

Oppdragsgiver	Navn Ål kommune	Kontaktperson Svein Furuhaug
Oppdrag	Nummer og navn 24519 Ål, Sehl – Befaring bekker	Oppdragsleder Ingrid Alne
Dokument	Nummer 24519-02-1 Utført av Ingrid Alne, Sondre Lunde	Dato 2025-02-25 Kontrollert av Kalle Kronholm

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	25.02.2025	IA, SL	KK	Original

Vurdering av flom- og skredtiltak i bekk ved Gunhildgard

1 Bakgrunn

Det har tidligere gått flere skred og utglidninger langs en bekk ved Gunhildgard (Selsvegen 106) i Ål kommune, senest under «Hans» i 2023. Grunneier ved Gunhildgard opplever utfordringer med at overvann kommer ned lia i overkant av garasjebygg og følger adkomstvei til boligen østover. Deler av vannet ledes i et drenerør som har utløp i overkant av løsneområdene. I tillegg er det mye utglidninger nedover langs bekken, som gjør det utfordrende å plassere ut gjerder. I nedre deler av bekken har det tidligere blitt anlagt en skredvoll ovenfor bebyggelsen ved Arnegard (Nordbygdvegen 160).

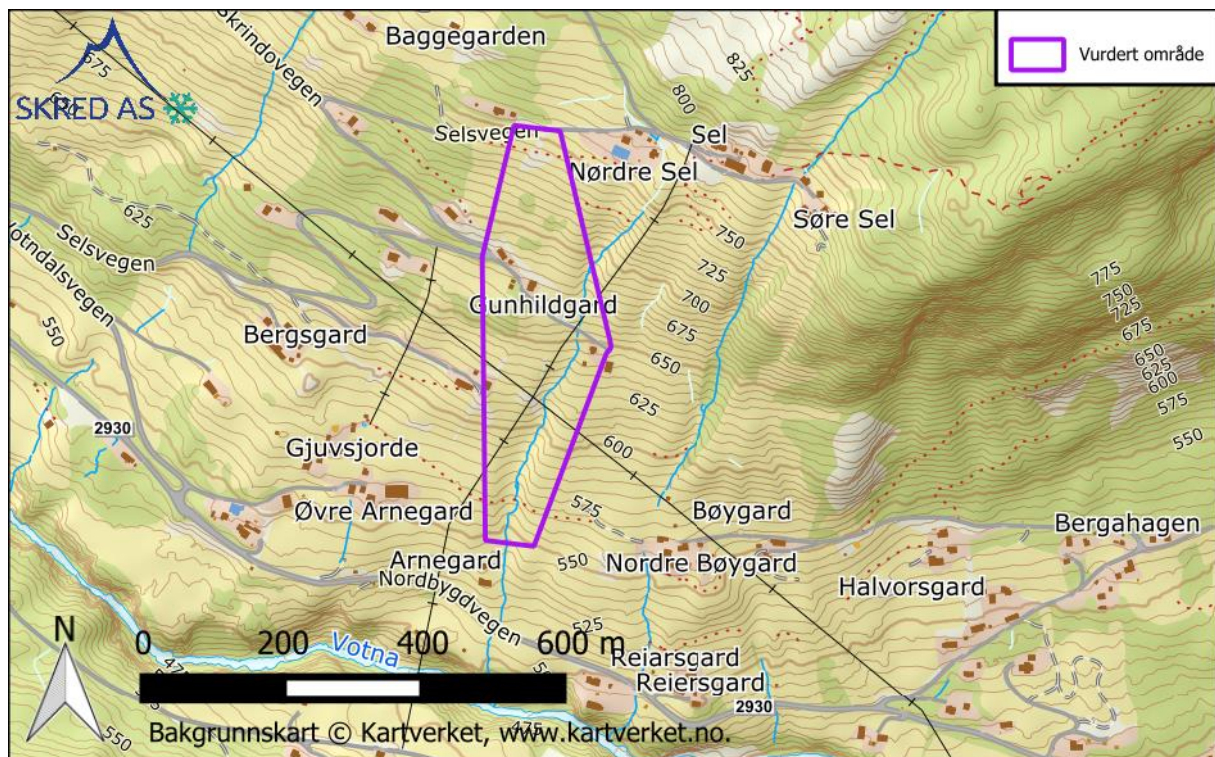
Skred AS er forespurt om å komme med innspill til gjennomføring av eventuelle forbedrende tiltak i overkant av løsneområdene for skred og langs bekkeløpet, samt en vurdering av pågående erosjon i bekken. Ål kommune ønsker samtidig en vurdering av om sikringstiltakene ved Arnegard fortsatt er tilstrekkelige i lys av skredene som gikk under «Hans» i 2023.

Skred AS har tidligere utredet farenivå for bebyggelse rundt Sehlgardane og prosjektert skredvullen ovenfor Nordre Bøygard (Bøygardsvegen 111, 113), som ble truffet av skred under ekstremværet «Hans». Utfyllende beskrivelse av hele området og farenivå mot skred er gitt forprosjekteringsrapport (Skred AS, 2020a) og prosjekteringsrapport (Skred AS, 2021) for sikringstiltak for bebyggelse rundt Sehlgardane.

