
Indtil foråret 2023 bliver jorden deponeret i den centrale del af deponiet. Dette ses bl.a. i ortofotos, som viser tydelige bulldozerspor i denne del af deponiet (se billeder i GEUS Rapport 2024/06).

Fra april 2023 bliver der desuden deponeret jord på den vestlige skråning af den tidligere lergrav. En stor del af denne jord bliver læsset af fra kanten af lergraven og ned på den 15° hældende lerflade, der udgør lergravens vestlige skråning (Figur 1a og b). Denne praksis bliver i løbet af 2023 den dominerende måde at deponere jord på.

Satellitfotos viser stor skredaktivitet i den centrale del af deponiet gennem juni og juli 2023, hvilket for eksempel ses ud fra en vej, som får et knæk (Figur 1b). I august eller september 2023 bevæger fronten af jordskredet sig næsten 100 meter ind gennem det bebyggede område, hvorved en vej, en lagerhal og andre bygninger forsvinder (Figur 1c).

I oktober 2023 befæstes en vej syd om lergraven op til aflæsningspladserne ved lergravens kant med beton (Figur 1d). Samtidigt ses der på satellitfotos hvide områder i fronten af jordskredet. Det hvide er sandsynligvis microfiller, som bliver benyttet i forbindelse med afværgetiltag for jordskredet i den centrale del af deponiet (Figur 1d).

I november og december 2023 ses fortsat aflæsning af jord fra kanten af lergraven (Figur 1e og 1f). Jordskreddets front løber yderligere ca. 200 meter mod øst og når i december ud af Nordic Wastes område til Gammel Århusvej.



Figur 1. Udsnit af satellitfotos (Sentinel-2, ESA) for området ved Nordic Waste i 2023. I løbet af 2023 deponeres en stor mængde jord på den vestlige skråning af den tidligere lergrav. a) I april etableres en aflæsningsplads (orange pil) på kanten af lergravens. b) I juli etableres yderligere en aflæsningsplads (orange pil), og skrånings vegetation dækkes gradvist af brun deponeret jord (orange stiplede linje). Samtidig bevæger jordskredet i den centrale del af deponiet sig mod øst, hvorved en vej får et knæk (hvid pil). c) I september bevæger jordskreddets front (grøn stiplede linje) sig ind gennem det bebyggede område, hvorved en vej, en lagerhal og andre bygninger forsvinder. d) I oktober befæstes vejen til aflæsningspladserne på lergravens kant med beton, og samtidig benyttes der tilsyneladende microfiller (hvid masse vist med pil) i fronten af jordskredet. e) og f) I november og december ses fortsat deponering af jord på lergravens vestlige skråning som mørke lommer i det snedækkede landskab (orange stiplede linjer), mens jordskreddets front (grøn stiplede linje) bevæger sig yderligere mod øst.

Analyse baseret på data indsamlet ved Nordic Waste i januar og februar 2024

Analyse af detaljerede ortofotos og højdemodeller indsamlet af COWI for Randers Kommune i januar og februar 2024, samt observationer fra feltarbejde den 31. januar 2024, giver yderligere indblik i udviklingen af jordskredet.

Den fortsatte aflæsning af jord fra den tidligere lergravs kant gennem 2023 har fået den tilførte jord til at bevæge sig mod øst ned i deponiet i to op til 320 meter lange og 120 meter brede gletsjerlignende jordstrømme (Figur 2). Disse løber 100–160 meter ned ad den tidligere lergravs skråning og op til 200 meter ind i deponiet. Foran jordstrømmene ses en del af den deponerede jord, som oprindeligt lå i deponiets vestlige og centrale del. Overfladen af jorden i denne del har endnu tydelige kørespor fra bulldozerne.



Figur 2. Dronebillede fra den 31. januar 2024 af den vestlige del af skredområdet kiggende mod vest. De to jordstrømmes front er markeret med gule stiplede linjer og bevægelsesretningen mod øst er indikeret med hvide pile. Aflæsningspladserne er markeret med A. Foran jordstrømmene ses jord fra den centrale del af deponiet med deformerede spor af bulldozerne, hvoraf et af dem er markeret med en blå pil.

Jordskredet består således af to jordstrømme samt en stor del af den deponerede jord, som allerede var i bevægelse fra 2021 til foråret 2023 (det vil sige jordskredet beskrevet i GEUS Rapport 2024/06).

En del af den jord som var i bevægelse i foråret 2023, ligger endnu tilbage på begge sider af jordskredet. Det er således kun den del af den deponerede jord som lå foran

de to jordstrømme, der er blevet aktiveret i jordskredet i sidste halvdel af 2023. Dette viser, at jordskredet er blevet drevet frem mod øst af presset fra de to jordstrømme (Figur 3).

