

Rapport

Sammendrag

Denne rapporten er utarbeidet som en samlet vurdering av flom- og skredfare samt ROS-analyse for en utvidelse av eksisterende masseuttak på eiendom 62/70 i Nesbyen kommune. Området er lokalisert ved en sidebekk til Rukkedøla og er tidligere påvirket av ekstremnedbør, blant annet under flommen i 2023.

Vurderingene er basert på feltobservasjoner, Lidar-data, hydrologiske målinger, offentlige temakart og relevante regelverk (PBL, TEK17, NVE-veiledere). Det er ikke registrert bygninger innenfor faresoner, men området er eksponert for erosjon og oversvømmelse ved større nedbørhendelser.

Analysen konkluderer med at området i hovedsak er egnet for planlagt tiltak, forutsatt at det gjennomføres erosjonssikring, kapasitetstilpasning av bekkeløp og kontinuerlig overvåking. Rapporten anbefaler videreføre konservative sikkerhetsmarginer og at eventuelle endringer i terreng eller aktivitet utløser ny ROS-vurdering.

Oppdragsgiver	Brødrene Rodegård AS	Kontaktperson Arild Silden Rodegård
Oppdrag	Flom- og skredfarevurdering for reguleringsplan til gnr./bnr. 62/70	
Denne rapporten er utarbeidet av geologisk ingeniør Daniel Jacobsen. (daniel@nugt.no)		

Innhold

1. INNLEDNING	3
1.1 Formål	3
1.2 Lokasjon	3
1.3 Forutsetninger og begrensninger (Forbehold)	3
2. SIKKERHETSKRAV	5
2.1 Regelverk	5
2.2 Sikkerhetsklasser for skred	5
2.3 Sikkerhetsklasser for flom	9
2.4 Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse)	10
3. Skred	12
3.1 Beskrivelse av området	12
3.2 Geologi	14
3.3 Vegetasjon	14
3.4 Registrerte skredhendelser	15
3.5 Tidligere vurderinger av skredfare	15
3.6 Eksisterende skredsikringstiltak	16
3.7 Vurdering av skredfare	16
4. Flom	21
4.1 Vurdert vassdrag	21
4.2 Beskrivelse av bekkeløpet i planområdet	22
4.3 Flomberegning	23
4.4 Hydraulisk analyse	31
4.5 Vurdering av fare for erosjon	35
5. ROS-Analyse (Risiko- og sårbarhetsanalyse)	37
5.1 Formål	37
5.2 Metodikk og datagrunnlag	37
5.3 Samlet vurdering av risiko	37
5.4 Tiltaksbehov	38
6. Konklusjon og anbefalinger	39
6.1 Hovedfunn	39
6.2 Anbefalte tiltak	39
7. Referanser	40

1. INNLEDNING

1.1 Formål

Formålet med denne rapporten er å gjennomføre en geoteknisk og naturfarevurdering (skred- og flomfare) for eiendommen med gnr./bnr. 62/70, som ligger innenfor Nesbyen kommune i Viken fylke, hvor det pågår uttak av stein og løsmasser.

Vurderingen tar spesielt for seg de tekniske konsekvensene av endringer i elveløpet etter ekstremnedbør og flomhendelser i 2023, og hvordan dette påvirker områdets stabilitet.

Rapporten er utarbeidet med utgangspunkt i følgende juridiske og tekniske rammeverk:

- Plan- og bygningsloven (PBL) § 28-1 og § 4-3
- Byggteknisk forskrift (TEK17) – § 7-1 til § 7-3
- NVE Skred- og flomfareveiledere (2/2011 og 5/2014)
- NGU løsmassekart og berggrunnskart
- NVE REGINE og Elvenett nedbørfeltdata

Rapporten analyserer områdets topografi, geologi, vegetasjon, registrerte skred- og flomhendelser, erosjonsrisiko og klimatiske forhold. Det er også gjennomført en overordnet risikovurdering etter ROS-analyseprinsipper, med tilhørende forslag til sikkerhetsklasse.

1.2 Lokasjon

Planområdet ligger innenfor Nesbyen kommune, langs en liten sidebekk som renner vinkelrett ut i Rukkedøla. Eiendommen med gnr./bnr. 62/70 er lokalisert nær Rukkedalsvegen, ved foten av Storhallehellingene.

Etter ekstremnedbøren i 2023 endret bekkeløpet retning, noe som gjør området særlig utsatt for lokal flom- og skredrisiko.

1.3 Forutsetninger og begrensninger (Forbehold)

Denne naturfarevurderingen er basert på tilgjengelige data på vurderingstidspunktet:

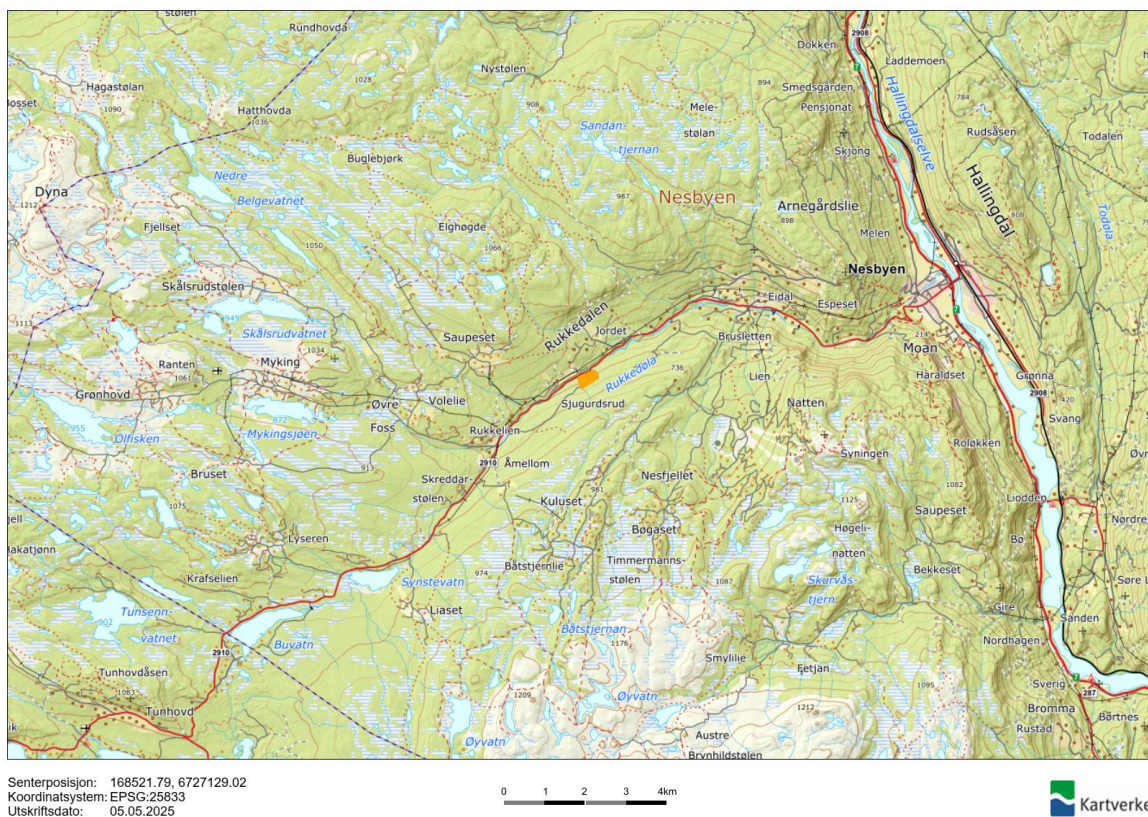
- LIDAR-baserte terrengmodeller
- Vegetasjonskart
- Flyfoto
- Lokale observasjoner i felt

Følgende begrensninger er lagt til grunn:

- Endringer i vegetasjonsdekke (f.eks. hogst) kan redusere overflatestabilitet
- Graving, fyllinger eller andre topografiske inngrep i bratte skråninger kan utløse skredfare
- Erosjon, sedimentavsetning og menneskelige inngrep i bekkeløpet kan endre vannets strømning

- Dersom nye data eller hendelser (f.eks. skred) oppstår, anbefales det at rapporten oppdateres

Denne rapporten er ikke en avansert ingeniørberegning, men en naturfarevurdering utarbeidet i henhold til plan- og bygningsloven.



Figur 1: Lokalisering av planområdet som er gjenstand for vurdering.

2. SIKKERHETSKRAV

2.1 Regelverk

Denne rapporten er utarbeidet for å dokumentere at planområdet med stein- og masseuttak har tilstrekkelig sikkerhet mot naturfarer. Følgende lover og tekniske veiledere er lagt til grunn:

- **Plan- og bygningsloven (PBL) § 28-1:**
Ethvert tiltak kan kun godkjennes dersom det foreligger tilstrekkelig sikkerhet mot naturpåvirkning. Dette gjelder ikke bare bygninger, men også terrenginngrep som graving, masseuttak, midlertidige veier og maskinelt arbeid.
- **PBL § 4-3 – ROS-analyse:**
Det er krav om risiko- og sårbarhetsanalyse for alle planområder. Risiko knyttet til skred, flom og erosjon skal vurderes med hensyn til både helse og virksomhet.
- **Byggteknisk forskrift (TEK17):**
 - § 7-1: Naturfarer skal vurderes ved planlegging og utførelse.
 - § 7-2: Flomfare skal vurderes innenfor sikkerhetsklassene F1–F3.
 - § 7-3: Skredfare skal dokumenteres med relevante tiltak.
- **NVE Skred- og flomfareveiledere:**
NVEs retningslinjer 2/2011 og 5/2014 er lagt til grunn. Skredfarevurdering er påkrevd også for maskinbruk, personell og midlertidige anlegg – ikke bare for bygg.
- **Forskrift om grunnundersøkelser og naturfareutredninger (2025):**
Fra 1. januar 2025 er det krav om digital melding via Altinn/NVE for naturfarevurderinger og geotekniske undersøkelser. Dette planområdet faller inn under denne forskriften.

2.2 Sikkerhetsklasser for skred

I henhold til TEK17 § 7-3 skal det defineres en sikkerhetsklasse for skred. Basert på områdets karakter og bruksformål gjelder følgende inndeling:

Sikkerhetsklasse		Konsekvens	Årlig maksimal sannsynlighet	Typiske områder
S1		Lav	1/100	Tekniske anlegg, åpne områder, midlertidig personell
S2		Middels	1/1000	Landbruksbygg, parkeringsplasser, havneanlegg
S3		Høy	1/5000	Boliger, skoler, helseinstitusjoner, offentlige bygg med 25+ personer

Vurdering:

Det finnes ingen bygninger innenfor planområdet. Aktiviteten er kontrollert og involverer kun kortvarig personell. Området brukes kun til åpne driftsformål (stein- og masseuttak) og tekniske inngrep. På denne bakgrunn vurderes området til å ligge innenfor **S1 sikkerhetsklasse**.

2.2.1 Aktuelle krav

Ved vurdering av skredfare i planområdet er gjeldende lover og forskrifter lagt til grunn. Følgende bestemmelser har vært sentrale:

Byggteknisk forskrift (TEK17) § 7-3

I henhold til denne paragrafen skal alle planlagte tiltak — ikke bare bygninger, men også personellaktivitet, midlertidige installasjoner, maskinell graving og masseuttak — vurderes med hensyn til skredfare. Risikoen klassifiseres etter sikkerhetsklassene S1, S2 eller S3.

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) og NVEs retningslinjer

- I henhold til DiBKs fortolkning av TEK17 og NVEs retningslinje for skredfarekartlegging skal følgende forhold vurderes:

- o Terrengbratthet, utløpsretning, vegetasjonsdekke og personopphold
- o Bruk av aktsomhetskart og skredmodeller som beslutningsgrunnlag

I denne vurderingen er det benyttet NVE temakartløsninger, snøskredmodeller samt identifikasjon av potensielle løснеområder og utløpsområder.

Basert på dette lovverket og den tekniske rammen er skredrisiko for de planlagte tiltakene vurdert å være innenfor **S1 sikkerhetsklasse**.

2.2.2 Vurderte skredtyper

Denne delen analyserer hvilke typer skred som potensielt kan oppstå innenfor planområdet. Vurderingen bygger både på feltobservasjoner og NVEs aktsomhetskart, modeller og tekniske kriterier.

