

Oppdragsgiver	Navn Norgeshus AS	Kontaktperson Espen Daaland Holmli
Oppdrag	Nummer og navn 21235 Melhus, Lundamo – Flomfarevurdering for gbnr. 208/17, 17 boenheter ved Lundesokna	Oppdragsleder Ragnhild Hammeren
Dokument	Nummer 21235-01-1 Utført av Ragnhild Hammeren	Dato 2021-11-24 Kontrollert av Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
3	24.11.2021	RH	PR	Terrengendringens påvirkning på omliggende områder, avsnitt 8.1 og 8.2
2	26.08.2021	RH	PR	Oppdatert plangrense i figur 10
1	01.07.2021	RH	PR	Første utsendelse

Flomfarevurdering

Sammendrag

I forbindelse med planlagt oppføring av 17 nye boenheter på GBnr. 208/17 i Melhus kommune er Skred AS bedt om å utføre en flomfarevurdering av det omsøkte området. Lundesokna utgjør en potensiell flomfare. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 er lagt til grunn for vurderingene.

Dimensjonerende 200-årsflom i Lundesokna, inkludert et klimapåslag på 20 %, er beregnet til 235 m³/s. Det er etablert en hydraulisk modell av Lundesokna med omliggende områder. Beregningene viser videre at elveløpet ikke har kapasitet for en fremtidig 200-årsflom slik at flomvann vil oversvømme deler av Lundamo sentrum og ledes sørvestover der den berører vurdert tomt.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom ny bebyggelse skal etableres på den vurderte tomte må planeringshøyden til nytt bygg ikke ligge lavere enn 34,8 moh. Det anbefales å heve planeringshøyden med ytterligere 0,2 meter til nivå 35,0 moh.

Ved heving av deler av tomte til 35,0 moh. vil det bli en teoretisk økning i vannstand ved bygninger øst for tomte og nord for tomte. Tiltaket vil ikke føre til at omfanget til faresonen for flom (F2) øker og at flere bygg blir berørt. For å kompensere for den økte vannstanden

ved tilgrensende bebyggelse foreslås det å etablere en grøft langs tomtas østside samt en senkning i nordenden av tomta.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig etter kravene i TEK17, da vannhastigheten ved vurdert tomt er svært lav. Det bemerkes at det i denne rapporten ikke er tatt høyde for potensiell kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn.....	4
1.2	Befaring.....	5
1.3	Forbehold.....	5
2	Krav til sikkerhet	6
2.1	Lovverket	6
2.2	Flom	6
2.2.1	Aktuelle krav.....	7
3	Beskrivelse av området, elveløp, konstruksjoner og grunnforhold	8
3.1	Område og elveløp	8
3.2	Konstruksjoner.....	8
3.3	Grunnforhold	9
4	Flomberegning	11
4.1	Metode	11
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	11
4.3	Beregning med utvalgte metoder	12
4.3.1	Målestasjoner og flomfrekvensanalyse	12
4.3.2	Regional flomfrekvensanalyse	15
4.4	Klimaframskrivninger.....	15
4.5	Vurdering av resultater.....	15
4.6	Dimensjonerende vannføring.....	16
5	Hydraulisk modellering	17
5.1	Metode	17
5.2	Oppsett av modell	17
5.2.1	Modelloppsett.....	17
5.2.2	Konstruksjoner	18
5.3	Modellert fremtidig 200-årsflom.....	19
5.4	Sensitivitetsanalyse	19
6	Faresoner for flom	20
7	Vurdering av erosjonssikkerhet	21
7.1	Erosjonssikret	21
8	Risikoreduserende tiltak	22

8.1	Tiltakets effekt på omliggende områder	22
8.2	Omfang av terrengendringer	24
9	Konklusjon	26
10	Referanser	27

Figurer

Figur 1:	Lokaliseringen av det vurderte området, ved Lundesokna i Melhus kommune.	4
Figur 2:	Lundesokna sett oppstrøms fra gangbru.	8
Figur 3:	Løsmassekart, NGU	9
Figur 4:	Areal under marin grense og kartlagte kvikkleiresoner	10
Figur 5:	Feltgrensene til Lundesokna.	12
Figur 6:	Lokasjon til utvalgte målestasjoner.	13
Figur 7:	Hypsografisk kurve til Lundesokna og vurderte målestasjoner.	14
Figur 8:	Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser. ..	18
Figur 9:	Bilde av bruer rett nedstrøms vurdert tomt.	18
Figur 10:	Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2).	20
Figur 11:	Illustrasjon av sikkerhetszone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd)....	21
Figur 12:	Endring i vannstand ved heving av deler av tomt til kote +35,0 ved 200-årsflom + klimapåslag.	23
Figur 13:	Endring i vannstand ved heving av deler av tomt til kote +35,0 og senkning av nordenden av tomt til kote +33,9 og grøft med bunnivå 34,0 - 33,9 moh., ved 200- årsflom + klimapåslag.	24
Figur 14:	Nødvendig areal til terrengjusteringer	25

Tabeller

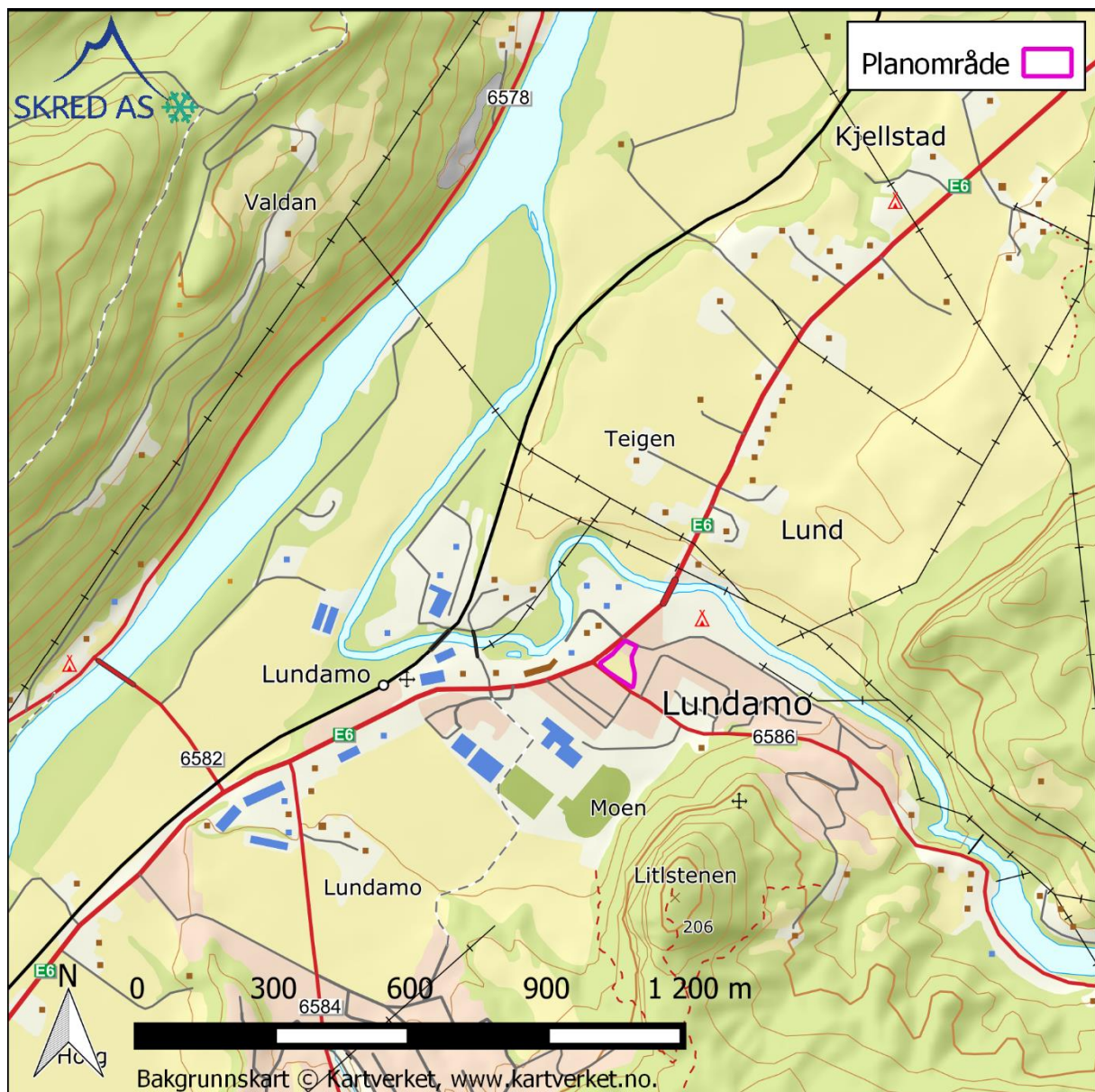
Tabell 1:	Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).	6
Tabell 2:	Feltkarakteristika til Lundesokna.....	11
Tabell 3:	<i>Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for Lundesokna.</i>	13
Tabell 4:	Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel).	14
Tabell 5:	Resultater fra regional flomfrekvensanalyse.	15
Tabell 6:	Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metode (kulm.).	16
Tabell 7:	Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for Lundesokna ved planområdet.	16
Tabell 8:	Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Lundesokna.	17

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med planlagt oppføring av 17 nye boenheter på GBnr. 208/17 i Melhus kommune er Skred AS bedt om å utføre en flomfarevurdering av det omsøkte området. Det omsøkte området ligger nært Lundesokna som ifølge NVE sine aktsomhetskart for flom utgjør en potensiell flomfare. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 skal legges til grunn for vurderingene.

