

NVE

► Flomkartlegging for Tysla ved Elvål

Oppdragsnr.: 52205213 Dokumentnr.: 515-52205213-HYD-02 Versjon: J02 Dato: 2022-10-25



Oppdragsgiver: NVE
Oppdragsgivers kontaktperson: Kristin Hasle Haslestad
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Daniel Fossberg
Fagansvarlig: Daniel Fossberg
Andre nøkkelpersoner: Gunnar Fiskum

J02	2022-10-25	Etter gjennomgang hos NVE	Gunnar Fiskum	Daniel Fossberg	Daniel Fossberg
D01	2022-07-29	For kontroll hos NVE	Gunnar Fiskum	Daniel Fossberg	Daniel Fossberg
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.

► Sammendrag

Norconsult er engasjert av NVE for å prosjektere flomsikring langs deler av Tysla ved Elvål. Bakgrunnen for arbeidet er flere større flomhendelser som har ført til oversvømmelse og skade på bygninger. Denne rapporten er en videreføring av tidligere utredninger av NVE, og har som hensikt å kartlegge flom langs vassdraget før og etter etablering av sikringstiltak. Resultatet fra arbeidet er presentert på flomsonekart som ligger vedlagt denne rapporten.

Vannlinjesimuleringer i denne rapporten er basert på en flomberegning utført av Norconsult i 2022 der vannføringer ble fastsatt med utgangspunkt i målinger fra vassdraget. Simulering av oversvømmelse, vannstand og vannhastighet er gjort med dataprogrammet HEC-RAS.

Flomsonekartene viser oversvømt område for eksisterende situasjon og for en situasjon hvor skisserte flomvoller fra NVE er inkludert. «Før-situasjonen» er simulert for å verifisere hvilke områder som er flomutsatt og kvalitetssikre plassering av flomvoller. «Etter-situasjonen» er simulert for å undersøke hvordan flomvoller påvirker flomforholdene og hvor stor høyde disse må ha. Utførte beregninger tilsier av flomvollene vil få en høyde på ca. 1,0-2,5 meter.

Innhold

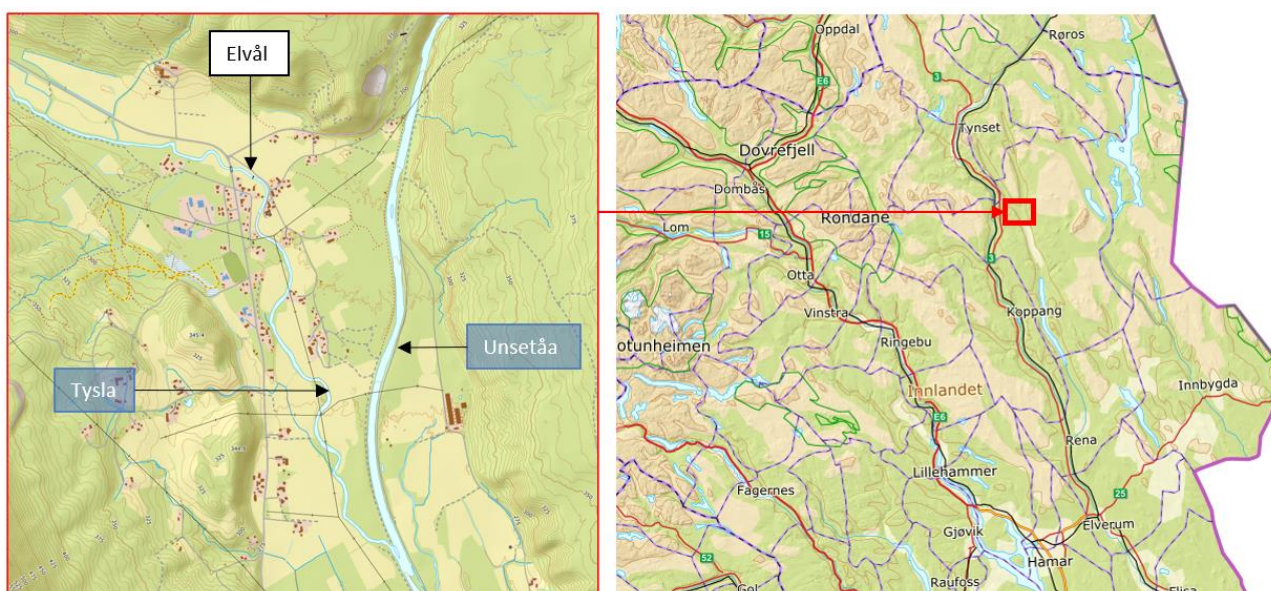
1	Introduksjon og beskrivelse av oppdraget	5
1.1	Beskrivelse av oppdraget	5
1.2	Beskrivelse av Elvål	5
1.3	Tidligere utført arbeid	6
1.4	Krav til flomsikring	6
1.5	Kart og datagrunnlag	6
2	Hydrologisk grunnlag	7
2.1	Flomberegning for Tysla og Unsetåa	7
2.2	Vannføringer benyttet i vannlinjemodell	7
3	Hydraulisk vannlinjemodell	8
3.1	Beregningsmodell og datakvalitet	8
3.2	Grensebetingelser og friksjonsforhold i vannlinjemodellen	10
3.3	Infrastruktur, bebyggelse og andre forhold langs vassdraget	10
3.4	Planlagt flomsikring langs vassdraget	12
4	Resultater og konklusjon	14
4.1	Resultat og forutsetninger	14
4.2	Flombredelse og vannivå	15
4.3	Nødvendig høyde på flomvoller	16
5	Diskusjon av resultatet	21
5.1	Vurdering av kvalitet	21
5.2	Sensitivitet i beregningene	21
5.3	Tanker om videre arbeid	23
6	Bilag og referanser	24
6.1	Bilag	24
6.2	Referanser	24

1 Introduksjon og beskrivelse av oppdraget

1.1 Beskrivelse av oppdraget

Norconsult er engasjert av NVE for å prosjektere flomsikring langs deler av Tysla ved Elvål. Bakgrunnen for arbeidet er flere større flomhendelser som har ført til oversvømmelse og skade på bygninger. Denne rapporten er en videreføring av tidligere utredninger av NVE, og har som hensikt å kartlegge flom langs vassdraget før og etter etablering av sikringstiltak. Resultatet fra arbeidet er presentert på flomsonekart som ligger vedlagt denne rapporten.

Simulering av flom før sikringstiltak gjøres for å verifiseres hvilke områder langs vassdraget som er utsatt, og hvor det vil være hensiktsmessig å etablere flomvern. Deler av dette arbeidet er allerede utført, og ny simulering blir å regne som en kontroll av eksisterende kartlegging. Flomsimulering av etter-situasjonen gjøres for å dokumentere hvordan flomsikringstiltak vil påvirke flomvannstand og fastsette hva som blir nødvendig høyde på flomvoller. Et oversiktskart med markering av Elvål er vist i Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart over Elvål.

1.2 Beskrivelse av Elvål

Elvål er en grend i Rendalen kommune ved elven Tysla. Grenden består i hovedsak av bolighus og gårdsbygninger, hvor arealene mellom bygningene enten er jordbruksareal eller skog. Mye av arealene som er benyttet til bolighus ligger på den naturlige flomsletten mellom elvene Tysla og Unsetåa.

1.3 Tidligere utført arbeid

I etterkant av flomhendelsen som berørte Rendalen i 2013 har NVE arbeidet med å prosjektere flomvern ved Tysla. Det er utarbeidet flere rapporter samt en skissert foreløpig løsning. Punktlisten under oppsummerer det viktigste hydrologiske arbeidet, samt alle rapporter som ligger til grunn for arbeidet med denne flomkartleggingen.

- NVE (2014), *Flomberegning for Tysla*, notat 002.
- NVE (2015), *Vannlinjeberegning, Tysla-Elvål*, Rendalen kommune.
- NVE (2021), *Beregning av vannstand for 200 års flom i Tysla elva*, Internt notat.
- Norconsult (2022), *Flomberegning for Tysla ved Elvål*, J02

1.4 Krav til flomsikring

Det heter i TEK17 at byggverk hvor konsekvensen av flom er særlig stor, ikke skal plasseres i flomutsatte områder. Videre skal byggverk plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med bestemte gjentaksintervall. Hvilket gjentaksintervall som blir dimensjonerende avgjøres av konsekvensomfanget som skade på bygget vil medføre. En oversikt over sikkerhetsklassene med tilhørende krav til gjentaksintervall er vist i punktlisten under.

- F1 – Liten konsekvens (Garasje, lager, boder) – 20-årsflom
- F2 – Middels konsekvens (Bolighus, fritidsbolig, skole, kontorbygg) – 200-årsflom
- F3 – Stor konsekvens (Sykehjem, brann-/politistasjon, avfallsdeponi) – 1000-årsflom

Langs Tysla er det vurdert at bygninger, både eksisterende og nye, vil falle inn under sikkerhetsklasse F1 eller F2. Disse skal dermed sikres mot 20-årsflom eller 200-årsflom. F1 omfatter de fleste bygninger uten personopphold, mens F2 omfatter de fleste bygninger som har personopphold. Det er bestemt at større landbruksbygninger langs Tysla faller inn under sikkerhetsklasse F2. Hvis det skal etableres mer samfunnskritiske bygninger som faller inn under sikkerhetsklasse F3 må det også gjøres beregninger for 1000-årsflom. Norconsult er ikke kjent med at F3-bygninger er planlagt.

Flomsikring langs Tysla har som hovedhensikt å sikre bolighus mot flom, og dimensjonerende flomsituasjon er fastsatt til vannføring med 200-års gjentaksintervall inkl. klimapåslag. Som en del av flomsikringsarbeidet er også andre gjentaksintervaller vurdert. Dels er dette gjort for å vurdere når skadeflom inntreffer, og dels som grunnlag for nytt/kost-vurderinger som skal utføres.

1.5 Kart og datagrunnlag

Alle høyder som er lagt til grunn i denne flomsonekartleggingen refererer til høydegrunnlaget NN2000 hvis ikke annet er spesifisert. Utgangspunktet for vannlinjemodellen er lasedata over området lastet ned fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>. Differansen mellom høydesystemene NN2000 og NN1954 er kontrollert til å være 20 cm, hvor NN2000 ligger høyest.

2 Hydrologisk grunnlag

2.1 Flomberegning for Tysla og Unsetåa

Norconsult har utført en flomberegning (2022) for elvene Tysla og Unsetåa der de renner forbi Elvål. Flomberegningen er benyttet som hydrologisk grunnlag i denne flomkartleggingen.

Utført flomberegning vektlegger måleserier fra vannmerkene Unsetåa og Tysla som begge ligger i vassdragene hvor flomvannføring skal fastsettes. Vannføringen er fastsatt ved bruk av frekvensanalyse og forutsetninger presentert i punktlisten under. Registrert vannføring i Tysla er bemerkelsesverdig lav sammenlignet med andre målestasjoner, og det er derfor inkludert en sikkerhetsmargin i beregningene. Det henvises til flomberegningen [1] for flere beregningsdetaljer.

Følgende forutsetninger er benyttet ved beregning av flomvannføring:

- Kulminasjonsfaktor = 1,1
- Sikkerhetsmargin Tysla = 20%
- Sikkerhetsmargin Unsetåa = 1,0
- Klimapåslag Tysla = 20%
- Klimapåslag Unsetåa = 0%

2.2 Vannføringer benyttet i vannlinjemodell

Flomsikring langs Tysla skal dimensjoneres for å sikre bygninger mot 200-årsflom inkludert klimapåslag. På grunn av usikkerhet i beregningsgrunnlaget er det også inkludert en sikkerhetsmargin slik at dimensjonerende flomsituasjon blir:

Dimensjonerende flomsituasjon = 200-årsflom inkl. 20% sikkerhetsmargin og 20% klimapåslag

Vannføringer benyttet som input-verdier i vannlinjemodellen er presentert i Tabell 1-Tabell 3. Kulminasjonsflom i Tysla er forventet å inntreffe tidligere enn kulminasjonsflom i Unsetåa, og av den grunn er vannføringen i Unsetåa redusert for dimensjonerende situasjon i Tysla. Dette er mer utdypende forklart i flomberegningen.

Tabell 1 Beregnede flomvannføringer for Tysla ved Unsetåa inkl. 20% sikkerhetsmargin.

Gjentaksintervall (år)	Spesifikk døgnvannføring (l/s/km ²)	Døgnvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring inkl. klimapåslag (m ³ /s)
20-årsflom (Q ₂₀)	227	52	57	68
200-årsflom (Q ₂₀₀)	365	84	92	110

Tabell 2 Beregnede flomvannføringer for Unsetåa ved Tysla (uten klimapåslag og sikkerhetsmargin).

Gjentaksintervall (år)	Spesifikk døgnvannføring (l/s/km ²)	Døgnvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)
20-årsflom (Q ₂₀)	339	214	235
200-årsflom (Q ₂₀₀)	547	345	379

Tabell 3 Redusert vannføring i Unsetåa (3,6x vannføring i Tysla) som benyttes i modellering.

Gjentaksintervall (år)	Spesifikk døgnvannføring (l/s/km ²)	Døgnvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)
20-årsflom (Q ₂₀)	297	187	205
200-årsflom (Q ₂₀₀)	479	302	331

3 Hydraulisk vannlinjemodell

3.1 Beregningsmodell og datakvalitet

Flomutbredelse og vannstand langs Tysla forbi Elvål er beregnet ved bruk av en 2-dimensjonal-vannlinjemodell i dataprogrammet HEC-RAS. Grunnlaget for modellen er laserdata over området fra 2018 som har en punkttetthet på 5 pkt. per kvadratmeter. Oppmålingen er tradisjonell lasermåling gjort fra fly og dataene er lastet ned fra «hoydedata.no». Alle høydene i modellen refererer til høydedatum NN2000.

