

► Flomfarevurdering Skare

Sammendrag/konklusjon

Norconsult Norge AS er engasjert av Ullensvang kommune for å vurdere flomfare for området Skare. Deler av området ligger innenfor NVE sin aktsomhetssone for flom, både fra hovedelven, og fra en liten elv øst for Skare. Denne rapporten avklarer reell flomfare for Skare i forhold til krav gitt i byggt teknisk forskrift (TEK17) § 7-2.

Det foreligger ingen konkrete planer for området. Vurderingen er gjort for 20- 200- og 1000- årsflom som dekker alle sikkerhetsklasser (F1, F2 og F3) i TEK17, og er ment som et kunnskapsgrunnlag for videre utvikling av området. Vurderingen inkluderer klimapåslag.

Resultatene viser at Storelvi har kapasitet til vannføring opp til 200-årsflom uten klimapåslag. Når klimapåslag legges til, vil vann renne ut av elven ved Håbru sør-øst i analyseområdet, og følge Håbruveien/terreng tilbake til Storelvi. Totalt renner ca. 6 m³/s ut av elven ved 200-årsflom og ca. 10 m³/s ved 1000-årsflom, begge inkludert klimapåslag. Dybden på vannet i flomutsatte områder er stort sett lav (0-40 cm), og vannhastigheten er også liten (1-2 m/s).

I sideelven øst for Skare har kulvert under vei kapasitet til ca. 4 m³/s. Vannføring over dette vil renne ut av elven og følge bekkeløp gjennom Skare til Storelvi. Beregnet flomsone forutsetter at alle kulverter holdes åpne. Helt eller delvis blokkering av kulverter vil gi en større flomsone enn det som er vist i denne vurderingen.

Ved planlegging av tiltak innenfor flomsone mellom Håbruvegen og Storelvi, anbefales heving av terreng ved Håbru slik at vann ikke renner ut av elveløpet. Eventuelt kan terrenget heves ved planlagt tiltak, og/eller det kan etableres definerte flomveier der vann kan renne uhindret tilbake til Storelvi.

J02	2025-05-09	For bruk	Cecilie Kvangarsnes	Torbjørn Kirkhorn	Maria E. Ordemann
D01	2025-01-31	For godkjenning hos oppdragsgiver	Cecilie Kvangarsnes	Torbjørn Kirkhorn	Maria E. Ordemann
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Introduksjon og beskrivelse av oppdrag	4
1.1	Beskrivelse av oppdrag	4
1.2	Dimensjoneringskriterier og høydesystem	5
2	Nedbørfeltet og flomregime	6
3	Flomberegning Storelvi	7
3.1	Representative målestasjoner	7
3.2	Vurdering av middelvannføring	8
3.3	Flomfrekvensanalyse	9
3.4	Regionalt formelverk	10
3.5	Erfaringstall	11
3.6	Tidligere vurderinger	11
3.7	Valg av dimensjonerende vannføring	11
4	Flomberegning sideelv	12
4.1	NIFS	12
4.2	Den rasjonelle metode	13
4.3	Erfaringstall fra NVE	13
4.4	Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag	14
5	Hydraulisk vannlinjemodell	14
5.1	Beskrivelse av beregningsmodell	14
5.2	Terrenggrunnlag	15
5.3	Infrastruktur og redigering av terrenggrunnlag	15
5.4	Kalibrering av modellen	20
5.5	Begrensninger i vurderingen	20
6	Resultater	21
6.1	20-årsflom	21
6.2	200-årsflom	22
6.3	1000-årsflom	23
6.4	Sensitivitetsanalyse og vurdering av usikkerhet	24
6.5	Fastsettelse av sikker byggehøyde	24
7	Konklusjon og anbefalinger	25
8	Referanser	25

9 Vedlegg	25
Vedlegg 1 – Nevina flomindeksrapport	26
Vedlegg 2 – Innmålinger	28
Vedlegg 3 – Flomsonekart – 20-årsflom inkl. klimapåslag	29
Vedlegg 4 – Flomsonekart – 200-årsflom inkl. klimapåslag	30
Vedlegg 5 – Flomsonekart – 1000-årsflom inkl. klimapåslag	31
Vedlegg 6 – Vannhastighet, 200-årsflom inkl. klimapåslag	32
Vedlegg 7 – Differanseplott, sensitivitetsanalyse (200-årsflom inkl. klimapåslag)	33

1 Introduksjon og beskrivelse av oppdrag

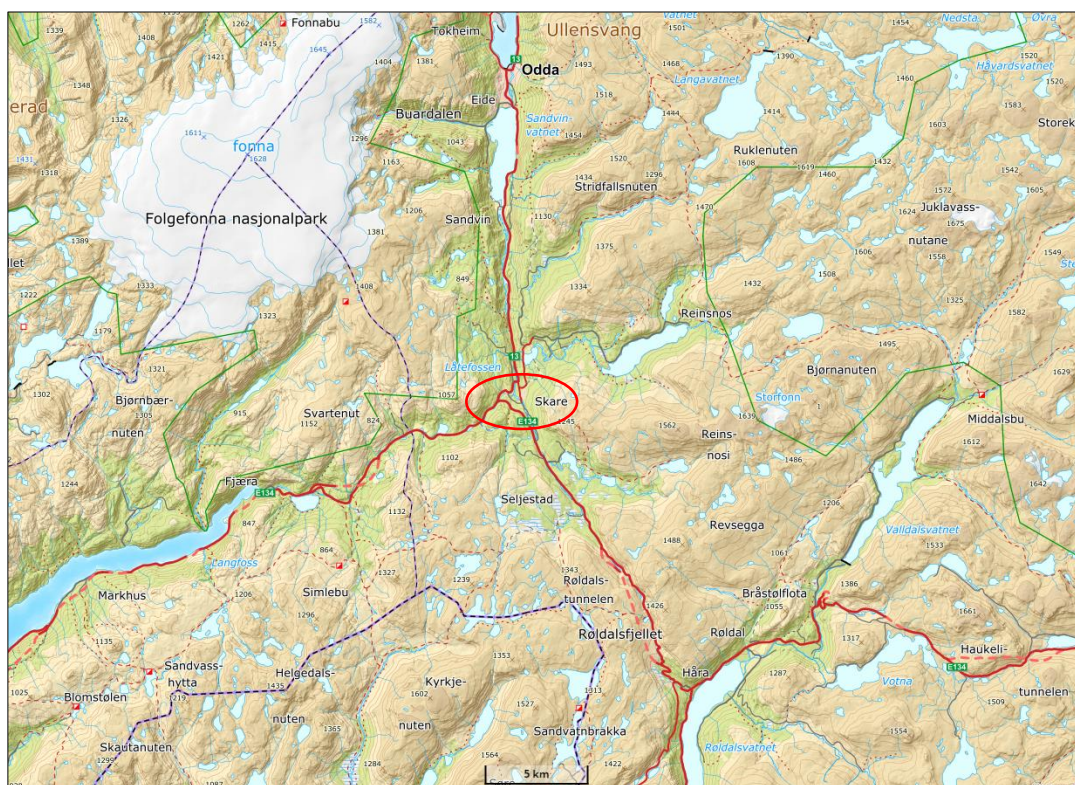
1.1 Beskrivelse av oppdrag

Norconsult har på oppdrag fra Ullensvang kommune utført en flomfarevurdering for området Skare sør for Odda, se Figur 1. Området er delvis utbygget med spredt bebyggelse og infrastruktur.

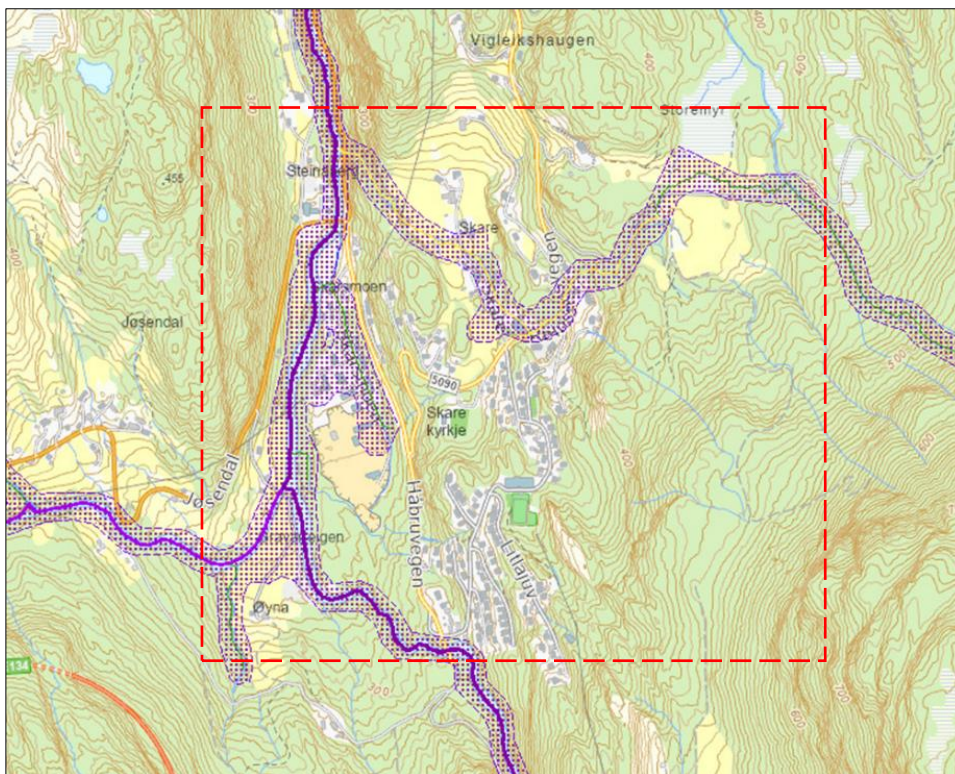
Området ligger i NVE sin aktsomhetssone for flom, som vist i Figur 2. Aktsomhetssonen er en automatisk generert flomsone som viser flomfare på et oversiktsnivå. For planlagte tiltak innenfor aktsomhetssonen, er det nødvendig å avklare reell flomfare.

Denne rapporten avklarer flomfare etter krav gitt i TEK17 §7-2. Vurderingen er todelt, og består av en flomberegning og en vannlinjeberegning. Flomberegningen fastsetter flomvannføring ved dimensjonerende gjentakintervall. Vannlinjeberegningen fastsetter vannstand ved den aktuelle flomvannføringen, og gir et grunnlag for å fastsette sikker byggehøyde.

Beregningene er utført i henhold til gjeldende praksis for denne typen flomvurderinger.



Figur 1 Skare ligger i Ullensvang kommune, sør for Odda.



Figur 2 Vurdert område ligger innenfor NVE sin aktsomhetssone for flom, både fra Storelvi, og fra en sideelv øst for Skare.

1.2 Dimensjoneringskriterier og høydesystem

Krav i TEK17

De fleste bygninger beregnet for personopphold omfattes av sikkerhetsklasse F2 i TEK17 § 7-2, der 200-årsflom er dimensjonerende. Byggverk med lite personopphold og små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser vil omfattes av sikkerhetsklasse F1, der 20-årsflom er dimensjonerende. Byggverk for særlig sårbare grupper, byggverk for beredskap samt avfallsdeponier faller inn under sikkerhetsklasse F3, der 1000-årsflom er dimensjonerende.

Byggverk skal enten plasseres, sikres eller dimensjoneres mot en flomhendelse med dimensjonerende flomstørrelse. Tiltaket skal ikke påføre økt flomrisiko for andre eiendommer eller infrastruktur langs vassdraget.

Klimafremskrivninger

I «Klimaprofil Hordaland» [2] er det oppgitt at det forventes at gjennomsnittlig årlig vannføring i vassdragene vil øke noe, fordi nedbøren og temperaturen øker. Det anbefales et klimapåslag for flomvannføring på mellom 20 – 40 %. NVE anbefaler klimapåslag i henhold til de fylkesvise klimaprofilene.

I denne flomvurderingen er dimensjonerende flomvannføring økt med 40 % for å ivareta økt vannføring grunnet klimaendringer.

Høydesystem

Alle høyder som er lagt til grunn i denne flomsonekartleggingen refererer til høydegrunnlaget NN2000. Alle kartutsnitt er orientert mot nord.

2 Nedbørfeltet og flomregime

Skare ligger i Ullensvang kommune i Vestland fylke. Nedbørfeltet til Storelvi ved Skare er ca. 115 km². I tillegg er det en sideelv øst for Skare som renner gjennom området ved stor vannføring.

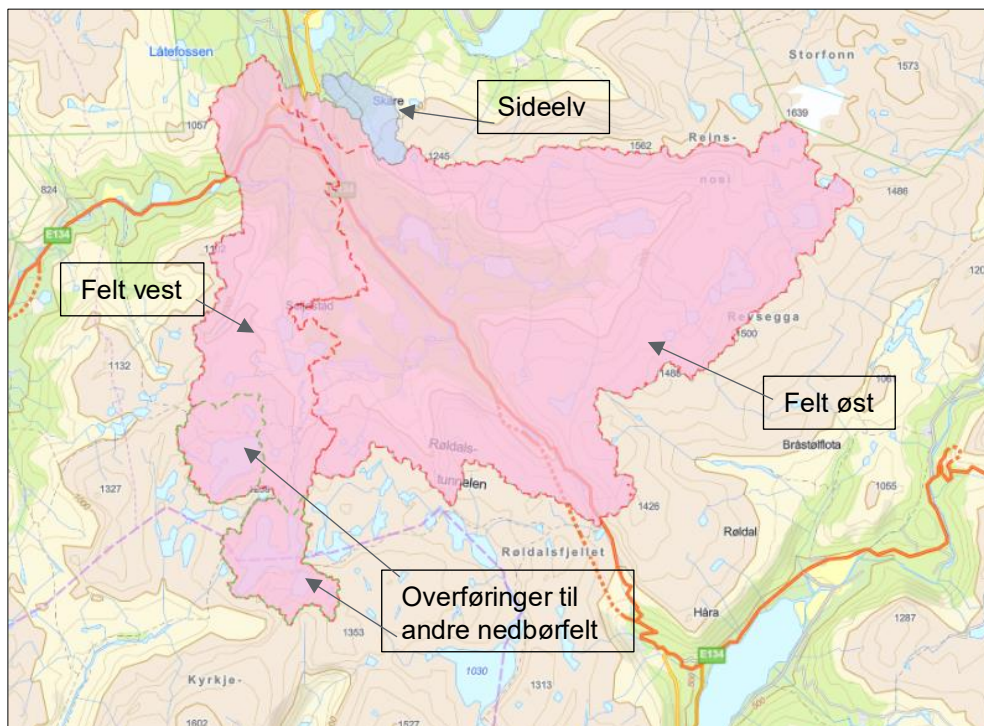
Like oppstrøms Skare deler elven seg. Det vestligste feltet renner fra sør mot nord, med et feltareal ved samløpet på ca. 33 km². I dette feltet er det to overføringer ut av feltet; Steinavatnet (4,3 km²) overføres mot sør-vest, og Dyrskardvatna (5,1 km²) overføres mot sør-øst. I det østlige feltet følger deler av feltet E134 (ca. 1/3), og deler av feltet strekker seg østover i Løyningsdalen (ca. 2/3). Samlet feltareal er ca. 80 km².