Lokasjon av den vurderte tomte er vist på figur 1.



Figur 1: Lokaliseringen av det vurderte området, ved Lundesokna i Melhus kommune.

1.2 Befaring

Befaring av området og elvestrekningen ble utført 14.06.2021 av Ingrid Alne (Skred AS) og Ragnhild Hammeren (Skred AS). Det var overskyet, bar bakke og generelt gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots.

1.3 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

Området ligger under marin grense der marin avsetning og kvikkleire potensielt kan forekomme. Vurderingene av erosjonssikkerhet i denne rapporten tar utgangspunkt i registreringer under befaringen og foreliggende løsmassekart, og tar ikke høyde for potensiell kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper der erosjon kan gi brå, større utglidninger. Dersom kvikkleire påvises i forbindelse med grunnundersøkelser eller vurderinger etter TEK17 §7-3 må det gjøres supplerende vurderinger av erosjonssikkerhet basert på aktuelle veiledere og sikkerhetsklasse.

Informasjon om tidligere flomhendelser er viktige for vurderingene. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere hendelser, bør det tas med i betraktningene.

2 Krav til sikkerhet

2.1 Lowerket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

2.2 Flom

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (DiBK, 2018).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk der oversvømmelse har liten konsekvens, både økonomisk og samfunnsmessig. Det innebærer byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebærer de fleste byggverk beregnet for personopphold som bolighus, hytter, kontorer, skoler og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter tiltak der flom vil føre til store konsekvenser. Sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan påføre omgivelsene stor forurensning ligger innenfor sikkerhetsklassen. Sykehjem, beredskapsfunksjoner, kritisk infrastruktur og avfallsdeponier er nevnt som eksempler.

I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

2.2.1 Aktuelle krav

I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, beskrevet på forrige side, på hva slags bebyggelse som ligger innenfor de ulike sikkerhetsklassene mot flom. I utgangspunktet virker sikkerhetsklasse F2 aktuelt for planlagt tiltak.

3 Beskrivelse av området, elveløp, konstruksjoner og grunnforhold

3.1 Område og elveløp

Lundesokna renner ca. 150 m nord for den vurderte tomta. Selv om tomta ikke ligger i direkte tilknytning til elva ligger den innenfor aktsomhetsområdet for flom. De bebygde områdene sør for elveløpet er flate slik at ved flom kan store områder bli oversvømt dersom flomvannet ledes ut av elveløpet.

Elveløpet består av en blanding grus og stein med stedvis tett vegetasjon langs sidene. Et bilde av elveløpet er vist i Figur 2.



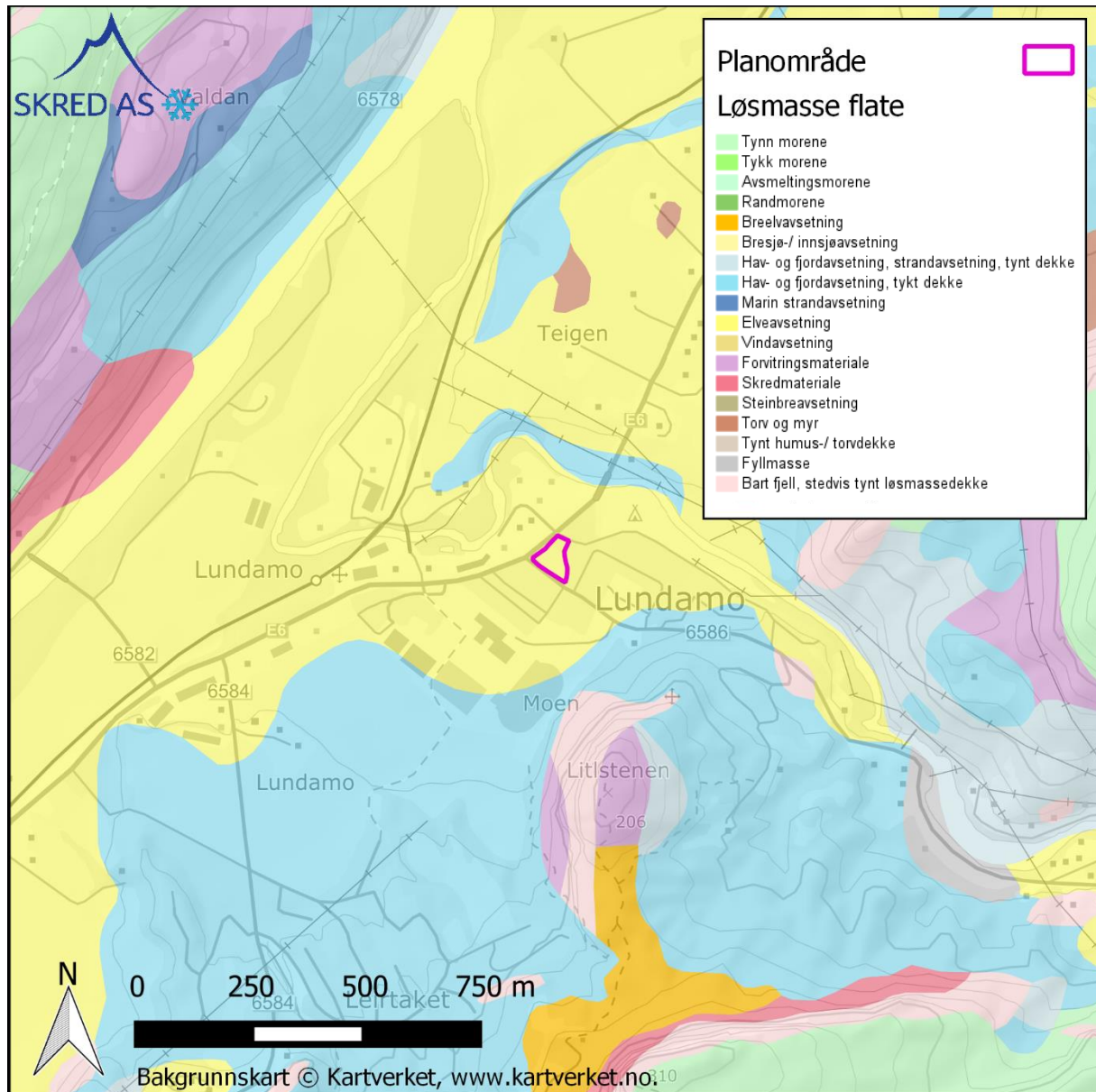
Figur 2: Lundesokna sett oppstrøms fra gangbru.

3.2 Konstruksjoner

Planområdet ligger øst for E6. E6 krysser Lundesokna med en bru, sammen med en gangbru, like nedstrøms planområdet. I tillegg krysses Lundesokna av en bru på privat veg og jernbanebru før samløpet med Gaula. Dersom kapasiteten til bruene ikke er tilstrekkelig for dimensjonerende flom kan vannlinjen ved planområdet påvirkes.