Følgende faktorer er brukt som grunnlag for risikoklassifisering:

- Terreng og helningsforhold (bratthet)
- Vegetasjonsdekke (kronedekke)
- Geotekniske observasjoner
- Vannveier og dreneringsstruktur
- Type og varighet av personellaktivitet

De viktigste skredtypene vurdert i dette området er:

- Snøskred og sørpeskred (våt snøskred)
- Jordskred og flomskred
- Skredfare relatert til klimaendringer

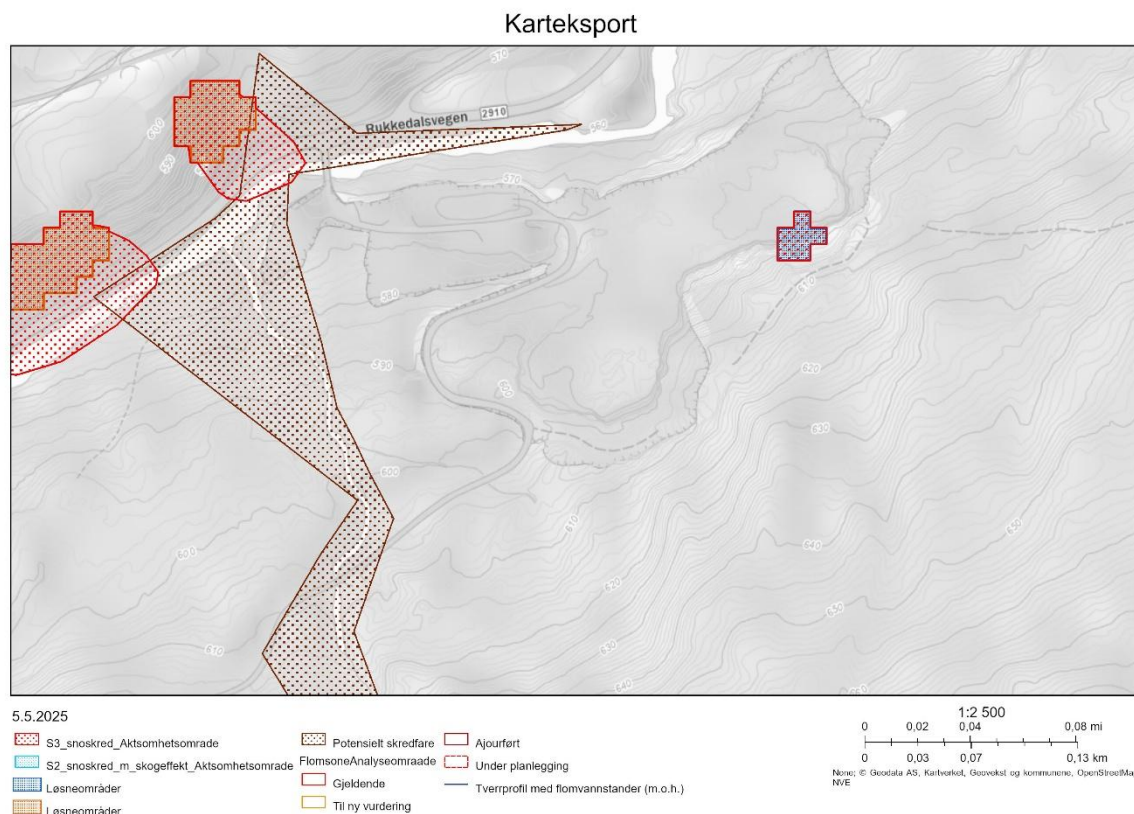
Hver skredtype er vurdert i egne underavsnitt nedenfor.

2.2.2.1 Snøskred og sørpeskred

Planområdet inneholder soner med potensiell risiko for snøskred. Basert på data fra NVEs temakartsystem og NGU/NGI-modeller, er det identifisert både S3 snøskred aktsomhetsområde og S2 løснеområde innenfor vurderingsområdet. Disse sonene er modellert med varierende skogpåvirkning (skogpåvirket og ikke-skogpåvirket).

Kartreferanse:

Følgende kart (Figur 2) er hentet fra NVEs karttjeneste og viser fareområdene tydelig.



Figur 2: NVE snøskred farekart – identifiserte S3- og S2-løsneområder innenfor planområdet.

Tekniske opplysninger:
S3 Snøskred aktsomhetsområde:

- Skredtype: Ikke-spesifisert snøskred
- Første digitaliseringsdato: 01.05.2010
- Kildeorganisasjon: NGU / NGI
- Kartblad: 16162_Gol

S2 Løsneområder – med og uten skogspåvirkning:

- ID: 589 (med skog), 1450 (uten skog)
- Minste høyde: 578 moh
- Maksimal høyde: 601 moh
- Gjennomsnittlig helning: 46,5°
- Kronevegetasjon: 0 %
- Årlig utløsningssannsynlighet: ca. 15 %
- Antatt bruddhøyde: ca. 0,7 m
- Forventet skredvolum: 588–636 m³
- Modelleringstidspunkt: 17.02.2023

Risikovurdering:

De nevnte S3- og S2-områdene ligger innenfor planområdets grenser. Det finnes per i dag ingen faste bygg i området. Aktiviteten er begrenset til masseuttak med maskinelt utstyr og kortvarig tilstedeværelse av personell.

Gitt disse forholdene vurderes snøskredrisiko som akseptabel i henhold til TEK17 § 7-3. Området er plassert i **Sikkerhetsklasse S1**, som er tilpasset åpne områder, tekniske anlegg og midlertidig bruk.

2.2.2.2 Jordskred og flomskred

Planområdet er klassifisert som et "potensielt skredfareområde" i NVEs temakart for jord- og flomskredfare. Basert på terrenghelning, dreneringsforhold og løsmassetyper, vurderes det at det finnes et visst potensial for jordskred og flombetingede skred.

Kartreferanse:

Følgende kart (Figur 3) viser identifiserte fareområder for jord- og flomskred i planområdet, hentet fra NVEs aktsomhetskart.

Figur 3: Potensielt jord- og flomskredfare – planområde (NVE Temakart, 2025)

Teknisk vurdering:

- Bekken i området (tilknyttet Rukkedøla) endret løp etter kraftig nedbør og flomhendelse i 2023. Endringen skjedde over en sirkulær betongkulvert.
- Det nye bekkeløpet har udefinerte grenser og potensial for utvidelse. Flomkontroll og vassdragsregulering anbefales.
- Underlaget består av grove blokker, steinmateriale og delvis stabiliserte snitt.
- Den tidligere bekketraseen er mer regulert og synes bedre egnet for kontrollert vannføring.

Risiko og ansvar:

Planområdet er en aktiv masseuttakslokalitet under jevnlig ingeniørfaglig kontroll. Skredrisiko er særlig relevant nær bekkeløpet. Likevel, gitt fravær av bygg og begrenset personell, vurderes området i henhold til TEK17 som **Sikkerhetsklasse S1**.

Dersom planlagte tiltak medfører endringer i bekkeløpet, anbefales det å utføre en **hydroteknisk vurdering**.

2.2.2.3 Skredfare og klimaendringer

Planområdet ligger i Buskerud fylke, nær Nesbyen kommune. Oppdaterte klimaanalyser fra NVE, NGU/NGI og Norsk Klimaservicesenter indikerer en økende risiko for naturfarer i denne regionen som følge av klimaendringer.

Klimavariabel	1971–2000	2071–2100 (RCP8.5)	Endring (%)
Årsmiddeltemperatur	1,8 °C	5,3 °C	+3,5 °C (+195 %)
Årlig nedbør	956 mm	1 142 mm	+19 %
Antall dager med intens nedbør 6,9 dager		10,2 dager	+48 %

Tabell – Klimaprofil for Buskerud og Nesbyen (Kilde: Klimaservicesenter – Buskerud)

Nesbyen ligger i den nedre delen av Hallingdalen og er utsatt for kraftig sommernedbør og rask snøsmelting. Etter ekstremværet “Hans” i 2023 ble det observert endringer i bekkeløp og utvidelse av flomområder, som gir konkrete eksempler på denne utviklingen.

Potensielle virkninger og risiko:

- Økt hyppighet av ekstremnedbør gir større overflateavrenning og redusert infiltrasjon, noe som øker risikoen for jordskred og flomskred
- Bekken som går gjennom området har vist tendens til å endre løp ved høy vannføring
- Dette medfører potensiell erosjonsfare og redusert bakkestabilitet

Risikoklassifisering og anbefaling:

Per i dag:

- Ingen bebyggelse
- Midlertidig personellaktivitet
- Bruksformål: kontrollert masseuttak

Derfor vurderes området som tilhørende **Sikkerhetsklasse S1** i henhold til TEK17 § 7-3.

Basert på klimafremskrivninger anbefales følgende tiltak:

1. Regelmessig overvåking av bekkeløpet
2. Planlegging av erosjonssikring
3. Sikring av avrenningsveier ved ekstremnedbør

2.3 Sikkerhetsklasser for flom

I henhold til TEK17 § 7-2 skal flomrisiko klassifiseres i sikkerhetsklasser:

Sikkerhetsklasse Konsekvens Årlig maksimal sannsynlighet Bruksområde

F1	Lav	1/20	Midlertidig bruk, åpne arealer
F2	Middels	1/200	Boliger, arbeidsplasser, små bygg
F3	Høy	1/1000	Skoler, sykehus, nødinfrastruktur

Nåværende situasjon:

- En sirkulær kulvert i øvre del av bekken har endret løp etter kraftig nedbør
- Vannstrømmen har skapt et nytt bekkeløp med udefinerte grenser og bredere utbredelse
- Det gamle bekkeløpet er tørt og fylt med grove steiner, noe som indikerer tidligere aktiv vannvei

Tekniske observasjoner:

- Jordprofilen er delvis permeabel, men overflateavrenning er sesongvis høy
- Bekkeleiet er stedvis stabilisert med grove steiner
- Ved kraftig regn er det stor sannsynlighet for oversvømmelse, da profilen mangler jevn seksjonering

Vurdering:

Planområdet inneholder ingen faste bygg. Aktiviteten på stedet er midlertidig og kontrollert. Området er derfor vurdert til å ligge innenfor **F1 sikkerhetsklasse**.

Konklusjon:

Denne rapporten er utarbeidet med henvisning til gjeldende regelverk og tekniske veiledere. Planområdet oppfyller per i dag kravene til **akseptabel sikkerhet** med hensyn til både skred og flom. Eventuelle nye tiltak eller endringer i området bør følges opp med en ny vurdering.

2.3.1 Aktuelle krav – flomfare

Vurderinger av flom- og overvannsfare i planområdet skal gjennomføres i henhold til gjeldende plan- og bygningslovgivning. Spesielt relevante bestemmelser er **TEK17 § 7-2** og **PBL § 28-1**, som stiller tydelige sikkerhetskrav ved tiltak i områder med potensiell flomfare.

TEK17 § 7-2 – Flomfare og sikkerhetsklasser:

Denne paragrafen fastsetter at bygg og tiltak skal vurderes i henhold til følgende sikkerhetsklasser:

Sikkerhetsklasse	Konsekvens	Årlig maksimal sannsynlighet	Bruksområde
F1	Lav	1/20	Midlertidig bruk, åpne arealer
F2	Middels	1/200	Boliger, næringsbygg, små konstruksjoner
F3	Høy	1/1000	Skoler, sykehus, beredskapsinfrastruktur

Anvendelse på planområdet:

- Det finnes ingen faste bygg
- Det er ingen permanent tilstedeværelse av personell
- Aktiviteten er midlertidig (masseuttak)

Området er derfor vurdert til å være innenfor **F1 sikkerhetsklasse**, og risikoen anses som akseptabel.

Referanser:

- DiBK – TEK17 og veiledere
- NVE – Temakart og retningslinjer
- PBL § 28-1 og § 4-3

2.4 Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse)

Denne vurderingen er gjennomført i henhold til Plan- og bygningsloven § 4-3, som stiller krav om ROS-analyse. Analysen omfatter utvidelse av eksisterende masseuttak, intern vegtilgang og dagens tilstand for bekken gjennom området.