Nedbørfeltet ved Skare er vist i Figur 3. Nedbørfeltet består for det meste av snaufjell (70%) og skog (20 %). Feltet i vest ligger noe lavere enn feltet i øst.

Nøkkeldata for nedbørfeltene er gitt i Tabell 1.

Tabell 1 Nøkkeldata for nedbørfelt. Tall i parentes er etter overføringer.

	Areal km ²	Eff.sjøandel %	Høyde	Normaltilsig l/(s*km ²)	Elvelengde km
Storelvi	115,4 (106,0)	0,6	243-1064-1635	87	305
vest	33,4 (24,0)	1,5	259-1021-1333	93	59
øst	79,6	0,9	257-1130-1630	85	246
restfelt	2,4				
Sideelv	1,8	0,1	377-952-1181	65	3



Figur 3 Nedbørfelt ved Skare. Det vestlige feltet har to overføringer ut av feltet.

3 Flomberegning Storelvi

For Storelvi er det gjort beregning av flomvannføring med flomfrekvensanalyse og regionalt formelverk (RFFA-2018). Beregnet vannføring er sammenlignet med tidligere beregninger fra området, samt erfaringstall fra NVE.

3.1 Representative målestasjoner

Utvalgte målestasjoner er benyttet i en regional flomfrekvensanalyse. En oversikt over stasjonene er gitt i Tabell 2 og vist på kart i Figur 4. Målestasjonene er valgt ut fra geografisk nærhet og sammenfallende feltegenskaper. Normaltilsig er for perioden 1991 – 2020.

Av de utvalgte målestasjonene er det oppgitt at Fodnastøl, Brakhaug, Øyreselv og Kvitno har dårlig eller meget dårlig kurvekvalitet ved stor vannføring. Sandvenvatn har omtrent 4 ganger så stort feltareal som Storelvi ved Skare, og 7 % bre i nedbørfeltet. Reinsnosvatn har høy effektiv sjøprosent (3,3 %) og dermed trolig bedre selvregulering og lavere flomverdier. Fjellhaugen, Djupevad og Røykenes er lavereliggende felt med medianhøyde mellom 300 – 700 moh, og høyeste punkt rundt 1000 moh. Eidevatn og Baklihøl er regulerte felt. Alle disse feltene er sett bort fra i videre analyse. Feltene er markert med grå farge i Tabell 2.

Tabell 2 Målestasjoner vurdert i flomberegning. Målestasjoner med grå skrift er tatt med i videre analyse.

Nr.	Nedbørfelt	Areal (km ²)	Periode	Antall år	Normaltilsig (l/s*km ²)	Høyde	Ase (%)	Asf (%)	Bre (%)
47.7	Fodnastøl	43,4	1963-1995	33	60,4	560-1063-1568	3,8	87,2	1,0
46.7	Brakhaug	9,3	1973-2005	33	121,8	179-947-1280	0,2	82,3	0,0
48.1	Sandvenvatn	470,2	1908-2023	116	79,3	87-1090-1651	1,2	59,6	7,2
48.5	Reinsnosvatn	120,5	1917-2023	104	72,4	595-1232-1635	3,3	76,4	0,0
42.16	Fjellhaugen	7,3	1997-2022	26	118,4	387-687-961	1,0	74,6	0,0
42.2	Djupevad	31,0	1963-2022	60	103,2	92-547-1141	0,3	52,0	0,0
46.3	Øyreselv	82,7	1922-1981	60	110,1	113-1151-1644	1,7	59,5	25,3
55.4	Røykenes	50,1	1934-2022	89	96,3	53-307-960	2,2	31,7	0,0
62.16	Kvitno	41,6	1983-1998	16	76,8	461-898-1408	0,1	64,8	0,0
47.1	Eidevatn	79,2	1908-2000	93	71,6	67-959-1642	1,4	52,5	8,9
42.6	Baklihøl	20,2	1965-2017	53	129,1	202-899-1302	0,1	80,8	0,0
50.1	Hølen	231,4	1923-2023	101	51,3	123-1277-1686	2,0	88,2	0,3
36.9	Middal	45,9	1968-2023	56	73,7	837-1407-1683	0,2	91,3	2,5
41.8	Hellaugvatn	27,5	1981-2023	43	118,3	271-904-1263	2,0	82,1	0,0
36.13	Grimsvatn	34,4	1973-2023	51	96,3	563-834-1535	1,2	80,8	0,0
36.32	Lauvastøl	20,7	1985-2023	39	93,6	618-1044-1421	0,4	81,4	0,0
62.18	Svartavatn	72,4	1987-2023	37	111,2	219-754-1109	0,3	64,9	0,0
61.8	Kaldåen	15,3	1985-2023	38	96,4	591-884-1128	0,1	93,4	0,0
	Skare	116			87	243-1064-1635	0,1	66,0	0,0



Figur 4 Kart med markering av målestasjoner.

3.2 Vurdering av middelvannføring

Tabell 3 viser en oversikt over middelvannføring ved målestasjonene som er vurdert i denne analysen. Oversikten viser at avrenningskartet til NVE stemmer godt med observerte verdier.

Middelvannføring i Storelvi ved Skare er estimert til $87 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ ved bruk av NVE sin kartapplikasjon NEVINA (1991-2020).

Tabell 3 Sammenligning av estimert og målt middelvannføring ved utvalgte målestasjoner.

Nedbørfelt	Målt verdi (l/s*km ²)	Avrenningskartet (1991-2020) (l/s*km ²)	Målt verdi / Avrenningskart
Hølen	51,3	57,2	0,90
Middal	73,7	80,5	0,92
Hellaugvatn	118,3	119,0	0,99
Grimsvatn	96,3	96,3	1,00
Lauvastøl	93,6	95,4	0,98
Svartavatn	111,2	111,2	1,00
Kaldåen	96,4	95,8	1,01
<i>Gjennomsnitt</i>			<i>0,97</i>
Storelvi	-	87	

Et spesifikt årsmiddeltilsig på 87 l/s*km² legges til grunn i videre beregning.

3.3 Flomfrekvensanalyse

Det er utført flomfrekvensanalyse for representative målestasjoner. Tabell 4 viser en oversikt over vannføring ved estimert middelflom, 20-, 200- og 1000-årsflom. Beregningene er gjort med NVEs programvare for ekstremveridianalyse, DAGUT, ved bruk av Gumbel- og GEV-fordeling.

NVE anbefaler generelt at fordelingsfunksjonen GEV brukes dersom det finnes over 50 år med måledata, og Gumbel ved 25-50 år med tilgjengelige måledata.

Tabell 4 Flomfrekvensanalyse på utvalgte målestasjoner (døgnverdier).

Nr.	Nedbørfelt	Areal (km ²)	Antall år	Fordeling	q _M (l/s*km ²)	q ₂₀ /q _M	q ₂₀ (l/s*km ²)	q ₂₀₀ /q _M	q ₂₀₀ (l/s*km ²)	q ₁₀₀₀ /q _M	q ₁₀₀₀ (l/s*km ²)
50.1	Hølen	231,4	101	GEV	330	1,51	497	1,94	639	2,21	728
36.9	Middal	45,9	56	GEV	537	1,39	749	1,53	823	1,58	847
41.8	Hellaugvatn	27,5	43	Gumbel	896	1,50	1342	1,98	1775	2,32	2076
36.13	Grimsvatn	34,4	51	GEV	959	1,57	1505	2,03	1946	2,31	2212
36.32	Lauvastøl	20,7	39	Gumbel	833	1,48	1233	1,95	1622	2,27	1891
62.18	Svartavatn	72,4	37	Gumbel	1135	1,54	1743	2,06	2334	2,42	2744
61.8	Kaldåen	15,3	38	Gumbel	991	1,64	1626	2,26	2242	2,69	2669
	<i>Gjennomsnitt</i>				<i>812</i>	<i>1,5</i>	<i>1242</i>	<i>2,0</i>	<i>1626</i>	<i>2,3</i>	<i>1881</i>
	<i>uten Hølen/Middal</i>				<i>963</i>	<i>1,5</i>	<i>1490</i>	<i>2,1</i>	<i>1984</i>	<i>2,4</i>	<i>2318</i>

200-årsflom varierer mellom 639 – 2334 l/s*km² for de ulike målestasjonene.

- Hølen og Middal har betydelig lavere flomverdier enn de andre målestasjonene. Begge feltene ligger øst for Sør fjorden, og strekker seg østover mot Hardangervidda. Feltene er dermed ventet å ha lavere flomverdier enn Storelvi ved Skare. Disse er derfor ikke vektet videre.
- Svartavatn og Kaldåen ligger nord for Hardangerfjorden, og har de høyeste flomverdiene.
- Feltarealet for Storelvi ved Skare er større enn ved alle de utvalgte målestasjonene, og normaltilsaget er lavere. Flomverdiene for Storelvi vil derfor trolig være noe lavere enn ved de utvalgte målestasjonene.
- Vekstfaktor ved de ulike målestasjonene er relativt lik med et gjennomsnitt på 1,5 for Q₂₀/Q_M, 2,0-2,1 for Q₂₀₀/Q_M og 2,3-2,4 for Q₁₀₀₀/Q_M.

Kulminasjonsfaktor

Sammenheng mellom kulminasjon- og døgnmiddelflom for Storelvi ved Skare er beregnet ut fra formelverk med forholdstall på henholdsvis 1,4 og 1,7 for vår og høst. Formler er oppgitt i Figur 5.

$$\begin{aligned} \text{Vårflom: } Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} &= 1,72 - 0,17 \cdot \log A - 0,125 \cdot A_{SE}^{0,5} \\ \text{Høstflom: } Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} &= 2,29 - 0,29 \cdot \log A - 0,270 \cdot A_{SE}^{0,5} \end{aligned}$$

Figur 5 Forholdstall fra NVE veileder.

Observerte forholdstall mellom timesverdier og døgnverdier for de 10 største observerte flommene ved de utvalgte målestasjonene er vist i Tabell 5 (hentet fra NVEs hydrologiske database Hydra II). I gjennomsnitt er forholdet 1,5 for de ulike målestasjonene. Største observerte forholdstall er 2,5.

Tabell 5 Forhold mellom observerte times- og døgnverdier for de 10 største flommene med tilgjengelige timesverdier. Også kulminasjonsverdi fra RFFA-2018 er tatt med.

Hellaugsvatn		Grimsvatn		Lauvastøl		Svartavatn		Kaldåen	
Dato	Time/Døgn	Dato	Time/Døgn	Dato	Time/Døgn	Dato	Time/Døgn	Dato	Time/Døgn
26.10.1983	1,24	28.10.2014	1,22	11.11.2022	1,73	11.11.2022	1,18	12.10.1985	1,69
28.10.2014	--	20.11.2009	1,32	04.12.1986	--	14.09.2005	1,52	26.06.1989	1,45
06.11.2006	1,22	14.09.2005	1,52	06.11.2006	1,58	23.12.2017	1,27	28.10.2014	1,87
14.09.2005	1,33	25.10.1983	--	28.10.2014	1,41	15.12.1992	1,16	31.03.1997	--
23.12.2017	1,81	27.11.2011	1,59	27.11.2011	1,82	13.12.1991	1,66	10.04.1999	--
15.11.2004	1,47	20.12.2015	1,11	20.12.2015	1,28	20.12.2015	1,21	08.12.2016	1,57
27.11.2011	1,42	07.12.2017	1,34	01.11.2007	2,09	28.10.2014	1,49	29.12.1988	1,52
31.12.2016	1,24	23.10.1998	1,23	29.04.2000	1,19	29.12.1988	1,85	23.11.1994	2,17
14.12.1991	1,55	09.10.2018	1,33	23.08.1985	--	16.12.2023	1,92	14.09.2005	2,49
03.01.1992	1,49	31.12.2016	1,20	15.09.2019	1,99	19.01.1989	1,34	20.12.2015	1,22
Snitt	1,4		1,3		1,6		1,5		1,8
Max	1,8		1,6		2,1		1,9		2,5
Min	1,2		1,1		1,2		1,2		1,2
	Kulm		Kulm		Kulm		Kulm		Kulm
RFFA-2018	1,32		1,34		1,72		1,5		2,09

Basert på observerte forholdstall mellom timesverdier og døgnverdier og formelverk for høstflom, velges en kulminasjonsfaktor på 1,6.

3.4 Regionalt formelverk

NVE har utviklet et formelverk for flomstørrelser i mellomstore og større felt (RFFA-2018). Verdier beregnes i Nevina. Merk at oppgitt Q_M er medianflom, og ikke middelflom.