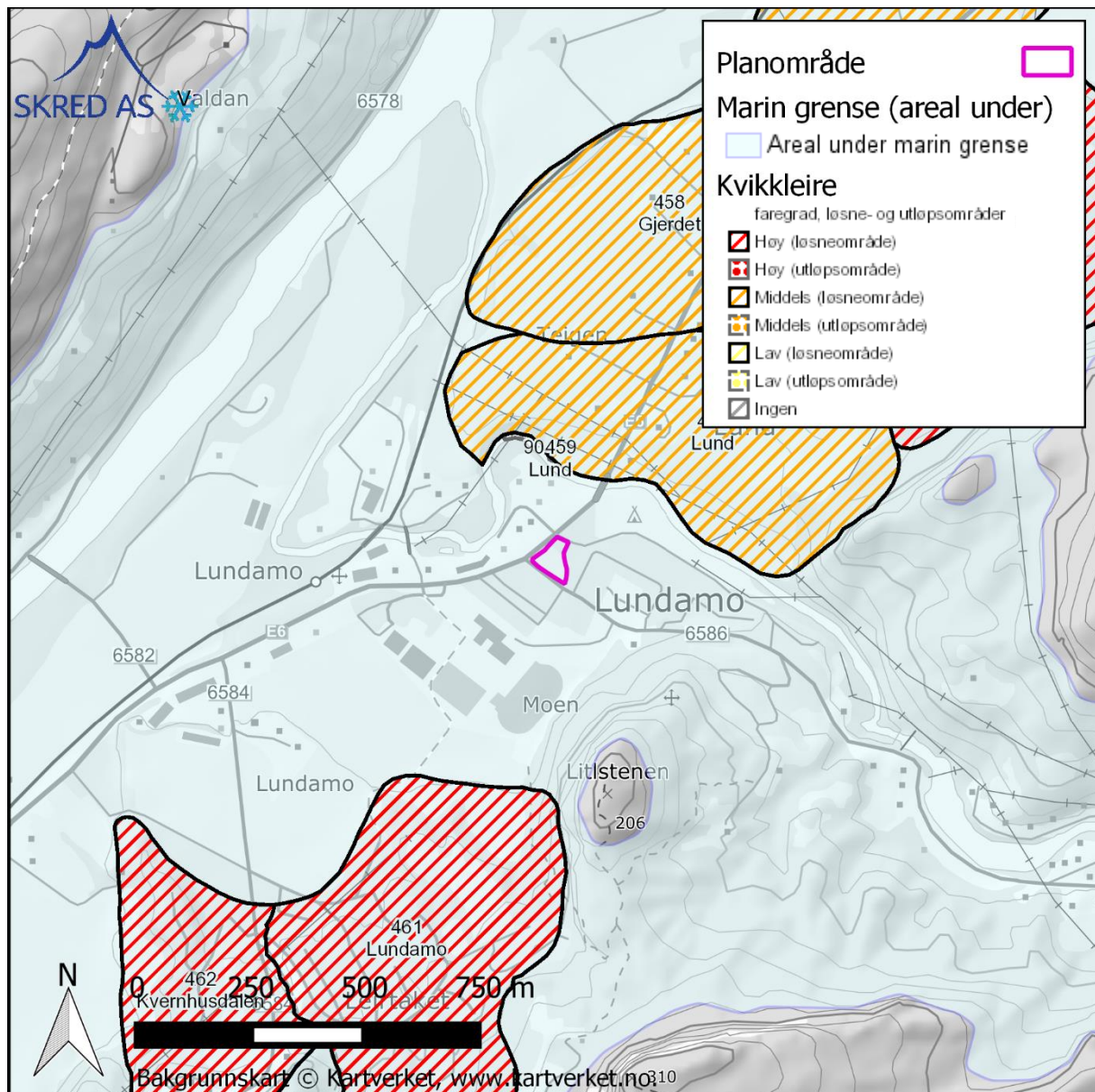
3.3 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av elveavsetninger (kartlagt i 1:50 000). Utsnitt av løsmassekart er vist i Figur 3.



Figur 3: Løsmassekart, NGU

Området ligger ifølge NVE Atlas under marin grense hvor marine avsetninger og potensielt kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper kan forekomme. Det er per nå ikke kartlagt kvikkleire innenfor planområdet, men det er kartlagt kvikkleire ca. 500 m sør for planområdet (kvikkleiresone 461 Lundamo) og ca. 200 m nord for planområdet på motsatt side av Lundesokna (sone 459 Lund). Figur 4 viser marin grense og kartlagte kvikkleiresoner.



Figur 4: Areal under marin grense og kartlagte kvikkleiresoner

4 Flomberegning

4.1 Metode

Hvilke metoder som bør benyttes ved en flomberegning avhenger av flere forhold. Valg av metode må blant annet gjøres ut fra geografiske- og meteorologiske parametere, om det finnes målestasjoner i vassdraget eller i nærliggende vassdrag, kvalitet og lengde på eventuelle måleserier, samt det aktuelle nedbørfeltets størrelse og feltkarakteristika. Metodene benyttet i flomberegningene er beskrevet under.

Retningslinjer for flomberegninger (NVE, 2011) er lagt til grunn for flomberegningen.

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

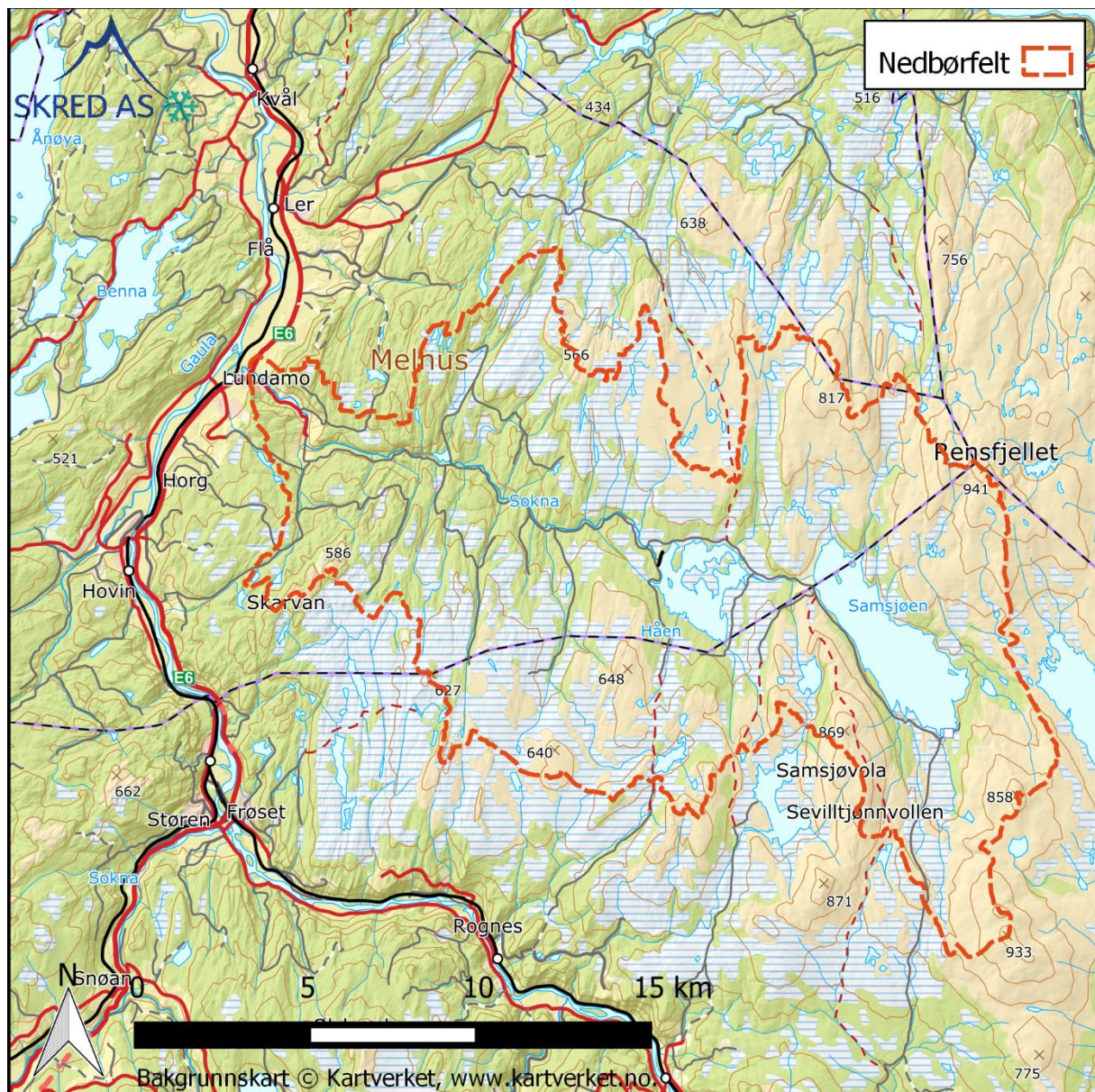
Nedbørfeltet til Lundesokna drenerer vestover. Feltet er regulert med dammene Samsjøen, Håen, Sokna og Nedre Møllefoss, i tillegg til flere overføringer inn til vassdraget. De to magasinene Samsjøen og Håen vil ha en flomdempende effekt, som forventes å avta for økte returperioder. Feltet består av skog, myr og snaufjell.

Feltkarakteristika til Lundesokna er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 5.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Lundesokna.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q _N [*] [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Dyrket [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh]
Lundesokna	243	30,7	1,47	48,2	0,4	12,9	38 - 939

**fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.*



Figur 5: Feltgrensene til Lundesokna.