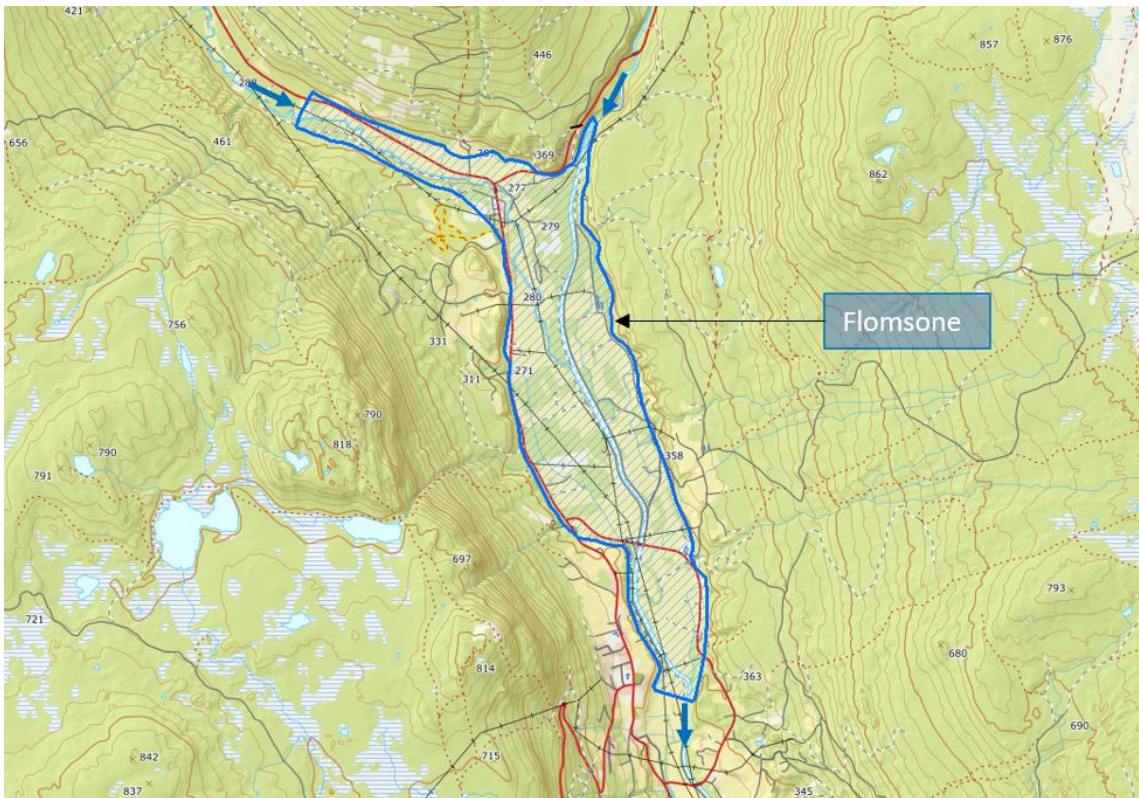
Tradisjonell oppmåling fra fly klarer ikke å registrere elvebunnen når vanddybden er stor og dersom terrenggrunnlaget ikke korrigeres, vil modellen gi konservative resultater. På deler av elvestrekningen forbi Elvål har Hydrateam målt inn bunnivået i Tysla og terrengmodellen er korrigert i henhold til dette. Et kart som viser oppmålt strekning, er vist i Figur 2. Resten av modellen er skjønnsmessig korrigert uten oppmålingsgrunnlag, men disse delene av vassdraget har mindre vanddybde og usikkerhetene knyttet til elvebunnivå er mindre.

Vannstand og vannføring i HEC-RAS-modellen beregnes mellom celler i et beregningsnett. Cellestørrelsen i modellen varierer, men i elveløpet er cellestørrelsen 6x6 meter. Markante formasjoner i terrenget, slik som veger, har mindre celle-størrelse gjennom bruk av «break lines». Det samme gjelder i elveløpet. Dette er gjort for å orientere cellene riktig i forhold til vannføringen i elva.

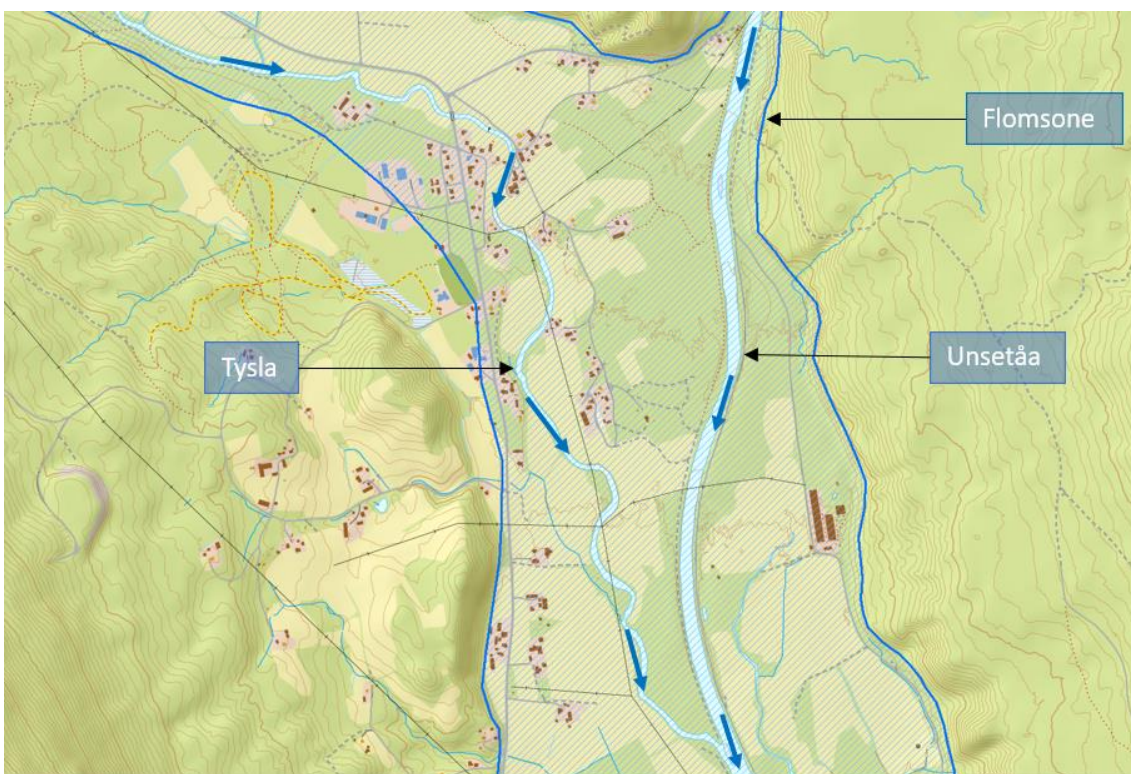
Modellen er satt opp med ligningssettet «SWE-ELM» og krav om at Courant-tallet i beregningene ikke skal overstige 1,0. Oversiktskart med markering av det analyserte området er vist i Figur 3 og Figur 4.



Figur 2 Kart med markering av bunnkartlegging i Tysla.



Figur 3 Oversiktskart med markering av modellert strekning.



Figur 4 Oversiktskart med markering av modellert strekning.

3.2 Grensebetingelser og friksjonsforhold i vannlinjemodellen

Grensebetingelser

Vannlinjemodellene er satt opp med en øvre og en nedre grensebetingelse, hvor oppstrøms grensebetingelse er beregnet flomvannføring i Tysla og Unsetåa. Flomvannføringen er momentanverdi for flom, som presentert i Tabell 1 og Tabell 3. Fordi flomforløpet er langt er modellen kjørt med konstantvannføring som en «steady-state-modell». Nedstrøms grensebetingelse er satt til «normal depth» som svarer til vannlinjens helning der modellen er avsluttet. 2D-modellen avsluttes ca. 3,5 km nedstrøms samløpet mellom Tysla og Unsetåa. Det er ikke forventet at nedstrøms grensebetingelsen påvirker resultatet ved analyseområdet.

Friksjonsforhold

Friksjonsforholdene i vassdraget er vurdert fra kartdata, flyfoto og på befaring. Vannhastighetene er forholdsvis lave og varierer fra ca. 0,5-3,0 m/s. Enkelte smale strekninger har høyere hastighet. Elvebredden langs vassdraget består av skog, jordbruksareal eller bebyggelse. Bebyggelsen ligger forholdsvis tett på elva og består av hus med gårdsplasser og hageareal. Bygninger er inkludert i modellen som terreng slik at vann ikke kan renne gjennom, men blir tvunget rundt.

Friksjonsfaktoren i modellen er basert på Manningstall ($M=1/n$), og varierer fra $n=0,02$ der det er veger til $n=0,1$ i skogområdene. Manningstallet i elveløpet er satt til 0,035 ($M=29$). Inndeling av arealsoner er basert på arealressurskart fra Statens kartverk, mens valg av Manningstall er gjort med utgangspunkt i erfaringstall fra vassdragshåndboka til NVE. En oversikt over Manningstall benyttet i modellen er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Oversikt over Mannings-tall benyttet i vannlinjemodellene.

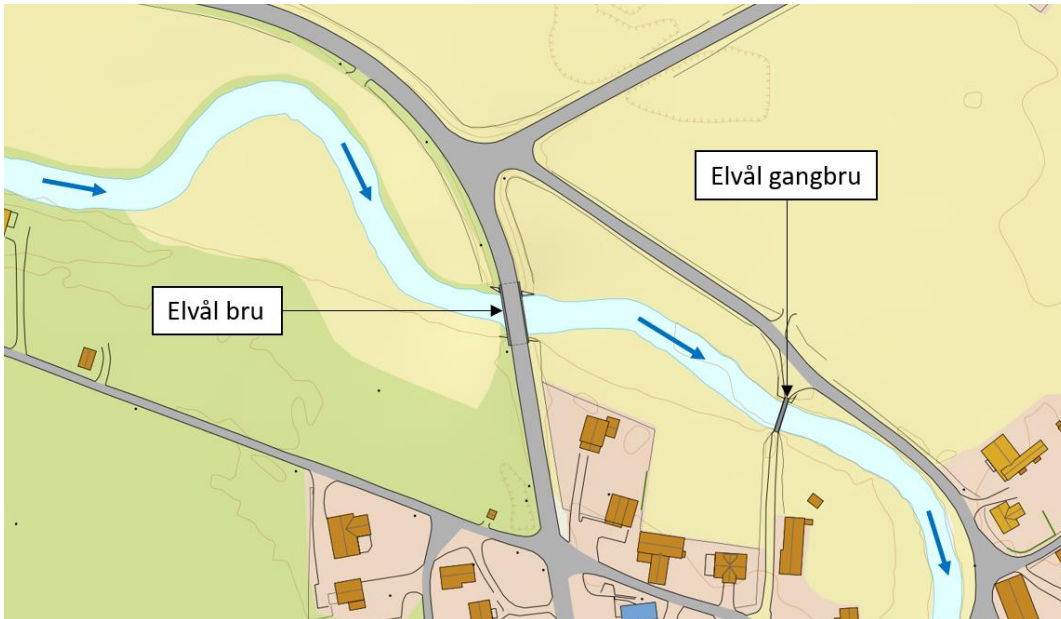
Arealtype	Mannings-tall n (M)
Bebyggd	0.040 (25)
Infrastruktur	0.020 (50)
Fastmark og jordbruksareal	0.055 (18)
Ferskvann	0.035 (29)
Skog	0.100 (10)

3.3 Infrastruktur, bebyggelse og andre forhold langs vassdraget

Bruer

Det er to bruer som krysser Tysla på beregningsstrekningen som også er inkludert i vannlinjemodellen. Begge disse bruene er markert på kart i Figur 5. «Elvål bru» er en vegbru tilknyttet Fv. 30 (Gamle kongeveg), mens «Elvål gangbru» er en eldre gangbru. I tillegg til nevnte bruer er det en vegbru som ligger lenger nedstrøms, men denne er ikke inkludert i modellen. Det er vurdert at brua ikke påvirker resultatet. Målsatte bilder av bruene og brutegninger er vedlagt i Bilag 4.

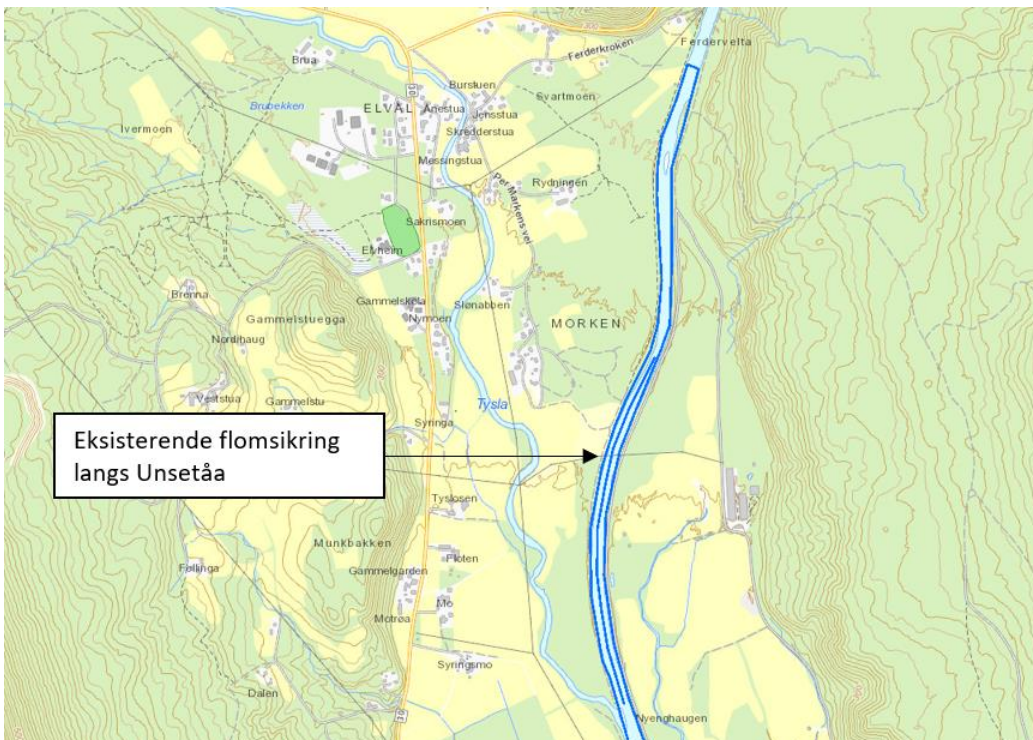
I forbindelse med flomsikring og oppgradering av Fv. 30 skal «Elvål bru» oppgraderes. Det er et krav at nytt underkant brudekke skal ligge minimum 0,5 meter over vannstand ved dimensjonerende flom.



Figur 5 Kart med bruer som er inkludert i vannlinjemodell

Eksisterende flomsikring

På 1970-tallet ble en strekning langs Unsetåa kanalisert og flomsikret ved bruk av flomvoller. Arbeidet ble utført for å frigjøre myrarealer til jordbruk. Disse arealene hadde tidligere vært uegnet på grunn av stadige oversvømmelser. Figur 6 er et utsnitt fra NVEs karttjeneste hvor plassering av flomvollene er markert. Flomvollene sikrer at flomvannføring i Unsetåa holdes i elveløpet og ikke renner mot Tysla.