200-årsflom (døgnmiddel) er beregnet til 176 m³/s, tilsvarende 1517 l/s*km². Det er oppgitt en kulminasjonsfaktor på 1,32 som gir en kulminasjonsflom (Q_{200}) på 232,3 m³/s.

Flomberegning for ulike gjentakintervall fra regionalt formelverk (RFFA-2018) er vist i Tabell 6.

Tabell 6 Flomberegning fra regionalt formelverk.

	Q_M	Q_{20}	Q_{200}	Q_{1000}
Vekstfaktor	--	1,63	2,23	2,66
Døgnmiddel (l/s*km ²)	681	1112	1517	1810
Døgnmiddel (m ³ /s)	79	129	176	210
Kulminasjon (m ³ /s)	104	170	232	277

3.5 Erfaringstall

I NVE sin «Veileder for flomberegninger» [3] er det oppgitt erfaringstall som døgnmiddelverdier for 1000-årsflom i middels store felt (50 - 500 km²). På Sørlandet og Vestlandet er det oppgitt at flomverdiene stort sett ligger mellom 700 – 2500 l/s*km², med de største verdiene et stykke innenfor kysten på Sør-Vestlandet og Vestlandet.

Fra regional flomfrekvensanalyse er forholdet mellom Q_{200} og Q_{1000} 0,84. Med samme forholdstall blir erfaringstall for 200-årsflom ca. 590 – 2100 l/s*km².

3.6 Tidligere vurderinger

Flomsonekartlegging – E134 Vågsli – Seljestad (2019)

Asplan Viak AS har i 2019 gjennomført flomsonekartlegging i forbindelse med reguleringsplan for ny E134 Haukelifjell, Vågsli – Seljestad. I rapport for parsell Røldalstunnelen – Seljestad [1], er strekningen inndelt i åtte beregningspunkter. Felt øst ligger ca. 3 km nedstrøms samløpet mellom felt 7 og felt 8.

For felt 7 og 8 er totalt nedbørfeltareal beregnet til 77,6 km². Flomberegning er gjort ved hjelp av flomfrekvensanalyse og NIFS, der resultatene fra flomfrekvensanalyse er benyttet videre. Totalt for de to feltene er beregnet 200-års flom (døgn) 251 m³/s. Dette tilsvarer **2113 l/s*km²**. Det er benyttet kulminasjonsfaktor på 1,8 for felt 7 og 1,4 for felt 8, slik at total kulminasjonsflom er 251 m³/s.

Det er anbefalt 40 % klimapåslag.

Flomberegning for Storelvi ved Hildal (048.D0) (2022)

NVE har i 2022 gjennomført flomberegning for Storelvi ved Hildal [5], ca. 6,2 km nedstrøms Skare.

Nedbørfeltarealet er 308 km². Flomberegning er gjort med flomfrekvensanalyse og regionalt formelverk RFFA-2018. Resultatene fra flomfrekvensanalyse er benyttet videre. Beregnet 200-årsflom døgnmiddelflom er 356 m³/s, tilsvarende **1156 l/s*km²**. Det er benyttet en kulminasjonsfaktor på 1,3.

Det hydrologiske grunnlaget er vurdert å være i klasse 1 «Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget».

3.7 Valg av dimensjonerende vannføring

Tabell 7 oppsummerer flomverdier fra flomfrekvensanalyse, regionalt formelverk, samt erfaringstall fra NVE-veileder og tidligere beregnede flomstørrelser.

Fra flomfrekvensanalysen varierer middelflom mellom 833 og 1135 l/s*km² for de mest representative målestasjonene, mens vekstfaktor er relativt stabil på i gjennomsnitt 1,5 for Q_{20}/Q_M , 2,1 for Q_{200}/Q_M og 2,4 for Q_{1000}/Q_M . Feltarealet for Storelvi ved Skare er større enn feltarealet ved de utvalgte målestasjonene, og middelvannføring er lavere. Det er derfor ventet at flomverdiene ved Skare skal være litt lavere enn ved de utvalgte målestasjonene.

Fra regionalt formelverk (RFFA-2018) er medianflom oppgitt til 681 l/s*km², og Q_{200} er oppgitt til 176 m³/s, tilsvarende 1517 l/s*km².

I tidligere flomvurderinger utført for Storelvi er 200-års døgnmiddelflom beregnet til henholdsvis 2113 l/s*km² (feltareal 77,6 km²) og 1156 l/s*km² (feltareal 308 km²).

Det velges å legge til grunn en middelflom på 750 l/s*km^2 , og vekstfaktor $Q_{20}/Q_M = 1,5$, $Q_{200}/Q_M = 2,1$ og $Q_{1000}/Q_M = 2,4$. Kulminasjon er valgt til 1,6, basert på formelverk og observerte forholdstall omtalt i kapittel 3.3. Flomverdiene er innenfor NVEs erfaringstall.

En oppsummering av dimensjonerende flomvannføring ved ulike gjentakintervall er vist i Tabell 8.

Tabell 7 Flomstørrelser (200-årsflom) med ulike metoder og valgt flomverdi.

Metode	Spesifikk flomverdi l/s*km^2	Absolutt flomverdi m^3/s
Døgnverdier		
Flomfrekvensanalyse	1622 – 2334	187-269
Regionalt formelverk, RFFA-2018	1517	175
Erfaringstall	590-2100	68-242
Tidligere vurdering (Asplan Viak)	2113	244
Tidligere vurdering (Hildalselva – NVE)	1156	133
Valgt flomverdi	1575	183
Kulminasjon		
Valgt flomverdi, kulminasjon	2520	292
Valgt flomverdi +40% klimapåslag	3528	409

Tabell 8 Oppsummering av beregnet flomvannføring ved ulike gjentakintervall. Tall i parentes er uten regulerte felt.

	Døgn (l/s*km^2)	Kulm. (m^3/s)	Kulm. inkl. 40 % klimapåslag (m^3/s)		
			Totalt	Øst	Vest
Q_M	750	139 (128)	195 (179)	138	57 (41)
Q_{20}	1125	209 (192)	292 (269)	208	85 (61)
Q_{200}	1575	292	409	291	119
Q_{1000}	1800	334	468	332	136

4 Flomberegning sideelv

For sideelven er det gjort beregninger av flomvannføring med nasjonalt formelverk (NIFS) og den rasjonelle metode. Beregningene er sammenlignet med erfaringstall fra NVE.

4.1 NIFS

NVEs formelverk for små nedbørfelt er basert på regionale analyser for målestasjoner over hele Norge, og er dokumentert i NVEs rapport 13-2015. Formelverket er gyldig for nedbørfelt med feltareal mindre enn 60 km^2 . I formelverket er flomstørrelsen avhengig av feltareal, årsmiddeltlig og effektiv sjøprosent. Ved beregning av flomstørrelser for det vurderte nedbørfeltet er disse feltegenskapene hentet fra Nevina og Scalgo. Middelflommen regnes ut som en momentanverdi, og skaleres ved hjelp av en vekstkurve opp til dimensjonerende flomstørrelse.

I Nevina er årlig middelaavrenning for sideelven oppgitt til $64,6 \text{ l/s*km}^2$ (1991-2020). Beregnet flomstørrelse ved ulike gjentakintervall er vist i Tabell 9.

Tabell 9 Flomstørrelser for sideelv, beregnet med NIFS (kulminasjonsverdier).

NIFS formelverk	
Areal (km ²)	1,8
Effektiv sjø (%)	0,1
q _N (l/s*km ²)	64,6
Q _N (m ³ /s)	0,12
Q _M (m ³ /s)	2,7
Q ₂₀ (m ³ /s)	4,5
Q ₂₀₀ (m ³ /s)	7,0
Q ₁₀₀₀ (m ³ /s)	9,5

4.2 Den rasjonelle metode

Den rasjonelle metode kan brukes for felt opp til 2 km² [3], men bør brukes med forsiktighet for felt over 0,5 km².

Avrenning er gitt ved:

$$Q = C * i * A$$

der C = avrenningsfaktor

i = dimensjonerende nedbørintensitet fra IVF-kurver (l/s*ha)

A = feltareal (ha)

Konsentrasjonstid for naturlige felt er gitt ved:

$$T = 0,6 * L * H^{-0,5} + 3000 * A_{SE}$$

der L = feltlengde (m)

H = høydeforskjellen i feltet (m)

A_{SE} = effektiv sjøprosent

Konsentrasjonstiden er beregnet til 60 minutter, med L = 2850 meter og H = 780 meter.

Det er generelt dårlig grunnlag for IVF-statistikk i regionen. Det er tatt utgangspunkt i nedbørstatistikk fra Bergen-Sandsli, som har oppgitt 200-års nedbørintensitet på 102,2 l/s*km² med 60 min varighet.

Avrenningsfaktor er basert på feltegenskaper. Fra Nevina er det oppgitt at feltet består av ca. 40 % skog og ca. 60 % snaufjell. Det benyttes avrenningskoeffisient på 0,9 for fjell og 0,2 for skog. Det legges til 30 % for 200-års returperiode, noe som gir en endelig avrenningsfaktor på 0,81.

Vannføring for en 200-årsflom (kulminasjon) er beregnet til 14,8 m³/s med den rasjonelle metoden.

4.3 Erfaringstall fra NVE

I NVEs veileder for flomberegninger [3] er det oppgitt erfaringstall for kulminasjonsverdier i små felt ved 200 års gjentakintervall. For Sør- og Vestlandet er det oppgitt at for 200-årsflom varierer flomverdiene stort sett mellom 700 – 5000 l/s*km², men at verdier opp mot 6000 l/s*km² kan forekomme. De høyeste verdiene forekommer stort sett i bratte felt med lav effektiv sjøprosent.

4.4 Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag

Tabell 10 oppsummerer flomverdier fra de ulike metodene ved 200-års gjentakintervall.

Den rasjonelle metode overestimerer ofte flomstørrelsen ved nedbørfeltareal over 0,5 km². Resultat fra den rasjonelle metode er høyere enn erfaringstall fra NVE for området.

Det velges på dette grunnlaget å legge til grunn en 200-årsflom (kulminasjonsverdi) på 7 m³/s (3866 l/(s*km²)).

Tabell 10 Flomstørrelser (200-årsflom) med ulike metodikker og valgt flomverdi.

Metode	Spesifikk flomverdi l/(s*km ²)	Absolutt flomverdi m ³ /s
Nasjonalt formelverk	3866	7,0
Den rasjonelle metode	8237	14,8
Erfaringstall	700-5000	0,18 - 9
Valgt flomverdi	3866	7,0
Valgt flomverdi +40 % klimapåslag		9,8

Tabell 11 viser beregnede flomverdier for ulike gjentakintervaller. Tabellen viser også beregnet flomverdi for et mindre nedbørfelt som renner inn i bekken ved Skare oppstrøms boligområdet. Dette feltet har et areal på ca. 0,44 km².

Tabell 11 Beregnede flomverdier (kulminasjon) for sideelv ved ulike gjentakintervall. Tabellen viser også beregnet flomverdi for et mindre nedbørfelt som renner inn i bekken ved Skare oppstrøms boligområdet.

	Sideelv (m ³ /s)	Bekk (m ³ /s)
Q _M	2,7	0,9
Q ₂₀	4,5	1,4
Q ₂₀₀	7,0	2,2
Q ₁₀₀₀	9,5	3,0

5 Hydraulisk vannlinjemodell

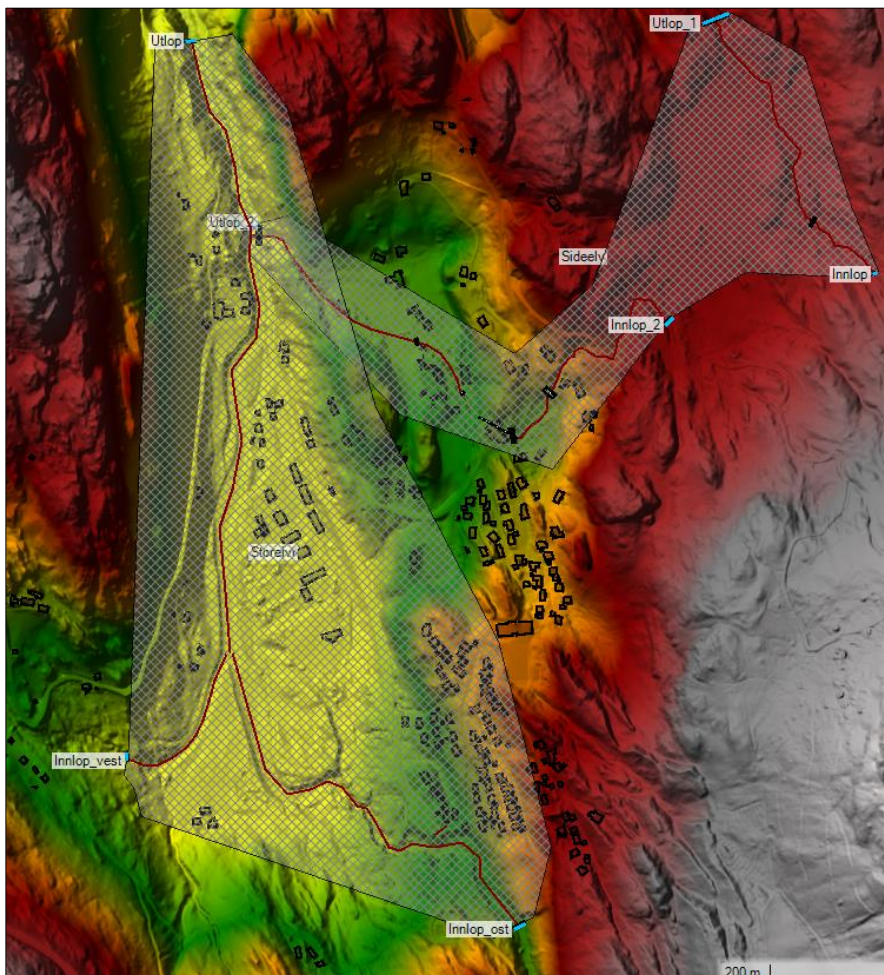
5.1 Beskrivelse av beregningsmodell

Vannstand og vannhastighet ved Skare er beregnet ved bruk av en todimensjonal vannlinjemodell i beregningsprogrammet HEC-RAS v.6.5. Det er gjort separate simuleringer av Storelvi og sideelven.