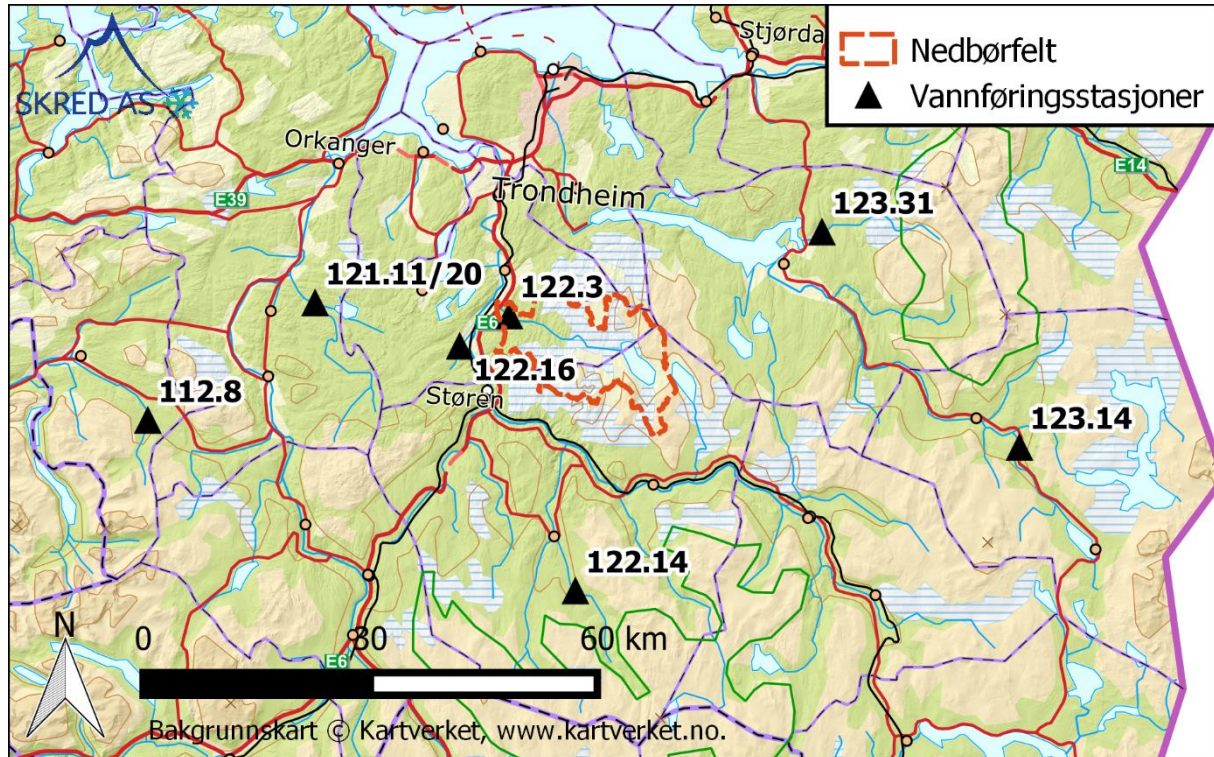
4.3 Beregning med utvalgte metoder

4.3.1 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

Den nedlagte målestasjonen 122.3 Merrafoss lå i Lundesokna ca. 2,5 km oppstrøms planområdet. Serien inneholder data fra 122.3 Merrafoss, 122.6 Øvre Møllefoss, 122.15 Sokna kraftverk og 122.8 Sokna kraftverk overløp og gir dermed tilnærmet total vannføring i Lundesokna (Hydra2). Målestasjonen har vært i drift i perioden 1919-2021, men med avbrudd fra 1961-1974. Lundesokna har vært delvis regulert siden starten av måleserien, med trinnvis utbygging til dagens situasjon. Kvaliteten på dataserien er ikke angitt. Derfor er dataserien vurdert opp mot målestasjoner i andre vassdrag.

I *Tabell 3* er det gitt et utvalg målestasjoner, inkludert feltkarakteristika, som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i det vurderte nedbørfeltet. Det er valgt ut stasjoner hvor

det foreligger et datagrunnlag med tilstrekkelig kvalitet. Middellavrenning (q_n) er beregnet basert på måleserien ved hver stasjon. Hypsografisk kurve til stasjonene er vist i Figur 7 og beliggenhet er vist i Figur 6.

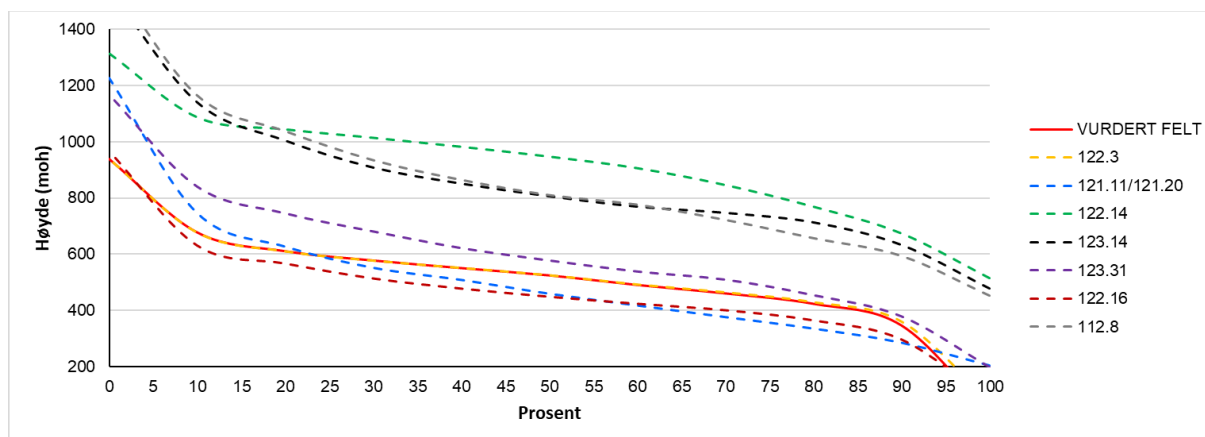


Figur 6: Lokasjon til utvalgte målestasjoner.

Tabell 3: Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for Lundesokna.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Målinger [år]	q_n [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snau-fjell [%]	Høyde [moh]
Lundesokna ved planområdet	243	-	30,7*	1,5	48,2	18,6	12,9	35-939
122.3 Merrafoss	239,2	1919-2012	30,9	1,39	31,6	28,2	14,1	80-940
121.11/121.20 Åmot	282,7	1923-1960	24,2	0,69	59,29	14,74	13,97	205-1226
122.14 Lillebudal bru	168,1	1963-2020	29,0	0,02	21,41	8,33	64,84	516-1315
123.14 Fossan	279,4	1919-1962	30,2	1,74	29,26	12,84	38,32	478-1543
123.31 Kjeldstad i Garbergelva	143	1912-2018	39,6	0,12	41,96	14,69	34,97	200-1166
122.16 Gaua	80,5	1969-2018	24,0	0,01	75,46	11,82	8,91	84-968
112.8 Rinna	87,8	1969-2019	44,2	0,57	15,94	6,83	62,62	453-1587

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 7: Hypsografisk kurve til Lundesokna og vurderte målestasjoner.

Vannføringsmålinger fra de aktuelle målestasjonene er hentet ut og analysert gjennom NVE-databasen Hydra2. Det er gjort flomfrekvensanalyse av måleseriene på årsflommer. Det er sett på to ulike perioder for målestasjonen i Merrafoss, hvor perioden på 79 år er hele perioden stasjonen har vært i drift og perioden på 37 år er etter siste utbygging av vassdraget. Kvaliteten til vannføringskurvene er gitt av NVE sin vurdering av aktuell kurve, noe som er avgjørende for kvaliteten til måledataene.

For hver måleserie er det gjort et valg av type frekvensfordeling basert på serielengde og frekvenskurven sin tilpasning til dataene. Resultatene fra analysen er presentert i Tabell 4.

Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel).