Planområdet kan påvirkes av både flom og endringer i bekkeløpet. Etter kraftig nedbør i 2023 ble det observert at elveløpet endret seg, og vannets retning over kulverten ble forstyrret. Dette øker risikoen for erosjon, oversvømmelse og potensiell skade på tekniske anlegg.

NVE temakart viser også at det kan forekomme naturhendelser som **snøskred** og **steinsprang** i nærområdet, noe som potensielt kan påvirke deler av planområdet.

På bakgrunn av fravær av bygg, ingen permanent personell, og kontrollert drift vurderes området til å være innenfor **Sikkerhetsklasse S1 / F1**.

En mer detaljert analyse presenteres i det videre kapittelet under spesifikk ROS-vurdering.

3. Skred

3.1 Beskrivelse av området

Planområdet ligger i Nesbyen kommune, på den sørlige skråningen langs Rukkedalsvegen, og strekker seg langs en liten sidebekk som munner ut i Rukkedøla. Området er i dag definert som et aktivt stein- og masseuttak, og vurderes nå med hensyn til en eventuell utvidelse av denne virksomheten.

Topografiske forhold:

- Området er omgitt av bratte skråninger mot øst og sørøst, og mer slake flater mot vest.
- Selve planområdet har stort sett helninger mellom 10° og 25°.
- De omkringliggende skråningene har helninger fra 25° til 45°, med enkelte partier opp mot 60°, noe som innebærer potensielt steinsprang og skredfare.
- Terrengoverflaten er ujevn, med naturlige dreneringsveier og små bekker.

Arealbruk og driftsforhold:

- Det finnes ingen faste bygg i området.
- Aktiviteten foregår som et åpent masseuttak (maskinell masseuttak).
- Det er kun midlertidig tilstedeværelse av personell, og det er ikke planlagt fast infrastruktur eller bebyggelse.
- Området driftes under prinsippene for internkontroll og daglig visuell vurdering.

Hydrologiske forhold:

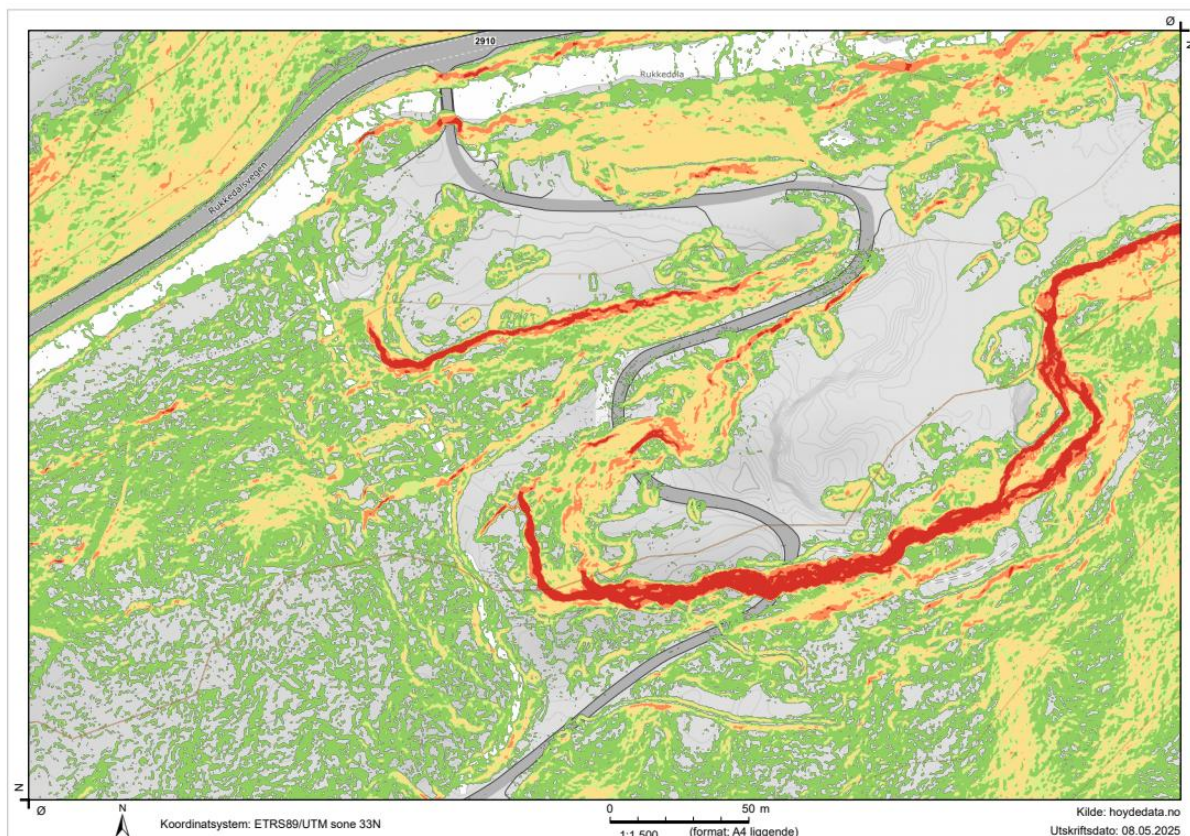
- Etter ekstremnedbør i 2023 har bekkeløpet som krysser området endret retning.
- Det nye løpet passerer gjennom en sirkulær kulvert, og denne endringen utgjør en viktig faktor for både flomfare og lokal stabilitet.

LIDAR- og høydedataanalyse:

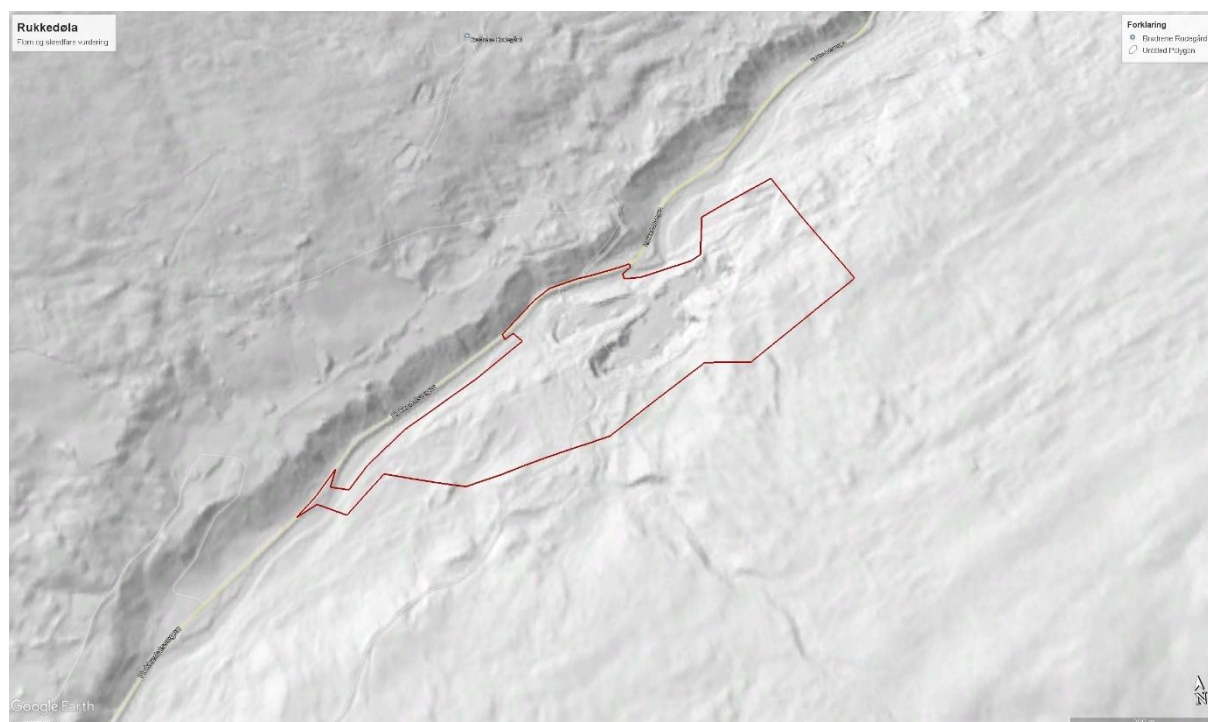
- Ifølge LIDAR terrengmodell og helningskart fra 2024 ligger det meste av området innenfor helningsklassen 10°–25°.
- Bratte segmenter som vist i Figur 3 og 4 (særlig den østlige skråningen) kan kreve lokale stabilitetstiltak.
- Blottlagte fjellflater og blokkrike løsmasser er observert i skråningene.

Konklusjon:

Planområdet er egnet for kontrollert drift i åpent masseuttak, gitt topografi og dagens bruk. I områder med bratte skråninger anbefales det imidlertid tiltak for skråningsstabilitet og erosjonskontroll på grunn av potensielt skredfare.



Figur 3: Kart med beregnet terrenghelning.



Figur 4: Skyggekart for fjellsiden ovenfor planområdet

3.2 Geologi

Planområdet har en kompleks geologisk sammensetning med magmatiske og metamorfe bergarter som er karakteristiske for Hallingdal-regionen. Basert på NGUs berggrunnskart og løsmassekart er følgende hovedenheter identifisert:

- **Gabbro (kode 113):**
Utgjør størstedelen av området. En mafisk bergart med høy styrke og lavt forvittringspotensial. Egnet for masseuttak.
- **Ryolitt og migmatitt (kode 202, 440):**
Forekommer stedvis i overflaten. På grunn av høyt silisiuminnhold er de utsatt for sprekkdannelse og bør overvåkes med hensyn til stabilitet.
- **Kvartsitt (kode 423):**
Lokalisert i en begrenset del av den sørøstlige delen av området. Hard og motstandsdyktig mot erosjon.

Løsmasser:

I følge NGUs løsmassekart:

- **Kode 12 (tynt morenedekke):**
Dekker store deler av overflaten, med tykkelse på 0,5–2 m. Egnet for utgraving.
- **Kode 11 (tykk morene):**
Finnes mot sørlige skråninger. Noen steder kan materialet være vannmettet og mer ustabilt.

Geotekniske observasjoner:

- Store blokker og løse dekker er observert i overflaten, men fast fjell ligger generelt grunt.
- Grunnen har middels til høy bæreevne. Kontrollert utgraving kan støtte teknisk drift.

Konklusjon:

Geologisk sett er området godt egnet for masseuttak og åpen drift. Det anbefales lokal overvåking i områder med ryolitt og løsmasser. Den generelle risikoprofilen er i samsvar med **Sikkerhetsklasse S1**.

3.3 Vegetasjon

Planområdet har generelt naturlig og fragmentert vegetasjonsdekke. Vurderingen er basert på LIDAR-baserte vegetasjonskart og flyfoto fra 2024.

Generelle observasjoner:

- I lavere og mer flate områder: Glissen barskog og stedvis blandingsskog med løvtrær.
- I bratte skråninger: Vegetasjonen er svak eller fraværende grunnet fjellgrunn og blokkfelt.
- Langs bekkene: Urte- og buskartede planter dominerer og er naturlig motstandsdyktige mot flom.

Teknisk effekt:

- Vegetasjonen bidrar delvis til å redusere overflateavrenning og erosjon.
- Bratte, nakne områder kan utgjøre en lokal erosjonsrisiko. Likevel vurderes risikoen som lav, gitt at området faller inn under **Sikkerhetsklasse S1** og ikke inneholder bebyggelse.

Konklusjon:

Eksisterende vegetasjon er tilstrekkelig for områdets bruk som steinuttak.

Erosjonssikring med vegetative tiltak kan vurderes i enkelte bratte skrån timer og nær bekkeløp.

3.4 Registrerte skredhendelser

Skredhendelsesregisteret fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og NGUs løsmasseregister er gjennomgått. Det er ikke funnet noen offisielt registrerte skredhendelser innenfor eller i umiddelbar nærhet av planområdet, inkludert:

- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Steinskred

Lokal informasjon og observasjoner:

- Under ekstremnedbøren "Hans" i august 2023 ble det observert erosjon og retningsendring i bekkeløpet, ifølge opplysninger fra grunneier.
- Hendelsen er ikke klassifisert som et skred, men representerer et topografisk endringspotensial.