Figur 3 (næste side). Kortlægning af jordskreddets omfang i april 2023 (lilla omrids) og januar 2024 (rødt omrids). De to store jordstrømme i den vestlige del af jordskredet er markeret med blå omrids. De er skabt ved aflæsning af jord ved de blå pile. Områder udenfor det aktuelle skred, hvor der er observeret sprækker, er markeret med grøn farve. Afgravningerne i fronten er markeret med gule omrids. Den sorte linje A-A' viser placering af profilerne i Figur 6. Baggrundsbilledet er et ortofoto optaget af COWI for Randers Kommune den 28. januar 2024.



Der observeres mange sprækker i dele af deponiet på begge sider af jordskredet. Sprækkerne er op til ca. 20 centimeter brede og danner op til 3 meter høje skrænter, som typisk kan følges over flere meter (Figur 4). Tilstedeværelsen af sprækkerne viser, at en del af den deponerede jord, som ligger uden for jordskredet i dag, har bevæget sig ned mod jordskredet. Det nordlige sprækkeområde svarer til det område af jordskredet fra før april 2023, som ikke blev aktiveret af de to jordstrømme (Figur 3).



Figur 4. Eksempler på sprækker i den deponerede jord i området nord for jordskredet. Geologen i billedet står ved en større sprække, der forskyder hjulsporene, hvilket viser, at der både har været bevægelse ned og til siden. Mindre sprækker ses mange steder, og en anden større sprække ses lidt længere væk. De to største sprækker er markeret med stiplede hvide linjer. Billedet er taget i retning mod nord.

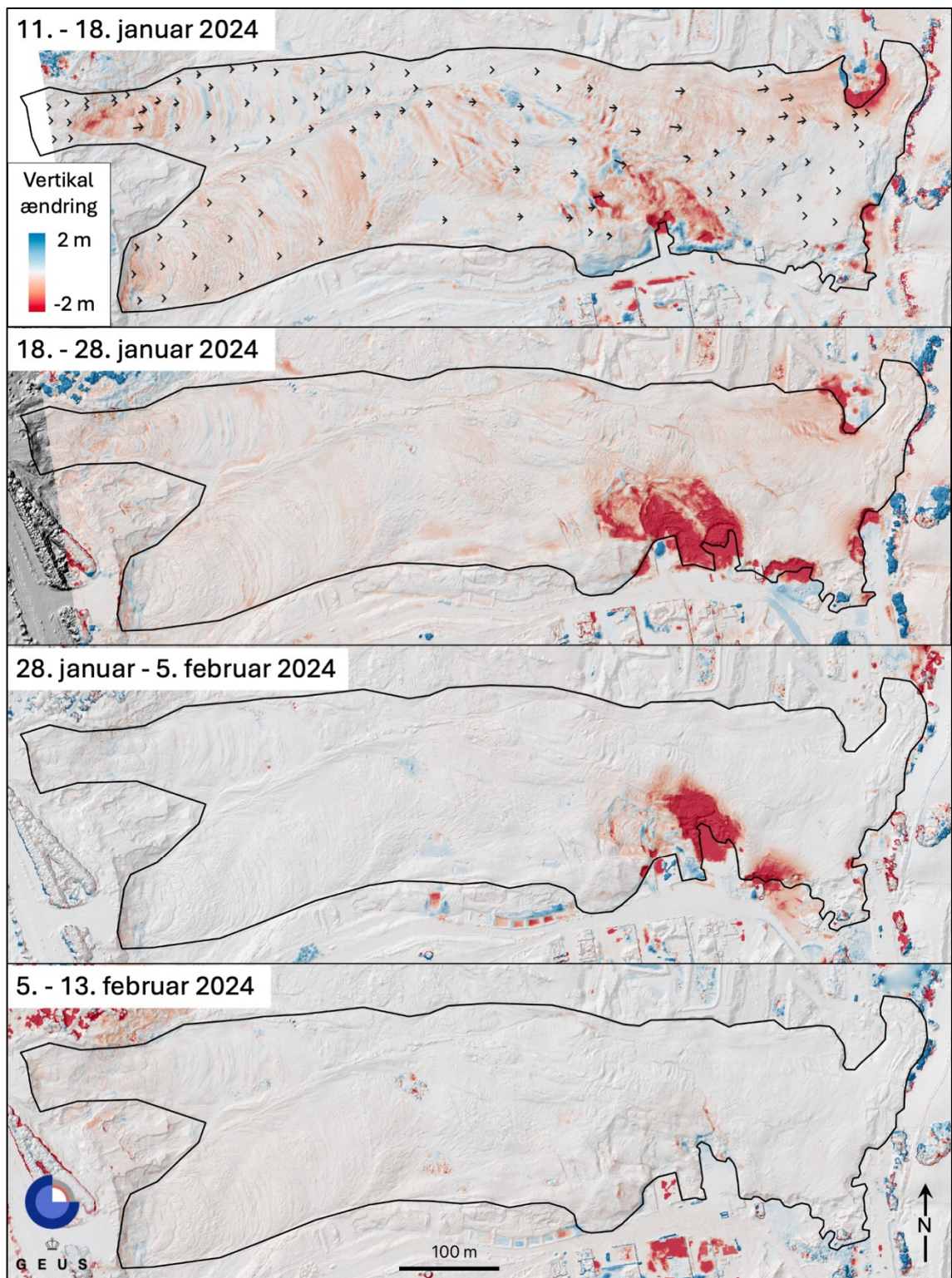
På feltbesøget den 31. januar 2024 blev der ikke observeret tegn på, at ler fra bunden af den tidligere lergrav i nogen væsentlig grad er involveret i jordskredet. Der ses mindre klumper af plastisk ler i jordskredet, som antages at stamme fra kanten af lergraven, hvorfra jord blev aflæsset. Det er således næsten udelukkende deponeret jord som er involveret i jordskredet