Målestasjon	År	Middelflom		Q ₂₀ / Q _M	Q ₂₀₀ / Q _M	Metode	Kurvekvalitet (flom)
		Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]				
122.3 Merrafoss	79	49,6	207	1,92	3,00	GEV (mom)	Usikker
122.3 Merrafoss	37	41,2	172	1,9	2,78	Gumbel (-mom)	Usikker
121.20 Åmot	31	52.9	187	1.37	1.49	GEV (max.lik.)	Meget bra
121.11 Åmot	35	60.1	213	2.22	3.79	GEV (L-mom.)	Bra
122.14 Lillebudal bru	57	53.5	318	1.81	3.08	GEV (L-mom.)	Bra
123.14 Fossan	43	64.9	232	1.8	2.76	GEV (L-mom.)	Bra
123.31 Kjeldstad i Garbergelva	58	62.4	436	1.47	1.73	GEV (max.lik.)	Bra
122.16 Gaua	43	20.1	250	1.83	3.7	GEV (L-mom.)	Middels
112.8 Rinna	50	35.1	400	1.35	1.48	GEV (max.lik.)	Usikker

4.3.1.1 Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring

Kulminasjonsvannføringen kan være vesentlig større enn døgnmiddelvannføringen beregnet i Tabell 4. Generelt er forholdstallet ofte størst i små og bratte nedbørfelt med liten innsjødempning.

I NVE (2011) er det presentert et formelverk som gir forhold mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring for vår- og høstflom. For det vurderte nedbørfeltet gir formelverket et forholdstall for vår- og høstflom på henholdsvis 1,2 og 1,3.

Basert på feltkarakteristikk, forholdstallene ved de vurderte stasjonene og resultatene fra formelverket synes et forholdstall på ca. 1,3 realistisk.

4.3.2 Regional flomfrekvensanalyse

I tillegg til lokal flomfrekvensanalyse er regional flomfrekvensanalyse RFFA-2018 benyttet for å verifisere resultatene. Analysen gir døgnmiddelvannføring og er beskrevet i (NVE, 2020). Resultatene er presentert i tabell under.

Tabell 5: Resultater fra regional flomfrekvensanalyse.

Estimat	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
2,5 % usikkerhet	38,1	157		83
Flomverdi	67,4	277	2,46	166
97,5 %	119	490		332

4.4 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2016) og Norsk klimaservicesenter (2021) blir et klimapåslag på 20 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

4.5 Vurdering av resultater

Stasjonen 122.3 Merrafoss lå i Lundesokna kun 2,5 km oppstrøms planområdet og er derfor forventet å gi det beste grunnlaget for beregning av dimensjonerende flom. Kvaliteten på måleserien er ikke kjent. Derfor er dataserien kontrollert mot målinger i andre vassdrag. 121.11/121.20 Åmot og 123.14 Fossan ligner 122.3 Merrafoss i feltkarakteristikk og gir også sammenlignbar spesifikk middelflom. Kvaliteten på disse måleseriene er bra-meget bra. 122.14 Lillebudal bru, 123.3 Kjeldstad i Garbergelva og 112.8 Rinna har høyere andel snaufjell og lavere sjøprosent enn 122.3 Merrafoss og forventes derfor å ha raskere avrenning og høyere spesifikk middelflom.

Basert på stasjonene vurderes en spesifikk middelflom på 210 l/s*km² realistisk. Med et forholdstall mellom kulminasjon og døgnmiddelflom på 1,3 gir det en kulminert spesifikk middelflom på ca. 270 l/s*km².

Vurdert middelflom fra stasjonene er noe lavere enn estimatet fått fra regional flomfrekvensanalyse. Siden det er en målestasjon med data av tilstrekkelig kvalitet i vassdraget nær planområdet, er ikke andre metoder vurdert. Resultatene fra de to flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 6.

Tabell 6: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metode (kulm.).

Metode	q_m [l/s*km ²]	q_{200} [l/s*km ²]
Vurdert fra referensefelt	270	810
Regional frekvensanalyse	360	890

4.6 Dimensjonerende vannføring

Det er valgt å benytte flomverdi og vekstkurve fra målestasjon 122.3 Merrafoss. Det er valgt å benytte hele perioden, da det er flere flommer på 1940-tallet (NVE, 2000) som ikke kommer med i perioden med regulering. Kulminert spesifikk middelflom er dermed satt til 270 l/s*km².

Dimensjonerende 200-årsflom beregnet for Lundesokna er gitt i Tabell 7. Spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg er beregnet til ca. 970 l/s*km².

Tabell 7: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for Lundesokna ved planområdet.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klimatillegg [%]	Middelflom		Q ₂₀₀ [m ³ /s]
			Q _M [m ³ /s]	q_M [l/s*km ²]	
Lundesokna	243	20	65	270	235

5 Hydraulisk modellering

5.1 Metode

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.0.0 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er en 2-dimensjonal-modell vurdert hensiktsmessig.

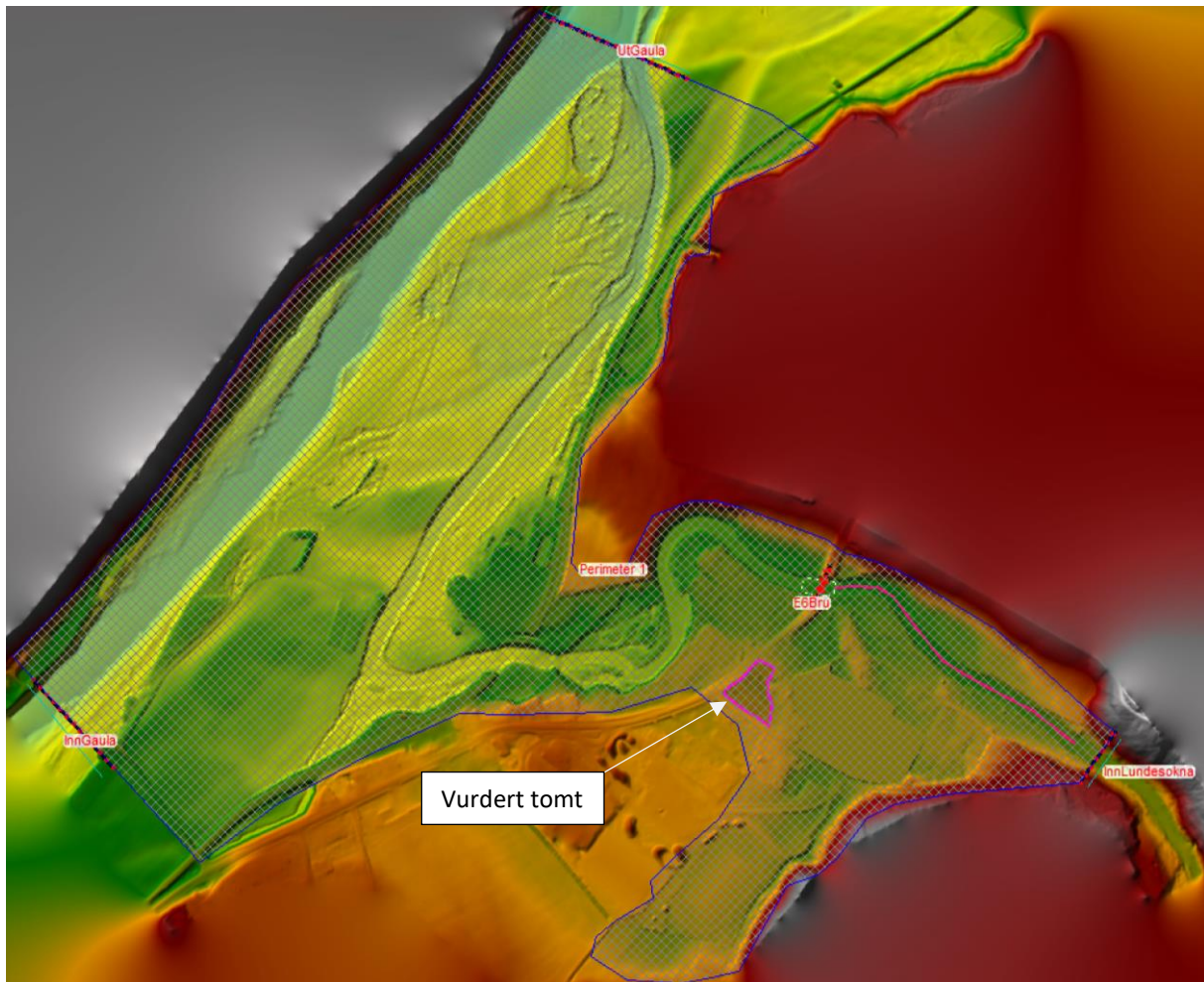
5.2 Oppsett av modell

5.2.1 Modelloppsett

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2016 er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter. Området Mosløkkja, nær vurdert tomt, er bygget ut etter 2016 og terrenget er hevet. Derfor er terrengmodellen også hevet til nivå 34,0 moh. i dette området, basert på innmålinger og observasjoner under befaringen. Benyttede parametere i modellen fremkommer av Tabell 8. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 8.

Tabell 8: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Lundesokna.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	3x3 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	0,1 s
Manningstall	25



Figur 8: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

5.2.2 Konstruksjoner

Bru langs E6 og gangbru forventes å kunne påvirke oppstrøms vannlinje ved flom. Lysåpningen til bruene ble målt opp under befaringen og er lagt inn i den hydrauliske modellen som en bru. Bilder av bruene er vist i Figur 9.