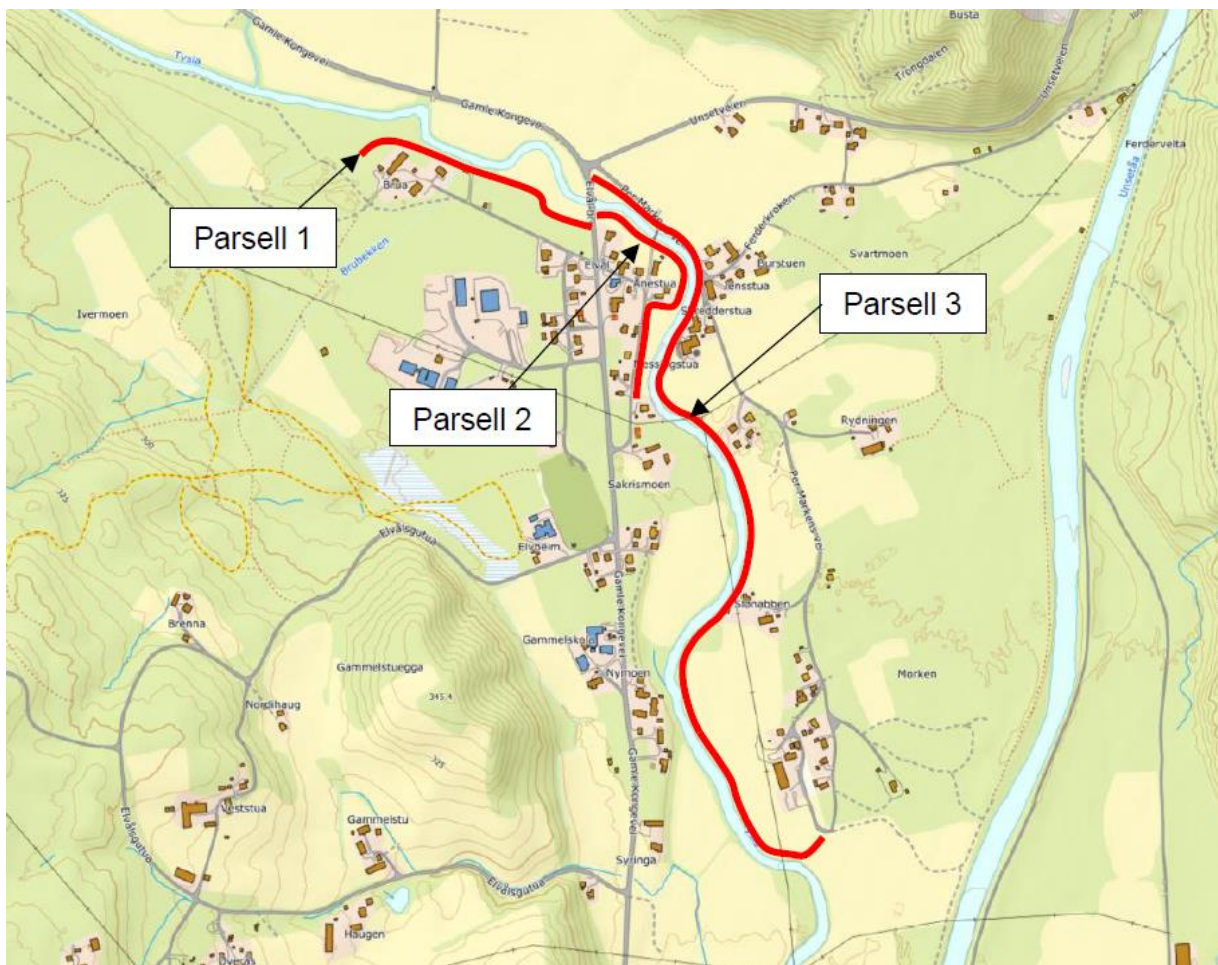


Figur 6 Markering av eksisterende flomsikring langs Unsetåa.

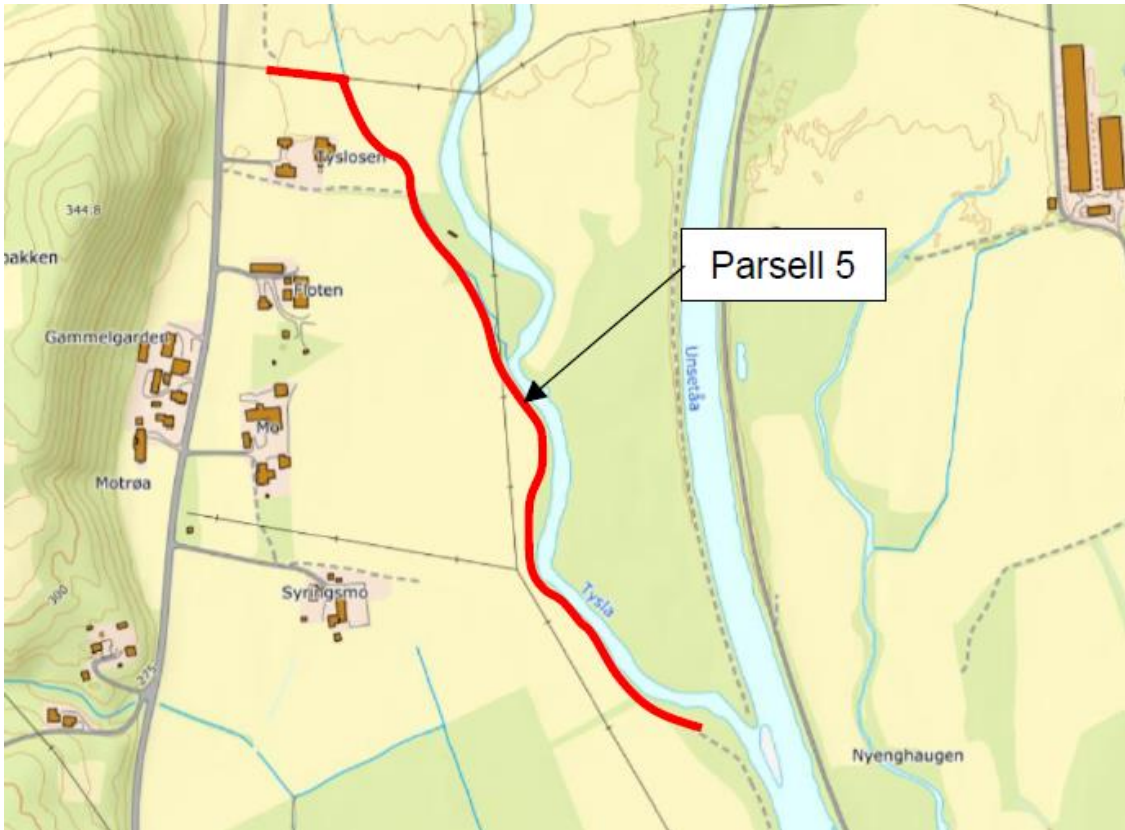
3.4 Planlagt flomsikring langs vassdraget

NVE har tidligere skissert opp hensiktsmessig plassering av flomvoller for å sikre utsatt bebyggelse i Elvål. Foreslått plassering av flomvollene er markert på kart i Figur 7 og Figur 8. NVEs løsning er inkludert i vannlinjemodellen for å vurdere hvordan flomvollene påvirker vannstandstigning og hvor høye disse må være for å hindre oversvømmelse.

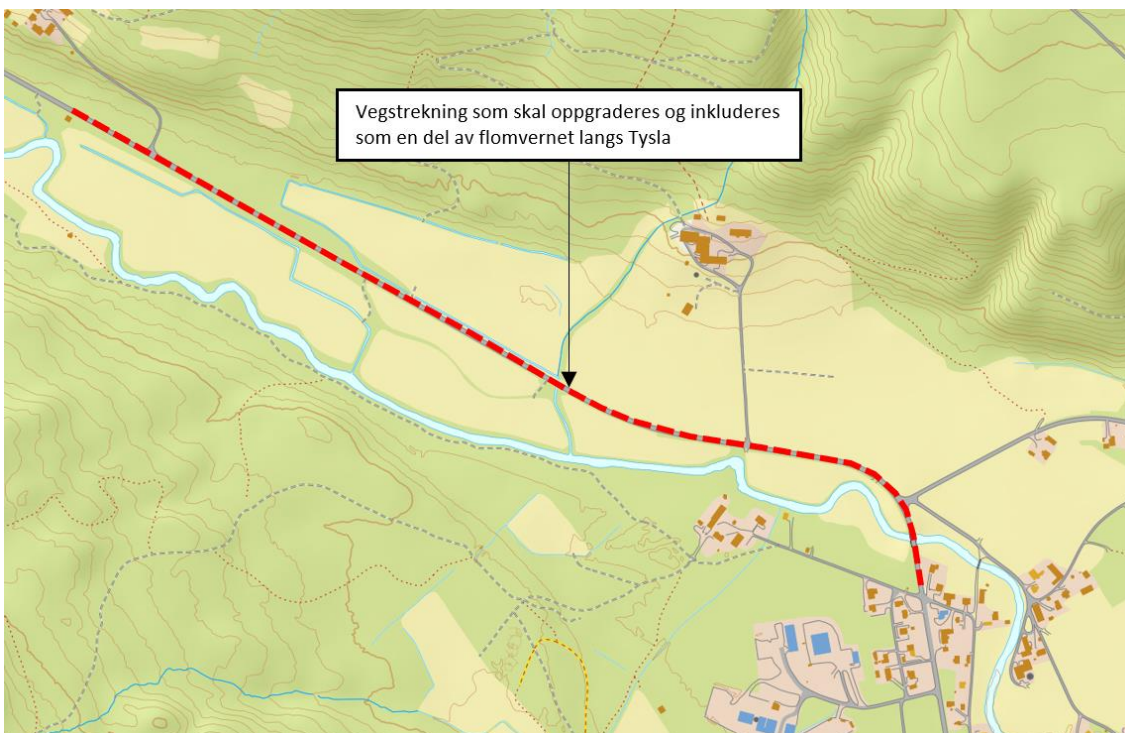
I tillegg til NVEs flomsikringsprosjekt har fylkeskommunen planer om å oppgradere Gamle kongeveg (Fv. 30) nord for Elvål (se Figur 9). Hvis vegen skal møte aktuelle krav må topp vegnivå ligge 0,5 meter høyere enn vannstand ved 200-årsflom. Prosjektet omfatter også oppgradering av Elvål bru.



Figur 7 Skissert løsning for flomsikring.



Figur 8 Skissert løsning for flomsikring.



Figur 9 Vegstrekning som skal oppgraderes og inkluderes som en del av flomvernet langs Tysla.

4 Resultater og konklusjon

4.1 Resultat og forutsetninger

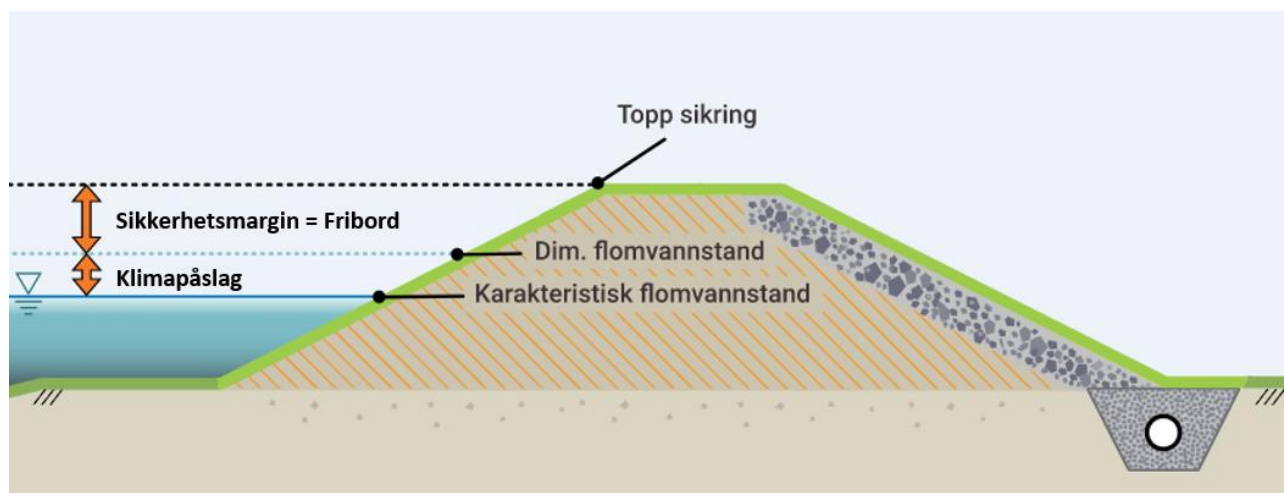
Flomsonekart som viser flomutbredelse langs Tysla ved Elvål ligger vedlagt i Bilag 2 og Bilag 3. Kartene viser oversvømt område og vannivå for to ulike situasjoner:

- 1) Før etablering av flomsikring (eksisterende situasjon)
- 2) Etter etablering av flomsikring (planlagt fremtidig situasjon)

For eksisterende flomsituasjon er det valgt å presentere oversvømmelse ved tre ulike gjentakintervall, 20-årsflom, 20-årsflom inkl. klimapåslag og 200-årsflom inkludert klimapåslag (dimensjonerende). Situasjonen etter etablering av flomsikringstiltak viser bare dimensjonerende flom.

NVE har en generell anbefaling om å inkludere en sikkerhetsmargin ved bruk av vannlinjemodeller i forbindelse med tiltak i vassdrag. Tradisjonelt er denne marginen et vertikalt påslag på 30-50 cm. Siden utført vannlinjeberegning ikke har kalibreringsdata anbefaler Norconsult at dimensjonerende flomvannstand ilegges en sikkerhetsmargin på minimum 30 cm, men denne verdien kan gjerne være høyere. Argumentet for en sikkerhetsmargin i nedre sjikt av anbefalte verdier er at modellen er lite sensitiv for økt vannføring. Det betyr at stor endring i vannføring kreves for å øke vannstanden betydelig. Ved etablering av flomvoller langs vassdraget vil den vertikale avstanden mellom dimensjonerende flomvannstand og topp flomvoll (fribordet) være det samme som sikkerhetsmarginen. Figur 10 viser en illustrasjon med dimensjoneringsnivåer for en flomvoll langs Tysla. De ulike begrepene er beskrevet i punktlisten.

- Karakteristisk flomvannstand = Vannstand ved kulminasjonsvannføring som fastsatt i flomberegning
- Dimensjonerende flomvannstand = Vannstand ved kulminasjonsvannføring inkl. klimapåslag
 - Klimapåslag = 20%
- Topp sikring = Dimensjonerende flomvannstand + vertikal sikkerhetsmargin
 - Sikkerhetsmargin = fribord = minimum 30 cm



Figur 10 Oversikt over dimensjoneringsnivåer for flomvoll langs Tysla.