Aktuel bevægelse af jordskredet

Fire differentialhøjdemodeller, som hver dækker en periode på omkring en uge, fra midten af januar til midten af februar 2024 er vist i Figur 5. Differentialhøjdemodellerne viser vertikale ændringer i terrænet. Da jordskredet primært bevæger sig mod øst i det horisontelle plan, er de vertikale ændringer typisk mindre end et par meter i løbet af hver periode. Det ses imidlertid tydeligt på de aftagende vertikale ændringer, at bevægelsen i jordskredet er aftagende fra midten af januar til februar 2024.

Den horisontelle bevægelse af jordskredet er målt for perioden 11.–18. januar 2024, ved at måle forskydningen af letgenkendelige objekter i ortofotos fra de samme perioder. Bevægelsesvektorerne viser, at jordskredet i denne periode bevægede sig med op til 12 meter mod øst, svarende til gennemsnitligt 1,7 meter om dagen i jordskreddets nedre del, hvor bevægelsen er størst. Der er ikke målt bevægelsesvektorer i de efterfølgende perioder med aftagende bevægelse.

Der er gravet jord væk fra fronten af jordskredet, dels ved Gammel Århusvej og dels i den sydlige del af jordskredet (Figur 3, 5). Differentialhøjdemodellerne viser, at der er relativt større bevægelse i jordskredet omkring afgravningerne. I ortofotos fra samme perioder ses det, at der er dannet sprækker, som viser, at jordskredet lokalt har retning mod afgravningerne. Dette indikerer, at bevægelserne øges lokalt omkring og i retning af de områder, hvor der fjernes jord. På baggrund af differentialhøjdemodellerne vurderes det dog, at afgravningerne ikke har haft en accelererende indvirkning på den overordnede bevægelse af jordskredet.



Figur 5. Differentialhøjdemodeller for fire perioder i januar og februar 2024. I perioden 11. til 18. januar er der ligeledes angivet bevægelse af genkendelige objekter (sorte pile). De aftagende farver over hele jordskredet viser, at hastigheden er sænket gennem januar og februar. Fra 11. januar til 5. februar er der tydelig bevægelse imod afgravningerne i fronten af jordskredet, hvilket ses ved de kraftigt røde områder. Afgravningerne i fronten ophørte omkring 2. februar. I perioden 5. til 13. februar ses næsten ingen bevægelse i jordskredet. De sorte streger viser omrids af jordskredet. Baggrunden er højdemodeller fra hver periode optaget af COWI for Randers Kommune.

Volumen af jordskreddet

Volumen af den deponerede jord kan beregnes på baggrund af ændringerne i terrænet ved at differentiere to højdemodeller fra forskellige tidspunkter. SDFI's højdemodel fra 2015, det vil sige det tidspunkt, hvor lergravning ophørte, antages at repræsentere bunden af deponiet.

Det samlede volumen af deponeret jord kan beregnes som forskellen mellem terrænets nuværende højde (her er brugt højdemodellen fra den 28. januar 2024) og 2015. Dette volumen er 2,3 millioner kubikmeter (Tabel 2).