Figur 9: Bilde av bruer rett nedstrøms vurdert tomt.

5.3 Modellert fremtidig 200-årsflom

For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen at Lundesokna ikke har kapasitet for en fremtidig 200-årsflom slik at flomvann vil ledes ut av elveløpet og oversvømmer deler av Lundamo sentrum, inkludert vurdert tomt. Beregnet vannstand ved tomte er 34,8 moh. Vannivået vil nå over nivå av underkant bru ved E6, og overløp over E6 vil forekomme over en strekning fra ca. 50 til 180 meter nedstrøms brua.

Siden flomvannet vil flyte utover store områder vil vannhastigheten på flomsletten være lav. Ved den vurderte tomte er beregnet hastighet < 0,5 m/s.

5.4 Sensitivitetsanalyse

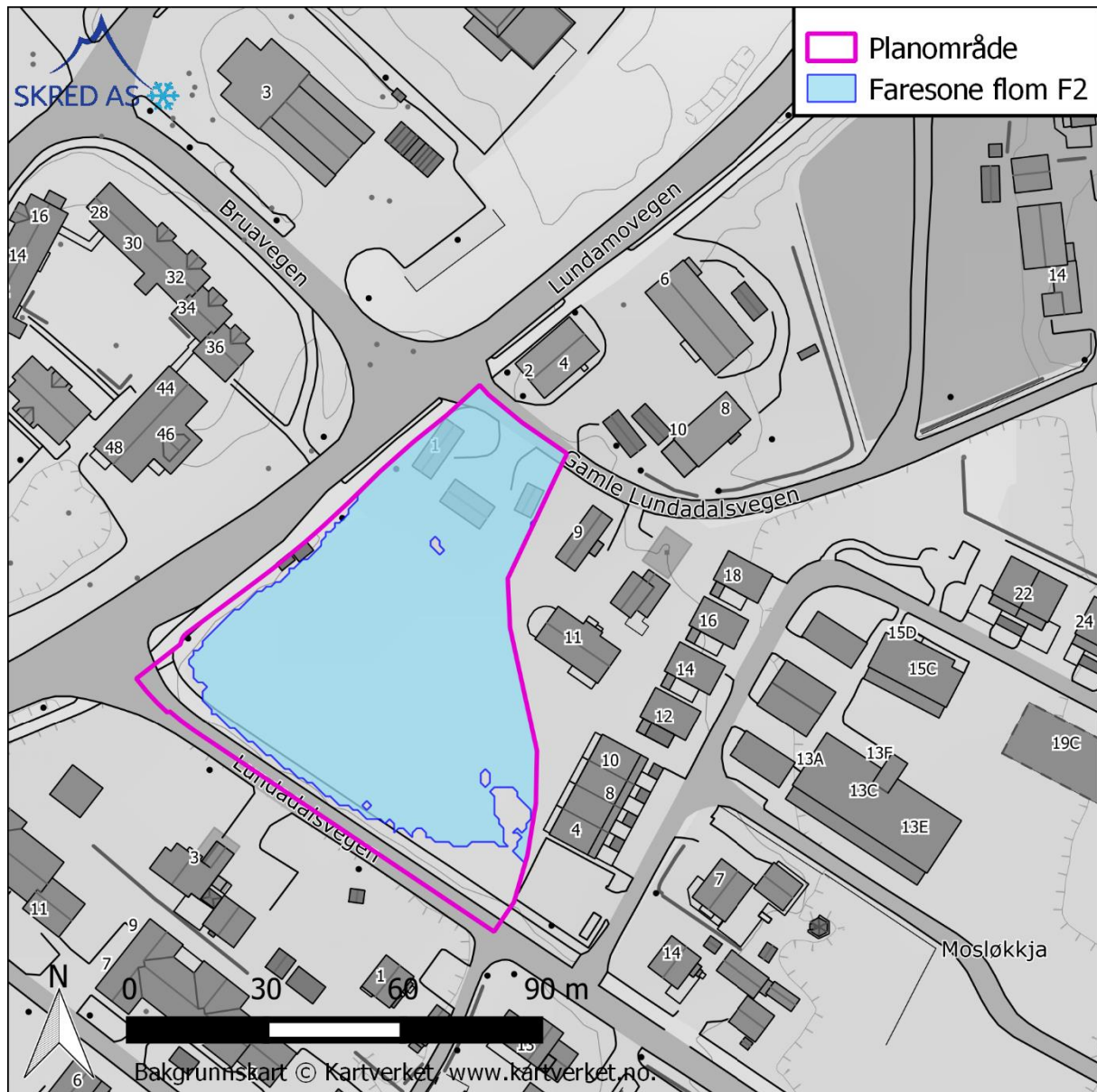
Da vi ikke har tilgang på kalibreringsdata er det gjennomført en sensitivitetsanalyse av modellen. Det bemerkes at fordeling av vannføring og ruhetsparametere i utgangspunktet er valgt noe konservativt. I sensitivitetsanalysen er vannføringen økt med 20 %. I tillegg er cellestørrelsen økt til 5x5 meter og redusert til 2x2 meter.

Økning i vannføring med 20 % gir en økning i vannstand på den vurderte tomte på ca. 0,10 meter. Økningen har minimal innvirkning på oversvømt areal ved den vurderte tomte. Økt cellestørrelse gir reduksjon i vannstand på den vurderte tomte på ca. 0,10 meter, mens redusert cellestørrelse gir en ubetydelig endring.

6 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for det vurderte området. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17.

Faresonen fremkommer av Figur 10. Maksimal vannstand innenfor faresonen er modellert til ca. 34,8 moh. Dersom det etableres bebyggelse innenfor sonen anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,2 meter.



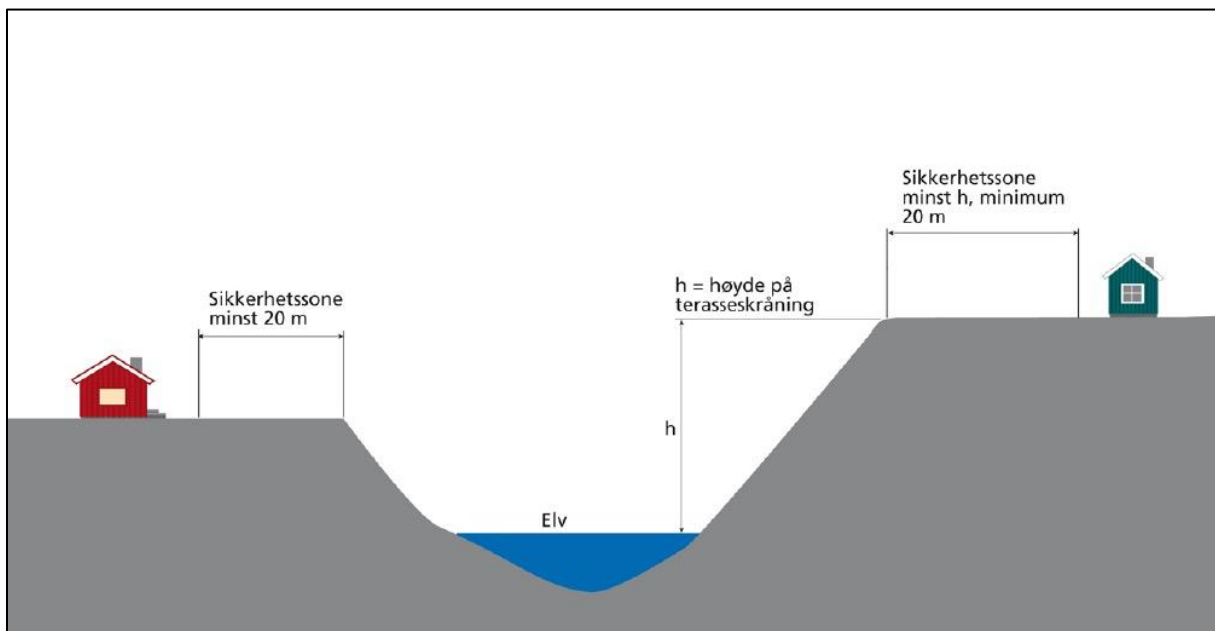
Figur 10: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2).

7 Vurdering av erosjonssikkerhet

7.1 Erosjonssikret

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Det angis en sikkerhetssone på minst 20 m fra elveløp, se Figur 11. Den vurderte tomte ligger med god avstand til elveløpet (ca. 150 meter). Selv om vannstanden står nær tomte ved 200-årsflom er vannhastigheten lav slik at faren for erosjon er liten.