2 Beskrivelse av området, befaring og observasjoner

2.1 Beskrivelse av dagens situasjon

Bekken renner sørover fra Nørdre Sel og øst for Gunhildgard. Bekkeløpet ovenfor Nørdre Sel er oppdimensjonert og bekken er delvis lagt om ved Nørdre Sel i forbindelse med skredsikringstiltakene. Det vurderte strekket av bekken omtalt i denne rapporten ligger øst for Gunhildgard hvor det er pågående erosjon og mindre utglidninger. Bekken har laget seg flere parallelle løp etter «Hans», men har til vanlig svært lite vann. Vurdert område er vist i Figur 1 og bilde av området under «Hans» er vist i Figur 2.



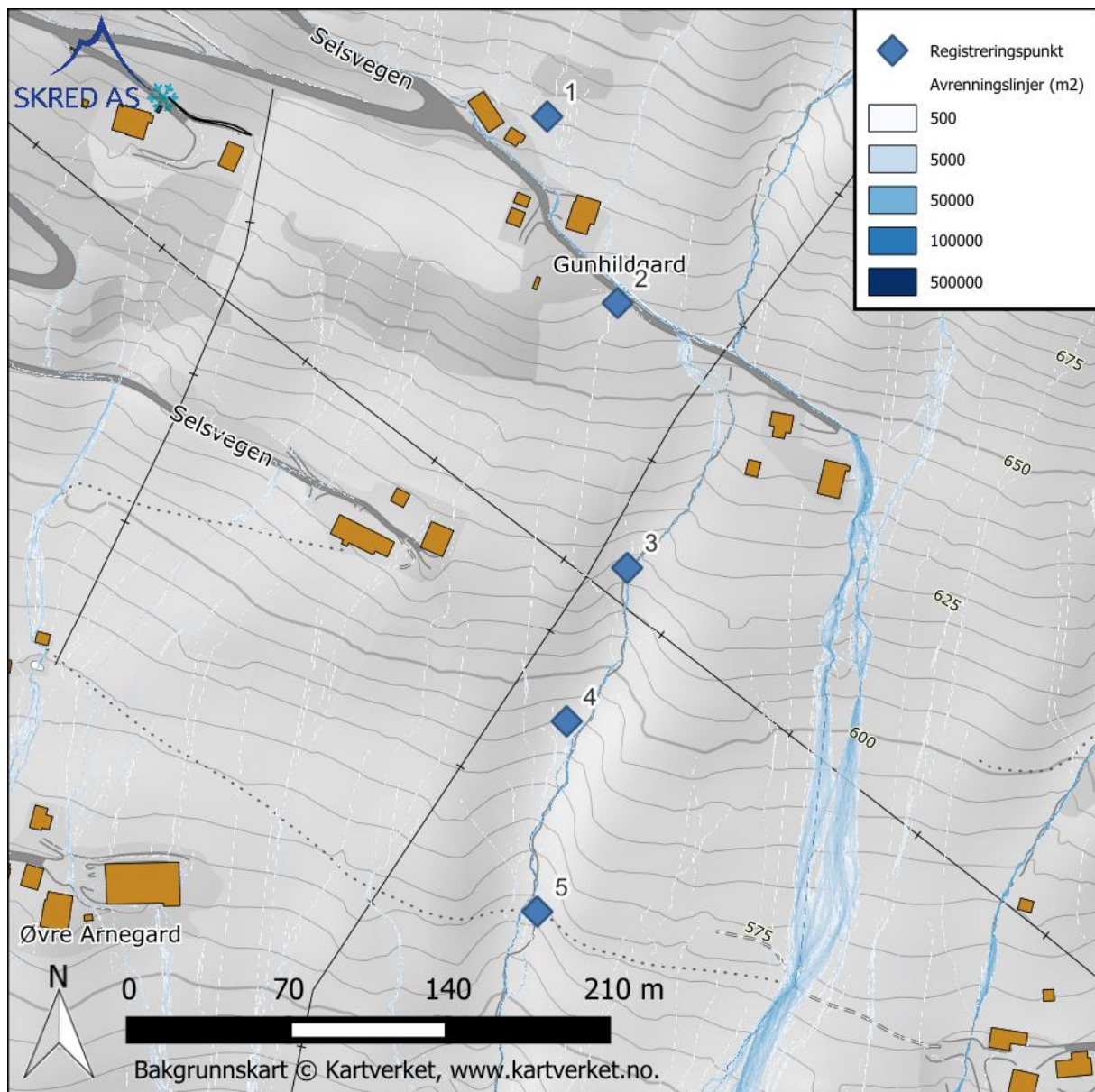
Figur 1: Området som er vurdert ved Gunhildgard i Ål kommune.



Figur 2: Bilde av bekken sør for Gunhildgard tatt under «Hans».

2.2 Befaring

Det ble utført en befaring 26.08.2024 med Kalle Kronholm, Ingrid Alne (begge Skred AS), Svein Furuhaug (Ål kommune) og grunneiere. Alne var også alene på befaring den etterfølgende dagen. Det var oppholdsvær og gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots og er oppsummert i tabell og figur under.



Figur 3: Registreringer fra befaring og avrenningsanalyse som viser drensmønster.

Tabell 1: Registreringer og bilder fra befaring.