4.2 Flomutbredelse og vannivå

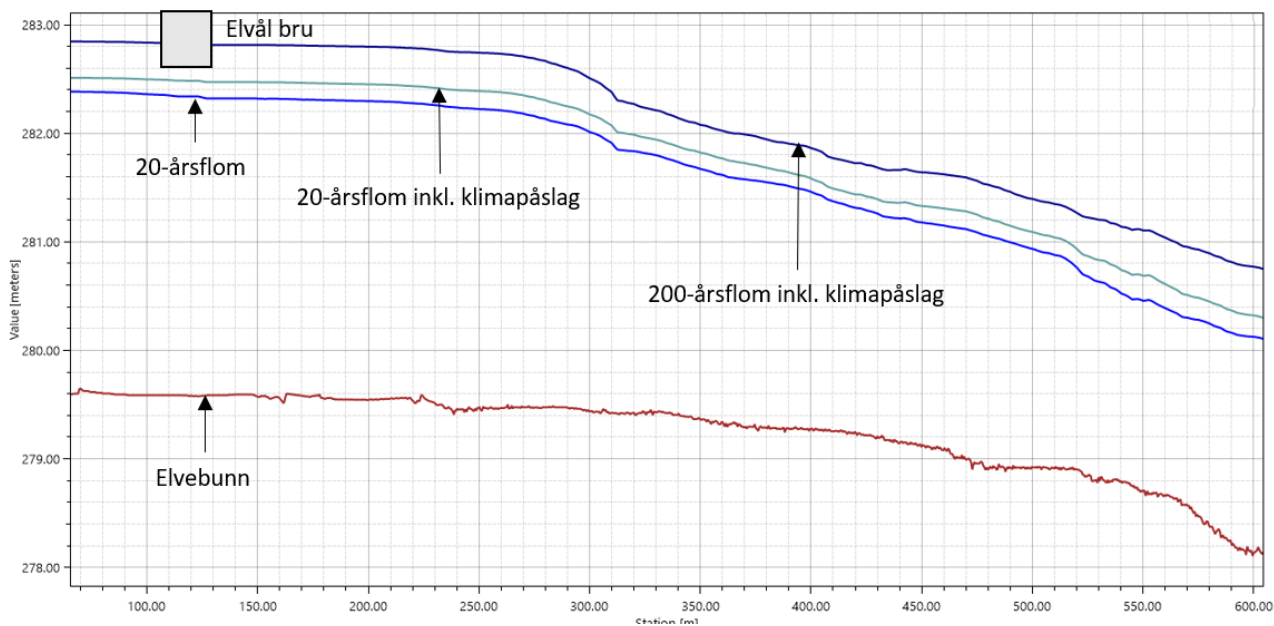
Eksisterende situasjon per september 2022

Tysla er et flomutsatt vassdrag og når elvebredden overtoppes blir forholdsvis store arealer oversvømt. Spesielt utsatt er områdene som ligger nord-vest for Elvål bru. Denne elvestrekningen er spesielt slak (0,0005 m/m) samtidig som terrenget langs vassdraget er flatt. Etter Elvål bru øker helningen på elva, og den har et gjennomsnittlig fall på ca. 0,005 m/m frem til Unsetåa. På denne strekningen blir flomutbredelsen mindre. Før Tysla renner ut i Unsetåa renner flomvannføringen ut av elva og oversvømmer et stort område på vestsiden av vassdraget. Et lengdesnitt av vannstand ved ulike gjentaksintervall forbi Elvål er vist i Figur 11.

Bebyggelsen langs Tysla ligger i hovedsak ved Elvål og det er forventet at både bolighus og landbruksbygninger blir berørt av flom. Tabell 5 oppsummerer antall bygninger som blir berørt ved ulike gjentaksintervall. Byggene er regnet som berørt hvis det står vann inn mot grunnmuren, men skiller ikke på hvor mye byggene blir berørt. Under «andre berørte bygg» inngår også mindre boder, uthus, garasjer og lignende.

Tabell 5 Antall bygninger som blir berørt av flom fra Tysla.

Gjentaksintervall	Berørte bolighus	Andre berørte bygg	Sum berørte bygg
20-årsflom	5	10	15
20-årsflom inkl. klimapåslag	10	16	26
200-årsflom inkl. klimapåslag	19	44	63

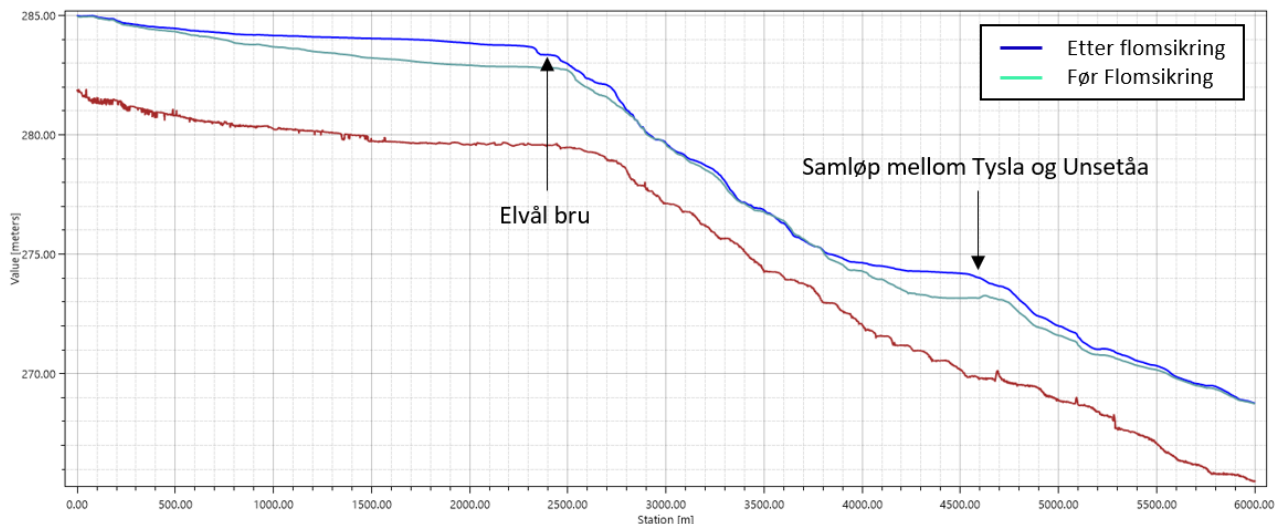


Figur 11 Vannstand forbi Elvål sentrum ved ulike gjentaksintervall.

Fremtidig situasjon etter flomsikringstiltak

Etablering av flomvoller langs Tysla, som skissert i Figur 7 og Figur 8, vil sikre bolighus langs vassdraget hvis de bygges med tilstrekkelig høyde. Uførte simuleringer av dimensjonerende flom tilsier at bare ett bolighus blir berørt etter etablering av flomvoller. Dette bolighuset ligger imidlertid nedstrøms Elvål, og blir berørt av flomvannføring fra Unsetåa.

Flomvollene vil begrense strømningsverrsnittet i vassdraget og føre til høyere vannstand. Vannstandsendringen som følge av flomvollene er illustrert i Figur 12. Ved dimensjonerende flom vil vannstandsendringen være fra ca. 0-1,0 m. Størst endring vil forekomme oppstrøms Elvål bru og ved samløpet med Unsetåa. Endringene mellom Elvål bru og samløpet blir mindre



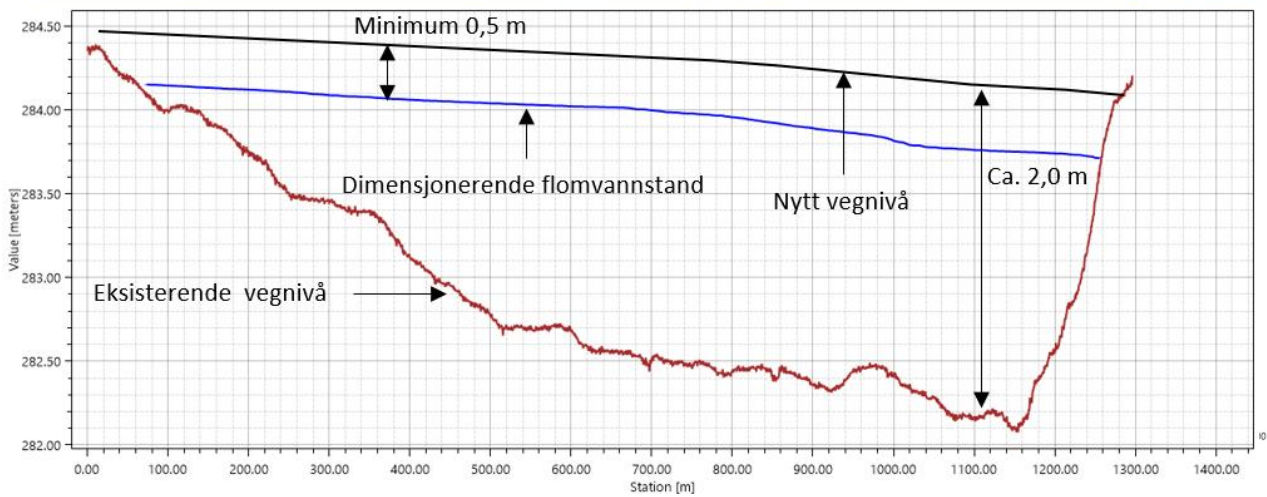
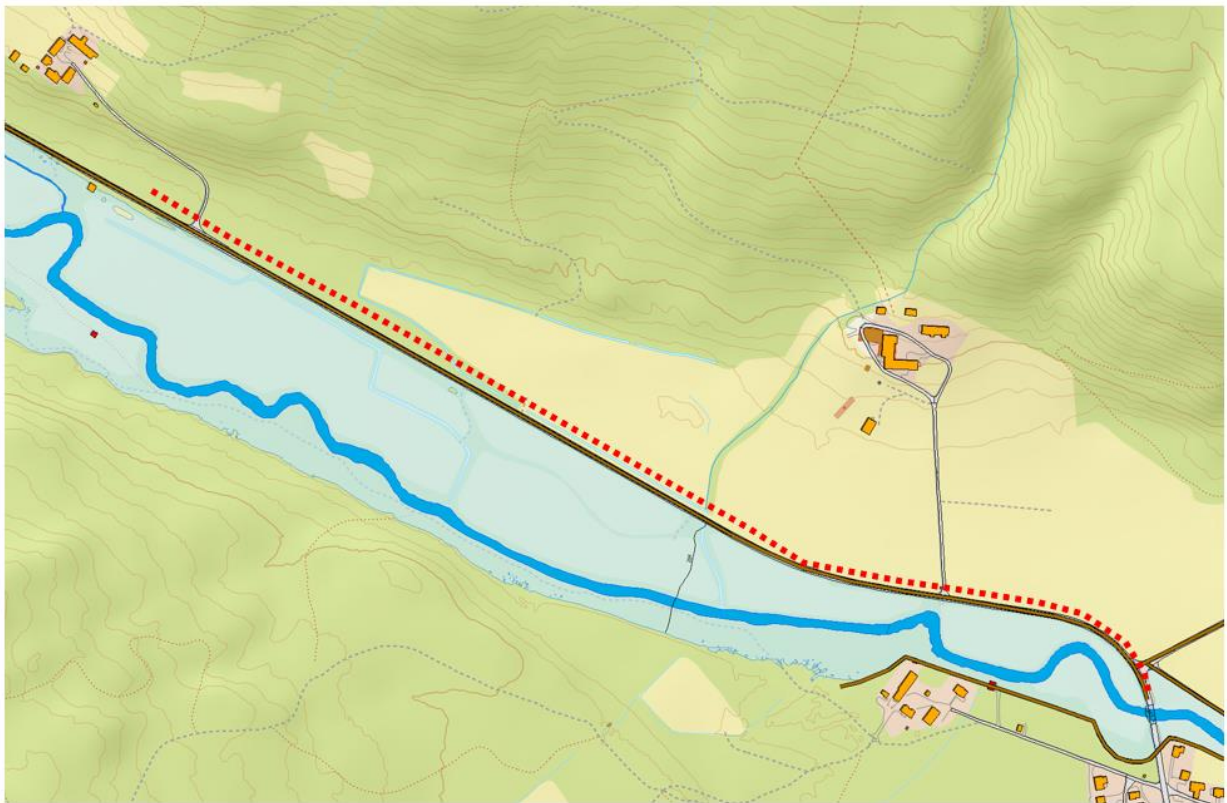
Figur 12 Vannstand i Tysla før og etter flomsikringstiltak.

4.3 Nødvendig høyde på flomvoller

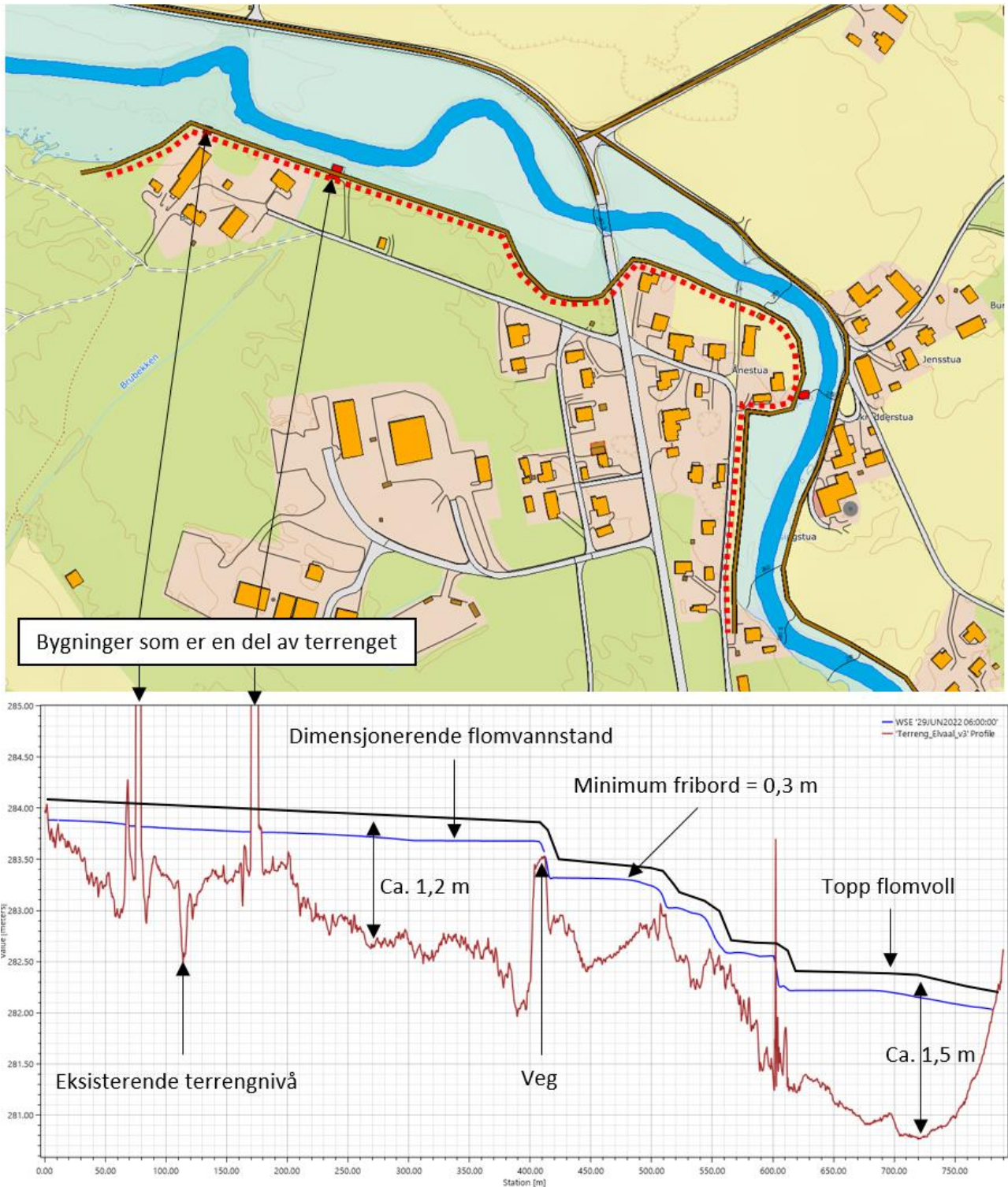
Nødvendig høyde på flomvoll langs Tysla vil variere og påvirkes av både vannivå ved flom og terrenghøyde langs vassdraget. Utgangspunktet for fastsettelse av toppnivå er:

- Dimensjonerende flomvannivå, 200-årsflom inkl. 20% sikkerhetsmargin og 20% klimapåslag
- Fribord på minimum 0,3 meter

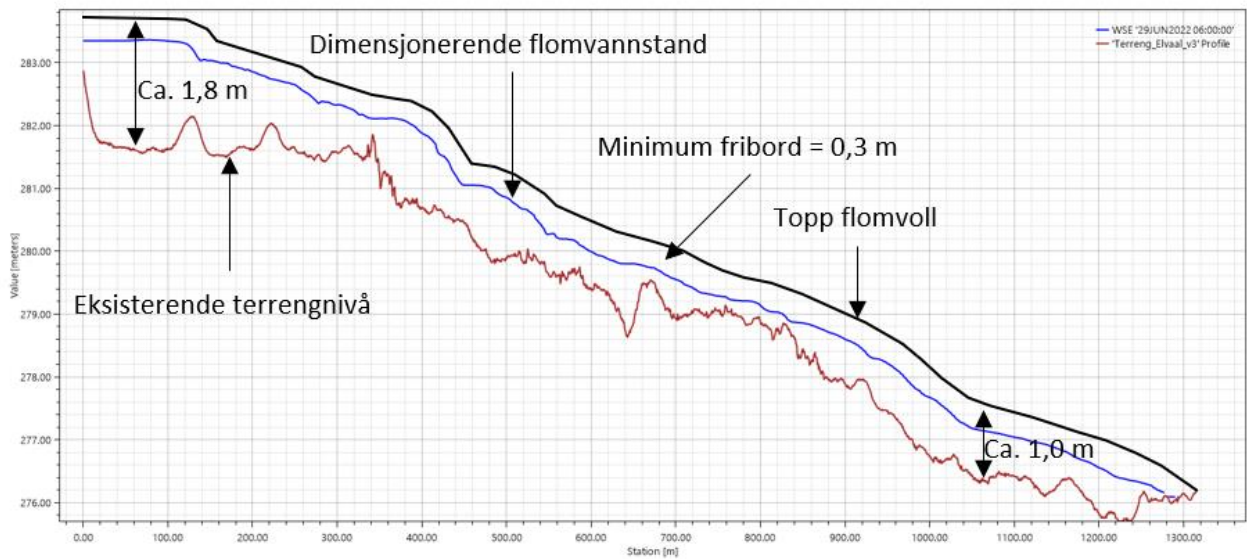
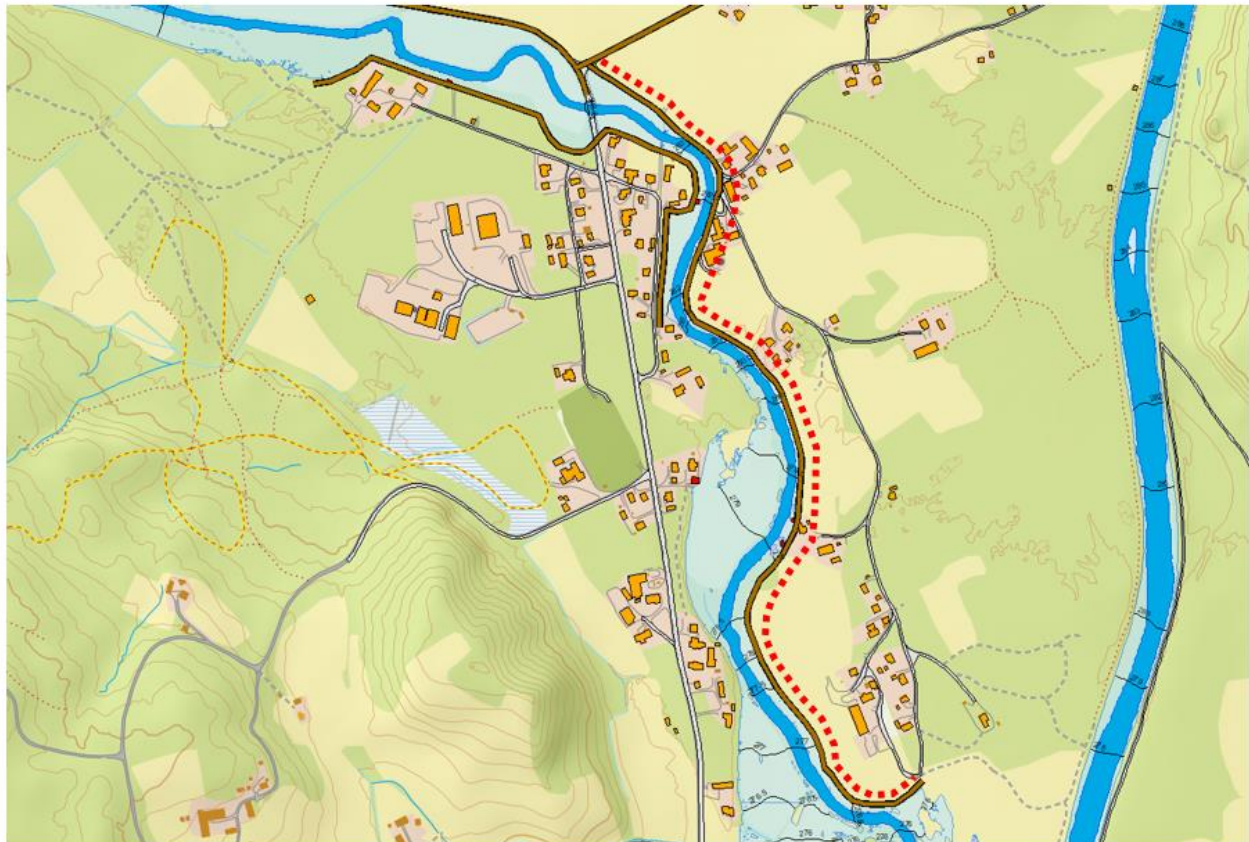
Utførte beregninger tilsier at høyde på skissert flomvoll vil variere fra ca. 1,0-2,5 meter. Kart- og lengdesnitt av planlagte flomvoller med markering av dimensjonerende flomvannstand er vist i Figur 13-Figur 16.



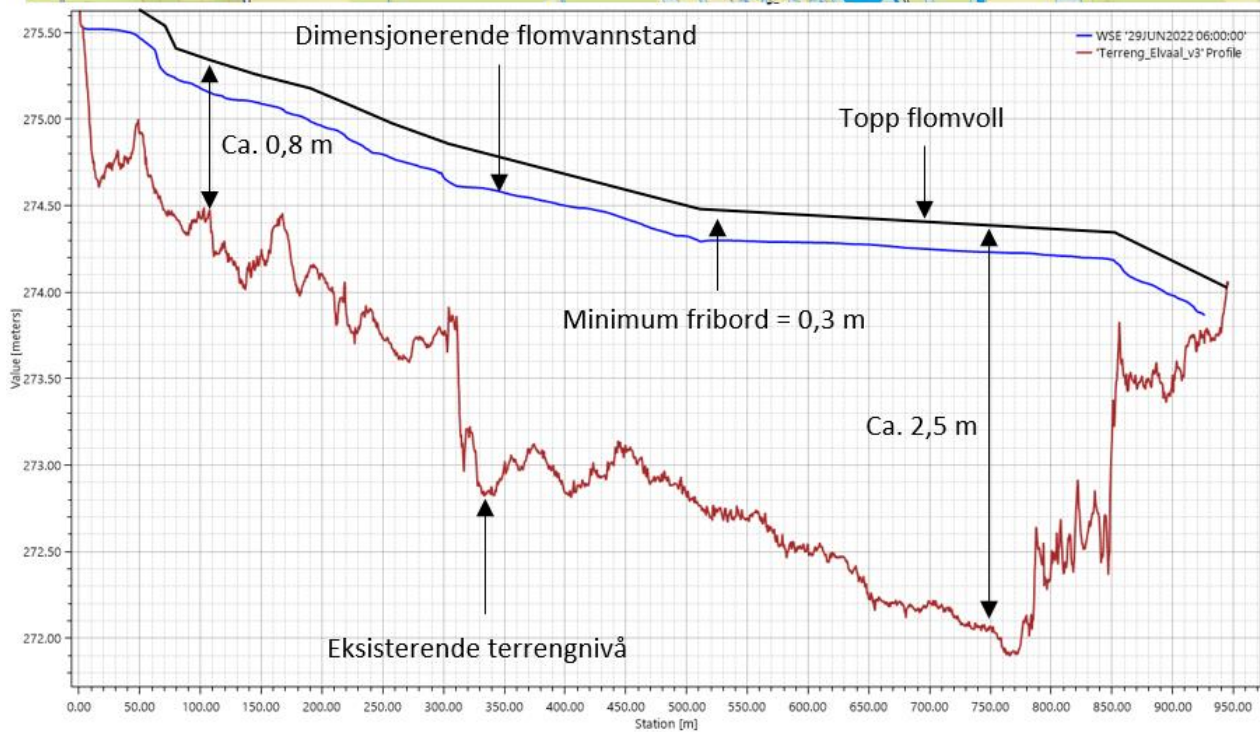
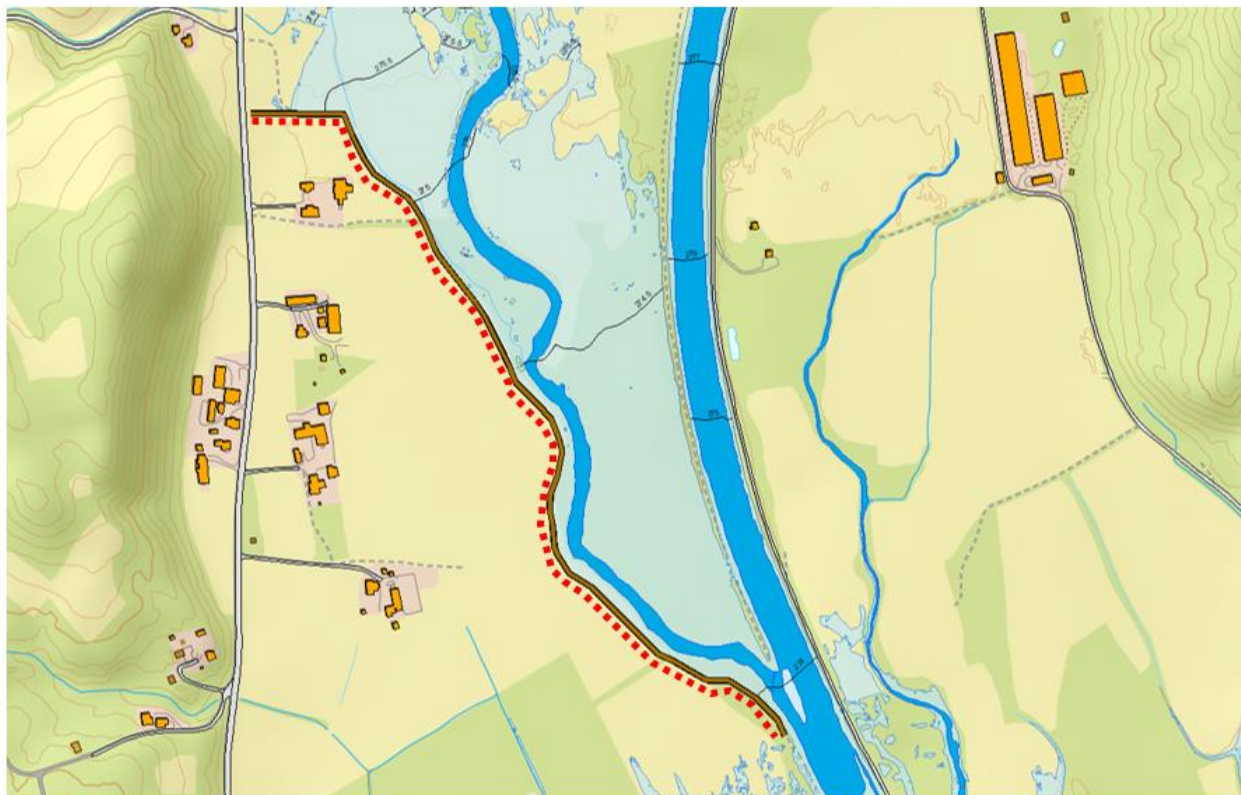
Figur 13 Flomsikring lang Gamle kongeveg (Fv. 30)



Figur 14 Flomsikring langs parsell 1 og 2.



Figur 15 Flomsikring langs parsell 3.



Figur 16 Flomsikring langs parsell 5.

5 Diskusjon av resultatet

5.1 Vurdering av kvalitet

Kvalitet på hydrologisk grunnlag

Vannføringer i vannlinjemodellen er hentet fra målinger i vassdraget og det er forventet at disse er svært representative. Samtidig er kvaliteten på målingene ukjent og spesielt målingene i Tysla betraktes som noe usikre. For å ta hensyn til usikkerheten i beregningene er det inkludert en sikkerhetsmargin i form av 20% økt vannføring.

Kvalitet på GIS-grunnlag

Terrenggrunnlaget benyttet i modellen er en kombinasjon av bunnoppmåling og laserdata av terrenget. Kvaliteten på grunnlaget betraktes som god, og et nyere grunnlag er ikke forventet å påvirke resultatet. Det gjelder så lenge betydelige endringer ikke utføres i eller langs vassdraget.

Beregningskvalitet

Det eksisterer ikke kalibreringsdata for analyseområdet ved Elvål sentrum og kvaliteten til vannlinjemodellen er derfor vanskelig å kontrollere. Alle hydrauliske beregninger som ikke har kalibreringsdata, innehar usikkerhet.