Ifølge opgørelser over de tilførte mængder jord i Ølst lergrav er der tilført 2,1 millioner kubikmeter jord i perioden fra 2015 til 2022 (GEUS Rapport 2024/06). For 2023 er der ikke modtaget fuldstændige oplysninger om tilførsel af jord, men det antages, at der er tilført mindst lige så meget jord i 2023 som i de to forudgående år, det vil sige mindst 0,6 millioner kubikmeter. Der er løbende bortkørt en mindre mængde rensed jord fra Nordic Waste, og der er i forbindelse med jordskreddet bortkørt jord fra fronten af jordskreddet, hvilket formodes at forklare forskellen mellem det beregnede volumen og estimatet over tilkørt jord.

Volumen af jordskreddet kan beregnes som forskellen mellem terrænets nuværende højde og 2015 inden for det område, som er påvirket af jordskreddet (Figur 3). Dette volumen er 1,2 millioner kubikmeter. Dertil skal lægges et ukendt men mindre volumen af ler, der er blevet inkorporeret fra skråningerne neden for aflæsningspladserne, samt jord deponeret i den østlige del af deponiet, der er blevet taget med, efterhånden som jordskreddet har bevæget sig mod øst. Jordskreddet er i februar 2024 op til 20 meter tykt og har et areal på cirka 150.000 kvadratmeter.

Volumen af jordstrømmene dannet ved aflæsning af jord fra den tidligere lergravs vestlige kant i løbet af 2023 udgør 0,32 millioner kubikmeter. Dette betydelige volumen udgør således omkring en fjerdedel af det samlede volumen af jordskreddet.

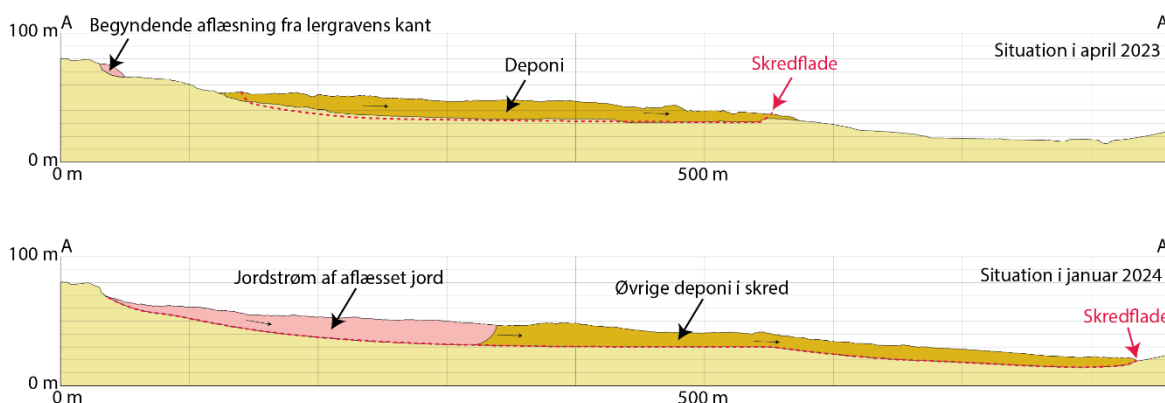
Samlet set involverer jordskreddet mere end halvdelen af den jord, som er deponeret ved Nordic Waste i perioden 2015 til 2023.

Tabel 2: Volumenberegninger fra differentialhøjdemodeller	
Samlet jorddeponering fra 2015 til 2023	2,3 millioner kubikmeter
Jordskreddet	1,2 millioner kubikmeter
Jordstrømme deponeret fra kanten i 2023	0,32 millioner kubikmeter

Årsagen til jordskredet

I GEUS Rapport 2024/06 fra den 22. januar 2024 blev det beskrevet, hvordan jordskredet fra 2021 og frem til april 2023 var forårsaget af deponeringen af jord på en impermeabel, hældende lerflade. Det blev således vurderet, at deponeringen af jord i sig selv og dets fortsatte udbygning - sammen med lergravens fysiske egenskaber og morfologi - var hovedårsag til skredaktiviteten indtil foråret 2023. Det blev desuden beskrevet, hvordan en øgende vandmætning af den deponerede jord i årene op til 2023 sandsynligvis var en medvirkende årsag til udviklingen af jordskredet.