Vurderingene av erosjonssikkerhet i denne rapporten tar utgangspunkt i registreringer under befaringen og foreliggende løsmassekart, og tar ikke høyde for potensiell kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper der erosjon kan gi brå, større utglidninger. Dersom kvikkleire påvises i forbindelse med grunnundersøkelser eller vurderinger etter TEK17 §7-3 må det gjøres supplerende vurderinger av erosjonssikkerhet basert på aktuelle veiledere og sikkerhetsklasse.



Figur 11: Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd)

8 Risikoreduserende tiltak

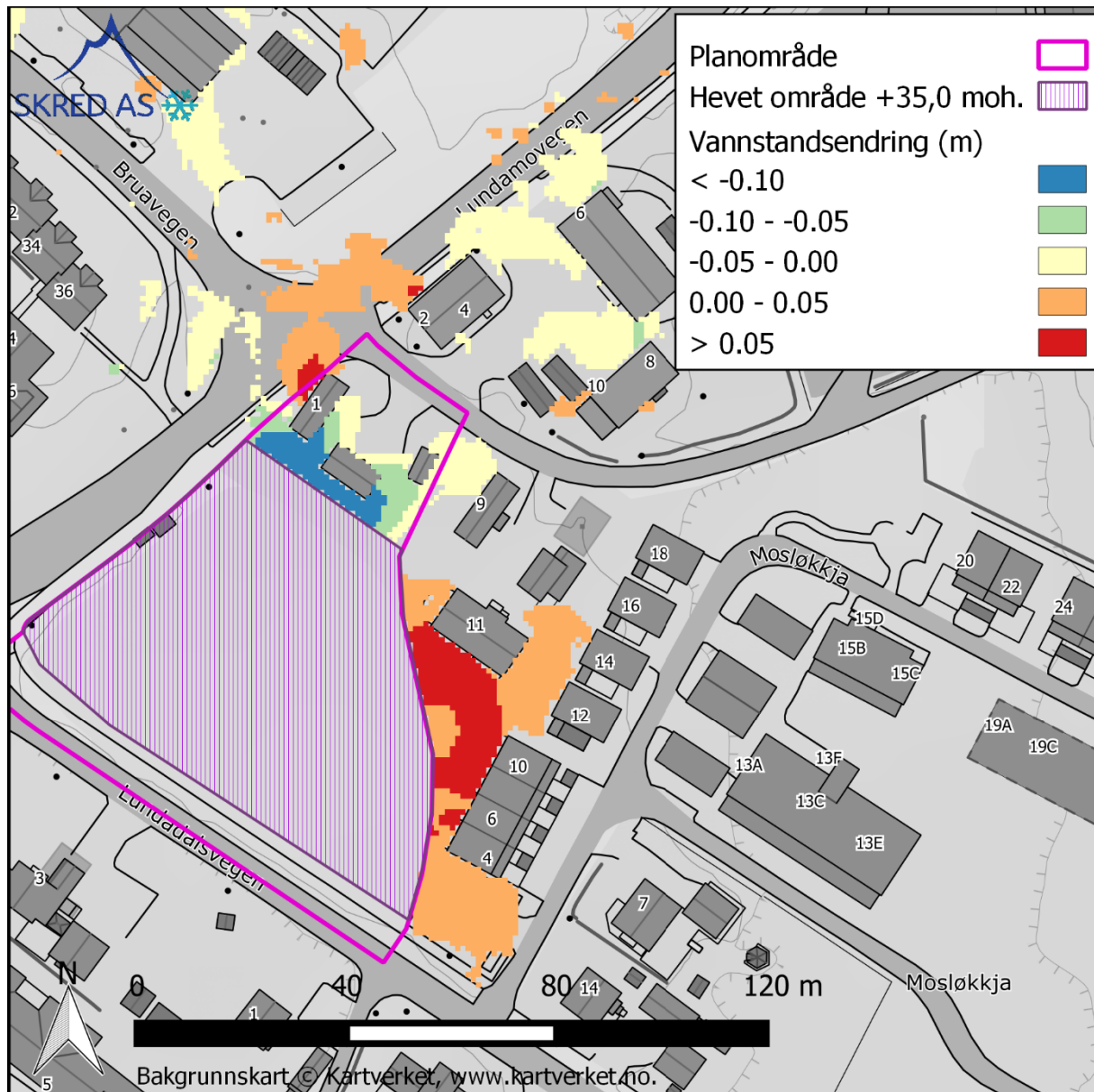
Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under sikkerhetsklasse F2 må det utføres risikoreduserende tiltak. Tiltak kan enten ha som mål å redusere faresonen, eller at byggverk dimensjoneres på en måte slik at det ikke tar skade ved dimensjonerende flom.

Ved ny bebyggelse på den vurderte tomte må planeringshøyden/gulvnivå heves over eksisterende terreng og flomvannstand på 34,8 moh. Det anbefales å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,2 meter. En heving av planeringshøyde/gulv til minimum 35,0 moh. (inkl. sikkerhetsmargin) med tilhørende fall fra bygg vurderes tilstrekkelig for å tilfredsstille kravene til sikkerhetsklasse F2. Planering må utformes på en slik måte at nærliggende bebyggelse ikke får økt ulempe.

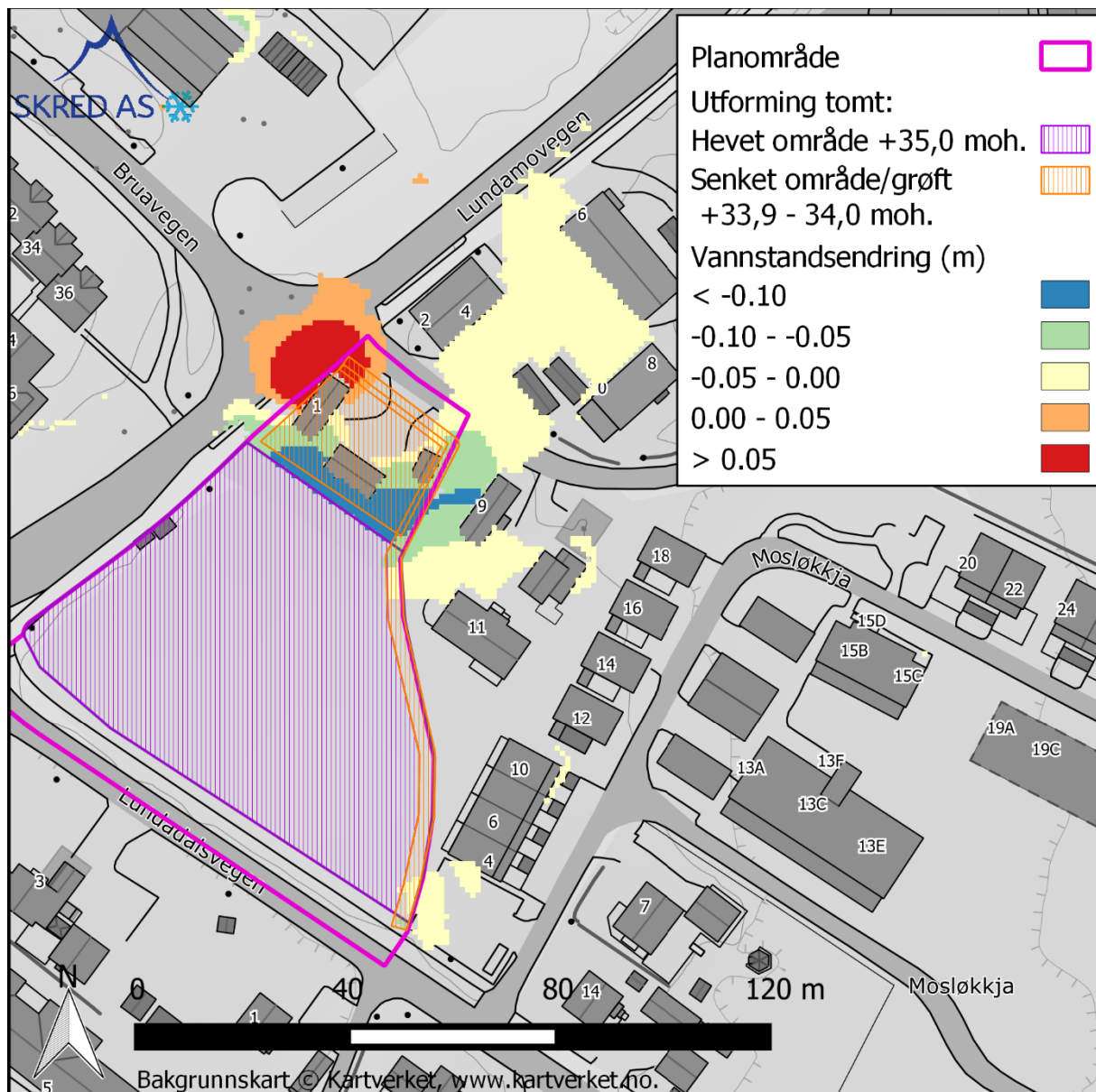
8.1 Tiltakets effekt på omliggende områder