Følgende beregningsforutsetninger er lagt til grunn:

- Terrenggrunnlaget for modellen er laserdata over området fra 2022, som har en bestilt punktetthet på 10 pkt./m². Oppmålingen er tradisjonell lasermåling gjort fra fly, og dataene er lastet ned fra www.hoydedata.no. Alle høydene i modellen refererer til høydedatum NN2000.
- Beregningsnettet for Storelvi er satt til en oppløsning på 4x4 meter, og 2x2 meter i elveløpet. For sideelven er beregningsnettet 2x2 meter, og 1x1 i elveløpet.
- Mannings tall er satt til 0,04 i elveløpet, og 0,06 i sideterreng.
- Øvre grensebetingelse er beregnet flomvannføring, nedre grensebetingelse er satt til normalstrømning. For 20-årsflom er regulerte deler av nedbørfeltet til Storelvi sett bort fra.
- Ligningssettet «SWE-ELM» er benyttet, med couranttall under 1.

Analyseområdet er vist i Figur 6.



Figur 6 Analyseområdet i HEC-RAS.

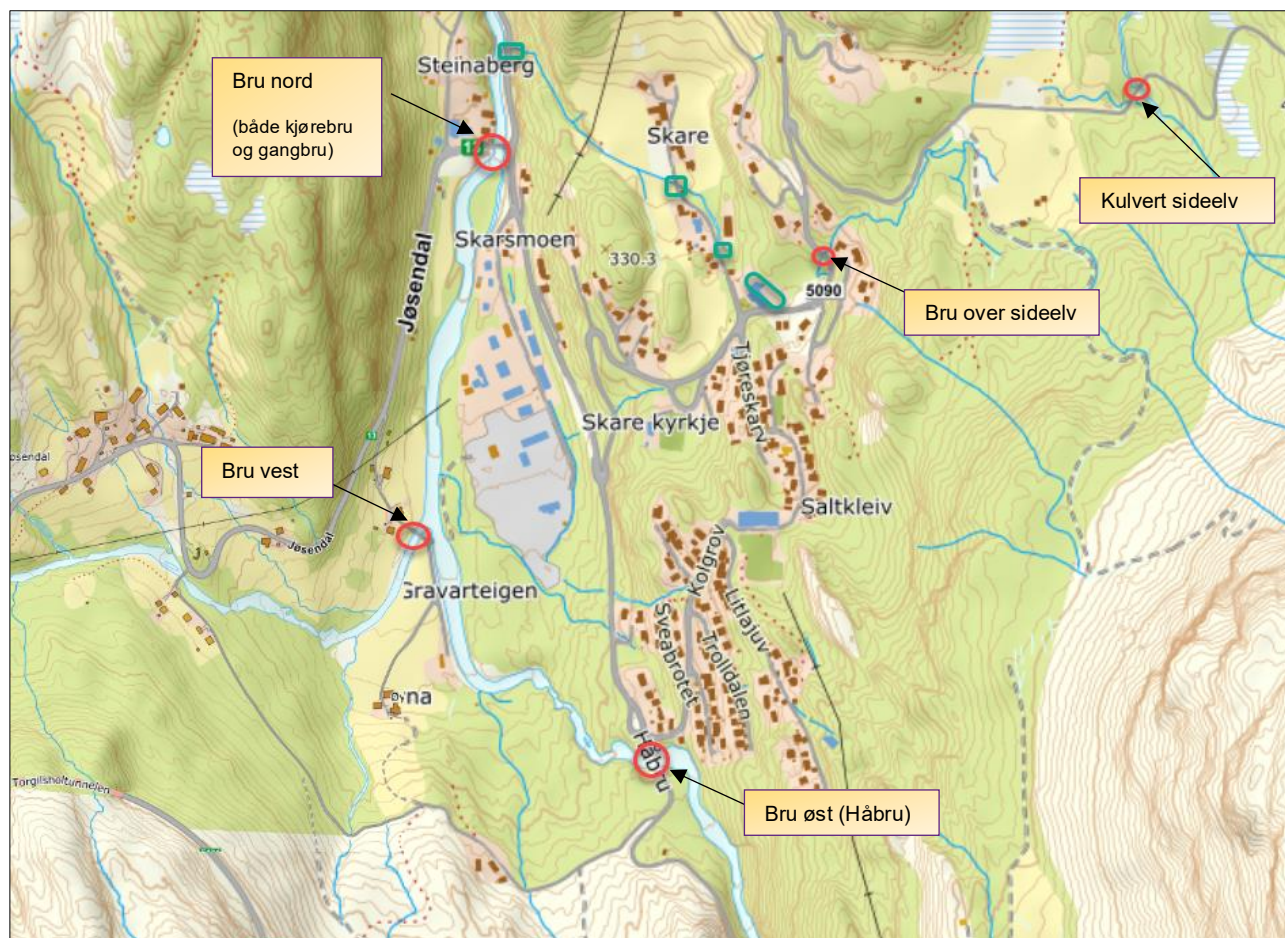
5.2 Terrenggrunnlag

Terrenggrunnlaget benyttet i modellen er basert på en laserkartlegging fra 2022. Kvaliteten på grunnlaget betraktes som bra. Grunnlaget har en bestilt punkttetthet på 10 pkt./m², og en oppløsning på 0,25 m. Bygninger er lagt inn fra FKB-data.

Tradisjonell oppmåling fra fly klarer ikke å registrere elvebunnen når vanddybden er stor. Det er vegetasjon langs elveløpet, og dette gjør at terrengmodellen vil ha færre bakkepunkter og dermed større usikkerhet. Det understrekes at grunnlaget representerer oppmålingstidspunktet, og at endringer som påvirker resultatet kan forekomme i fremtiden eller under en flomhendelse. Modellering i HEC-RAS klarer ikke å ta hensyn til, eller forespeile, terrengendringer som inntreffer som følge av erosjon, tilstopping eller masseforflytning under flom.

5.3 Infrastruktur og redigering av terrenggrunnlag

Bruer innenfor analyseområdet er innmålt og lagt inn i modellen, se Figur 7. Bilder tatt på befaring er vist i Figur 8 - Figur 13. Oversikt over dimensjoner er vist i Vedlegg 2.



Figur 7 Røde markeringer viser bruer som er lagt inn i den hydrauliske modellen. Grønne markeringer viser kulverter som også er lagt inn i modellen.



Figur 8 Bru i vestlig del av nedbørfeltet til Storelvi.



Figur 9 Bru i østlig del av nedbørfeltet til Storelvi.



Figur 10 Bru over Storelvi nord i analyseområdet.



Figur 11 Gangbru over Storelvi nord i analyseområdet.



Figur 12 Kulvert i sideelv. Diameter ca. 1,5 meter.



Figur 13 Bru over sidebekk. Bredde 3,3 meter, høyde 3,1 meter.

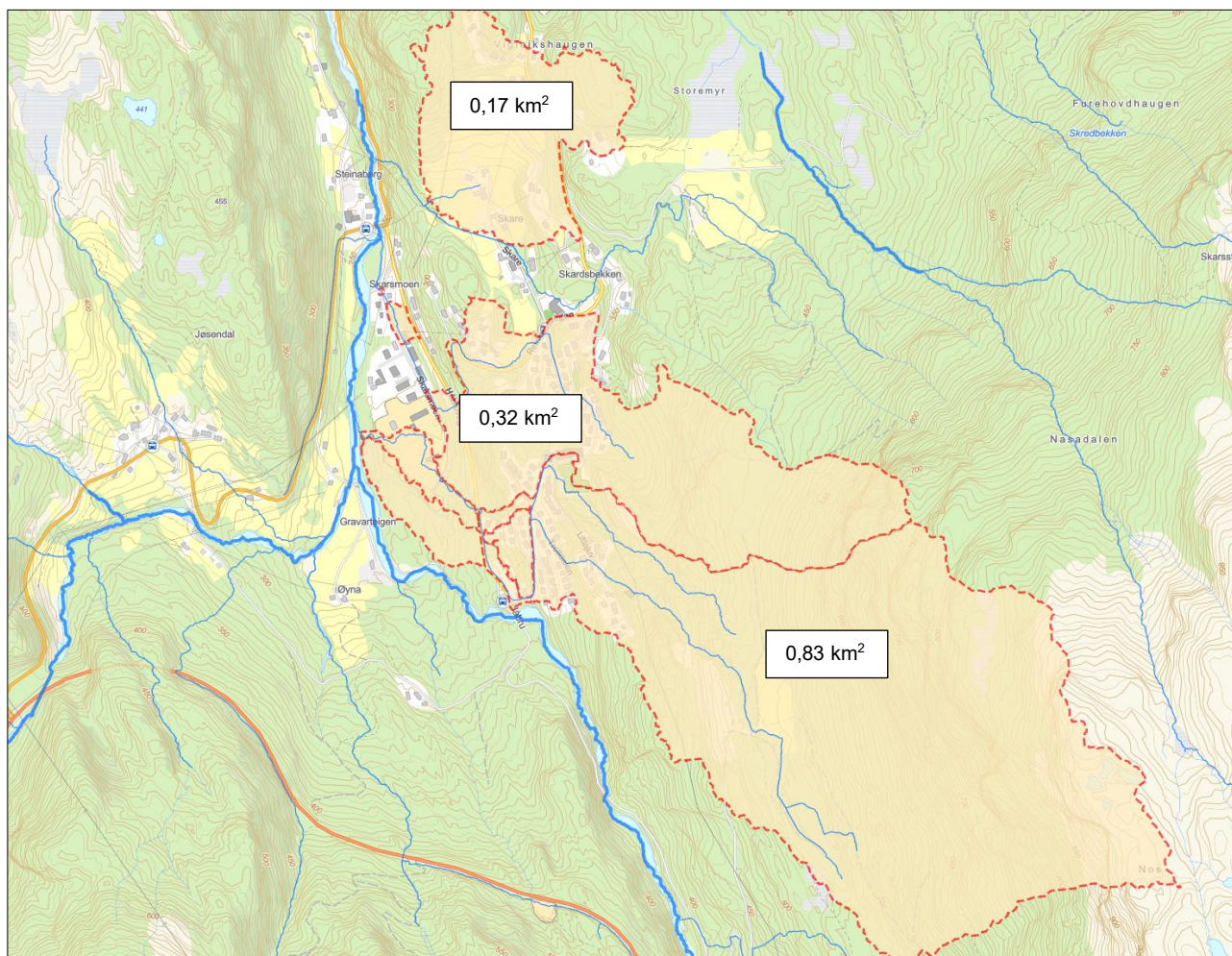
5.4 Kalibrering av modellen

Modellen er ikke kalibrert mot målt vannstand ved kjent vannføring, men terrengmodellen er kontrollert mot innmålte punkter i terrenget.

Resultater fra simulering er basert på utførte simuleringer uten korrigering med erfaringsdata. Alle hydrauliske beregninger som ikke har kalibreringsdata, innehar usikkerhet.

5.5 Begrensninger i vurderingen

Flomfarevurderingen konsentrerer seg om de større elvene (Storelvi og Skardsbekken). Mindre nedbørfelt innenfor analyseområdet (Figur 14) er ikke inkludert i modellen, men må hensyntas ved videre utbygging av området.

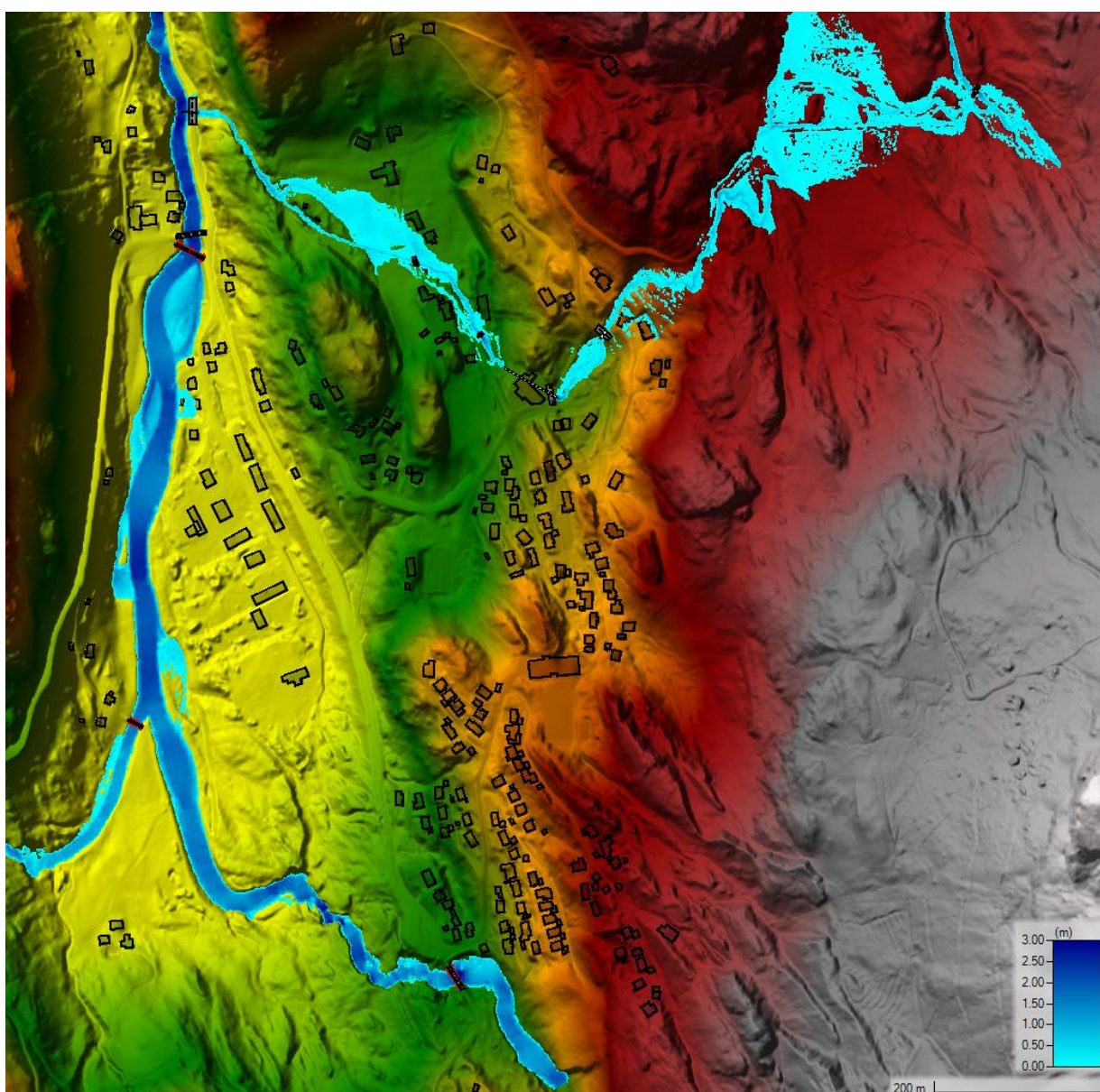


Figur 14 Mindre bekker som renner gjennom området Skare. Bekkene er ikke tatt med i flomfarevurdering, men må hensyntas ved en eventuell videre utbygging av området.