Registreringspunkt og bilder. Plassering er vist i Figur 3.
1. Overvann kommer fra jordet ned mot garasjen. Grunneier har anlagt en grøft som avskjærer vannet mot vest. Spor etter vann på terrenget.
2. Utløp av drensrør som ligger langs adkomstvei.
3. Mindre utglidninger i skråningen opp mot mastepunktene. Det er ca. 15m i luftlinje opp til mastekrysset



4. Større utglidninger som gikk under «Hans»



5. Erosjon i bekken ved kryssende gjerde.



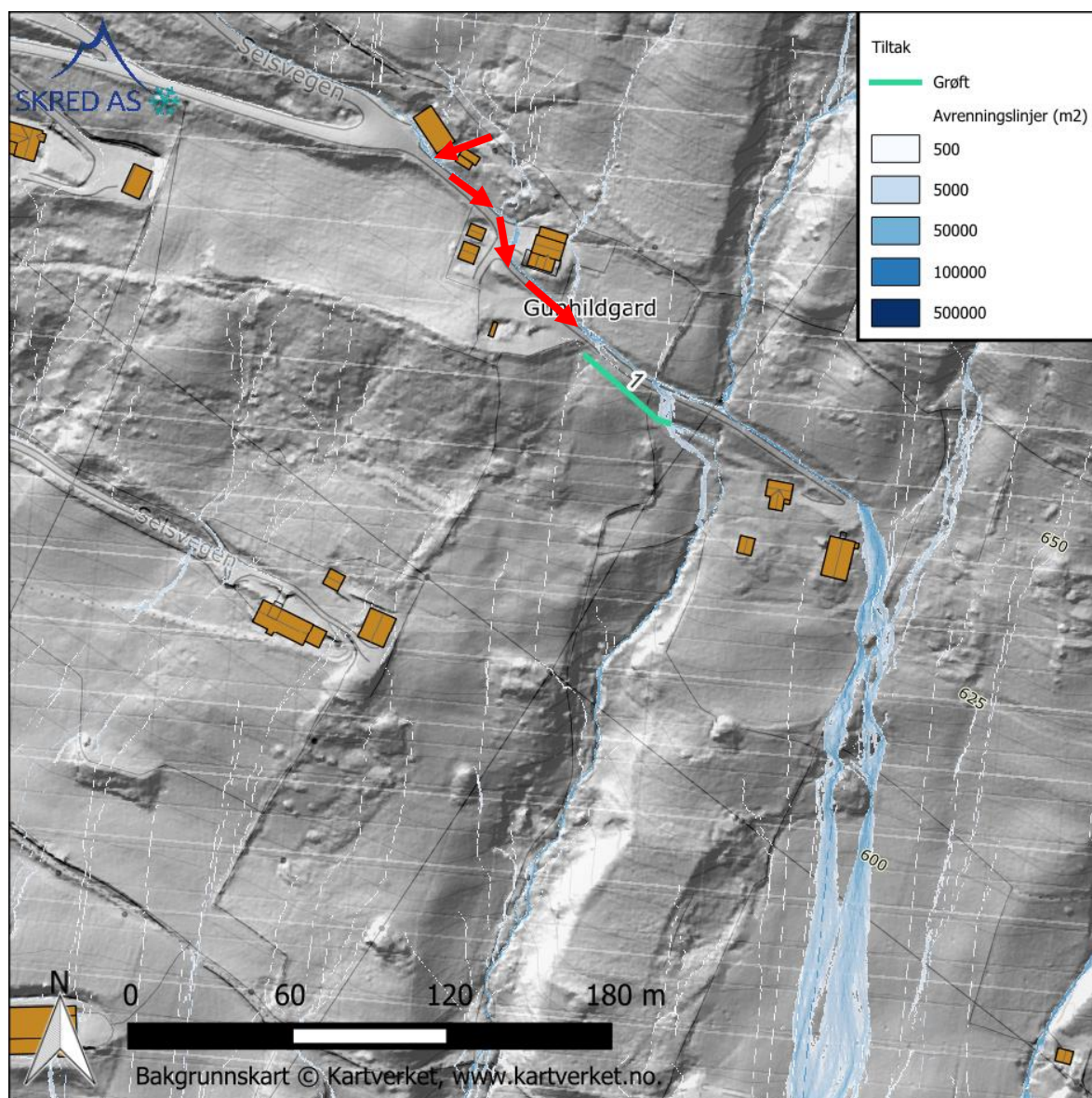
3 Beskrivelse og vurdering av aktuelle tiltak langs bekk

3.1 Generelt

I det videre beskriver vi tiltak som kan være aktuelle for å redusere sannsynligheten for videre utglidninger og skred. Fremtidige skredhendelser må fortsatt forventes selv om man avskjærer noe av overvannet, så eventuelle tiltak for forbedringer nedstrøms løseområdene må forventes å ha en begrenset levetid. Vi vurderer at gjennomføring av tiltakene ikke er en forutsetning for at nedstrøms skredvoll skal gi tilfredsstillende sikkerhet mot skred for bebyggelsen ved Arnegard. Dette er utredet i kapittel 4.

En kort oppsummering av vurderingene er gitt under

- Utløp av drenerør/flomgrøft i overkant av mastepunktene v/adkomstveien bør ledes til bekken – dette vil kunne redusere faren for utglidning sør for mastepunktene.
- Det er lite erosjon i skråningen langs mastepunktene og ingen umiddelbar fare for mastepunktene.
- Grunneier står fritt til å utføre mindre tiltak i bekken lengre nedover – vi vurderer at dette ikke vil gi forverret situasjon for sikringstiltaket lengre ned. Det må vurderes nærmere på stedet av utførende hva som er gjennomførbart.



Figur 4: Skyggekart av terrenget med foreslått tiltak og markert flomvei med røde piler.