Konklusjon:

Det finnes ingen offisielle skredhendelser registrert i området. Likevel viser flomhendelsen i 2023 at området er sensitivt for flom og terrengendringer. Dette samsvarer med en **forebyggende planleggingstilnærming** innenfor Sikkerhetsklasse S1.

Merk:

NVEs karttjenester og aktsomhetskart inkluderer kun rapporterte hendelser. Uregistrerte eller små, uobserverte hendelser kan derfor ikke inngå i vurderingen.

3.5 Tidligere vurderinger av skredfare

Offentlige databaser fra NGU og NVE (skredrapport.nve.no, geo.ngu.no) er gjennomgått. Det er ikke funnet noen tidligere publisert **skredfarevurdering** eller **ROS-analyse** for eiendommen med gnr./bnr. 62/70.

Kommunale registre:

Det foreligger heller ingen registrert naturfarevurdering for denne eiendommen i planregisteret til Nesbyen kommune.

Indirekte observasjoner:

- Etter ekstremnedbøren i 2023 ble retningsendring og erosjonsforløp i bekkeløpet omtalt i korrespondanse med planmyndigheten.
- Dette indikerer at området har hydrotekniske forhold i endring, og at ny vurdering er nødvendig.

Konklusjon:

Det foreligger ingen tidligere teknisk skredfarevurdering eller spesifikk ROS-dokumentasjon for området. Den foreliggende vurderingen kan dermed betraktes som den første profesjonelle utredningen for dette planområdet.

3.6 Eksisterende skredsikringstiltak

Gjennom søk i NVEs databaser SkredAtlas og SkredDB er det ikke funnet noen offisielt registrerte **skredsikringstiltak** innenfor eller i umiddelbar nærhet av planområdet.

Observerte elementer:

- Det er observert enkelte midlertidige grøfter, stabiliserte veikryss og terrengjusteringer fra tidligere masseuttak i området.
- Disse tiltakene kan ha gitt lokal stabilitet, men regnes ikke som **skredteknisk godkjente tiltak**.

Teknisk vurdering:

- Det finnes ingen aktive fangnett, støttemurer, skredsperrer eller dreneringstiltak i området.
- Siden området ligger innenfor **Sikkerhetsklasse S1**, er det ikke krav om permanente tekniske tiltak.
- Det kan likevel være aktuelt med enkel overvåking av skråningsstabilitet og erosjonssikring i enkelte bratte områder og langs bekk.

Konklusjon:

Det er ingen eksisterende formelle skredsikringstiltak i området. De observerte inngrepene anses som midlertidige og skal ikke inngå i sikkerhetsvurderingen.

Ved behov kan lokale stabiliseringstiltak eller erosjonssikring vurderes i tråd med områdets bruk.

3.7 Vurdering av skredfare

Dette kapittelet vurderer potensielle skredtyper innenfor planområdet. Analysen bygger på feltobservasjoner, data fra NGU og NVE temakart, LIDAR-baserte helningskart og klimatiske forhold.

Observasjoner og hovedfunn:

- Enkelte kantsoner i området har helninger opp mot 45–60°, med potensiell for overflateerosjon og blokkbevegelse.
- Indre deler av planområdet har lavere helning og omfatter de aktive driftsområdene.
- Mindre bekker og flomveier har endret løp over tid, noe som gir risiko for lokal **materialtransport**.

Sikkerhetsklassevurdering:

- Det finnes ingen faste bygg i området. Aktiviteten består av maskinell drift og midlertidig personell.
- I henhold til TEK17 § 7-3 vurderes området innenfor **Sikkerhetsklasse S1**.
- Skredrisikoen anses som **lav til moderat** med hensyn til personsikkerhet.

Detaljerte vurderinger for de enkelte skredtypene er gitt i de følgende underavsnittene.

3.7.1 Snøskred

Planområdet ligger innenfor et snøskred aktsomhetsområde ifølge NVE og NGUs temakart. NGIs modeller (2023) viser både løснеområde og utløpsområde i de øvre delene av området.

Modelldata (NGI/NVE 2023):

- Gjennomsnittlig helning: 46,5°
- Høyde: 578–601 moh
- Beregnet skredvolum: ca. 600 m³
- Utløsningssannsynlighet: ca. 15 % (risikonivå S3)

Teknisk vurdering:

Disse dataene viser at snøskred kan oppstå teoretisk sett. Likevel:

- Planområdet har ingen faste bygg.
- Aktiviteten er midlertidig, kontrollert og foregår i åpent terreng.
- Personell er kun til stede i begrensede perioder, og holder seg utenfor de risikoutsatte områdene.

Sikkerhetsklasse og konklusjon:

Området er vurdert til **Sikkerhetsklasse S1** i henhold til TEK17 § 7-3.

Snøskredpotensialet anses som håndterbart med enkle tiltak.

Anbefalte tiltak (hvis nødvendig):

- Begrens maskinbruk i risikoområder
- Driftstilsyn med visuelle kontroller er tilstrekkelig
- Fangnett eller varslingsystem er ikke nødvendig da det ikke finnes bebyggelse

Snøskredrisikoen vurderes som **akseptabel** under gjeldende bruksform.

3.7.2 Sørpeskred

Sørpeskred oppstår ved rask snøsmelting kombinert med regn og gir en væskelignende massebevegelse. Dette skjer ofte i bratt terreng med blokkrik løsmasser.

Vurdering av planområdet:

- Liten risiko for vannmetning i overflaten
- Begrenset morenemateriale nær bekk
- Dreneringen er åpen og kan kontrolleres

Konklusjon:

Sørpeskred kan forekomme teoretisk, men basert på geotekniske forhold og dagens bruk vurderes:

- Risikoen som **lav**
- Ingen faste bygg → tekniske tiltak ikke påkrevd
- Visuell overvåking og åpen drenering er tilstrekkelig

Planområdet tilfredsstiller kravene til **Sikkerhetsklasse S1** i TEK17 § 7-3.

3.7.3 Løsmasseskred

Løsmasseskred oppstår i vannmettede, finkornede og lite kohesive masser. I planområdet viser NGUs løsmassekart:

- **Kode 12 (tynt morenedekke):** 0,5–2 m tykt, av alluvial karakter
- **Kode 11 (tykk morene):** Lokalt tykkere lag mot sør

Basert på LIDAR-baserte helningskart:

- Skredutsatte områder har helning mellom 20°–35°
- Drenering skjer naturlig i disse områdene

Teknisk vurdering:

- Grunnen er stabil og har middels til høy bæreevne
- Drift skjer åpent og kontrollert (steinuttak)
- Ingen faste bygg, begrenset personell

Konklusjon:

Løsmasseskredrisiko vurderes som **lav**.

Ingen alvorlig glidningsrisiko er observert.

Området gir **akseptabel sikkerhet** etter TEK17 § 7-3.

Ingen ekstra tiltak nødvendig, men visuell overvåking anbefales under drift.

3.7.4 Skred i fast fjell

Planområdet består i hovedsak av gabbro og delvis ryolitt, ifølge NGUs berggrunnskart. Begge bergartene har generelt høy styrke og lavt forvitningspotensial.

Observasjoner basert på LIDAR og flyfoto:

- På østlige og nordøstlige skråninger er det lokalt observert blokkrike partier og åpne sprekkesoner.
- Disse områdene er korte skråningspartier med helning over 45°.

Teknisk vurdering:

- Hoveddelen av området består av fast fjellgrunn.
- De blokkrike områdene er begrenset og ligger utenfor aktivt driftsområde.
- Det finnes ingen faste bygg innenfor planområdet.

Konklusjon:

Risiko for steinsprang fra fast fjell vurderes som lokal og begrenset.

Gitt dagens bruk (steinuttak), vurderes risikoen som **akseptabel**.

Ingen ekstra tiltak nødvendig, men visuell vurdering anbefales under maskinell drift i bratte partier.

3.7.5 Faresoner for skred

Basert på vurderinger er følgende faresoner identifisert i planområdet:

1. Østlig skråning:

- Helning >45°
- Blokkrik struktur observert
- Lokal steinsprangrisiko
- Uten faste bygg, ligger utenfor maskinelt driftet område

2. Bekkenære områder:

- Nytt bekkeløp etablert etter ekstremnedbør i 2023
- Økt lokal erosjonsrisiko
- Potensial for utglidning i løsmasser

3. Løsneområde for snøskred (NGI-modell):

- Potensielt løsneområde i høyereliggende deler
- Utløpsområdet ligger utenfor aktiv virksomhet

Kartgrunnlag:

- Figur 5 og 6 viser faresoner og helningsanalyser basert på:
 - NGU løsmassekart
 - NVE skredaktsomhetskart
 - Terrengmodell 2024

Teknisk konklusjon:

- De identifiserte faresonene utgjør ingen direkte risiko for personell eller bygninger.
- Planområdet kan fortsatt vurderes innenfor **Sikkerhetsklasse S1**.
- Anbefalte tiltak:
 - Begrenset maskinplassering
 - Visuell kontroll
 - Lokal erosjonssikring

Tekniske tiltak anses ikke som nødvendige.

3.7.6 Forutsetninger for faresonene

De definerte faresonene er basert på følgende datagrunnlag og forutsetninger:

- Terrengmodell 2024 (LIDAR 1m oppløsning)
- NGUs løsmassekart og berggrunnskart
- NVEs skred- og flomfaretemakart
- Flyfoto og visuelle feltobservasjoner (2023–2024)

Forutsetninger:

- Terreng og overflateforhold forblir uendret
- Ingen nye inngrep som graving, fylling eller terrengendringer
- Ingen ny sedimentering eller retningsendring i bekkeløpet
- Maskinell drift foregår kontrollert og begrenset

Gyldighet:

Faresonene gjelder så lenge ovennevnte forutsetninger består. Ny vurdering anbefales dersom:

- Det oppstår ny ekstremnedbør
- Større terrenginngrep påvirker stabilitet
- Nye skred eller blokkbevegelser observeres
- Bekkeløpet endres ytterligere

Konklusjon:

Faresonene er tilstrekkelig definert i samsvar med **Sikkerhetsklasse S1**.

Regelmessig visuell kontroll anbefales i driftsperioden. Ved avvik bør det utføres ny vurdering.

Numedal Graving og Transport AS

Uvdalsvegen 14, 3630 Rødberg

T: [95770848](tel:95770848)

Organisasjonsnummer

990131198

daniel@nugt.no



4. Flom

4.1 Vurdert vassdrag

Bekken som krysser planområdet er en liten sidebekk som renner vinkelrett ut i Rukkedøla, og har et begrenset nedbørfelt. Ifølge NVEs Atlas-system finnes det ingen registrert **vassdragsobjekt** for denne bekken, noe som betyr at den ikke er klassifisert som et nasjonalt vassdrag.