6 Resultater

6.1 20-årsflom

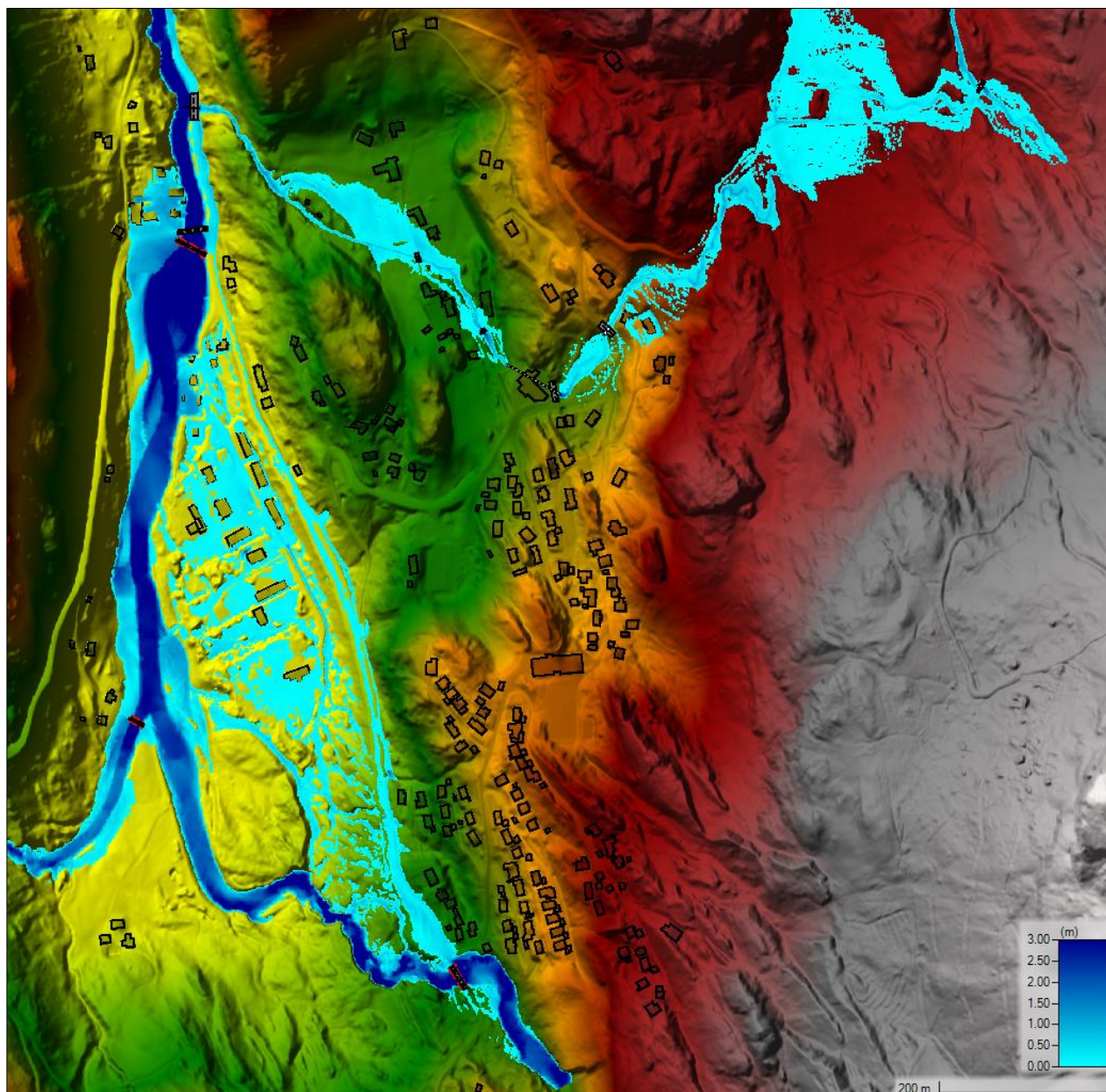
Resultat for beregnet 20-årsflom inkl. 40 % klimapåslag i Storelvi og sideelven er vist i Figur 15. Hydraulisk simulering viser at Storelvi har kapasitet til 20-års vannføring inkl. klimapåslag. Ved sideelven har eksisterende rørgjennomføring kapasitet til ca. 4 m³/s. Ved vannføring over dette, vil vann renne via Skare til Storelvi. Beregnet flomsone forutsetter at alle rørgjennomføringer er operative. Tette rør/kulverter vil gi oversvømmelse i et større omfang enn det som er vist i Figur 15.



Figur 15 Beregnet flomsone (og vanndybde i m) ved Skare ved 20-årsflom inkl. klimapåslag i Storelvi og sidebekken øst for Skare. Dette er to uavhengige hendelser og modellering er gjort separat for de to elvene.

6.2 200-årsflom

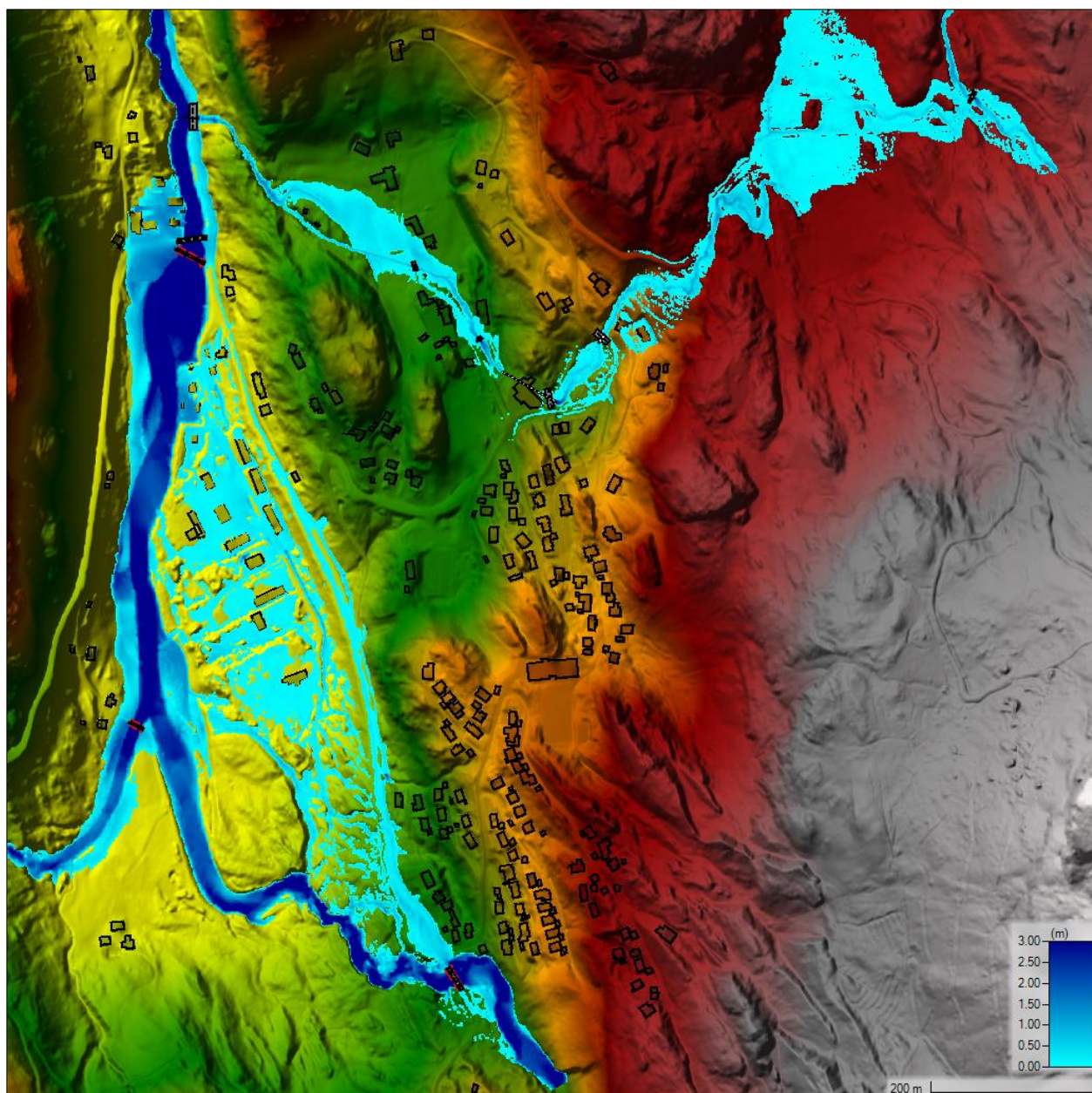
Simulering av 200-årsflom uten klimapåslag viser at Storelvi har kapasitet. Ved simulering med 40 % klimapåslag, vil vann renne ut av elven ved Håbru sør-øst i analyseområdet, se Figur 16. Totalt renner ca. 6,3 m³/s ut av elven og følger Håbruvegen/terreng tilbake til Storelvi.



Figur 16 Beregnet flomsone (og vanddybde i m) ved Skare ved 200-årsflom inkl. klimapåslag i Storelvi og sidebekken øst for Skare. Dette er to uavhengige hendelser og modellering er gjort separat for de to elvene.

6.3 1000-årsflom

Ved simulering med 1000-årsflom inkl. klimapåslag vil ca. 10,6 m³/s renne ut av elven ved Håbru, se Figur 17.



Figur 17 Beregnet flomsone (og vanndybde i m) ved Skare ved 1000-årsflom inkl. klimapåslag i Storelvi og sidebekken øst for Skare. Dette er to uavhengige hendelser og modellering er gjort separat for de to elvene.

6.4 Sensitivitetsanalyse og vurdering av usikkerhet

Usikkerhet på hydrologisk grunnlag

Det vil alltid være usikkerhet beheftet med beregning av flomvannføring. Usikkerheten er søkt minimert ved å benytte flere ulike metoder for beregning av flomstørrelsen. Usikkerheten er størst i bestemmelsen av kulminasjonsflommens størrelse. En sensitivitetsanalyse med 30% økt vannføring øker flomvannstandene i elven med ca. 50 cm, og oversvømt areal med ca. 20 cm.

Usikkerhet på kart og terrenggrunnlag

Terrengdata kartlagt med luftbåren laser har de senere år gitt tilgang på betydelig bedre terrengdata for Norge enn det som var tilfellet for bare 10 år siden. Laserkartlagte data har likevel også sine begrensninger, blant annet kan ikke tradisjonell rød laser kartlegge terreng under vannflaten, og vegetasjon og løvverk vil redusere antallet registrerte punkt på reell terrengoverflate.

Bruer og kulvert er lagt inn i modell basert på innmålte verdier.

Beregningskvalitet

Den hydrauliske beregningen forholder seg til terrenget slik det var på scanningstidspunktet. Eventuell erosjon/ sedimentasjon i vassdraget i tiden etter scanning, eller det som oppstår under en flomhendelse, samt forhold knyttet til tilstopping, is eller grunnforhold/ skred, er ikke hensyntatt i beregningen.

6.5 Fastsettelse av sikker byggehøyde

For alle byggesaker anbefales et vertikalt sikkerhetspåslag som fastsettes ved å øke vannføringen med prosentvise påslag. Størrelsen på dette påslaget avhenger av kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget, og kalibreringsnivået til den hydrologiske modellen.

- Det hydrologiske grunnlaget vurderes som brukbart, men med store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området. I flomvurderingen er det benyttet observasjoner fra vassdraget. Det hydrologiske grunnlaget vurderes derfor å være i klasse 2-3.
- Den hydrauliske modellen er ikke tilpasset mot en målt vannlinje, men det er gjort innmålinger i terreng, og alle rørgjennomføringer og bruer er innmålt. Den hydrauliske modellen vurderes derfor å være i klasse C-D.
- Dette gir et prosentvis påslag i vannføringen på 30 % som gir ca. 0,5 meter økning i flomvannstanden i elven, og 0,2 meter økning i oversvømte areal.

Basert på dette anbefales et sikkerhetspåslag på 50 cm for beregnede flomvannstander i elveløp, og 20 cm påslag på oversvømte areal. Differanseplott er vist i Vedlegg 7.

Flomsonekart er vist i Vedlegg 3 – 5.

Klassifisering og sikkerhetspåslag er oppsummert i Tabell 12.