Baseret på kortlægningen af skredaktiviteten og ændringerne i måden jorden er deponeret på i 2023 vurderes det, at aflæsningen af jord fra kanten af den tidligere lergrav gennem 2023 har dannet jordstrømme, som har presset på den øvre del af det jordskred, som allerede var i bevægelse i den centrale del af lergravens kant fra 2021 til foråret 2023. Det er således aflæsningen af store mængder jord fra lergravens kant som har ført til den accelererede jordskredsaktivitet i sidste halvdel af 2023 (Figur 6).



Figur 6. Profiler, som viser udviklingen af jordskredet, i april 2023 (øverst) og i januar 2024 (nederst).

Vandmætningen af den deponerede jord har gjort jorden tungere og mindsket friktionen i jorden, hvormed jorden lettere kunne skride ud. Den øgede nedbør i 2023 må imidlertid have spillet en mindre rolle for accelerationen af jordskredet i slutningen af 2023, for hvis jordskredsaktiviteten primært havde været drevet af nedbør, ville hele den del af deponiet som var i bevægelse i foråret 2023, også være blevet involveret i jordskredet.

Jordskreddets fremtidige udvikling

Jordskreddets aftagende bevægelser i løbet af januar og februar 2024 tyder på, at det er ved at stabilisere sig. Da der ikke længere tilføres jord til den øvre del af jordskred-det, vil der sandsynligvis ikke forekomme væsentligt øget bevægelse fremover. Øget nedbør ser heller ikke ud til at påvirke hastigheden af jordskredet væsentligt, fordi jor-den i forvejen formodes at være tæt på vandmættet.

Udløbsmodellering

Norges Geologiske Undersøgelse (NGU) har modelleret det mulige udløb af jordskred-det for GEUS. Med jordskreddets udløb forstås dets maksimale udbredelse, altså hvor langt frem jordskredet kan forventes at nå under givne forudsætninger.

NGU's modellering af det mulige udløb af jordskredet ved Nordic Waste er foretaget med software (AvaFrame), som bruges til at forudsige udløb af forskellige typer land-skred, inkl. jordskred. Metoden tager højde for topografien af den overflade som jor-dskredet glider på, volumen og den varierende tykkelse af jordskredet samt jordens friktion.

For at kunne vurdere forskellige skredscenarier er modelleringerne foretaget for for-skellige værdier for friktionen. Friktionen beskrives ved hjælp af en udløbsvinkel (her er benyttet 2,9°, 2,7°, 2,3° og 1,7°), hvor lavere udløbsvinkel giver lavere friktion og der-med længere udløb.

Udløbsmodelleringerne for de opstillede scenarier er vist i Figur 7. Da jordskreddets front har nået ådalen ved Gammel Århusvej, og terrænet er højere på den modsatte side, kan jordskredet ikke løbe længere frem i østlig retning.

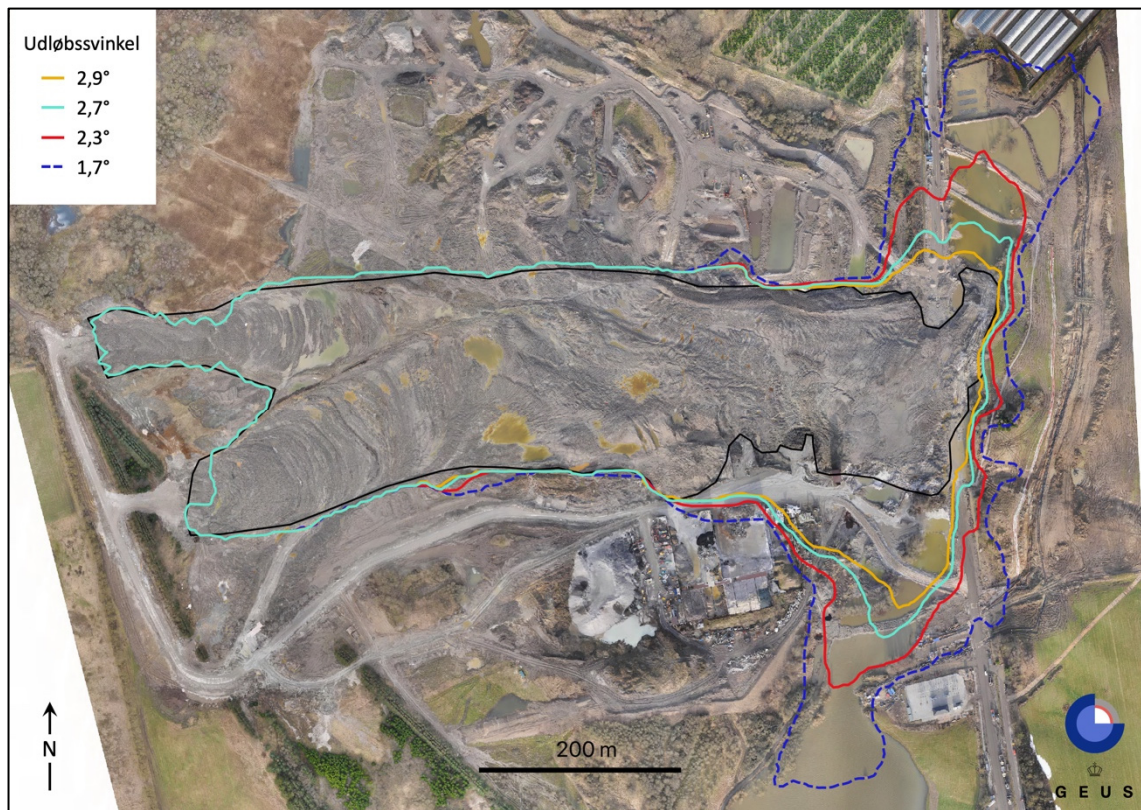
Udløbsmodelleringerne viser derfor, at jordskredet i fronten spreder sig ud mod si-derne, det vil sige mod syd i retning af den opdæmmede Alling Å og mod nord i retning af Ølst.