3.2 Håndtering av overvann ved bolighus og ovenfor løsneområder

Ut ifra vår vurdering på befaring og terrenganalyser ser vi ikke noen direkte sammenheng mellom tiltakene ved Nørdre Sel (etablering av parkeringsplass og oppgradering av veigrøft) og en opplevd økning i mengden overvann som kommer ned jordet. Tiltakene utført ved parkeringsarealet skulle tilsi at man fikk mindre overvann hit, ettersom det ble etablert en avskjærende grøft lengre opp. Vannsiget som kommer ned i overkant av garasjen ved Gunhildgard (Selsvegen 106) bør håndteres slik at det ikke gjør skade på bolig. Grunneier har etablert en avskjærende grøft/voll som framsto som tilstrekkelig dimensjonert på befaringstidspunktet, men kan være noe erosjonsutsatt. Trolig vil det være tilstrekkelig å benytte vegetasjon for å stabilisere grøftekanten. Grunneier opplyste at det går et mindre overvannsrør langs adkomstveien østover, som har utløp litt lengre sør (omtalt som punkt 2 i Figur 3). Overvannsledninger med liten dimensjon er ofte utsatt for gjentetting hvis man ikke

har et sandfang i forkant av ledningen. Dersom det legges rør, bør dette ha dimensjon på 400 mm for å være mindre utsatt for gjentetting over tid eller etableres med sandfang. For ekstreme hendelser vil en åpen grøft være en mer robust løsning. Fallforholdene på adkomstveien og tomta tilsier at overvann på avveie ikke utgjør en fare for bolighuset, men vil følge adkomstveien til Selsvegen 104.

For å hindre at utløpet av røret ledes rett mot løsneområdene for skred, foreslår vi å anlegge en avskjærende grøft fylt med pukk/kult sør for adkomstveien til Selsvegen 104 og østover mot bekken. Dette vil kunne gi litt mer vann i bekken på en kort strekning (ca. 5 % økning i tilrenningsarealet til bekken), men vil etter vår vurdering ha lite å si for pågående erosjon langs mastepunktene.

3.3 Vurdering av behov for tiltak i skråning langs mastepunkter

Erosjonen i bekken øst for mastepunktene (punkt 3 i Tabell 1) vurderer vi til å være av så lite omfang at det ikke er snakk om umiddelbar fare for strømmastene. Det er lite vann i bekken til vanlig, og normalvannføringen graver ikke direkte i erosjonssåret. Det vil derfor være sjeldent at det er pågående graving i erosjonssåret. Dersom det skjer nye, større flomhendelser som gjør at bekken flytter løpet ytterligere mot vest, anbefaler vi at det tas en ny vurdering av stabiliteten ved mastepunktene.

3.4 Andre tiltak langs bekkeløpet i underkant av løsneområdene

Dersom grunneier har behov for å utføre tiltak langs eller i bekkeløpet der det har erodert og skiftet løp for å forankre gjerder o.l., så vurderer vi at dette kan utføres uten at det vil gi økt ulempe for nedstrøms sikringstiltak. Ved arbeid i bratt terreng er det imidlertid noen hensyn man bør ta, som vi har listet opp i det videre.

3.5 Gjennomføring og HMS

Tiltak gjennomføres i egen regi av grunneiere og er ikke detaljprosjektet. Utførende må selv gjøre tilstrekkelige vurderinger for ivaretagelse av sikkerhet under arbeider. Det må lages en plan over mulige risikomomenter og avbøtende tiltak (SJA). Under følger noen overordnede anbefalinger knyttet til gjennomføring og HMS.

- Adkomst med maskin i bratt sideterreng krever gode vurderinger av utførende entreprenør. Risikomomenter vil være utglidning / velting av maskin.
- Værforhold – tidsvindu for gjennomføring
Arbeidene må utføres over en kort periode hvor det er gunstige værforhold. Under og etter nedbørperioder bør arbeid avvente til grunnen er tørr/drenert, da mye vann i løsmassene påvirker stabiliteten negativt
Av samme grunn bør man også avvente til telen har gått i bakken og grunnen tørket helt opp.
- Alle arbeider med maskin langs bekkeløp må gjøres med aktsomhet med tanke på stabilitet av maskin og omliggende skråninger. Ved behov for å grave i skråningsfot må dette gjøres seksjonsvis med korte seksjoner (maks 4-6m) og umiddelbar oppfylling.

- Eventuell mellomlagring av masser må plasseres i slake områder og med lave fyllingshøyder, samt i god avstand til skråningskant til bekkeløpet for å ikke påvirke lokalstabiliteten negativt.

4 Gjennomgang av tidligere skredvurderinger i forhold til hendelser under «Hans» og foreslått erosjonssikring

Skred AS er bedt om å vurdere hvordan den foreståtte avskjærende grøften påvirker sikringstiltakene mot skred nedstrøms (plantefelt og ledevoll ved Arnegard), og spesielt om tiltaket er en premiss for at ledevollen skal ha tiltenkt funksjon. I tillegg er Skred AS bedt om å vurdere om vollen fortsatt gir tilstrekkelig sikring for bolighusene nedenfor vollene gitt at bekkeløpene under Hans ble endret og ny informasjon skredene under Hans har gitt.