Tabell 12 Sikkerhetspåslag

Hva	Klasse / faktor / nivå
Klassifisering av kalibreringsnivå	Klasse C/D
Klassifisering av flomberegning	Klasse 2/3
Prosentvis påslag på flomberegning	30 % økt vannføring
Beregnet vertikal sikkerhetsmargin	0,5 (0,2) meter
Valgt sikkerhetsmargin	0,5 (0,2) meter

7 Konklusjon og anbefalinger

Området ved Skare ligger i NVE sin aktsomhetssone for flom både fra Storelvi og fra sideelven øst for Skare.

Resultatene fra flomfarevurderingen viser at Storelvi har kapasitet opp til 200-årsflom uten klimapåslag. Når klimapåslag legges til, vil vann renne ut av elveløpet ved sør-østlig bru (Håbru). Vannet vil deretter følge Håbruvegen og terreng tilbake mot Storelvi. Også bruene som krysser Storelvi nord i analyseområdet vil oversvømmes ved vannføring større enn eller lik 200-årsflom inkl. klimapåslag.

Ved planlegging av tiltak mellom Håbruvegen og Storelvi, må tiltak sikres mot flom fra Storelvi. Forslag til avbøtende tiltak ved tiltak innenfor flomsonen:

- Heve terreng ved Håbru, slik at vann ikke renner ut av elven ved stor vannføring
- Sikre flomveier mellom Håbruvegen og Storelvi, slik at vann kan renne uhindret tilbake til Storelvi
- Heve terreng ved tiltak til over flomsikkert nivå

Ved vannføring større enn ca. 4 m³/s i sideelven øst for Skare, vil vann renne ut av elven og gjennom Skare. Vann vil følge eksisterende bekk gjennom området. Beregnet flomsone forutsetter at alle rørgjennomføringer er operative. Tette rør/kulverter vil gi oversvømmelse i et større omfang enn det som er vist i denne vurderingen.

Flomfarevurderingen inkluderer ikke overvannshåndtering og mindre bekker. Innenfor analyseområdet er det tre mindre nedbørfelt som renner gjennom området. Ved videre utbygging må det sikres at også disse er ivarettatt.

8 Referanser

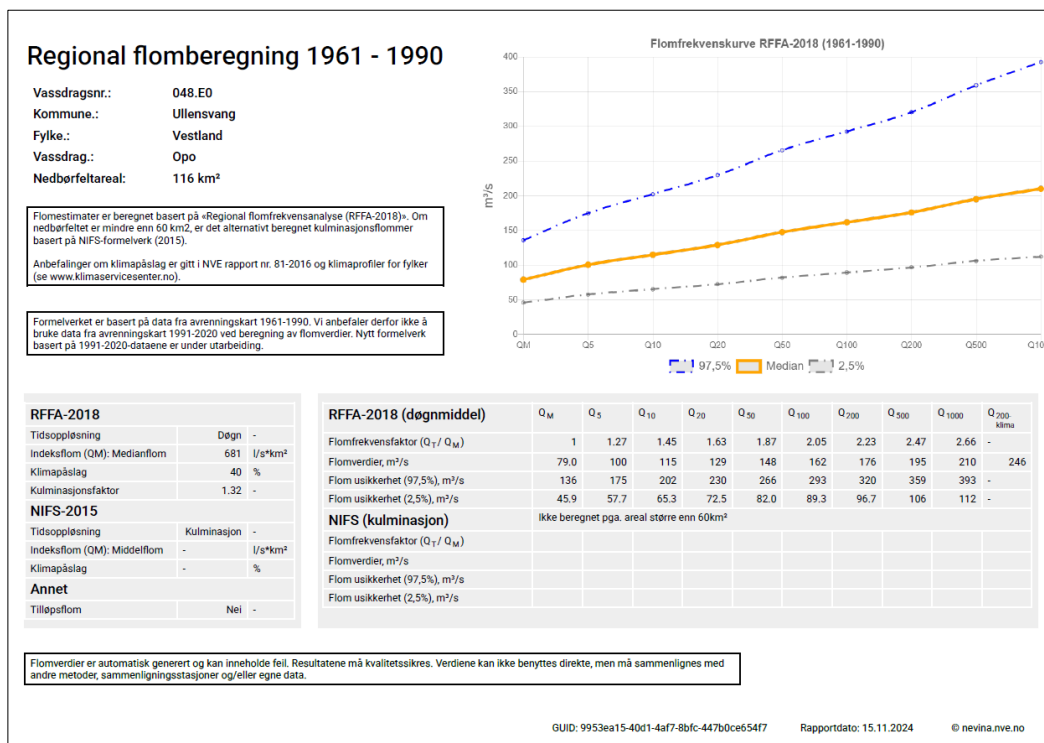
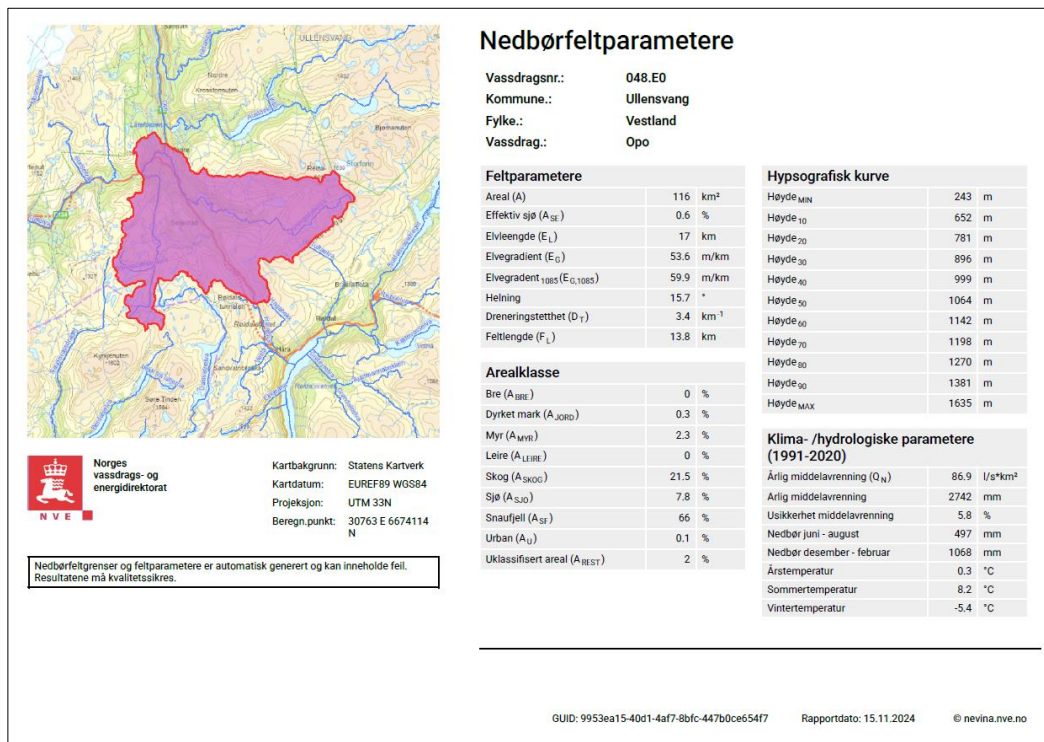
1. Asplan Viak (2019). *Flomsonekartlegging – E134 Vågsli – Seljestad. Parsell Røldalstunnelen – Seljestad*. Rapport 01.
2. Norsk klimaservicesenter (2024). *Klimaprofil Hordaland*.
<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/hordaland>
3. NVE (2022). *Veileder for flomberegninger*. Nr. 1/2022
4. NVE (2022). *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Nr. 3/2022.
5. NVE (2022). *Flomberegning for Storelvi ved Hildal (048.D0)*. Rapport Nr. 14/2022.

9 Vedlegg

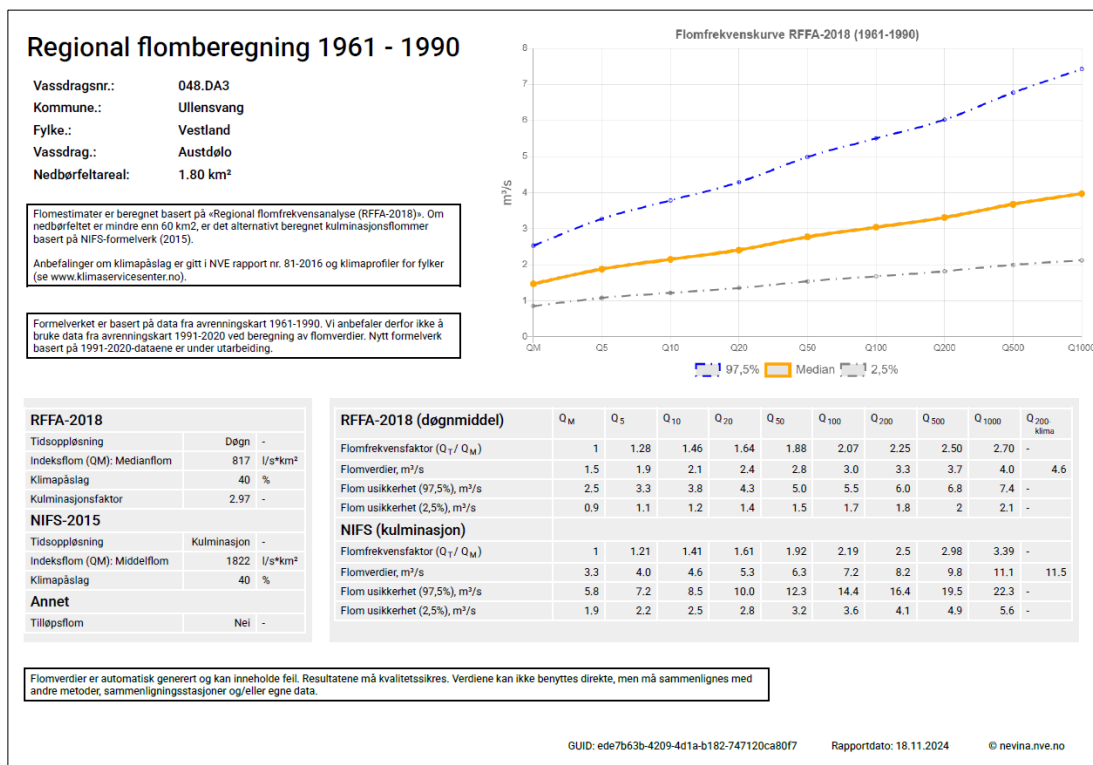
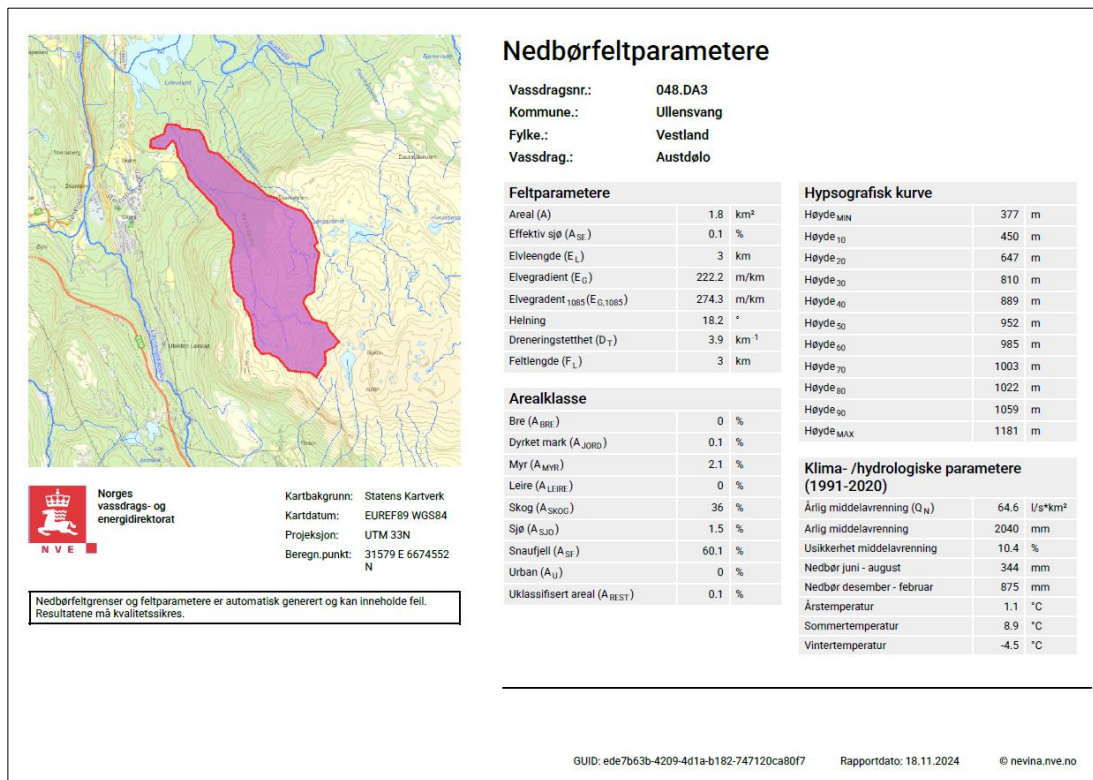
1. Nevina flomindeksrapport
2. Innmålinger
3. Flomsonekart – 20-årsflom inkl. klimapåslag
4. Flomsonekart – 200-årsflom inkl. klimapåslag
5. Flomsonekart – 1000-årsflom inkl. klimapåslag
6. Vannhastighet
7. Differanseplott, sensitivitetsanalyse