Det observerede udløb af jordskredet reproduceres bedst med modelleret udløb med udløbsvinkel på 2,9°. Dog ses der ændringer i den sydlige del af jordskredet, hvor jordskredet ikke har bevæget sig så langt ud som modellen viser, hvilket sandsynlig-vis skyldes, at der her er afgravet betydelige mængder jord fra fronten af jordskredet.

Hvis jordskredet løber længere ud, vil det bevæge sig mod syd og mod nord, som vist i Figur 7 med scenarierne med lavere udløbsvinkel. En bevægelse mod syd vil dog va-riere fra det modellerede udløb pga. afgravningen.

Udløbsmodelleringerne viser desuden, at selv hvis man antager, at jorden i jordskred-et har en betydeligt lavere friktion, end den ser ud til at have (et "worst case"-scenarie

med udløbsvinkel på $1,7^\circ$), så vil det maksimale udløb kun lige nå de sydligste af drivhusene i Ølst, mens ingen beboelseshuse vil blive påvirket.



Figur 7. Modellerede udløb af jordskredet for forskellige udløbsvinkler, hvor lavere værdier giver lavere friktion og dermed længere udløb. Den stiplede blå linje angiver udløbet for et meget lidt sandsynligt "worst case"-scenarie med en betydeligt lavere friktion end jordskredet ser ud til at have. Den tynde sorte linje angiver omfanget af jordskredet i januar-februar 2024. Baggrundsbilledet er et ortofoto optaget af COWI for Randers Kommune den 28. januar 2024.

Risiko for udvidelse af jordskredet

Som beskrevet ovenfor, har dele af deponiet nord og syd for jordskredet en lille bevægelse ind mod jordskredet (Figur 8). Disse områder kan eventuelt blive involveret i jordskredet, hvis det bevæger sig så langt frem, at der ikke længere er tilstrækkelig understøtning af deponiet uden for jordskredet.



Figur 8. To områder som eventuelt kan blive involveret i jordskredet, er markeret med sorte stiplede linjer. Hvis områderne bliver involveret, vil de bevæge sig ind i jordskredet, som angivet med pilene. Baggrundsbilledet er et ortofoto optaget af COWI for Randers Kommune den 28. januar 2024.

Områderne er kortlagt på baggrund af tilstedeværelsen af sprækker under feltbesøget i januar 2024 samt ved efterfølgende kortlægning i ortofotos og højdemodeller fra januar 2024. Volumen af de områder som kan blive helt eller delvist involveret i jordskredet, er på baggrund af differentialhøjdemodeller beregnet til 0,45 millioner kubikmeter.