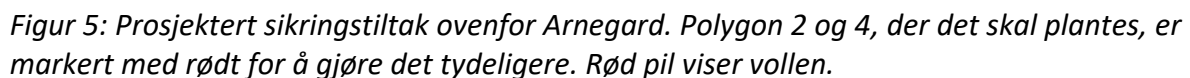
4.1 Bakgrunnsmateriale

Faresonekartleggingen og de skredfaglige forutsetninger og premissene som ligger til grunn for vollprosjekteringene er gitt i Skred AS rapport 19188-01 fra forprosjekteringen, med justeringer beskrevet i vår prosjekteringsrapport 20168-01 og tilhørende vedlegg (spesielt vedlegg 5 og tegning T409, Figur 5). En del forutsetninger og observasjoner er beskrevet i vår rapport 18197-01, som oppsummerer akuttvurderingen etter skredhendelsene i 2018. Tidlige skisser til sikringsløsninger er gitt i vår rapport 18210-01.

Tiltakene ovenfor Arnegard ble designet for å på sikt sikre bygningsmassen mot skred med nominell årlig sannsynlighet 1/1000:

- Etablere en lav ledevoll med en overhøyde over eksisterende rygg på rundt 1 m (T409), som gir en høyde på ca. 2,5 m fra bunn av bekkeløp til toppen på ledevollen.
- Etablering av vegetasjon i Polygon 2 og Polygon 4 (tegning T409, Figur 5) vil på sikt bringe årlig nominell sannsynlighet for skred mot Arnegard (Nordbygdvegen 160) under 1/1000.

Ledevollen er etablert, men det er enda ikke vokst fram vegetasjon i polygon 2 og 4. Basert på prosjektert løsning mangler sikringskonseptet vegetasjonen for at sikringstiltaket skal være som prosjektert. Siden vegetasjon ikke er etablert er derfor årlig nominell sannsynlighet for skred fortsatt høyere enn 1/1000 ved Arnegard.



Skredene som gikk i Øvre Hallingdal under Hans, har gitt oss mye ny viten om denne typen skred. Ved prosjektering av tiltakene ved Arnegard, var den informasjonen ikke tilgjengelig. Vi har her sett på hvilke forutsetninger som lå til grunn for design av tiltaket ved Arnegard og om det med dagens kunnskapsnivå er behov for å justere disse forutsetningene. Dersom funnene viser at forutsetningene for design bør revideres, bør også effekten av de etablerte sikringer revideres, og/eller tiltakene bør justeres for å oppnå effekten de var designet for.

I Skred AS rapport 19188-01-2 ble plassering, omtrentlig tykkelse og areal på løснеområdene for jordskredene i april 2018 beregnet ved endring i terrenget mellom LiDAR skanning i 2009 og i 2018. Disse verdiene ble brukt som grunnlag for vurdering av designscenarier for tiltakene ved Arnegard.

Samme type beregning har vi nå utført på LiDAR skanning fra 2018 og 2023, der vi antar at terrengendringene primært skyldes jordskredene som ble utløst under Hans i 2023. Løsnevolum for skredene i 2018 varierte mellom 23-432 m³, mens gjennomsnittlig bruddhøyde varierte mellom 0,25-0,87 m. Tabell 2 viser beregnet volum, areal og gjennomsnittlig bruddhøyde på skredene som gikk under Hans. Løsnevolum for skredene under Hans i 2023 varierte mellom 35-283 m³, mens gjennomsnittlig bruddhøyde varierte mellom 0,69-1,15 m. Løsneområdene P, Q og U er i skredløpet ned mot Arnegard. Disse har et løsnevolum på 35-276 m³, med en gjennomsnittlig bruddkanthøyde på 0,77-1,15 m.

Beregningene viser at det fra skanningen i 2018 til skanningen i 2023 totalt ble erodert ca. 1800 m³ i det østlige bekkeløpet ned mot Bøygard, mens det ble erodert ca. 300 m³ i bekkeløpet ned mot Arnegard. Denne erosjonen antar vi primært kom under Hans. Beregningene viser at det var svært lite erosjon i bekkeløpet ned mot Arnegard, sammenlignet med erosjonen i bekkeløpet ned mot Bøygard.

Tabell 2: Løsneområdene fra skredhendelsene under Hans (Figur 6), med tilhørende volumestimat, areal og gjennomsnittlig bruddhøyde.

Løsneområde	Volum (m ³)	Areal (m ²)	Gjennomsnittlig bruddhøyde/erosjondybde (m)
O	283	256	1,11
P	47	59	0,80
Q	35	45	0,77
R	226	224	1,01
S	50	73	0,69
T	45	48	0,94
U	276	241	1,15
Erosjon i østlig bekkeløp	1803	4845	0,37
Erosjon i vestlig bekkeløp	297	2740	0,11

Erosjon langs bekkeløpene under Hans skyldes sannsynligvis både erosjon/medrivning under skredhendelsene og erosjon som følge av stor vannføring før og etter skredene. Pga. observasjonene av skredene ned mot Arnegard (avsnitt 4.2.2), samt utførte beregninger, vurderer vi at det var svært lite erosjon i bekkeløpet ned mot Arnegard. Totalt skredvolum (løsnevolum + eroderte masser) vurderes derfor å være i samme størrelsesorden som beregnet løsnevolum, ca. 35-276 m³.

Dimensjonerende skred med årlig sannsynlighet på 1/1000, som ligger til grunn for dimensjonerte sikringstiltak, har et volum på ca. 3400 m³ med bruddkanthøyde på 1 m (Skred AS rapport 19188-01-2). Dette er dermed betraktelig større enn skredene som gikk under Hans.