Vedlegg 1 – Nevina flomindeksrapport

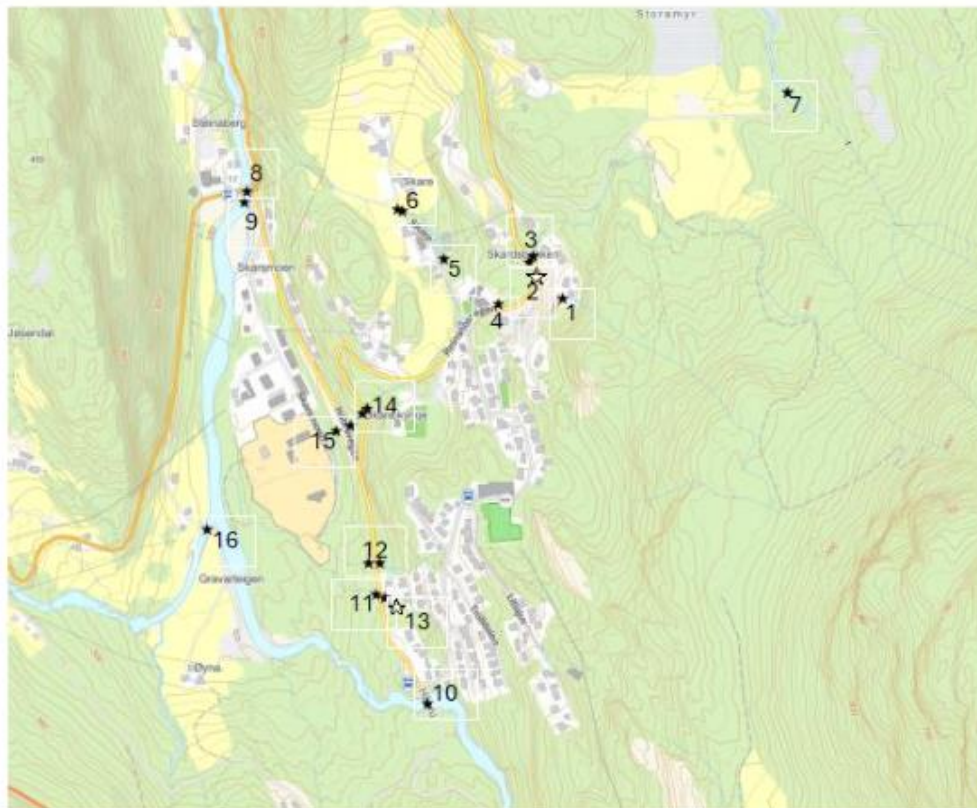
Storelvi:



Sideelv:

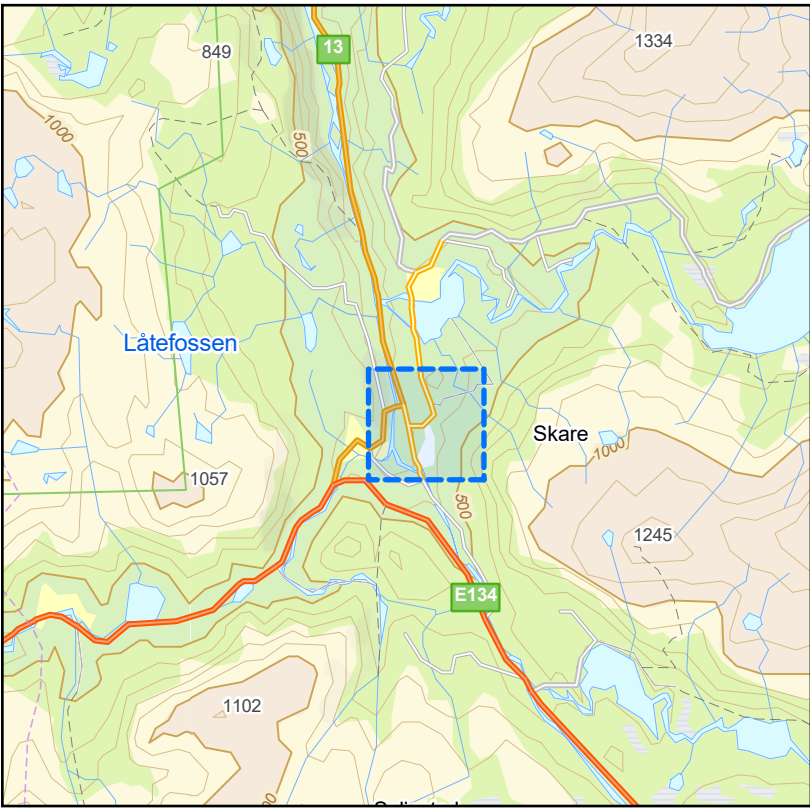
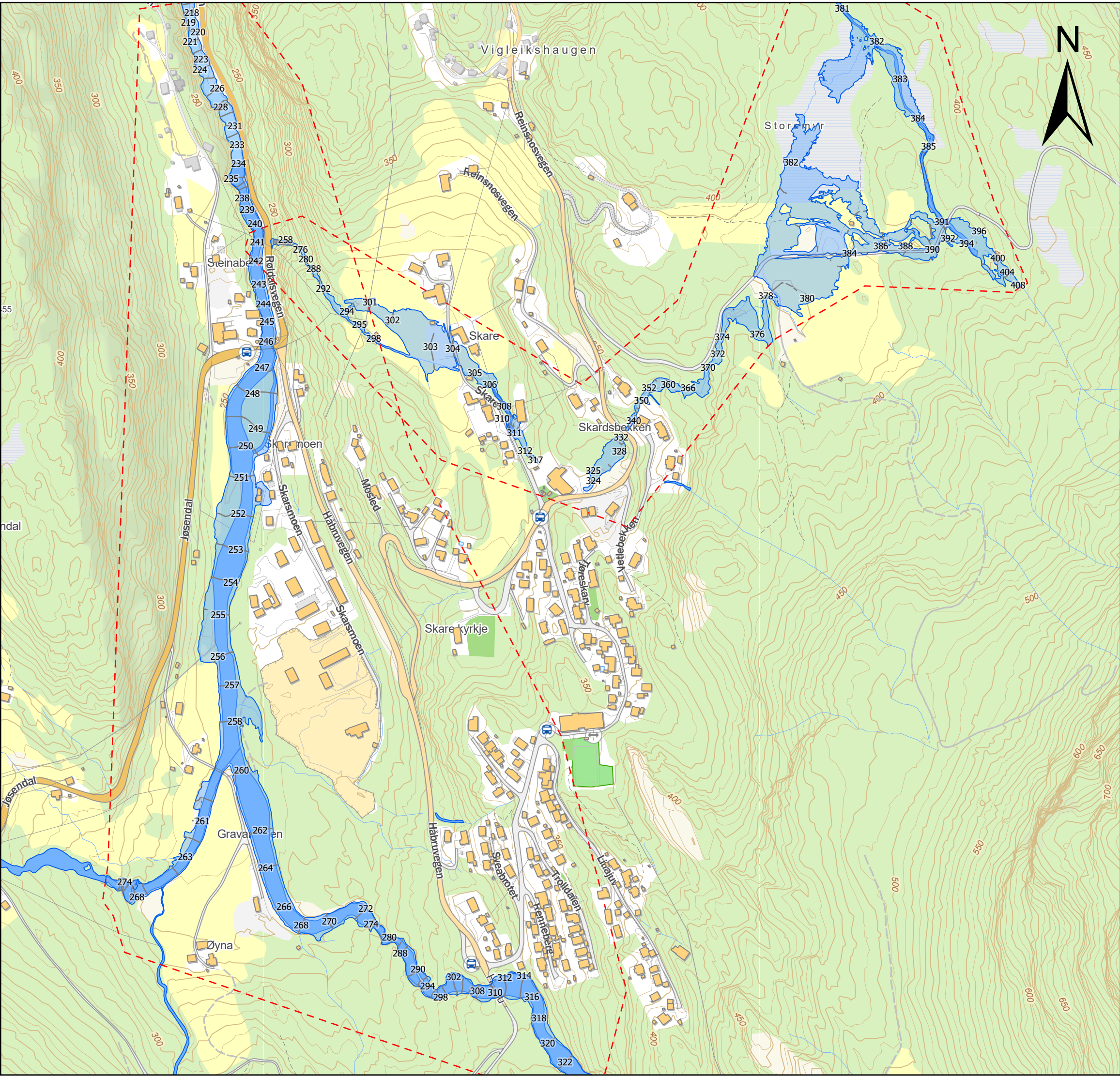


Vedlegg 2 – Innmålinger

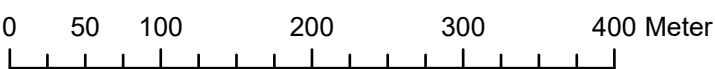


Målepunkter	Diameter/str inn	Diameter/str ut	Terreng, inn	Terreng, ut
1	D=27 cm		100 cm	200 cm
2	B= 63 cm, H=40 cm	B= 50, H=60	90 cm	150 cm
3	B=340 cm, H=312 cm	B= 330, H=310	90 cm	85 cm
4	D=200 cm		40 cm	40 cm
4 b (samme pkt.)	-	40	-	140 cm
5	D=100 cm		60 cm	90 cm
6	B=70 cm, H=105 cm	B= 130, H= 105	35 cm	35 cm
7	D=34		30 cm	30 cm
8*	B= 17 m, H=5,5 m (buet)		2,1 m	
9	B= 24 m, H=5,5 m		20 cm	
10*	B=6,5 m, H=7 m			
11	B= 75 cm, H=100 cm	B= 75 cm, H= 120 cm	35 cm	35 cm
11b (samme pkt.)				
12	D=100 cm		190 cm	100 cm
13	D= 80 cm		10 cm	30 cm
14	B=60 cm, H=50 cm	B=70 cm, H=90 cm	160 cm	140 cm
15	D=100 cm		120 cm	120 cm
16	B= 12,6 m, 2,75 m		75 cm	

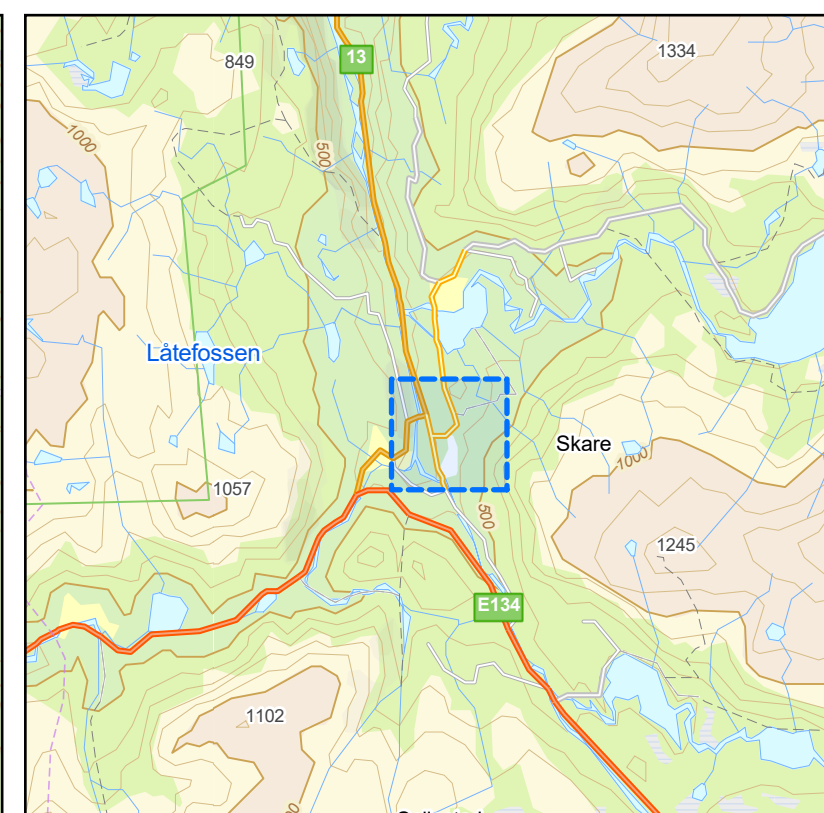
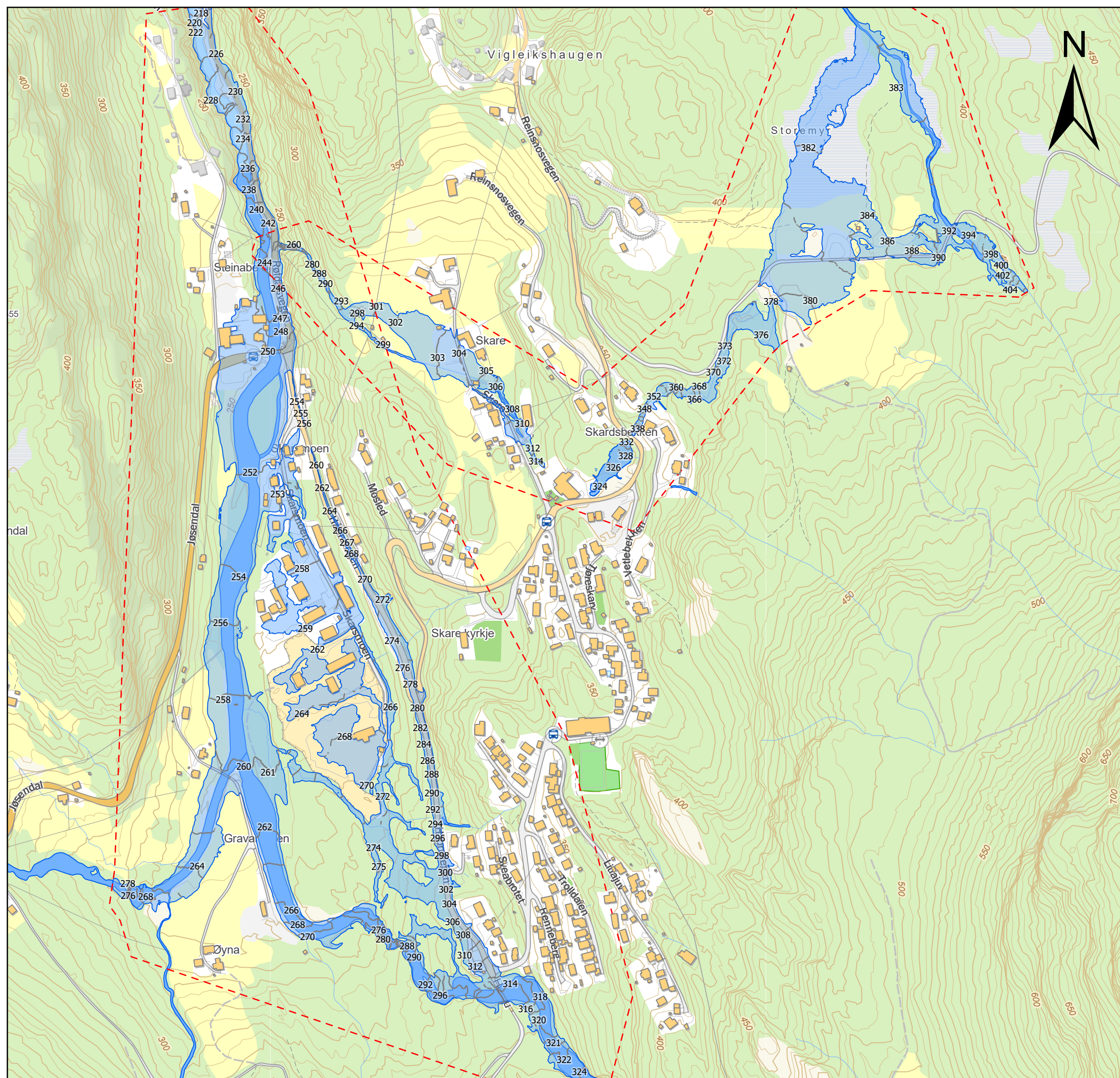
*egne tegninger