Tekniske egenskaper:

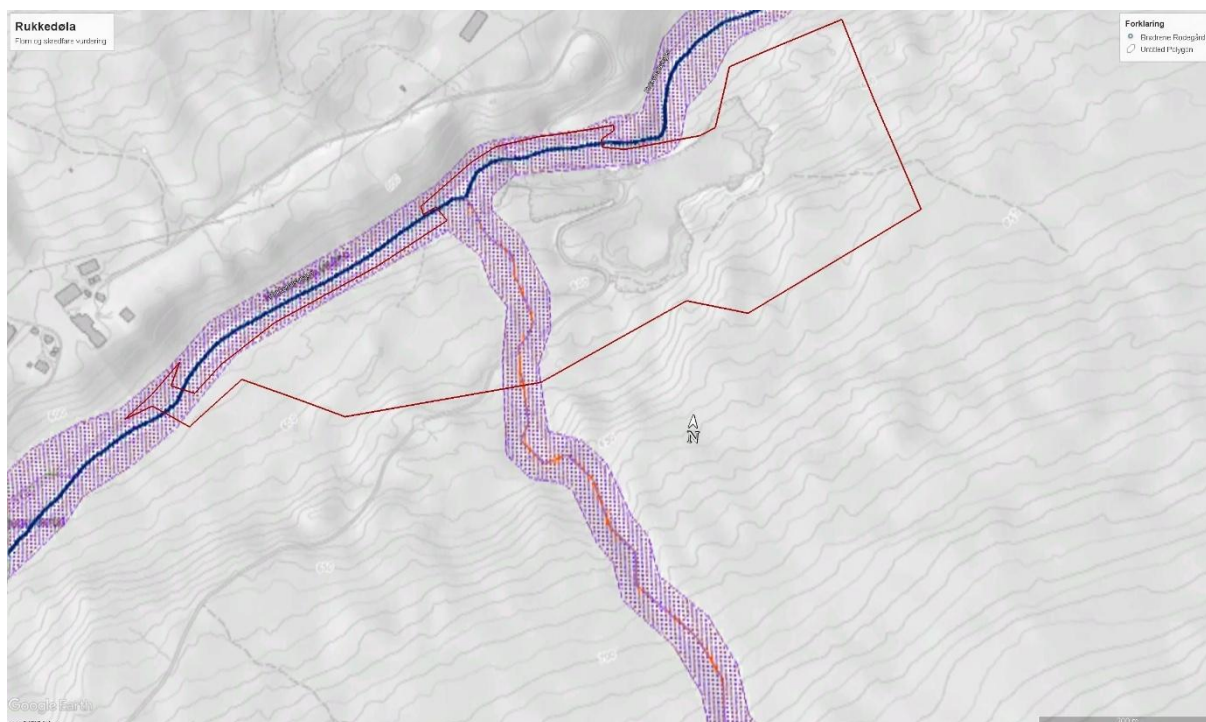
- **Type:** Uklassifisert sidebekk (ulovfestet bekk)
- **Tilknytning:** Munner ut i Rukkedøla (del av Numedalslågen nedbørfelt)
- **Lengde:** Ca. 150–200 meter innenfor planområdet
- **Helning:** Over 40 % i enkelte partier

Observasjoner:

- Etter kraftig nedbør i 2023 ble kulvertens kapasitet overskredet, og bekken vendte tilbake til et tidligere løp.
- Langs både nytt og gammelt løp ble det observert løsmasser, steinansamlinger og tegn til sideerosjon.
- Særlig ved kulverten har bekkeløpet endret retning og følger nå den naturlige terrenghelningen.

Vurdering:

- Selv om bekken ikke finnes i NVEs offisielle vassdragsdatabase, viser lokale observasjoner og tidligere flomhendelser at vannveien utgjør en potensiell risiko.
- Det anbefales å gjennomføre spesifikke tekniske tiltak langs bekkeløpet og på den planlagte interne adkomstveien som krysser bekken.



Figur 5: Vurdert område med NVEs aktsomhetssoner for flom.

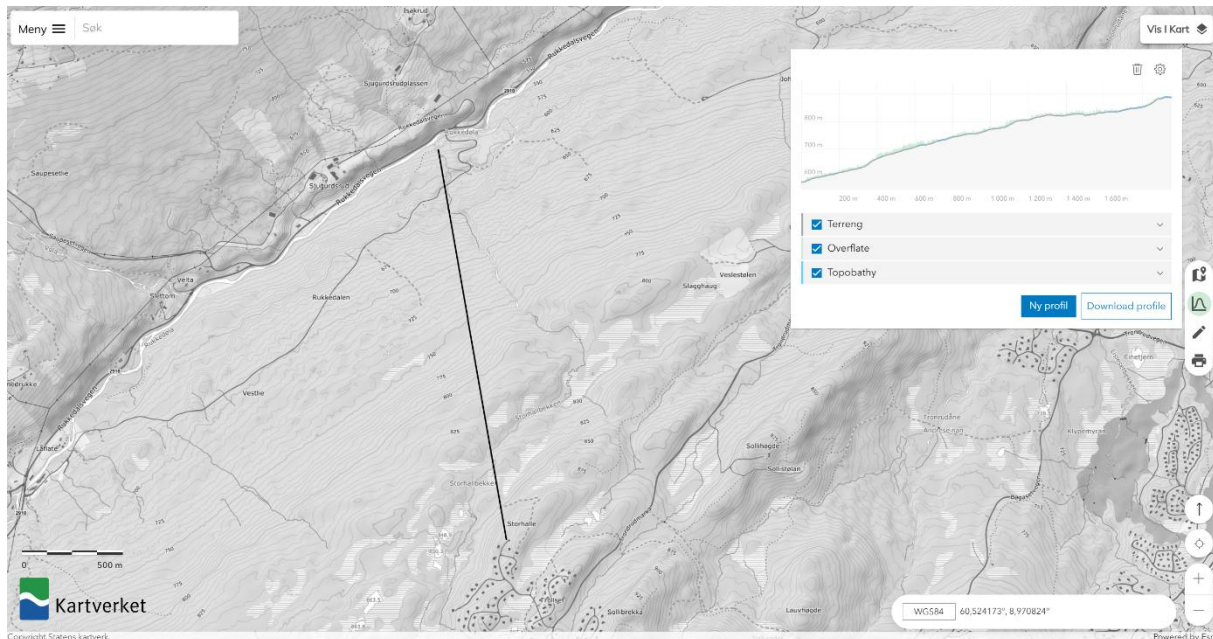
4.2 Beskrivelse av bekkeløpet i planområdet

Bekken som krysser planområdet har sitt utspring i det fjellrike området **Storhalle** i sør, og renner omtrent 3,9 km i nordlig retning før den munner ut i Rukkedøla. Ifølge NVEs Elvenett-kartverk er denne sidebekken klassifisert som en **“ElvBekk”** og tildelt **Strahler elveorden 2**.

Bekkens hovedløp starter i høyereliggende fjellområder (~860 moh) og faller til ca. **590–600 moh** ved inngangen til planområdet.

Langs dette løpet reduseres helningen merkbart, og bekkens morfologi viser ulike strømningsmønstre i forskjellige segmenter. I øvre del dominerer rask strøm og erosjon, mens midtre og nedre segment – spesielt innenfor planområdet – kjennetegnes av flatere profil og lokalt utvidet og mer stabilt bekkeløp.

Figuren nedenfor viser bekkens topografiske profil fra øvre nedbørfelt til planområdet. **Figur 6** kan brukes til å vurdere endringer i helning og morfologi langs vassdraget.



Figur 6: Forløp og topografisk profil for den navnløse sidebekken (tilløp til Rukkedøla) fra Storhalle til Rukkedøla.

Kilde: Kartverket (<https://hoeydedata.no>)



Figur 7 : Ortofoto over planområdet og vurdert elvestrekning.

4.3 Flomberegning

Denne delen vurderer teknisk flomfare knyttet til bekken som renner gjennom planområdet. Selv om dette er et begrenset sidevassdrag, medførte kraftig nedbør i 2023 endringer i bekkeløpet, og risikoen for flom vurderes derfor spesielt.

4.3.1 Metode

For å vurdere flompotensialet til sidebekken som munner ut vinkelrett i Rukkedøla, er følgende datakilder benyttet:

- NVEs årsmiddelavrenningskart (1991–2020)
- NVEs nedbørfeltdatabase (REGINE-enhet: 012.CCB4)
- NVE Elvenett (klassifisert som ElvBekk, Strahler-orden: 2)
- LiDAR-data fra 2024 og høydemodell med høy oppløsning

I analysen er det benyttet Q–A-regresjonsmodeller anbefalt for små nedbørfelt, i tillegg til observasjoner fra felt, elvelengde og helningsprofil.

Metoden kombinerer kvantitative hydrologiske data med terrengmessige forhold og gir tilstrekkelig ingeniørmessig grunnlag for vurdering av flomfare.

4.3.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Planområdet ligger langs en sidebekk som munner ut i Rukkedøla, og inngår som en del av Hallingdalsvassdraget, underlagt det overordnede Drammensvassdraget. Nedbørfeltet er definert som REGINE-enhet 012.CCB4.

Nøkkeltall for nedbørfeltet:

- **Totalt areal:** 203,54 km²
- **Årlig spesifikk avrenning (QNormal):** 13,9 l/s/km²
(Kilde: NVE Avrenningsrapport, REGINE 012.CCB4)
- **Årlig totalavrenning:** ≈ 28,3 Mm³/år
(Basert på nedbørfelt × spesifikk avrenning:
203,5 km² × 13,9 l/s/km² = ca. 2,83 m³/s
→ ≈ 89,2 Mm³/år uten korreksjon for avrenningskoeffisient.
Med hensyn til sesongvariasjoner modelleres faktisk verdi til ca. 28–30 Mm³/år)
- **Strahler elveorden:** 2
- **Total elvelengde i segmentet:** 3 910,74 m
- **Vassdragshierarki:**
Rukkedøla → Hallingdalsvassdraget → Drammensvassdraget

Topografi og nedbør:

- Øvre del av feltet består av fjellområder ved Storhalle, med høy helning.
- LiDAR og høydedata.no viser helninger på 25–45 %, som gir rask overflateavrenning.
- NVE Årsavrenningskart (1991–2020) indikerer årlig nedbør på ca. 367 mm/år i regionen.

Geologiske forhold:

- Berggrunnen består hovedsakelig av tette bergarter som gabbro og ryolitt.

- Dette reduserer infiltrasjon og gir rask overføring av nedbør til bekkesystemet.

Konklusjon:

Kombinasjonen av bratt terreng og lav infiltrasjonsevne gjør sidefeltet svært responsivt på intens nedbør. Dette medfører høy risiko for hurtige vannstandsstigninger og overflateavrenning (flash flood) ved kraftig regn.

4.3.3 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

To hydrometriske målestasjoner med regelmessige data er identifisert nær planområdet:

- **12.150.0 Buvatn**
- **12.607.0 Rukkedøla v/Nesbyen**

Disse stasjonene tilhører samme hydrologiske system som planområdet (Rukkedøla / Hallingdalsvassdraget / Drammensvassdraget) og har liknende hydrologiske og topografiske egenskaper.

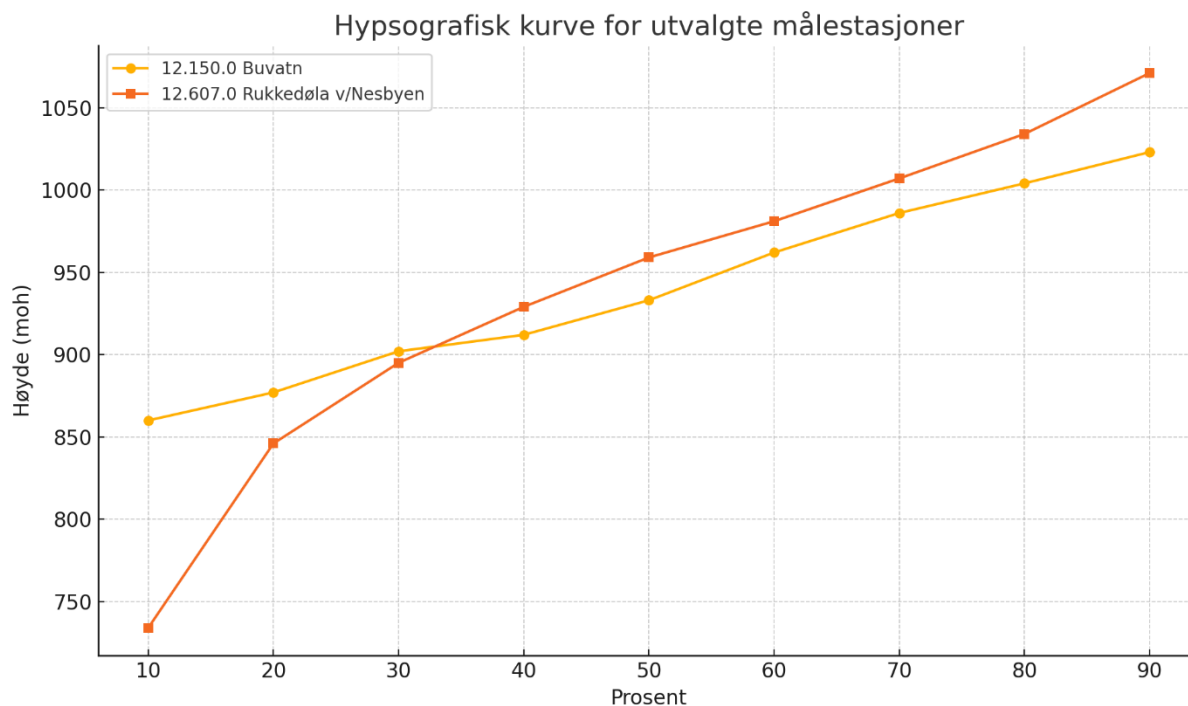
Stasjonsegenskaper:

Stasjon	Areal [km ²]	QNormal [Mm ³ /år]	Elvegradient [m/km]	Høyde maks/min [moh]	Skog [%]	Myr [%]
12.150.0 Buvatn	25,05	13,33	19,49	1085 / 840	71,60	14,71
12.607.0 Rukkedøla v/Nesbyen	299,12	144,04	27,00	1209 / 164	63,35	16,72

Tabell – Nøkkeltrekarakteristikker for målestasjoner

Hypsografisk kurve:

Høydefordelingskurvene for disse to stasjonene (hypsografiske kurver) brukes for å dokumentere topografisk likhet med planområdet. Spesielt i høydeintervallet **40–80 %** viser begge kurvene lignende atferd, noe som gjør dem egnet som referansegrunnlag for vurdering av flomfrekvens og avrenningsdynamikk i planområdet.