4.2.2 Observasjoner av skredene i skredløpet ned mot Arnegard

Skredene som løsnet i skredløpet ned mot Arnegard løsnet primært som flak i de bratte sidene ned mot bakkeløpet (Figur 2). Utløsende faktor vurderes primært å være høy markfuktighet pga. nedbør og fra drenering oppstrøms, og i mindre grad som følge av erosjon fra bekken i foten av de bratte sidene ned mot bakkeløpet.

Skredene som gikk i skredløpet ned mot Arnegard, stoppet hovedsakelig ovenfor etablert ledevoll. De faste skredmassene ble primært avsatt rundt et gjerde ca. 100 m ovenfor Arnegard. Det var kun slam og vann, samt masseførende flom, som nådde ned til og passerte skredvollen ved Arnegard (Figur 2).

4.2.3 Generelle observasjoner fra skred under Hans

Mange av de større skredene som gikk i Hol og Ål under Hans, hadde stor rekkevidde i forhold til det våre modellberegninger viste. Vi mener det i stor grad skyldes at vanninnholdet i skredmassene var relativt høyt, og at det etter skredene kom betydelige vannmengder som masseførende flom. Høyt vanninnhold i et skred vil gjøre skredmasser mer mobile, slik at hastigheter generelt er høyere enn skredmasser med lavere vanninnhold, og utbredelsen er større.

Skredene i skredløpet ned mot Arnegard nådde ikke ned til ledevollen ved Arnegard, og gir dermed ikke ny informasjon om hvordan hastigheten (og dermed klatrehøyden) ved ledevollen kan bli om ledevollen treffes av skredmasser.

Vi kjenner heller ikke til hvordan skredene ved Arnegard beveget seg, og kan dermed ikke konkludere med om våre beregninger fra før Hans var «riktige». I avsnitt 4.2.4 har vi likevel gjort nye beregninger med andre relevante inputparametere basert på funnene i forbindelse med skredene under Hans og ny metodikk for modellering av jordskred.

4.2.4 Supplerende beregninger

I Skred AS rapport 19188-01-2 ble det utført beregninger både fra kartlagte løsneområder etter tidligere hendelse før Hans og større løsneområder som ble vurdert som dimensjonerende for skred med årlig sannsynlighet på 1/1000. Blant annet ble det vurdert at skred fra løsneområde C med bruddkanthøyde på 1 m (3400 m^3) var representativt for skred med årlig sannsynlighet på 1/1000.

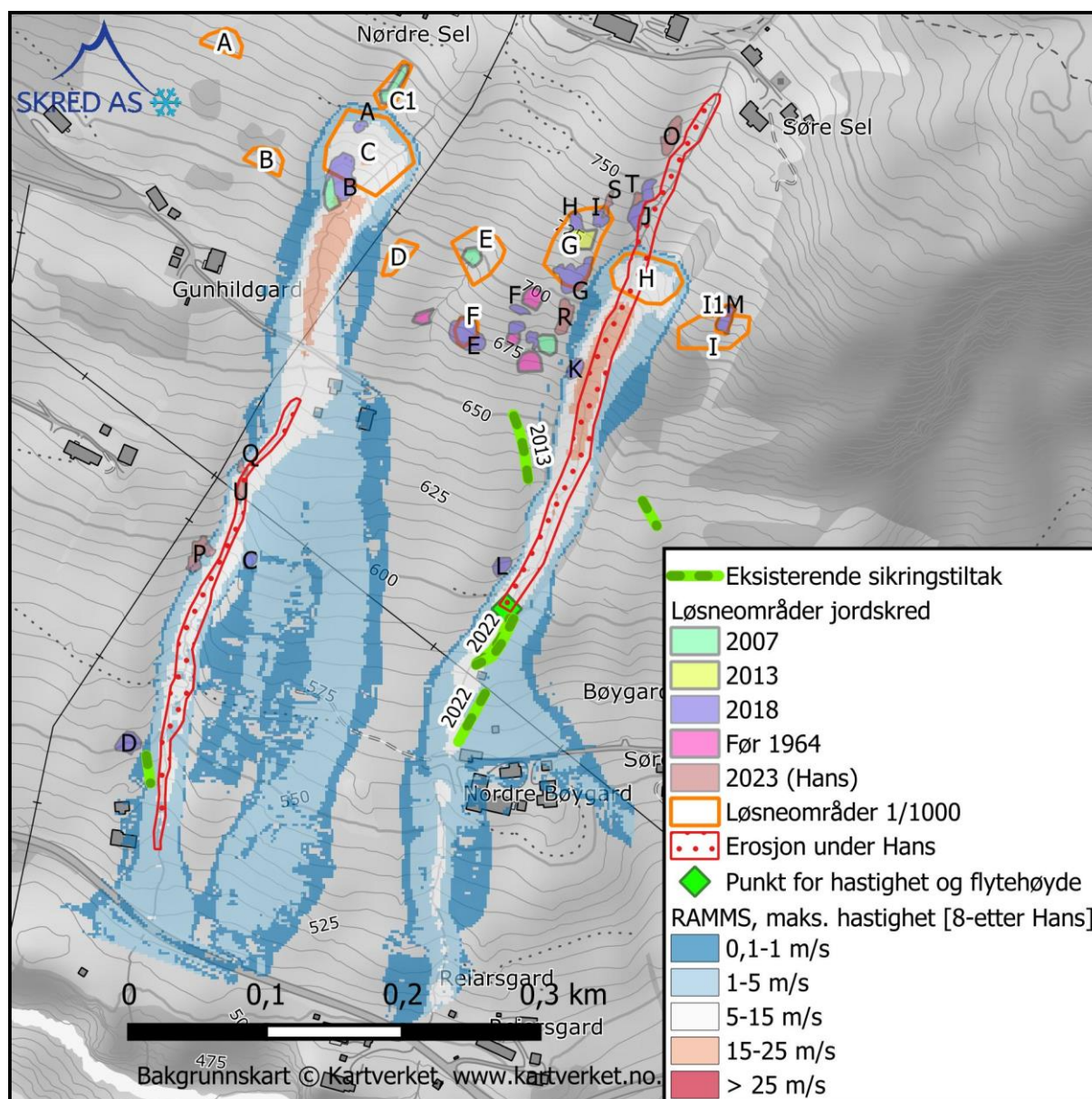
Vi har nå supplert med beregninger av skreddynamikk med følgende endringer fra vurderingene som var premisser til prosjektert voll:

- 1) Oppdatert terrengmodell fra etter Hans.
- 2) Beregninger med løsneområder som ble observert under Hans.
- 3) Inkludert erosjon nedover i skredbanen, slik det er beskrevet i FoU-rapporten fra 2020, nevnt ovenfor (Skred AS, 2020b)
- 4) Konservative modellberegninger med en økning av bruddhøyde på 50-100 % av den dimensjonerende bruddhøyde på 1 m (1,5 m og 2,0 m). Disse beregningene representerer skred med antatt årlig sannsynlighet lavere enn 1/1000, og ble gjort

for å vurdere hva vollen kan motstå og evt. utbredelsen på skredmasser som overtopper vollen.

Beregninger av dimensjonerende skred fra Skred AS rapport 19188-01-2 på oppdatert terrengmodell (punkt 1 over) ga ikke overtopping av vollen. Det gjorde heller ikke beregninger med løснеområder som under Hans (punkt 2), eller beregningene med erosjon (punkt 3). De mer konservative modelleringene (punkt 4) noe overtopping av vollen, men ikke skredmasser inn på bygningene på Arnegard (Figur 6). Disse scenarioene (punkt 4) har uansett en antatt lavere årlig sannsynlighet enn 1/1000. I de konservative beregningene var hastigheten til skredmassene like ved bygningene på Arnegard generelt lavere enn 0,1 m/s.

I Skred AS rapport 19188-01-2 ble det utført modelleringer med ett og ett løснеområde. Det ble dermed i liten grad hensyntatt at aktuelle løснеområder kan utløses samtidig eller med kort mellomrom, slik som under Hans og tidligere skredsykluser i området. Aktuelle løснеområder som har utløp ned i samme skredbane (forsenkning, bekkeløp etc.) kan føre til at det avsettes masser på ugunstige plasser, og at evt. skred som kommer etter dette får en annen utbredelse. I dette tilfelle vil det være spesielt kritisk om det avsettes skredmasser langs vollen, slik at vollens effektive høyde reduseres. Skredmassene under Hans ble primært avsatt på to utflatinger ovenfor og nedenfor et gjerde/sti ca. 100 m oppstrøms Arnegard. Ved vollen har skredløpet/bekkeløpet en jevn helning og skredmasser som evt. passerer utflytningene ved gjerdet/stien vil sannsynligvis passere vollen og avsettes lengre nede i skredløpet.



Figur 6: Eksempel på modelleringsresultat med 2,0 m bruddhøyde og erosjon langs skredbanen (modellering nr. 8 etter Hans). Dette representerer et scenario som er sjeldnere enn 1/1000, som har vært dimensjonerende for sikringstiltakene ovenfor Nordre Bøygard.

4.2.5 Beregninger av nødvendig vollhøyde med andre tilnærminger

Nødvendige volddimensjoner ble i Skred AS rapport 19188-01-2 først grovt estimert ut fra den tradisjonelle metoden (Statens vegvesen, 2023). Deretter ble det gjort iterasjoner mellom beregninger og ulike geometrier, som grunnlaget for den endelige vollgeometrien. I Skred AS rapport 19188-01-2 ble det ikke vektlagt beregning av nødvendig vollhøyde på grunnlag av tradisjonell metode (Statens vegvesen, 2023), da denne metodikken ikke er godt dokumentert for kanaliserte jordskred.

For en sjekk av nødvendig vollhøyde ved Arnegard, har vi nå gjort beregninger basert på hastighet og flyte høyde ved foten av støtsiden til den etablerte ledevollen (lysegrønt punkt i Figur 6) for ulike beregningsresultat.

Tradisjonell metode tilsier at en vollhøyde på 1,0 m over eksisterende ryggformasjon er tilstrekkelig for alle modelleringsresultatene med antatt årlig sannsynlighet på 1/1000 eller høyere. Metoden gir vollhøyde høyere enn 1,0 m kun for modelleringene med antatt lavere sannsynlighet enn 1/1000.

Beregningene forutsetter bratt støtside. I dette tilfelle har vollen en slak støtside, og dette må dermed hensyntas ved vurdering av beregningene. Ved prosjektering av vollen ble dette hensyntatt ved bruk av modelleringsiterasjoner på prosjektert terreng, samt et påslag på vollhøyden (sikkerhetsmargin) på 0,5 m.

Tabell 3: Beregnet vollhøyde ved tradisjonell- og hydrodynamisk metode for ulike beregningsresultat.