For å vurdere effekten heving av deler av den vurderte tomte til nivå 35,0 moh. har på flomfaren for nærliggende bebyggelse er det nye terrenget lagt inn i den hydrauliske modellen. Det er forutsatt at det ikke vil være bebyggelse i nordenden av tomte. Figur 12 viser hevingen av terrenget og endringen i vannstand på omliggende områder ved en 200-årsflom inkludert klimapåslag. Det er valgt å neglisjere endringer < 2 cm, slik at dette ikke er vist i figuren. Figuren viser at det vil bli en teoretisk økning i vannstand ved bygninger øst for tomte og nord for tomte på opptil 5,5 cm. Økningen i vannstand sør og øst for planområdet skyldes i hovedsak at ved heving av tomte hindres flomvannet i å strømme mot og over E6 i like stor grad som ved eksisterende terreng. Tiltaket vil derimot ikke føre til at omfanget til faresonen for flom (F2) øker og at flere bygg blir berørt.

For å kompensere for den økte vannstanden ved tilgrensende bebyggelse foreslås det å etablere en grøft langs tomtas østside samt en senkning i nordenden av tomte. Forslaget er skissert i Figur 13 sammen med vannstandsendringen. Denne utformingen av tomte gir en neglisjerbar vannstandsending (< 2 cm, ikke vist i figur) ved bygningene øst for tomte, dvs. mellom Mosløkkja 4-10 og Gamle Lundadalsvegen 11. Ellers, ved bebyggelse øst og nord for tomte gir endringen en senkning av flomvannstanden ved dimensjonerende flom.



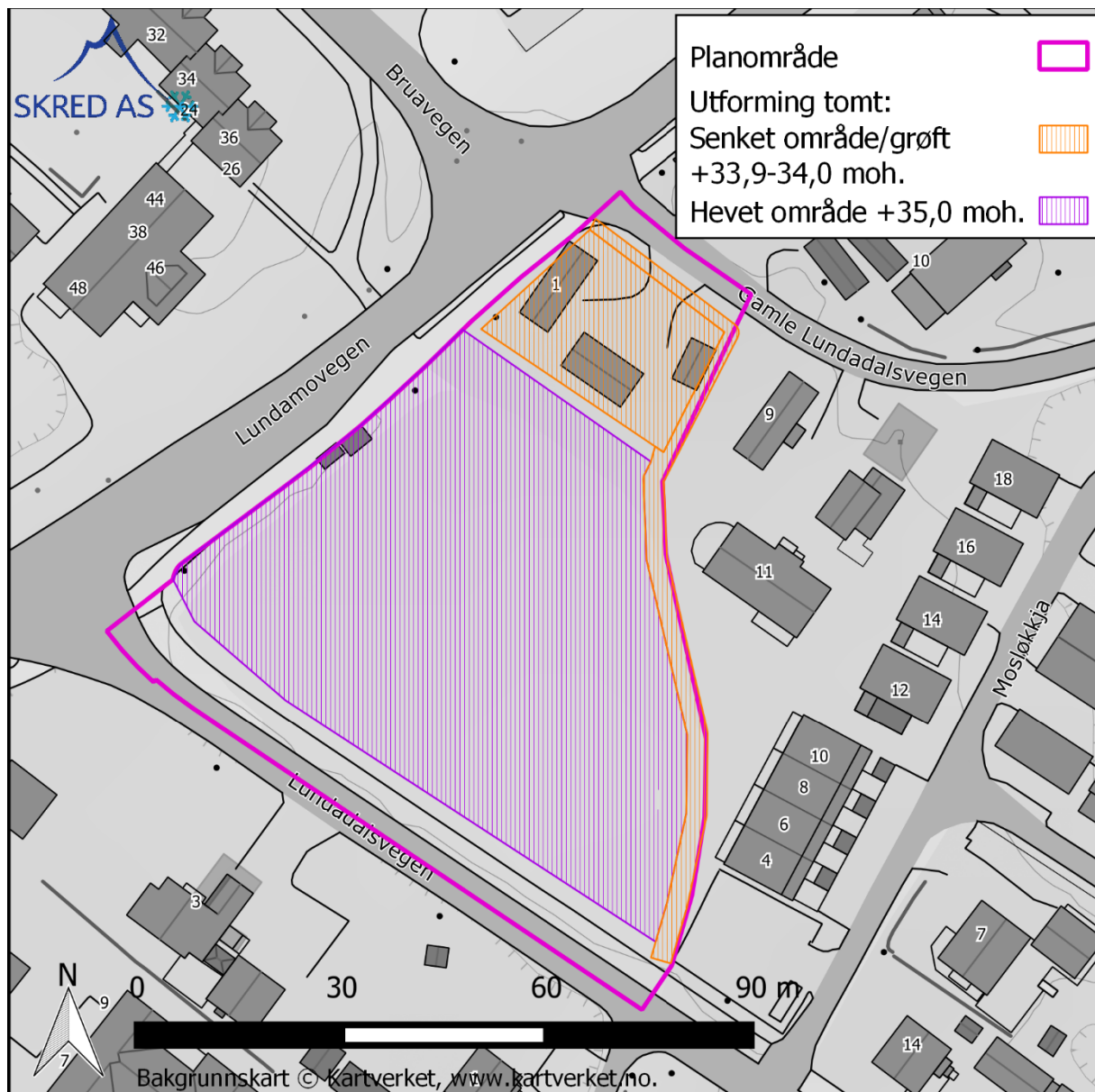
Figur 12: Endring i vannstand ved heving av deler av tomt til kote +35,0 ved 200-årsflom + klimapåslag.



Figur 13: Endring i vannstand ved heving av deler av tomt til kote +35,0 og senkning av nordenden av tomt til kote +33,9 og grøft med bunnivå 34,0 - 33,9 moh., ved 200-årflom + klimapåslag.

8.2 Omfang av terrengendringer

I reguleringsplanen må det settes av tilstrekkelig areal til terrengjuteringer for å oppnå ønsket effekt med tanke på å ikke påføre tredjepart økt flomulempe. Figur 14 viser areal som vurderes tilstrekkelig for å oppnå minimum effekten beskrevet i avsnitt 8.1. I forbindelse med detaljprosjektering og valg av endelig terrengutføring bør effekten på nærliggende områder verifiseres hydraulisk.



Figur 14: Nødvendig areal til terrengjusteringer

9 Konklusjon

Dimensjonerende 200-årsflom i Lundesokna, inkludert et klimapåslag på 20 %, er beregnet til 200 m³/s. Det er etablert en hydraulisk modell av Lundesokna med omliggende områder. Modelleringen viser at kapasiteten til elveløpet ikke er tilstrekkelig, slik at deler av Lundamo sentrum, inkludert den vurderte tomte blir oversvømt.

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for det vurderte området. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom ny bebyggelse skal etableres på den vurderte tomte må planeringshøyden til nytt bygg ikke ligge lavere enn 34,8 moh. Det anbefales å heve planeringshøyden med ytterligere 0,2 meter til nivå 35,0 moh.

Ved heving av deler av tomte til 35,0 moh. vil det bli en teoretisk økning i vannstand ved bygninger øst for tomte og nord for tomte. Tiltaket vil ikke føre til at omfanget til faresonen for flom (F2) øker og at flere bygg blir berørt. For å kompensere for den økte vannstanden ved tilgrensende bebyggelse foreslås det å etablere en grøft langs tomtas østside samt en senkning i nordenden av tomte.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig etter kravene i TEK17, da vannhastigheten ved vurdert tomte er svært lav. Det bemerkes at det i denne rapporten ikke er tatt høyde for potensiell kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper.

10 Referanser

- DiBK. (2018). *Byggeteknisk forskrift med veiledning (TEK 17)*.
- MET. (2015). *24/2015: Dimensjonerende korttidsnedbør*.
- Norsk Klimaservicesenter. (2021). *Klimaprofil Sør-Trøndelag*.
- NVE. (2000). *Flomberegning for Gaulavassdraget (122.Z)*.
- NVE. (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*.
- NVE. (2015a). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*.
- NVE. (2015b). *Anbefalte metoder for flomberegninger i små felt*. NVE.
- NVE. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*.
- NVE. (2020). *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*.
- SINTEF. (1992). *STF60 A92101 - Flomberegning og Kulvertdimensjonering*.