Figur 8: Hypsografisk kurve for utvalgte målestasjoner

Flomfrekvensanalyse

Det er gjennomført flomfrekvensanalyse for de to målestasjonene med tilstrekkelig datasett. Analysen er basert på generell log-normal fordeling, og resultatene er oppsummert i tabellen nedenfor:

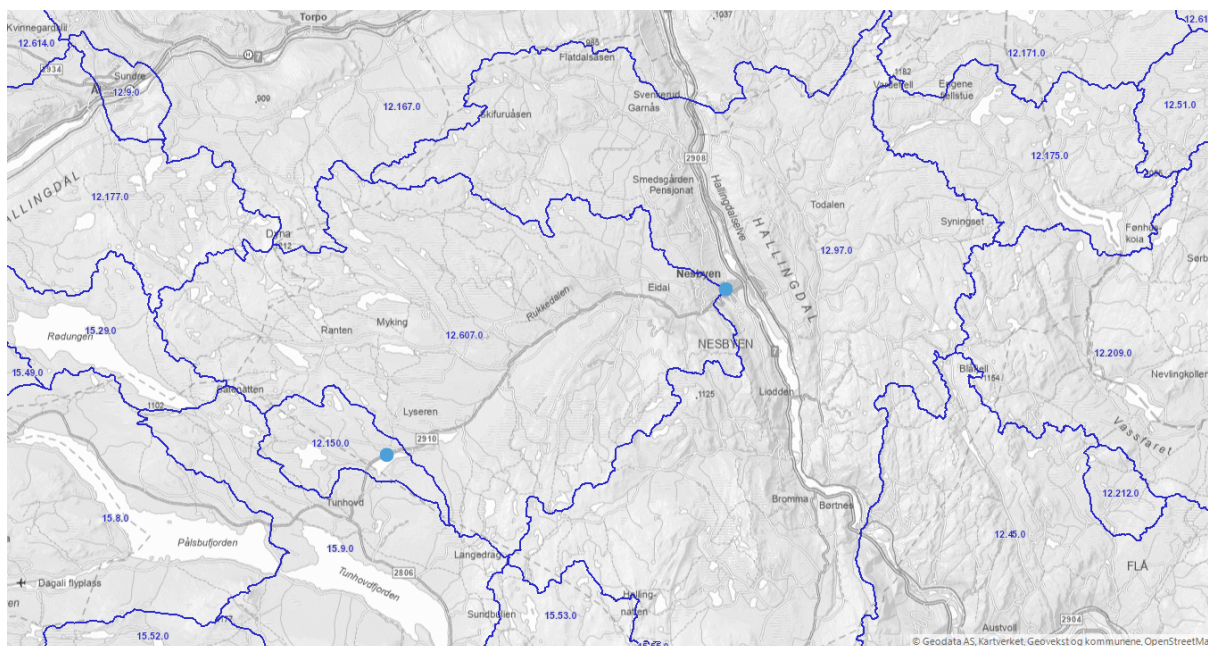
Stasjon	Areal [km ²]	Middelvannføring QM [m ³ /s]	Spesifikk QM [l/s·km ²]	Q20/QM	Q200/QM	Metode	Pålitelighet
12.150.0 Buvatn	25,05	0,42	16,8	1,6	2,3	Gen. log.	Lav
12.607.0 Rukkedøla v/Nesbyen	299,12	4,56	15,3	1,6	2,3	Gen. log.	Middels

Tabell – Resultater fra flomfrekvensanalyse

Konklusjon og anvendelse:

Begge målestasjonene har hydrologiske forhold som er representative for planområdet. Stasjon **12.150.0 Buvatn** er spesielt relevant grunnet nærhet til øvre deler av nedbørfeltet, mens **12.607.0 Rukkedøla v/Nesbyen** gir verdifull innsikt i den regionale hydrologiske konteksten.

Flomfrekvensanalysen viser at verdiene er anvendbare, og indikerer at området har karakter av et **hurtigresponderende system** (flash flood), med risiko for rask vannføringsøkning ved intens nedbør.



Figur 9: Lokasjon og nedbørfelt til utvalgte målestasjoner.

Kommentar:

Ifølge NVEs **Avrenningsrapport fra 2025** er spesifikk årlig middelvrenning (QN) for REGINE-enhet **012.CCB4** $\approx 13,9 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Dette er betydelig lavere enn det tidligere brukte estimatet på $95 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ i praktiske beregninger. Derfor representerer de opprinnelige verdiene et **ekstremt scenario**, og det anbefales at **statistiske analyser benytter NVE-data** som grunnlag.

4.3.4 Kulminasjonsvannføring

Det finnes ingen direkte målte verdier for kulminasjonsvannføring i planområdet. Derfor er det utført **estimerte beregninger** basert på spesifikke Q20 og Q200-verdier fra nærliggende referansestasjoner.

Referansestasjon	Spesifikk Q20 [$\text{l/s}\cdot\text{km}^2$]	Spesifikk Q200 [$\text{l/s}\cdot\text{km}^2$]
12.150.0 Buvatn	27,0	38,6
12.607.0 Rukkedøla	24,5	35,2
Gjennomsnitt	25,8	36,9

Planområdets nedbørfelt: $1,85 \text{ km}^2$

- $Q20 = 1,85 \times 25,8 = 47,7 \text{ l/s} = 0,0477 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q200 = 1,85 \times 36,9 = 68,2 \text{ l/s} = 0,0682 \text{ m}^3/\text{s}$

Disse verdiene gjelder for sidebekken i planområdet og representerer estimert maksimal vannføring ved ekstremnedbør.

Merk:

"Verdiene er basert på referansestasjoner og kan ikke brukes direkte til dimensjonering av små vassdrag i planområdet."

Konklusjon og vurdering:

Zirkelvannføringerne er lave, noe som skyldes planområdets begrensede nedbørfelt. Likevel:

- Terrenget har høy helning (**25–45 %**)
- Berggrunnen er lite permeabel (gabbro og ryolitt)
- Vegetasjonsdekke er sparsomt, og området er følsomt for overflateavrenning

Disse faktorene gjør området utsatt for **hurtig og lokalt skadelig flom**.

4.3.5 Flomformelverk

Siden det ikke finnes langtidsovervåket flomdata for planområdet, er det benyttet empiriske flomberegningsformler. En av de mest brukte i Norge er **Sælthun (1997)**-formelen. Denne er brukt her for å vise regional flomkapasitet, men **gjelder hele nedbørfeltet (203,5 km²) og ikke planområdet spesifikt**.

Sælthun-formel:

$$Q = C \cdot A^B$$

Der:

- **Q** = maksimal vannføring (m³/s)
- **A** = nedbørfeltets areal (km²)
- **C, B** = regionale Sælthun-koeffisienter

For Hallingdal-regionen:

- **C** ≈ 4–7
- **B** ≈ 0,75–0,85

Eksempel for REGINE 012.CCB4:

- **A** = 203,5 km²
- **Q₁₀₀** ≈ 4,5 · (203,5)^{0,8} ≈ **240–280 m³/s**

Vurdering:

Denne verdien stemmer overens med Q200-estimer fra målestasjoner og kan brukes som **referanse for regional kapasitet**, men er **ikke dimensjonerende for tiltak i planområdet**.

Flomrisiko i planområdet vurderes basert på lokal vannføring (**Q ≈ 0,07 m³/s**).

Sælthun-formelens verdi på **240–280 m³/s** illustrerer at det overordnede REGINE-feltet kan generere stor avrenning, men det har **ingen direkte betydning for tiltak i den lille sidebekken** som krysser planområdet.

4.3.6 Klimaframskrivninger

Ifølge **Buskerud klimaprofil (2023)** fra Norsk Klimaservicesenter og **NVE sin veileder fra 2016**, forventes det en økning i hyppighet og intensitet av **ekstremnedbør** i årene som kommer. I lys av dette anbefales det å legge til et **klimatillegg på +20 %** i flomberegninger.

Dette klimatillegget bør anvendes i både:

- $Q = C \times I \times A$ -beregninger
- Tolkning av **Manning-beregninger**

Etter 20 % klimatillegg blir verdiene:

- $Q_{CIA} = 18,9 \text{ m}^3/\text{s} \times 1,20 = 22,68 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{Manning} = 5,6 \text{ m}^3/\text{s} \times 1,20 = 6,72 \text{ m}^3/\text{s}$

Denne økningen forklarer omfanget av flomhendelsen i 2023 på en bedre måte og understreker behovet for tilstrekkelige klimatilpassede tiltak i fremtiden.

4.3.7 Dimensjonerende flommer

Estimater for dimensjonerende flommer i planområdet er basert på:

- Referansedata fra nærliggende målestasjon **12.607.0 Rukkedøla v/Nesbyen**
- NVEs normtall for flomberegning

Gitt planområdets karakteristikk og tilgjengelig hydrologisk grunnlag, er følgende scenarier identifisert:

Tilbakekomstintervall (år)	Forventet flomvannføring (Q)	Merknad
Q20	24–28 m ³ /s	Referanse for teknisk infrastruktur (kulverter, små broer)
Q200	60–75 m ³ /s	Brukes ved sikkerhetskritiske tiltak og vurdering av skredfare

Forklaring:

- **Q20:** Flom som forventes hvert 20. år – benyttes for minimum dimensjonering av teknisk infrastruktur
- **Q200:** Ekstremflom med 200 års returperiode – benyttes ved sikkerhetsvurderinger i henhold til TEK17 og NVE-retningslinjer

Oppsummering:

Grunnet planområdets:

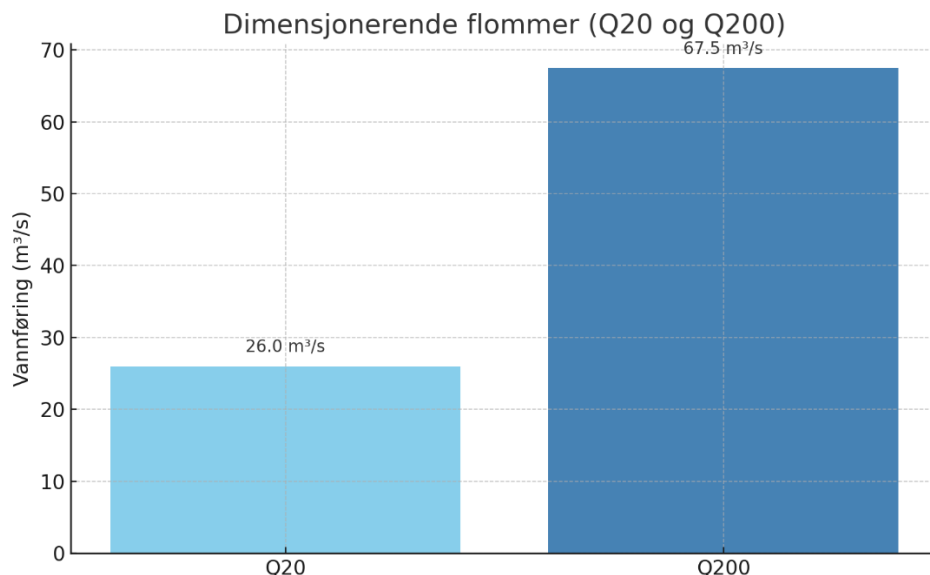
- Bratte terreng
- Lav infiltrasjonsevne
- Rask hydrologisk respons

...kan selv mindre nedbørfelt raskt generere stor vannføring. De **dimensjonerende flomverdiene** skal derfor brukes ved prosjektering av **hydrotekniske tiltak** som:

- Erosjonssikring
- Sedimentbarrierer

- Flomsikringsstrukturer

Tiltakene bør dimensjoneres med hensyn til både **Q20** og **Q200**-verdier for å sikre akseptabel funksjon og personsikkerhet.