Nr.	Beskrivelse	Hastighet (m/s)	Flyte høyde (m)	Tradisjonell metode (m)
01	Samme input som for 1/1000 i 19188-01-2	3,0	0,5	0,5
03 og 06	Samme input som for 1/1000 i 19188-01-2, men med erosjon i skredbanen	2,6-3,3	0,8-0,9	0,8-0,9
04-05	Løsneområder som under Hans	0,9-1,5	0,1-0,2	0,1-0,2
07-09	Betydelig større løsnevolum og erosjon i skredbanen, antatt årlig sannsynlighet lavere enn 1/1000.	4,0-5,9	1,1-1,5	1,2-1,6

4.2.6 Foreslåtte tiltak på vollen etter Hans og prosjekterte tiltak som ikke er etablert

Ved Arnegard var det ubetydelig erosjon i foten til støtsiden på ledevollen. Det ble derfor vurdert at det ikke var behov for utbedringer for at vollen skulle opprettholde sin effekt.

Det er lagt opp til at etablering av vegetasjon i polygon 2 og 4 (T409) på sikt bidrar til at den årlige nominelle sannsynligheten for skred på Arnegard reduseres til lavere enn 1/1000. Befaringer under Hans, samt etter Hans, viser at det ikke er etablert vegetasjon i disse områdene.

4.3 Effekt av foreslått avskjærende grøft på skredfare

Den avskjærende grøften foreslått i avsnitt 3 (Figur 4), vil redusere sannsynligheten for at skred utløses i terrenget nedstrøms denne. Dette da dreneringen inn i dette området reduseres. Løsnesannsynligheten for skred av typen som ble utløst under Hans i dette skredløpet, som flak som følge av høy markfuktighet/porevannstrykk, vurderes dermed å reduseres.

Den avskjærende grøften foreslått i avsnitt 3 (Figur 4), vil øke sannsynligheten for at skred utløses som følge av erosjon i bekkeløpet. Dette da grøften fører til økt vannføring i bekkeløpet. Økning i vannføringen vurderes å være marginal sammenlignet med vannføringen slik den er i dag. Erosjonen under Hans var også marginal.

Løsnestannsynligheten for skred som utløses som følge av erosjon i bekkeløpet vurderes derfor å øke noe, men ikke så mye at det overstiger det scenario vollen er designet for.

Den avskjærende grøften leder vannet inn i et område der det er foreslått å etablere vegetasjon for å stabilisere løsmassene (polygon 2 i T409). Når vegetasjonen er etablert vil løsnestannsynligheten avta.

Skred kan løsne oppstrøms den foreslåtte avskjærende grøften, slik som for eksempel fra løsneområdet for det dimensjonerende scenarioet for sikringstiltaket (løsneområde C i Figur 6). Den avskjærende grøften har ingen betydning på løsnestannsynligheten oppstrøms grøften, og dermed ikke betydning for det dimensjonerende scenario lagt til grunn for sikringstiltaket.

4.4 Konklusjon på skredvurderinger

Basert på en vurdering av løsneområder, erosjon, modelleringer og beregninger av nødvendig vollhøyde på grunnlag av hendelsene under Hans, konkluderer vi med følgende:

- Skredene under Hans var av begrenset størrelse, og ga dermed minimalt med ny, konkret informasjon som kunne brukes til å revurdere det dimensjonerende scenario. Vi står derfor fortsatt inne for dimensjonerende scenarioet for skred med årlig sannsynlighet på 1/1000 fra Skred AS rapport 19188-01-2.
- Sett i lyset av skredene under Hans, er det flere scenarioer som kunne vært belyst. Det gjelder for eksempel muligheten for flere skredpulser under samme skred, avsetninger fra tidligere skred etterfulgt av flere skred i samme skredløp innenfor er kort tidsrom, og muligheten for ulik grad av vannmetning i skredmassene. Disse forholdene er nå vurdert, og ingen av disse forholdene tilsier at ledevollen ved Arnegard ikke er tilstrekkelig for å sikre at vollen har tiltenkt virkning.
- Modelleringer viser at store skred eller kan overtoppe vollen, men vil ha lav hastighet ved bolighuset og følgelig ikke gi skredskader av betydning. Disse scenarioene vurderer vi har lavere årlig sannsynlighet enn 1/1000, og de er derfor ikke relevante for vollens sikringsmål, som er 1/1000.
- Beregninger av nødvendig vollhøyde ved bruk av tradisjonell metode (Statens vegvesen, 2023) tilsier at en vollhøyde på 1,0 m over den naturlige ryggformasjonen er tilstrekkelig.
- Gitt de store usikkerhetsmomentene som er belyst ovenfor, kunne man velge å legge på en sikkerhetsmargin ved design av denne typen ledevoller mot den aktuelle skredtypen. Men metodikken som ble fulgt under design av vollene virker fornuftig, også når den er justert for læringen etter skredene som gikk under Hans og utarbeidet metodikk etter prosjekterte tiltak.

- Det er ikke etablert vegetasjon i polygon 2 og 4 (tegning 409). Dette må gjøres for at den årlige nominell sannsynligheten for skred på Arnegard skal reduseres til lavere enn 1/1000.

5 Referanser

Skred AS. (2020a). *19188-01-2 Forprosjekt skredsikring Sehlsgardane.*

Skred AS. (2020b). *FOU 80607 - RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred.*

Skred AS. (2021). *20168-01-1 Prosjekteringsrapport Sehlsgardane.*

Statens vegvesen. (2023). *V139 Flom- og sørpeskred.*