- ### Tegnforklaring
- Vannstand 20-årsflom inkl. klimapåslag (moh.)
 - Vann normalsituasjon
 - Flomsone 20-årsflom inkl. klimapåslag
 - - - Analyseområde



Prosjekteier: Ullensvang kommune		
Flomsonekart for Skare i Ullensvang kommune		
Gjentaksintervall: 20-årsflom inkl. 40 % klimapåslag Vannføring i Storelvi: 269 m³/s Vannføring i bekk i øst: 6,3 m³/s		
Flomsone er noe bearbeidet for bedre lesbarhet.		
Målestokk: 1:5 000	Koordinatsystem: UTM sone 32	Høydesystem: NN2000
Norconsult	Oppdragsnummer: 52408925	Dato: 09-05-2025



Tegnforklaring

- Vannstand 200-årsflom inkl. klimapåslag (moh.)
- Flomsone 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Vann normalsituasjon
- Analyseområde

0 50 100 200 300 400 Meter

Prosjekteier:
Ullensvang kommune

Flomsonekart for Skare i Ullensvang kommune

Gjentaksintervall: 200-årsflom inkl. 40 % klimapåslag
Vannføring i Storelvi: 409 m³/s
Vannføring i bekk i øst: 9,8 m³/s

Flomsone er noe bearbeidet for bedre lesbarhet.

Målestokk: 1:5 000

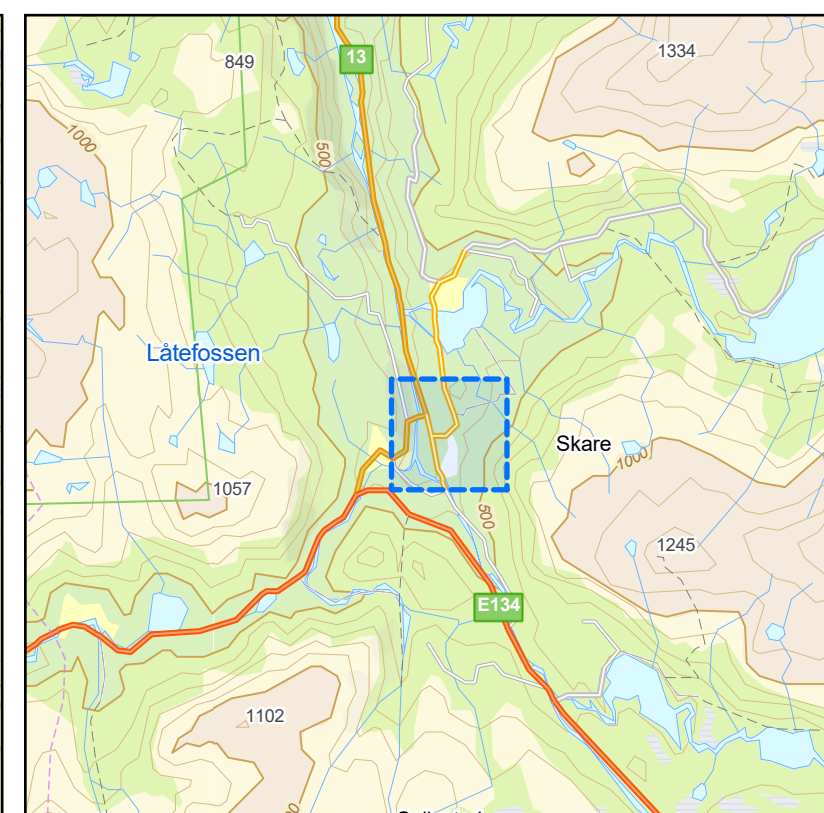
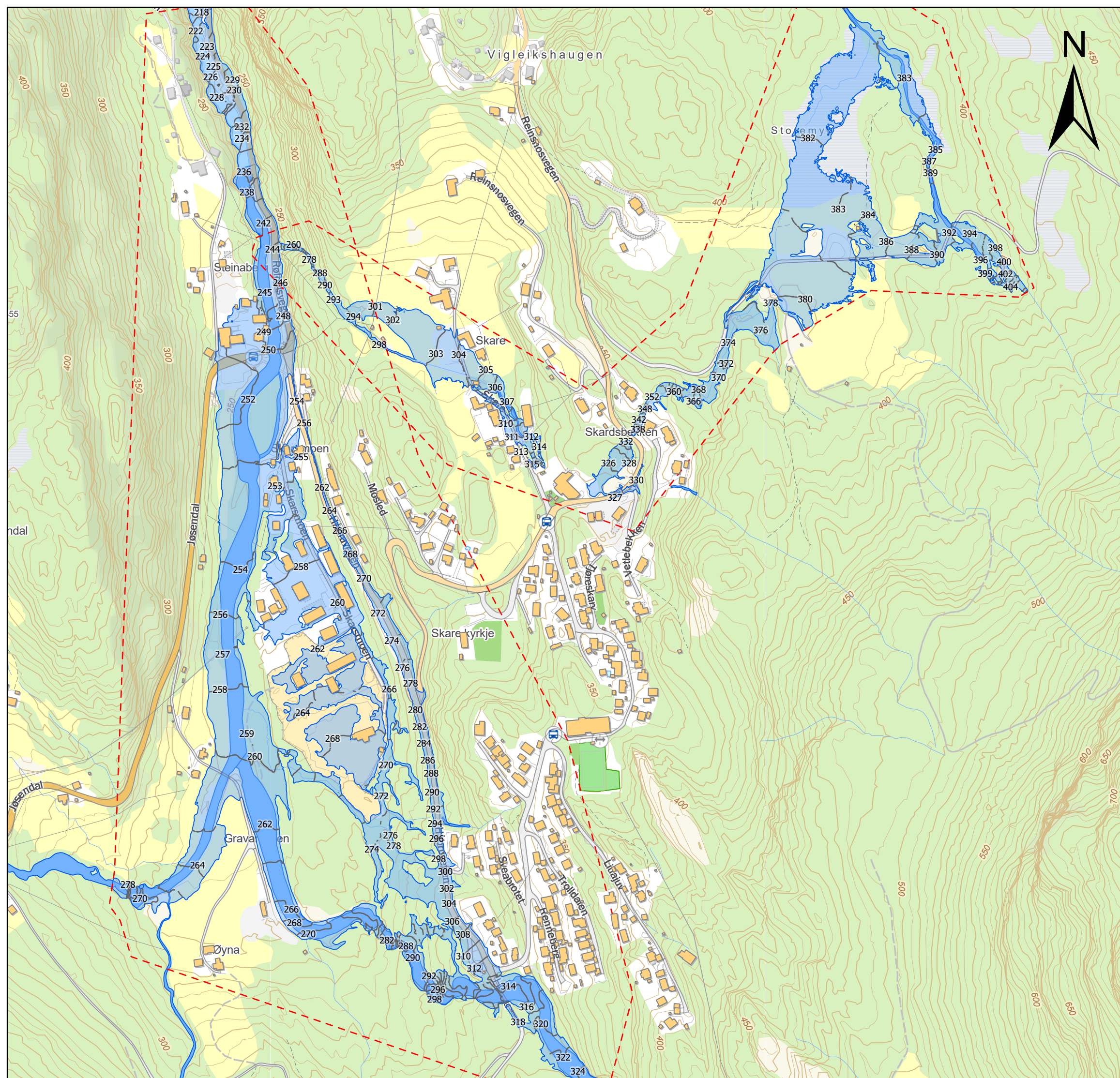
Koordinatsystem:
UTM sone 32

Høydesystem:
NN2000

Norconsult

Oppdragsnummer:
52408925

Dato:
09-05-2025



Tegnforklaring

- Vannstand 1000-årsflom inkl. klimapåslag (moh.)
- Flomsone 1000-årsflom inkl. klimapåslag
- Vann normalsituasjon
- Analyseområde

0 50 100 200 300 400 Meter

Prosjekteier:
Ullensvang kommune

Flomsonekart for Skare i Ullensvang kommune

Gjentaksintervall: 1000-årsflom inkl. 40 % klimapåslag
Vannføring i Storelvi: 468 m³/s
Vannføring i bekk i øst: 13,3 m³/s

Flomsone er noe bearbeidet for bedre lesbarhet.

Målestokk: 1:5 000

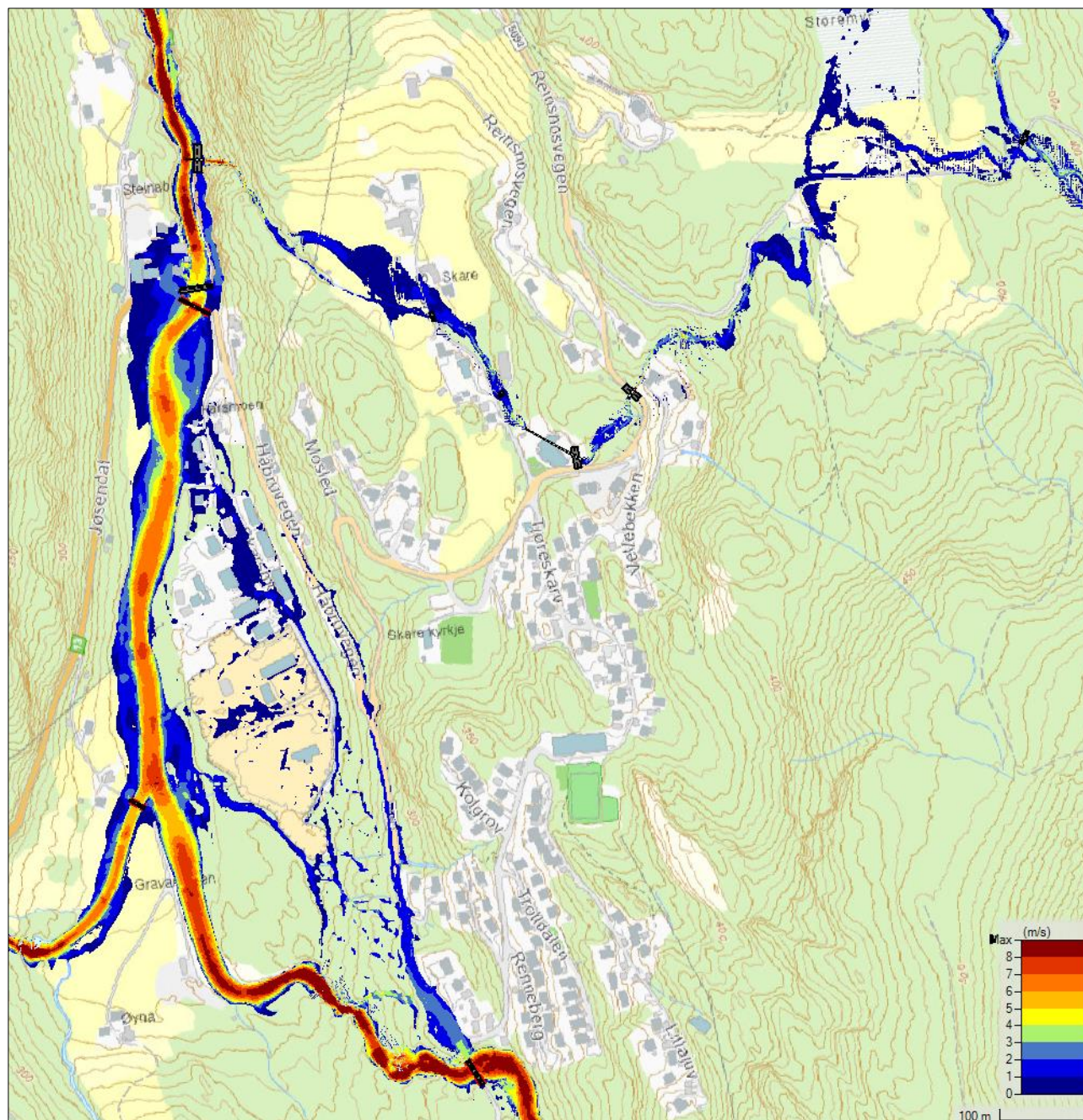
Koordinatsystem:
UTM sone 32

Høydesystem:
NN2000

Norconsult

Oppdragsnummer:
52408925

Dato:
09-05-2025



Vedlegg 7 – Differanseplott, sensitivetsanalyse (200-årsflom inkl. klimapåslag)