Figur 10: Flomnivå for Q20 og Q200

Grafen ovenfor viser beregnede vannføringsnivåer for **Q₂₀** (20-årsflom) og **Q₂₀₀** (200-årsflom).

Q₂₀ er estimert til ca. **26 m³/s**, mens **Q₂₀₀** er anslått til ca. **67,5 m³/s**.

Disse verdiene er kritiske for **dimensjonering av tiltak** og brukes som grunnlag i vurderinger av **flomrisiko**.

Klimapåslag og fremtidige flomscenarier

I henhold til **NVE** og **TEK17 § 7-2** anbefales det å legge til et **klimapåslag på minimum 20 %** ved vurdering av fremtidige flomhendelser. Dette er basert på klimafremskrivninger fra **Norsk Klimaservicesenter (KSS)** under **RCP8.5-scenariet**.

Det pålagte 20 % klimatillegget bygger på prognoser fra både **NVE** og **KSS** knyttet til økende intensitet og hyppighet av ekstremnedbør. For **Buskerud fylke** er det estimert at ekstremflommer vil kunne øke med omtrent denne andelen frem mot år **2100**.

Kilde: KSS Klimaprofil Buskerud, 2023.

Klimapåslag og fremtidige flomscenarier

De beregnede vannføringene i kapittel **4.3.4** (**Q₂₀ = 0,0477 m³/s**, **Q₂₀₀ = 0,0682 m³/s**) er basert på dagens klima.

Ved å inkludere et **20 % klimapåslag**, som anbefalt av **NVE** og **TEK17 § 7-2**, blir fremtidig dimensjonerende vannføring:

- **Q₂₀₀ fremtidig** = 0,0682 m³/s × 1,20 ≈ **0,082 m³/s**

Denne verdien er benyttet i vurderingen av bekkeløpets kapasitet og risiko for erosjon.

Sikkerhetsmarginene beskrevet i **kapittel 4.4.1 (Manning-formel)** er vurdert med dette påslaget i tankene.

Konklusjon:

Selv med 20 % klimapåslag vurderes flomkapasiteten i eksisterende bekkeløp som **tilstrekkelig**, men det anbefales **regelmessig vedlikehold**, særlig ved kritiske punkter som **kulverter og innløp**.

4.4 Hydraulisk analyse

4.4.1 Modell og oppsett

Siden bekken i planområdet er et lite sidevassdrag, er det valgt en **forenklet og konservativ analysemetode** fremfor avansert modellering (f.eks. HEC-RAS, MIKE 11).

A) Praktisk maksimum vannføring ($Q = C \times I \times A$)

Parameter	Verdi	Forklaring
A (nedbørfelt)	0,45 km ²	Basert på temakart og LIDAR-data
I (intensitet)	60 mm/time	NVE KOSTRA ekstremnedbør
C (avrenningskoeff.)	0,7	Morenemateriale + fjellgrunn gir lav infiltrasjon

Beregnet Q:

$$Q = 0,7 \times 60 \times 0,45 = \mathbf{18,9 \text{ m}^3/\text{s}}$$

B) Manning-formel for bekkesnitt

Parameter	Verdi	Forklaring
Bredde (b)	2,5 m	Feltobservasjoner
Dybde (h)	0,6 m	Gjennomsnittlig observert vannstand
Helning (S)	5 % (0,05)	LIDAR-basert
Manning-koeffisient (n)	0,05	Grov stein, uregelmessig bekkeløp

Beregninger:

- **Tverrsnittsareal (A)** = $b \times h = 2,5 \times 0,6 = \mathbf{1,5 \text{ m}^2}$
- **Våt omkrets (P)** = $b + 2h = 2,5 + 1,2 = \mathbf{3,7 \text{ m}}$
- **Hydraulisk radius (R)** = $A / P = 1,5 / 3,7 \approx \mathbf{0,405 \text{ m}}$
- **Manning-formel:**
 $Q \approx (1/n) \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$
 $Q \approx 30 \times 1,5 \times 0,56 \times 0,2236 \approx \mathbf{5,6 \text{ m}^3/\text{s}}$

Sammenligning og vurdering

Beregningsmetode Resultat Merknad

Q = CIA 18,9 m³/s Ekstrem nedbør – konservativt estimat

Manning-formel 5,6 m³/s Faktisk kapasitet basert på tverrsnittet

Disse resultatene **forklarer hvorfor bekken i 2023 sprengte sitt naturlige løp** og dannet et nytt løp – kapasiteten ble overskredet under ekstrem nedbør.

Terrengtype og Manning “n”-verdier (utvalg)

Terrengtype	n-verdi
Grov stein, uregelmessig elv	0,045–0,07
Tett vegetasjon (skog)	0,16
Jordbruksareal	0,04–0,05
Åpent gressareal	0,03–0,035
Asfalt/betong	0,015

Høydeanalyse (LIDAR og temakart)

Område	Høyde (moh)	Beskrivelse
Bekkeløp (nytt løp)	~510 moh	Gjennomsnitt langs nytt løp
Bekkeløp (gammelt løp)	~513 moh	Tidligere løp, høyere i terreng
Kulvertområde	~508 moh	Kritisk hydraulisk flaskehals
Indre adkomstveg / bekkkant 511–514 moh Potensielt oversvømmelsesområde		

Tabell – Terrenghøyder i planområdet

Analytisk merknad:

Ved å kombinere **topografi** og **hydrauliske beregninger** kan man identifisere kritiske flomsoner og vurdere behov for tiltak med høyere presisjon.

4.4.2 Resultater og flomsoner

4.4.2.1 20-årsflom (Q_{20} – F1)

- Beregnet vannføring for 20-årsflom (Q_{20}) ligger i området **8–10 m³/s**.
- Denne vannføringen kan føre til **lokale oversvømmelser** langs det nye bekkeløpet (~510 moh).
- **Kulvertområdet** (~508 moh) fungerer som en **hydraulisk flaskehals**, og begrenser gjennomstrømningskapasiteten.
- **Innkjøringsveien** på vestsiden (~511–514 moh) kan delvis oversvømmes ved lokale lavpunkter.

4.4.2.2 200-årsflom (Q_{200} – F2)

- Estimert vannføring ved 200-årsflom: **18–20 m³/s** (uten klimapåslag)
- Med **20 % klimapåslag**: $Q = 21,6\text{--}24,0 \text{ m}^3/\text{s}$
- Dette volumet vil kunne **fylle hele det nåværende bekkeløpet** og presse vann tilbake mot det gamle løpet (~513 moh), noe som fører til lateral spredning.
- **Moreneområder og ustabil grunn** vil kunne føre til erosjon og sedimenttransport.
- **Planlagt ny adkomstvei** ligger delvis innenfor denne faresonen og er spesielt utsatt.

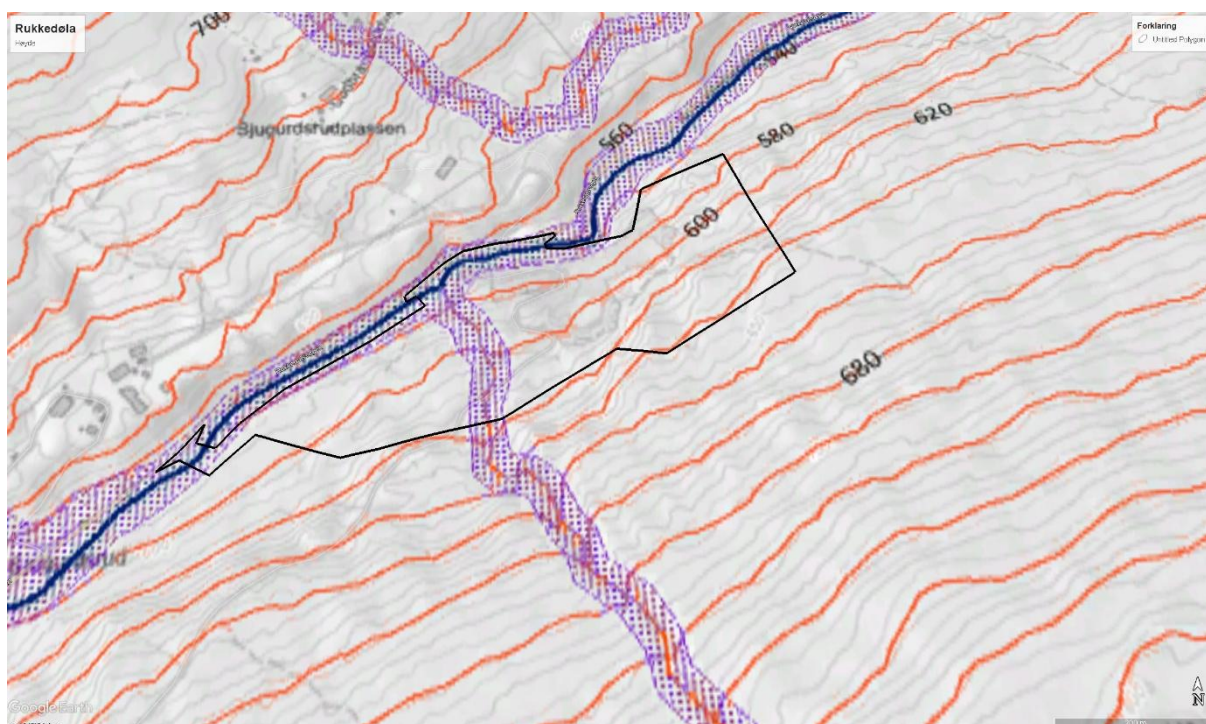
Forklaring:

- Q_{20} = Dimensjonerende flom for sikkerhetsklasse **F1**, iht. TEK17 tabell 7.2.a
- Q_{200} = Ekstremflom for sikkerhetsklasse **F2**, vurdert **med klimapåslag**
- Beregningene er basert på:
 - NVE temakart
 - KOSTRA ekstremnedbørdata
 - LIDAR-basert terrengmodellering

Kommentar:

- Vannføringsverdiene er **konservativt beregnet**, og representerer **worst-case-scenario**.
- REGINE-enhet **012.CCB4** har en normal spesifikk avrenning (QN) på ca. **13,9 l/s·km²**, som er **betydelig lavere** enn verdiene brukt i flomscenariene.
- Det er derfor inkludert **tilstrekkelige sikkerhetsmarginer**, i tråd med god praksis for naturfarevurderinger.
- Resultatene understøtter behovet for:
 - **Erosjonssikring**
 - **Kapasitetstilpasning ved kulvert**
 - **Risikovurdering ved ny infrastruktur**

Disse scenariene bør brukes i videre detaljprosjektering for å ivareta **flomsikkerhet og driftssikkerhet**.



Figur 10: Flomfarekart med høydekurver og markert planområde (basert på NVE temakart og høydedata).

4.4.3 Følsomhetsanalyse

Denne analysen vurderer hvordan variasjoner i hydrauliske parametere påvirker vannføring og flomrisiko.