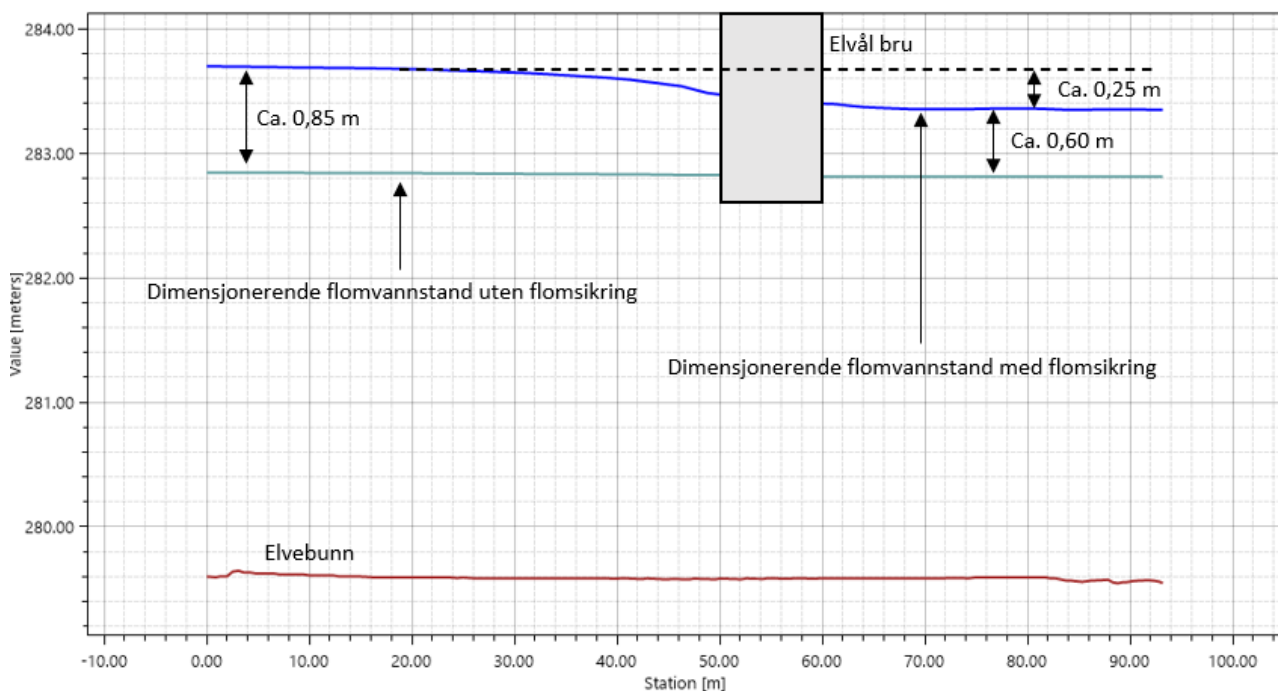
5.2 Sensitivitet i beregningene

Brukapasitet

Vannlinjeberegning for eksisterende flomsituasjon i Tysla tar hensyn til brudekket på Elvål bru. På grunn av lav strømningshastighet, og vannstrømning utenfor elvetverrsnittet blir vannstandsendringen forbi brua svært liten.

Flomsituasjonen etter etablering av flomvoller fører til økt vannstand i hele vassdraget.

Vannstandsstigningen blir spesielt stor forbi Elvål bru på grunn av stor reduksjon i strømningsverrsnitt. Det er en forutsetning at ny bru har tilstrekkelig kapasitet til å avlede dimensjonerende flom og ha et fribord på minimum 0,5 meter. Med eksisterende bredde mellom brufundament krever det at underkant nytt brudekke minimum ligger på 284,0 moh. Større avstand mellom brufundamentene vil redusere oppstrøms vannstand. Vannlinjemodellen for fremtidig situasjon er simulert uten at brudekke er inkludert i modellen. Dette er gjort fordi ny bru ikke skal bli berørt av dimensjonerende flom.

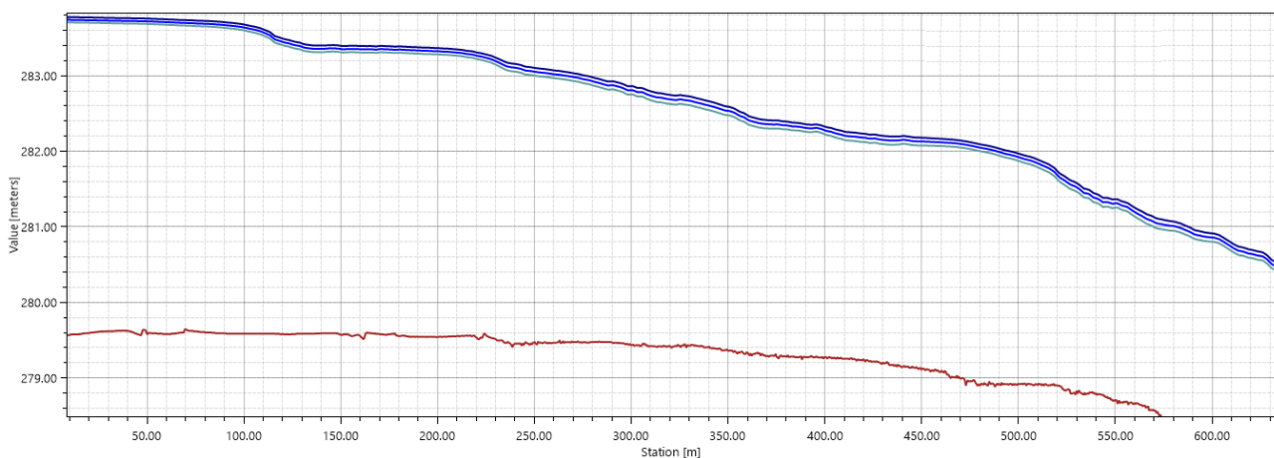


Figur 17 Vannstandsending forbi Elvål bru ved dimensjonerende flom før og etter flomsikring.

Friksjonsforhold

Vannlinjemodellen tar hensyn til friksjonsforhold gjennom bruk av Manningstall. Valgt Mannings-verdi er basert på erfaringstall og satt til 0.035 i elveløpet. For å undersøke hvordan friksjonstallet påvirker vannlinjemodellen er det gjort en simulering hvor Manningskoeffisienten er redusert til 0,030 og økt til 0.040. Det er en reduksjon/økning på ca. 15% og gir en friksjonskoeffisienter som er ligger i grenseland for hva som normalt benyttes.

Figur 18 viser en sammenligning av vannlinjer for 200-årsflom inkludert klimapåslag hvor friksjonstallet i modellen er ulikt. Vannstandsdiifferansen er mindre enn +/- 5 cm, og det er vurdert at friksjonsforholdene påvirker vannivået forholdsvis lite når vannføringen er på nivå med skadeflom (stor vannføring).



Figur 18 Vannivåer forbi Elvål med dimensjonerende flom og varierende manningskoeffisient.

5.3 Tanker om videre arbeid

Store arealer langs Tysla er flomutsatt og flere bygninger langs vassdraget er forventet å bli berørt ved tilstrekkelig stor vannføring. Det er likevel slik at etablering av flomvoller ytterligere vil øke vannstanden i vassdraget og føre til et behov for mer flomsikring. Det er en uheldig situasjon. Spesielt er dette tilfelle ved parsell 1, på oppstrøms side av Elvål bru, hvor vannstandsendringen blir størst.

Det er blitt vurdert å undersøke andre tiltak som supplerende sikring i tillegg til flomvoll. Tiltak hvor effekt skal undersøkes er:

- 1) Fjerning av flaskehalsen ved Elvål vegbru og Elvål gangbru
- 2) Etablering av utvidet/senket flomslette + flomvoll
- 3) Etablering av utvidet elveløp + flomvoll
- 4) Lokal flomsikring sør for Parsell 5

6 Bilag og referanser

6.1 Bilag

1. Oversiktskart
2. Flomsonekart for eksisterende situasjon
3. Flomsonekart etter flomsikring
4. Infrastruktur i vassdraget

6.2 Referanser

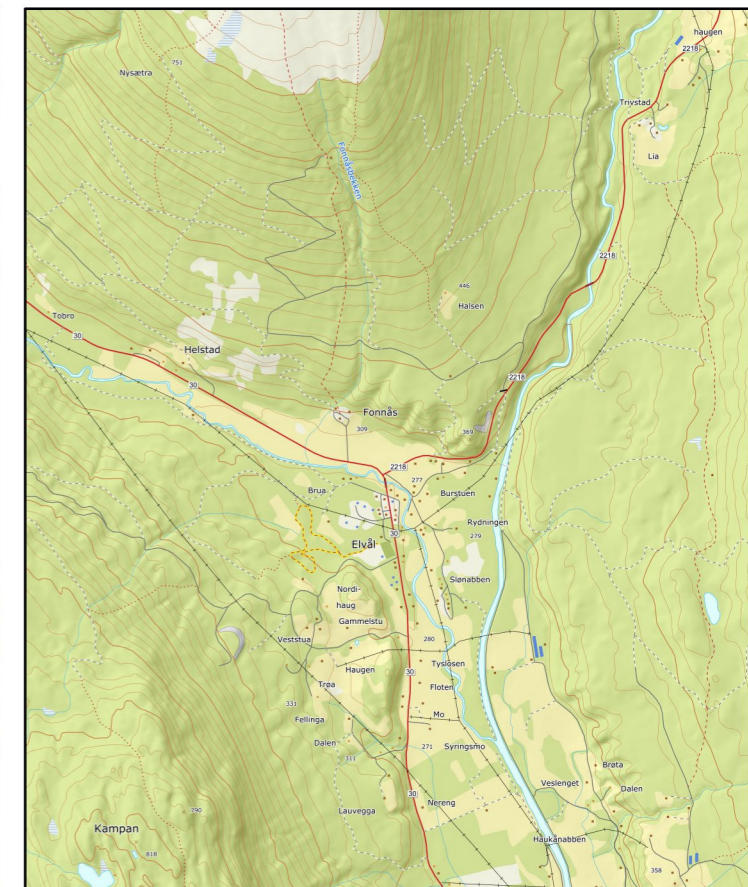
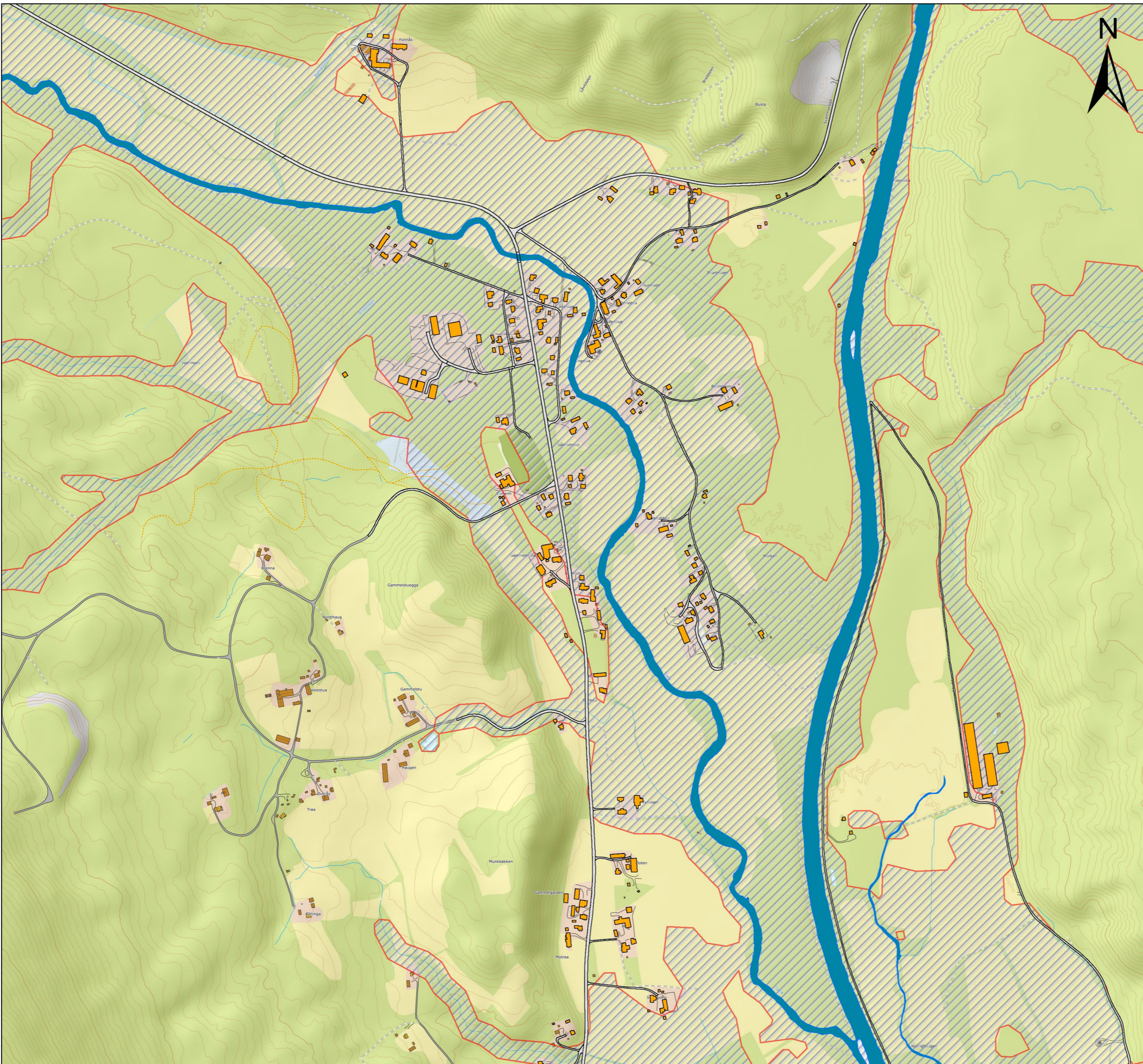
Litteratur:

- [1] NVE (2014), *Retningslinjer for flomberegninger*, nr. 4/2011
- [2] NVE (2014), *Flomberegning Tysla*, notat 002
- [3] NVE (2015), *Vannlinjeberegning, Tysla-Elvål, Rendalen kommune*
- [4] NVE (2021), *Beregning av vannstand for 200 års flom i Tysla elva*, internt notat