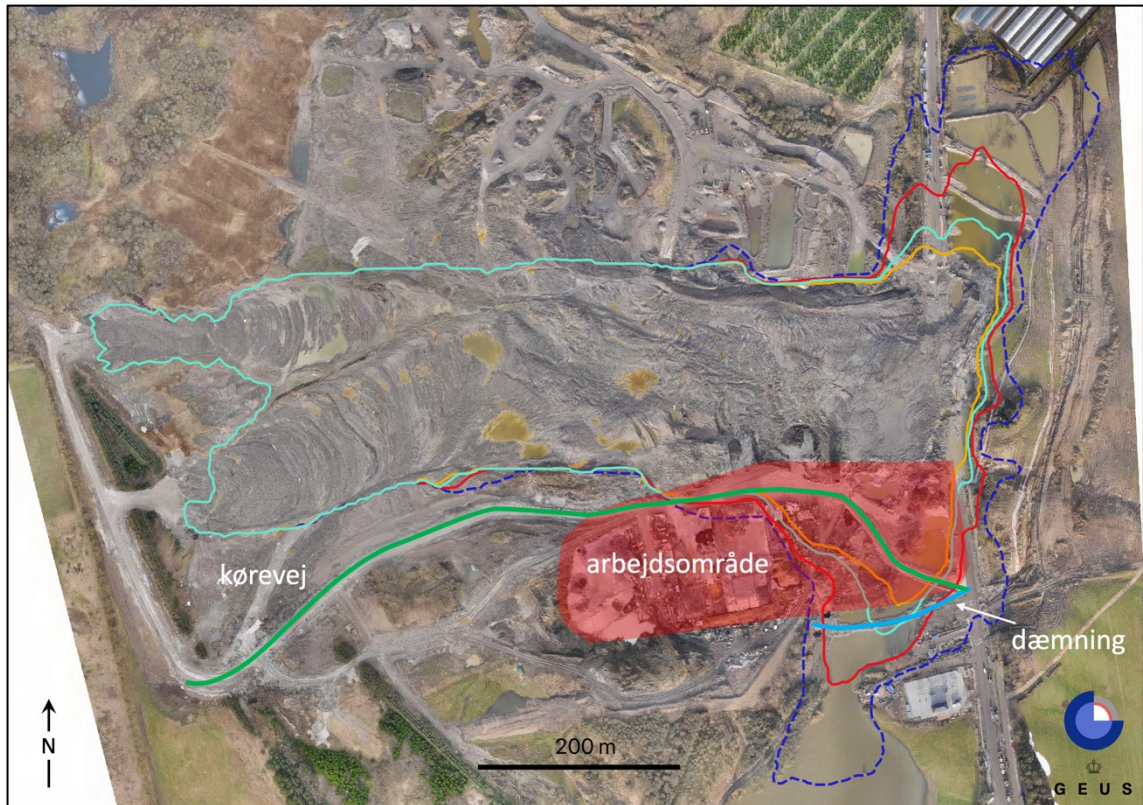
Hvorvidt disse dele af deponiet bliver involveret i jordskredet, afhænger af, hvordan jordskredet udvikler sig. Hvis jordskredet bevæger sig meget længere mod øst, vil dele af disse områder lidt efter lidt kunne skride ud og blive involveret i jordskredet. Hvis det sker, vil det kunne medføre en øgning af udløbet i fronten af jordskredet.

Det vurderes dog, at en mulig udvidelse af jordskredet ikke vil kunne medføre en dramatisk øgning af hverken udløb eller hastighed af jordskredet. Med den nuværende aftagende aktivitet i jordskredet, vurderes det, at der er lille sandsynlighed for, at disse områder bliver involveret i væsentligt omfang.

Der vurderes ikke at være risiko for, at den nordøstlige del af deponiet eller andre områder ud over dem, der er markeret i Figur 8, kan blive involveret i jordskredet under de nuværende forudsætninger.

Risiko for påvirkning af dæmning, kørevej og arbejdsområde

Miljøstyrelsen har yderligere bedt GEUS vurdere risikoen for påvirkning af dæmning, kørevej og arbejdsområde, hvis placering er vist i Figur 9.



Figur 9. Placering af dæmning, kørevej og arbejdsområde. Dæmningen adskiller rent opdæmet vand fra Alling Å fra forurenat vand i bassinerne neden for Nordic Wastes område. De farvede streger angiver udløbsmodellingernes forskellige scenarier fra Figur 7. Baggrundsbilledet er et ortofoto optaget af COWI for Randers Kommune den 28. januar 2024.

Idet jordskredet tæt ved arbejdsområdet lokalt har retning mod syd, kan det ikke afvises, at arbejdsområdet og dæmningen vil kunne blive påvirket af jordskredet.

Arbejdsområdet er mest udsat for påvirkning, da det ligger umiddelbart neden for den del af jordskredet som vil kunne bevæge sig mod syd, mens det er mindre sandsynligt, at dæmningen vil kunne blive påvirket, da den ligger længere væk. Hvis jordskredet begynder at bevæge sig mod syd, forventes det, at der vil gå uger, før det vil kunne nå dæmningen.

Baseret på de modellerede udløb mod syd, ser det ud som om jordskredet ville have bevæget sig næsten helt frem til dæmningen, hvis man ikke havde gravet jord bort for at sikre infrastrukturen i dette område.