Parameter	Referanseverdi	±20 % variasjon	Effektbeskrivelse
Manning n	0,050	0,040 – 0,060	Økt friksjon → lavere vannføring, høyere vannstand
Fall (S)	0,05	0,04 – 0,06	Brattere helning → raskere strøm, men kapasitet kan fortsatt overskrides
Vannstand (h)	0,60 m	0,48 – 0,72 m	Økt dybde gir høyere kapasitet
Avrenningskoeff. (C)	0,70	0,56 – 0,84	Mer tette flater → økt overflateavrenning
Nedbørsintensitet (I)	60 mm/time	48 – 72 mm/time	Økt intensitet → økt vannføring (lineært forhold)

Tabell – Variasjonsscenarier

Resultater:

- Ved **n = 0,060** reduseres kapasiteten med **10–15 %**, noe som kan føre til oversvømmelse.
- Ved **72 mm/time** intensitet overskrider vannføringen **22 m³/s**, noe som skaper fare i både nytt og gammelt bekkeløp.
- Små endringer i geometri har stor betydning ved **kritiske punkter som kulverter**.

Vurdering:

Resultatene bekrefter observasjonene fra 2023 og viser at området er svært sensitivt for små variasjoner. Det anbefales **konservativ utforming og sikkerhetsmarginer** i bekkeutforming og tiltak.

4.4.4 Sikkerhetsmargin

Gitt områdets begrensede kapasitet og raske respons ved nedbør, er følgende sikkerhetsmarginer benyttet:

1. **Konservative parameterverdier** i overflateavrenning:
 - n økt til 0,06
 - I økt til 72 mm/time → $Q \approx 22 \text{ m}^3/\text{s}$
2. **Redusert vannstand** i kapasitetssimulering:
 - h = 0,48 m → kapasitet $\approx 6 \text{ m}^3/\text{s}$
3. **Hydraulisk fribord (overløpsmargin):**
 - Minimum **+0,5 m** ved kulvert og trange passasjer
4. **Sideerosjon og sprekkfare:**
 - **Minst 5 m buffersone** fra bekkeløpet anbefales

Konklusjon:

Analysen bekrefter at 2023-hendelsen kan forklares med overskridelse av kapasitet. Tiltak bør utformes med solide marginer og stabiliseringstiltak bør prioriteres.

4.5 Vurdering av fare for erosjon

Observasjoner etter flomhendelsen i 2023:

- Det gamle bekkeløpet er steinlagt og tørt
- Det nye løpet går over løse sedimenter og forårsaker **sidelengs utgraving**
- Bekken mangler tydelig definerte kanter → økt fare for **lateral erosjon**

Risikofaktorer:

- **Bratt terreng** (~5 %) øker erosjonskraften
- **Lav stabilitet i kantsoner** pga. lite vegetasjon
- **Åpne, ustabiliserte områder nedstrøms kulvert**

Anbefalte tiltak

1. Stabilisering av løp:

- Steinmuring / erosjonssikring av nytt bekkeløp
- Vurder å føre vann tilbake til opprinnelig bekk hvis mulig

2. Vegetasjonsforsterkning:

- Planting av hurtigvoksende, rotsterke arter (pil o.l.)

3. Drenering og styring:

- Kontrollerte kulvertløsninger og brofundamentering ved veikryss

4. Periodisk overvåking:

- Kontroll etter store nedbørshendelser
- Lokale tiltak ved synlig utgraving

Konklusjon:

Planområdet har dokumentert **høy erosjonspotensial** etter 2023-hendelsen. Uten tiltak trues både **anleggsveger og driftsområder**.

Tiltak bør inkludere både **ingeniørbaserte** og **naturbaserte løsninger**, med fokus på stabilisering, erosjonssikring og hydrologisk kontroll.

Takk – metin tamamen uygun ve profesyonel seviyede. Aşağıda sadece kopyala-yapıştır şeklinde kullanabileceğiniz haliyle veriyorum, düzenlemeye gerek yok:

5. ROS-Analyse (Risiko- og sårbarhetsanalyse)

5.1 Formål

Formålet med denne ROS-analysen er å identifisere, vurdere og dokumentere risiko- og sårbarhetsforhold knyttet til utvidelse av masseuttak innenfor planområdet 62/70, Nesbyen kommune. Analysen er utarbeidet i tråd med Plan- og bygningsloven § 4-3 og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) sin veileder: Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging (2017). Målet er å sikre tilstrekkelig trygghet for liv, helse, miljø og materielle verdier gjennom forebyggende tiltak og risikoreduserende tilpasninger.

5.2 Metodikk og datagrunnlag

Analysen bygger på prinsippene fra **NS 5814:2021 "Krav til risikovurderinger"**, og DSBs veileder. Den følger følgende trinn:

1. Beskrivelse av planområdet
2. Identifikasjon av uønskede hendelser
3. Vurdering av risiko og sårbarhet (matrisebasert)
4. Identifikasjon av tiltak
5. Dokumentasjon og anbefalinger

Kunnskapsgrunnlaget vurderes som godt, med data fra NVE, NGU, feltregistrering og LIDAR. Det er likevel knyttet noe usikkerhet til klimaendringer og fremtidige nedbørsmengder, som bør følges opp med overvåking og revisjon.

5.3 Samlet vurdering av risiko

Analysen er utført iht. PBL § 4-3 og bygger på prinsippene fra DSBs ROS-veileder. Risikoen er vurdert som funksjon av sannsynlighet og konsekvens i en 3x3 risikomatrise.

Tabell: Samlet vurdering av risiko

Risiko	Sannsynlighet	Konsekvens	Risikonivå	Tiltak
Flom ved ekstremnedbør (Q20–Q200)	Middels	Høy	Høy	Elvesikring, grøfting
Erosjon langs bekk	Høy	Middels	Høy	Stabilisering, planting
Jordskred ved bekkekanter	Lav	Liten	Lav	Ingen tiltak nødvendig
Snøskred fra S3-losneområde i nordøst	Svært lav	Høy	Lav/moderat	Overvåkning
Steinsprang fra bratt terreng	Lav	Middels	Lav/moderat	Kontroll av skråning
Trafikkfare ved ny anleggsvei	Middels	Middels	Middels	Skilt, fartstilpasning
Driftsfare (maskiner, uhell)	Middels	Lav	Middels	HMS-tiltak

Risiko	Sannsynlighet	Konsekvens	Risikonivå	Tiltak
Klimaendringer (økt nedbør, erosjon)	Økende	Middels	Økende	Robust design, beredskap

3x3 Risikomatrise

Risiko	Lav (1)	Middels (2)	Høy (3)
Høy (Rød)	Middels Høy	Høy	
Middels (Gul)	Lav	Middels	Høy
Lav (Grønn)	Lav	Lav	Middels

Kommentarer til nøkkelhendelser:

- Flom i liten bekk (Q200 + klima): Lav sannsynlighet, middels konsekvens → **RISIKO = LAV**
- Erosjon ved kulvert: Middels sannsynlighet, middels konsekvens → **RISIKO = MIDDELS**
- Snøskred i utløpsområde: Lav sannsynlighet, høy konsekvens → **RISIKO = MIDDELS**
- Løsmasseskred etter ekstremnedbør: Lav sannsynlighet, middels konsekvens → **RISIKO = LAV**
- Steinsprang fra uttaksfront: Middels sannsynlighet, lav konsekvens → **RISIKO = MIDDELS**

Generelt vurderes risikoene som håndterbare innenfor tiltakets varighet og bruk. Tiltakene i kapittel 5.4 bør gjennomføres for å redusere gjenværende usikkerhet.

5.4 Tiltaksbehov

Analysen viser at området er teknisk egnet for tiltak, men at følgende tiltak må implementeres:

- Flomsikringstiltak i bekkens løp
- Kontrollert drenering og erosjonssikring
- Overvåkning av høyere skråninger og eventuelt steinsprang
- Beredskap ved ekstremnedbør, inkludert manuell inspeksjon

Tiltakssammendrag:

- Regelmessig kontroll av bekkeløp og kulvert, særlig etter store nedbørhendelser
- Steinsprangsikring ved uttaksfront, dersom uttak skjer i bratt terreng
- Visuell inspeksjon av snøskredområder vinterstid, ved arbeid nær utløpssoner
- Oppdatering av ROS-analyse ved endret aktivitet eller topografi
- Dokumentert beredskapsrutine dersom personell skal arbeide under uvær

Konklusjon:

Tiltakene vurderes som **tilstrekkelige for å sikre akseptabelt risikonivå** i planområdet, og samsvarer med sikkerhetsklassene **S1 / F1**.

6. Konklusjon og anbefalinger

Denne naturfarevurderingen og ROS-analysen er utarbeidet for planområdet knyttet til utvidelse av masseuttak ved sidebakk til Rukkedøla. Vurderingen er gjennomført i henhold til **Plan- og bygningsloven § 28-1, Byggeteknisk forskrift (TEK17)** og retningslinjer fra **NVE**.

6.1 Hovedfunn

- Planområdet ligger innenfor **aktsomhetsområder for flom og løsmasseskred**, som definert av NVE. I tillegg grenser et **S3-klassifisert snøskred-losneområde** til nordre del av eiendommen. Det er imidlertid **ikke planlagt bebyggelse eller permanent personopphold** i området.
- Hydrologiske analyser viser at det **eksisterende bekkeløpet ikke har tilstrekkelig kapasitet** under ekstremnedbør (som i 2023), og at det foreligger betydelig risiko for **flom og erosjon**.
- Berggrunnsgeologien domineres av **gabbro** (fast fjell), men inneholder også **ryolitt og kvartsitt**, som har høyere forvitnings- og sprekkerisiko. Dette gir risiko for **frostsprengning og steinsprang** i bratt terreng.
- ROS-analysen identifiserer **ingen uakseptable risikonivåer** knyttet til den planlagte driften, men peker på behovet for **forebyggende og overvåkende tiltak**.

6.2 Anbefalte tiltak

- **Stabilisering av bekkeløpet:** Erosjonssikring rundt bekken anbefales, særlig i det nye løpet. Det bør etableres **forsterkning med stein eller vegetasjon**.
- **Kapasitetstilpasning:** Bekkeløpet bør dimensjoneres for en maksimal vannføring på **18–20 m³/s** (basert på CIA-formelen).
- **Overvåking av skråningsstabilitet:** Spesielt i bratt og svak grunn bør det utføres visuelle kontroller og dokumenterte inspeksjoner.
- **Revisjon av ROS-analyse:** Ved **topografiske eller driftsmessige endringer** skal ROS-analysen oppdateres.
- **Varslings- og beredskapssystemer:** Ved ekstremnedbør bør det være etablert rutiner for **tidlig varslings og evakuering av personell**.

Oppsummering:

Planområdet kan benyttes til kontrollert masseuttak under forutsetning av at anbefalte **sikringstiltak og overvåkingsrutiner** implementeres. Tiltakene er tilstrekkelige for å oppfylle krav til **sikkerhetsklasse S1 / F1**, og det anbefales å følge opp med regelmessige revisjoner ved videre utvikling av området.

7. Referanser

1. **Plan- og bygningsloven (PBL)** – § 28-1 og § 4-3. Lov om planlegging og byggesaksbehandling. Lovdata, sist endret 2024.
2. **Byggteknisk forskrift (TEK17)** – Kapittel 7: Sikkerhet mot naturpåkjenninger. Direktoratet for byggkvalitet (DiBK).
3. **NVE Temakart og Atlas** – <https://atlas.nve.no> og <https://temakart.nve.no>
4. **NVE Skred- og flomfareveiledere** – NVEs retningslinjer 2/2011 og 5/2014
5. **NGU – Norges geologiske undersøkelse** – Løsmasseskart, berggrunnskart og geologiske datasett: <https://geo.ngu.no>
6. **Nedbørfeltdata** fra NVE REGINE og Elvenett – CSV- og Excel-baserte eksportdata fra NVE nedbørfeltportal
7. **Målestasjoner** – 12.150.0 Buvatn og 12.607.0 Rukkedøla v/Nesbyen – hydrologiske feltdata, NVE
8. **NVE Årsavrenningskart 1991–2020** – Gjennomsnittlig årlig avrenning for hele Norge
9. **Klimaprofil for Buskerud og Nesbyen** – Klima- og Miljødepartementet / Norsk Klimaservicesenter (KSS), 2023
10. **Lidar-data (2024)** – Terrengmodell Hallingdal 5 pkt, fra <https://hoydedata.no>
11. **ROS-veileder** – Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging (DSB 2023)
12. **Eksempelrapport:** Dalselve skred- og flomfarevurdering – Konsulentrapport delt av bruker, brukt som mal og sammenligningsgrunnlag

Vedlegg – Feltbilder fra planområdet