Bilag 1 – Oversiktskart

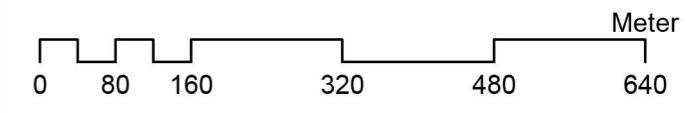
Oppdragsgiver: NVE

Oppdragsnr.: 52205213

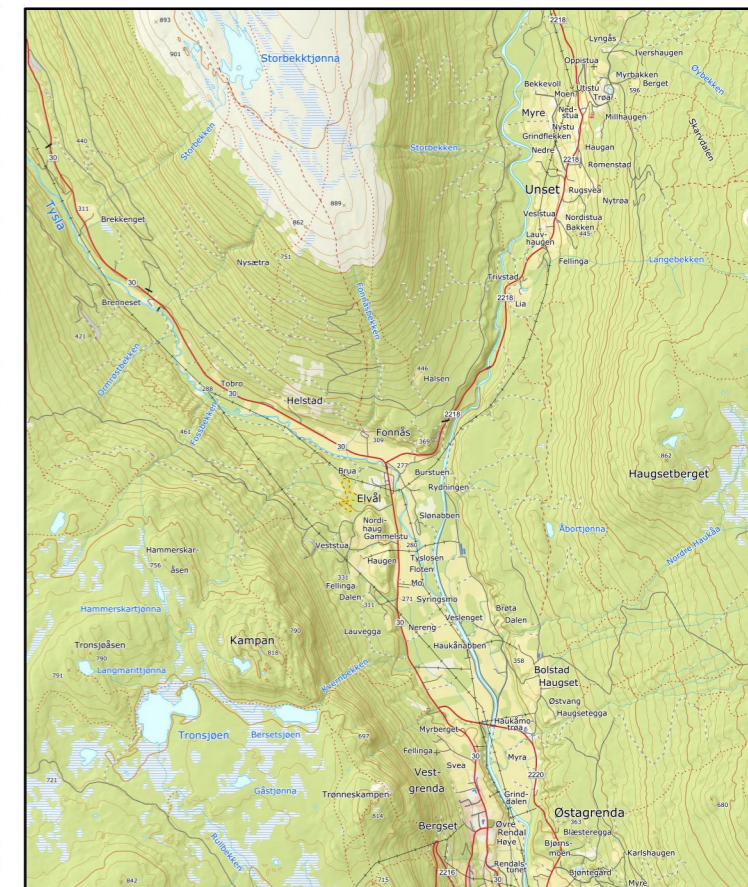
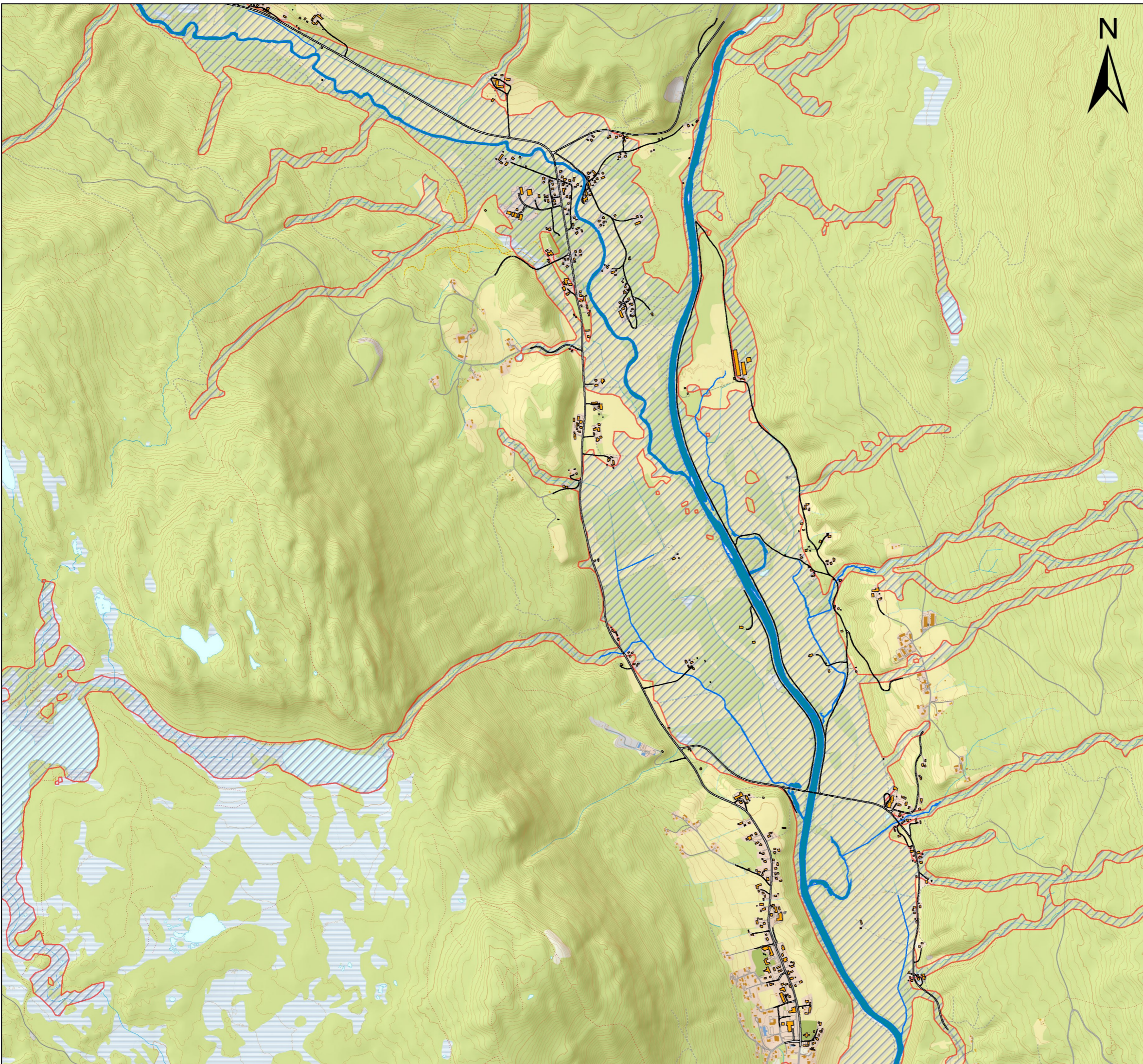


Tegnforklaring

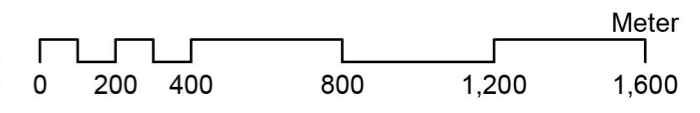
- Bygg
- Elv
- Veg
- NVEs aksomhetsssone



Utførende: NVE / Rendalen kommune		
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentakintervall: 200 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 68 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 110 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:8,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022



- ### Tegnforklaring
- Bygg
 - Elv
 - Veg
 - NVEs aksomhetszone



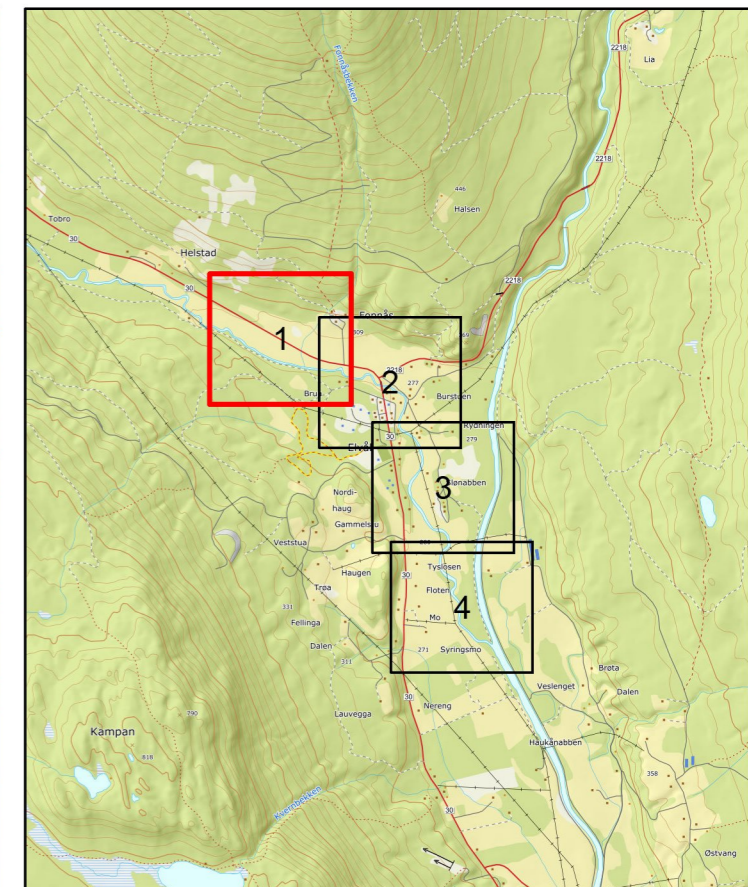
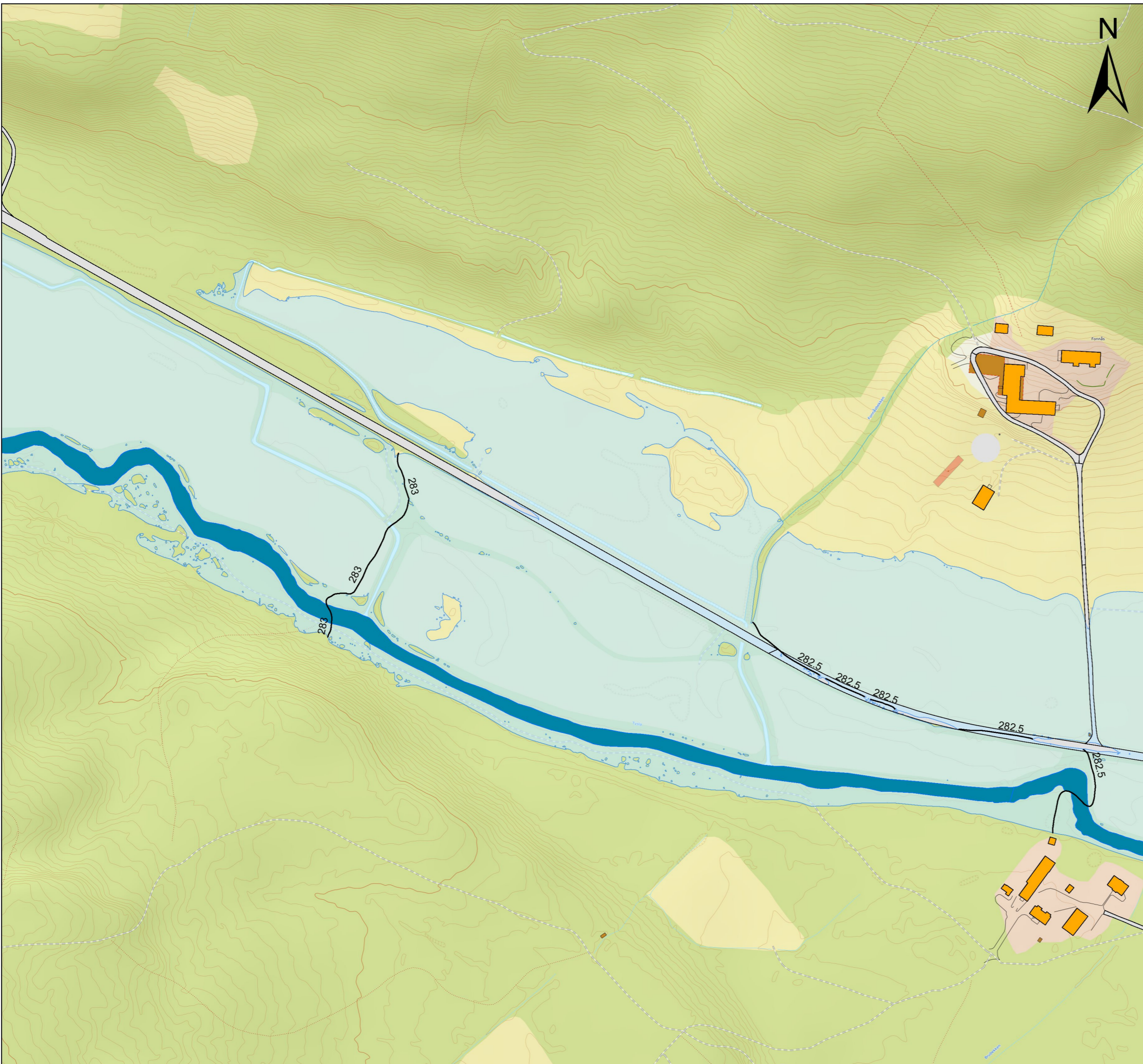
Utførende: NVE / Rendalen kommune		
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentakintervall: 200 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 68 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 110 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:20,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

Bilag 2 – Flomsonekart for eksisterende situasjon



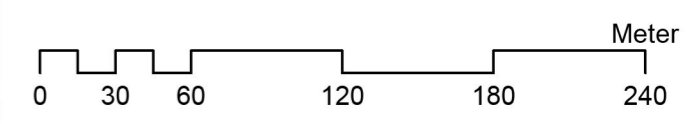
Oppdragsgiver: NVE

Oppdragsnr.: 52205213

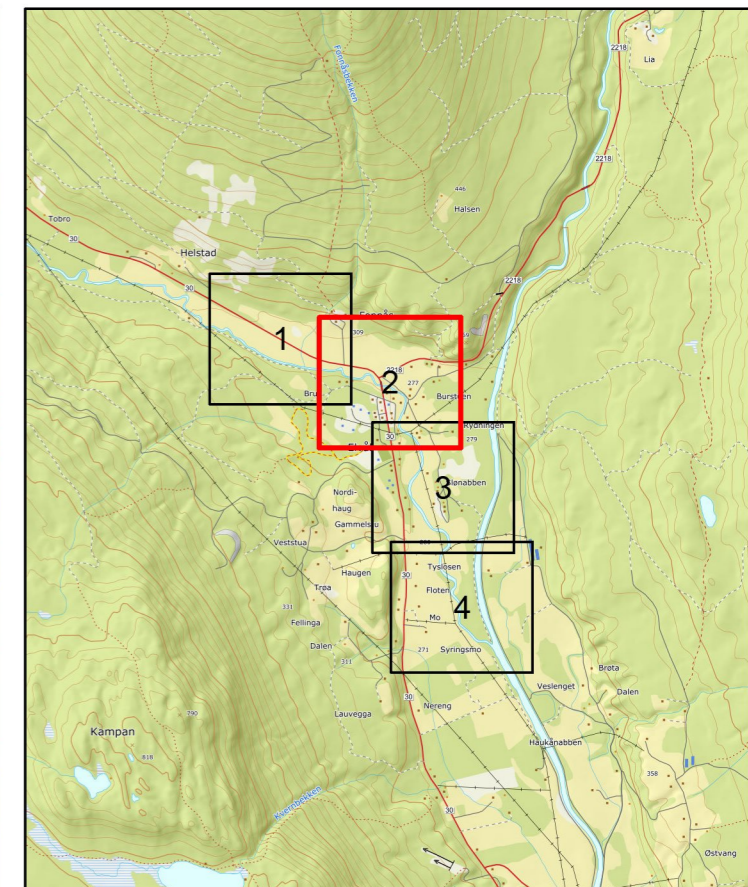


Tegnforklaring



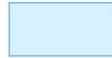



- Vannivå 20-årsflom
- Normalvannstand
- Flomsone 20-årsflom
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

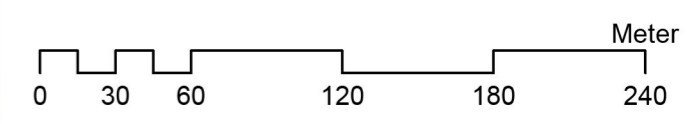



Uttørende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 1
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 20 år Vannføring Tysla: 57 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