Kørevejens vestlige del vurderes at være mindst udsat, fordi jordskreddets øvre del bevæger sig i stik østlig retning, og fordi kørevejen er adskilt fra jordskreddet ved en af lang forhøjning af jord, som ikke er i bevægelse. Hvis denne forhøjning af jord påvirkes, enten ved afgravning eller på grund af jordskreddets udvikling, vil risikoen, for at kørevejen påvirkes, blive øget.

Opsummering af observationer

Fra april 2023 og året ud bliver der læsset jord af fra kanten af den tidligere lergrav og ned på den 15° hældende vestlige skråning af lergraven. Aflæsningen af jord på den hældende skråning har dannet store strømme af jord, som har bevæget sig ned og ind i deponiet.

Jordstrømmene har presset på den øvre vestlige del af den deponerede jord, som allerede var i bevægelse fra 2021 til foråret 2023. Jordskreddet består således i dag af to jordstrømme samt en stor del af den deponerede jord fra den centrale del af deponiet. Jordstrømmene er på 0,32 millioner kubikmeter og udgør dermed en fjerdedel af jordskreddets samlede volumen på 1,2 millioner kubikmeter.

Gennem sommeren og efteråret 2023 er der stor skredaktivitet i den centrale del af deponiet. I august eller september begravnes en vej, en lagerhal og andre bygninger i jordskreddet. I oktober 2023 befæstes en vej til aflæsningspladserne på kanten af den tidligere lergrav med beton, samtidigt med at jordskreddets front i den centrale del af deponiet bevæger sig længere mod øst.

Jordskreddets aftagende bevægelser i løbet af januar og februar 2024 tyder på, at det er ved at stabilisere sig. Hvis jordskreddet bevæger sig længere frem, vil det bevæge sig mod syd og mod nord.

Yderligere dele af den deponerede jord nord og syd for jordskreddet kan blive involveret i jordskreddet, hvis det bevæger sig så langt frem, at der ikke er tilstrækkelig understøtning af deponiet uden for jordskreddet.

Udløbsmodellering foretaget af Norges Geologiske Undersøkelse viser, at arbejdsområde og dæmning ved Nordic Waste vil kunne påvirkes af jordskreddet, hvis jordskreddet løber længere ud. Den hidtidige afgravning af jord fra den sydlige del af jordskreddet har imidlertid kunne følge med bevægelsen af jordskreddet og dermed sikret infrastrukturen i dette område.

Udløbsmodelleringen viser yderligere, at der ikke er nogen risiko for, at beboelseshuse i Ølst kan blive påvirket af jordskreddet.

Konklusioner

Følgende konklusion adresserer årsagen bag den accelererende jordskredsaktivitet i sidste halvdel af 2023:

- GEUS vurderer, at jordskredet ved Nordic Waste siden midten af 2023 er drevet frem af jordstrømme, som er dannet ved aflæsning af jord på den vestlige skråning af den tidligere lergrav, en praksis som blev påbegyndt i april 2023 og fortsatte året ud. Det er således aflæsningen af store mængder jord fra lergravens kant, som har ført til den accelererede jordskredsaktivitet i sidste halvdel af 2023.

Følgende konklusioner adresserer Miljøstyrelsens spørgsmål om den mulige fremtidige udvikling af jordskredet:

- Yderligere områder med deponeret jord vil kunne blive involveret i jordskredet, hvis det udvikler sig videre. Dette vil dog ikke medføre en dramatisk øgning af hverken udløb eller hastighed af jordskredet.
- Modelleringer af jordskreddets mulige udløb viser, at hvis jordskredet løber længere ud, vil arbejdsområdet ved Nordic Waste og en dæmning syd herfor kunne blive påvirket. Hvis jordskredet bevæger sig mod syd, forventes det, at der vil gå uger, før det vil kunne nå dæmningen. Selv i et usandsynligt worst-case scenarie vil jordskredet ikke kunne nå til beboelseshuse i Ølst.
- Jordskreddets aftagende bevægelser i løbet af januar og februar 2024 tyder på, at jordskredet er ved at stabilisere sig.

Forslag til yderligere analyser

Det anbefales, at der fortsat indsamles ortofotos og højdemodeller ved droneopmåling af området ved Nordic Waste mindst én gang om ugen i den kommende tid, og at der på baggrund af disse beregnes differentialhøjdemodeller og kortlægges bevægelsesvektorer. Dette vil give et godt grundlag for at monitorere jordskredet, så der kan ageres på eventuelle ændringer i skredudviklingen.