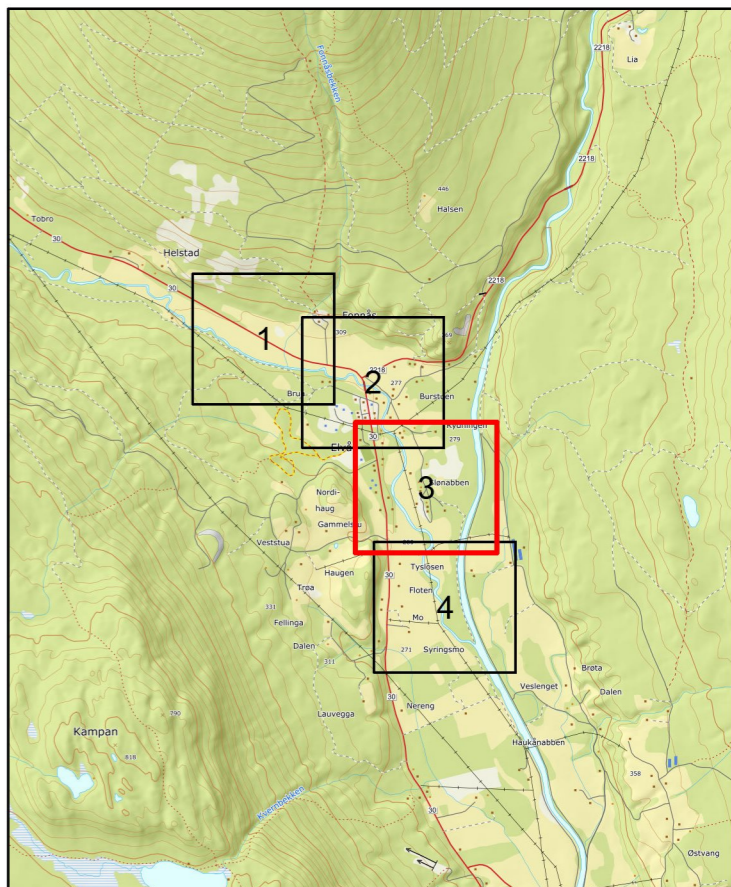
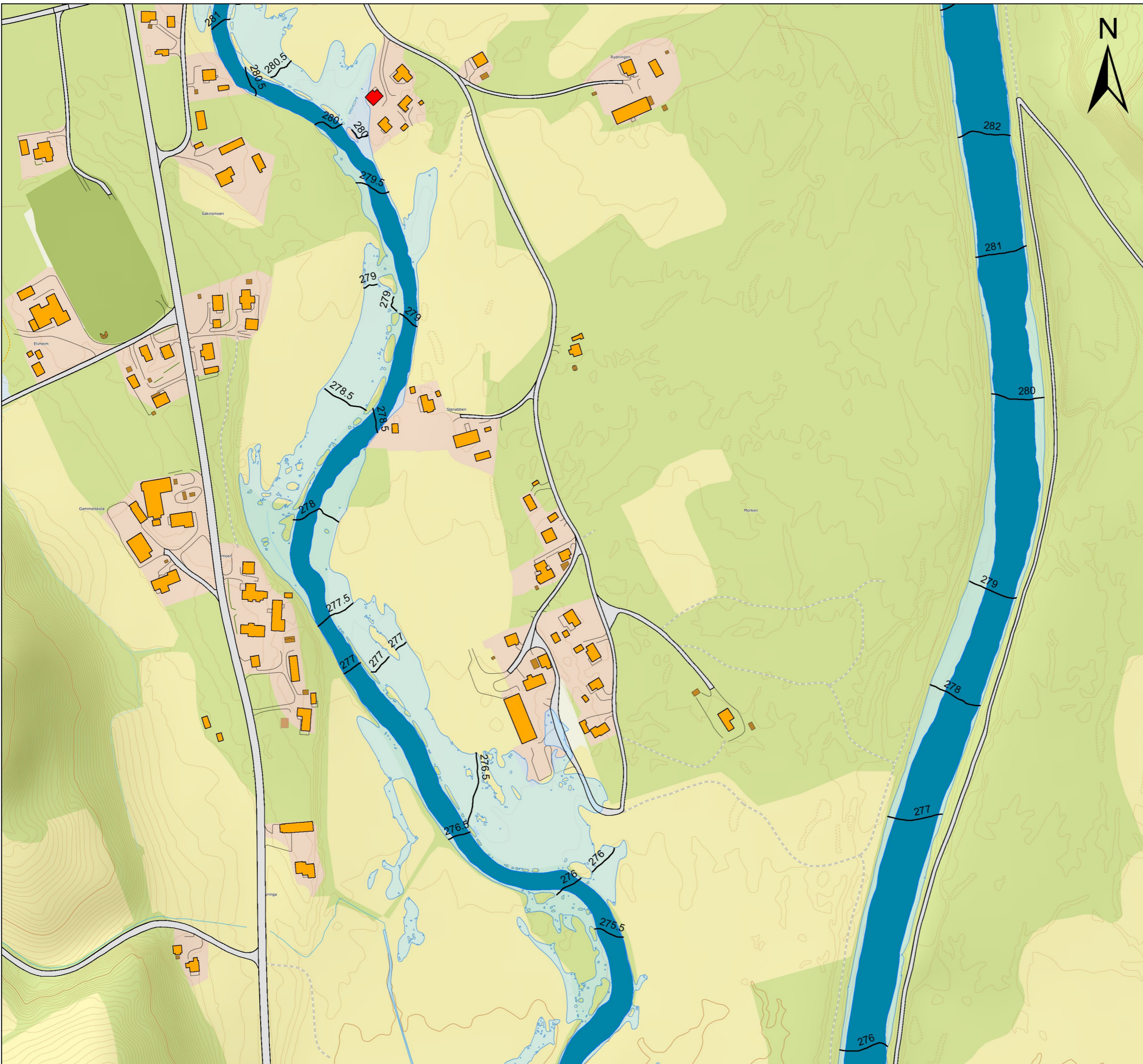


Tegnforklaring

-  Vannivå 20-årsflom
-  Normalvannstand
-  Flomsone 20-årsflom
-  Veg
- Bygg**
-  Uberørt
-  Berørt

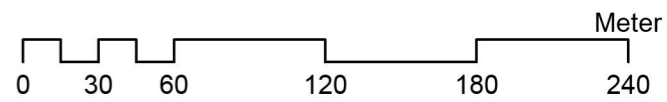


Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 2
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 20 år Vannføring Tysla: 57 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult 	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

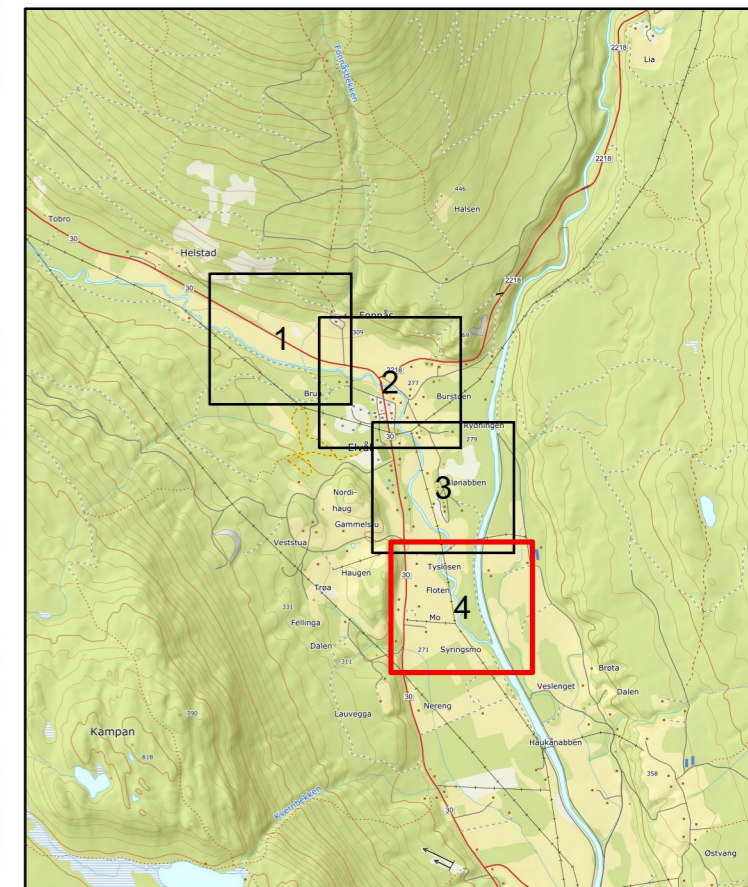
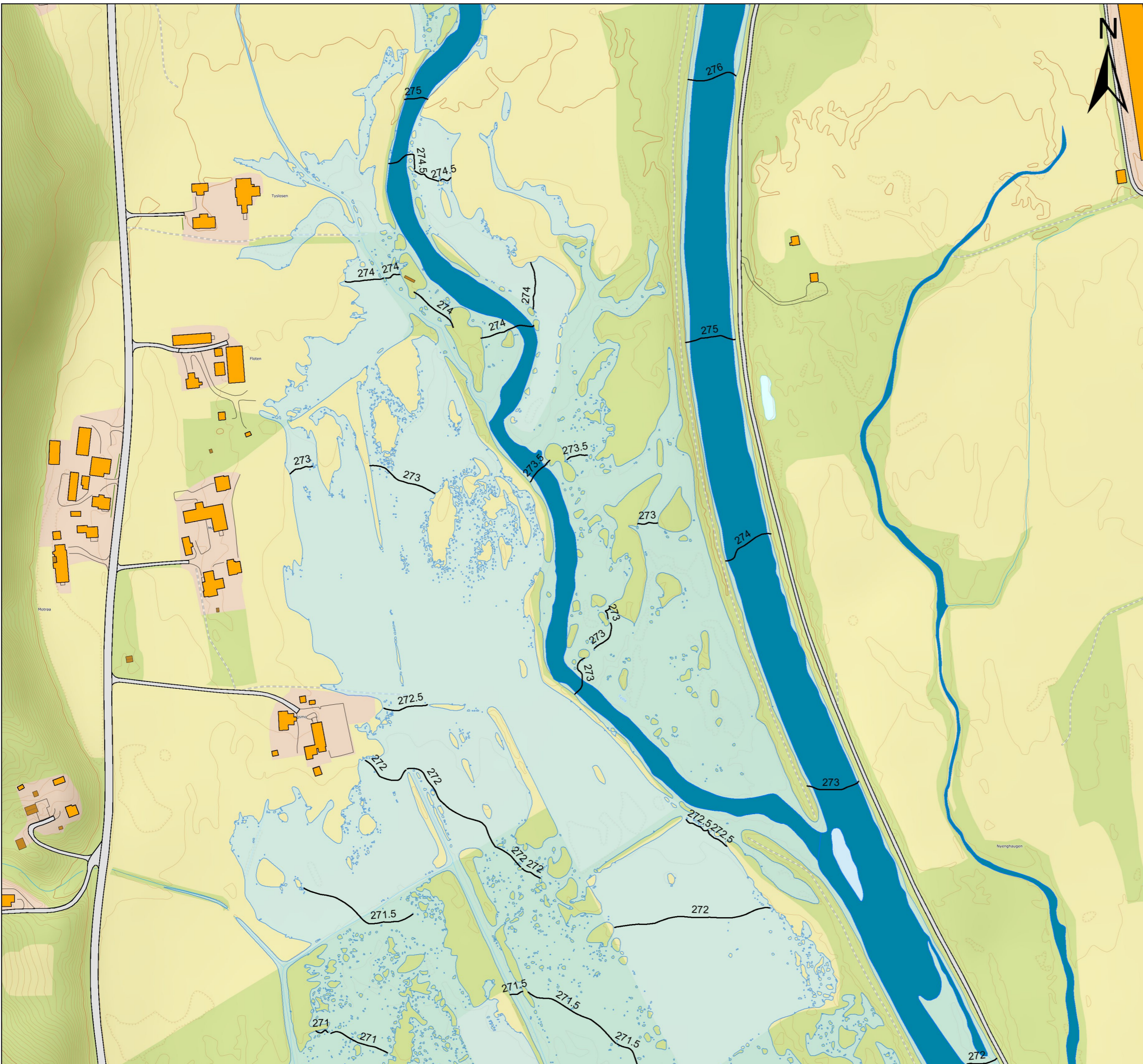


Tegnforklaring

- Vannivå 20-årsflom
- Normalvannstand
- Flomsone 20-årsflom
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

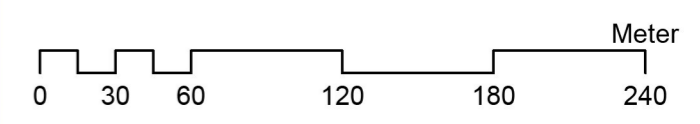


Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 3
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentakintervall: 20 år Vannføring Tysla: 57 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

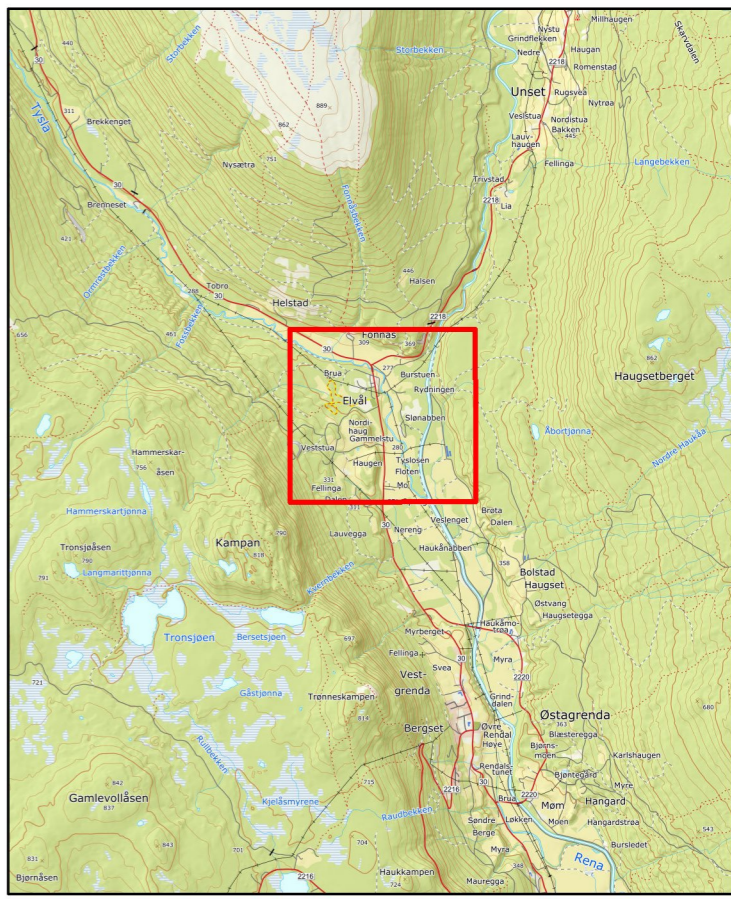
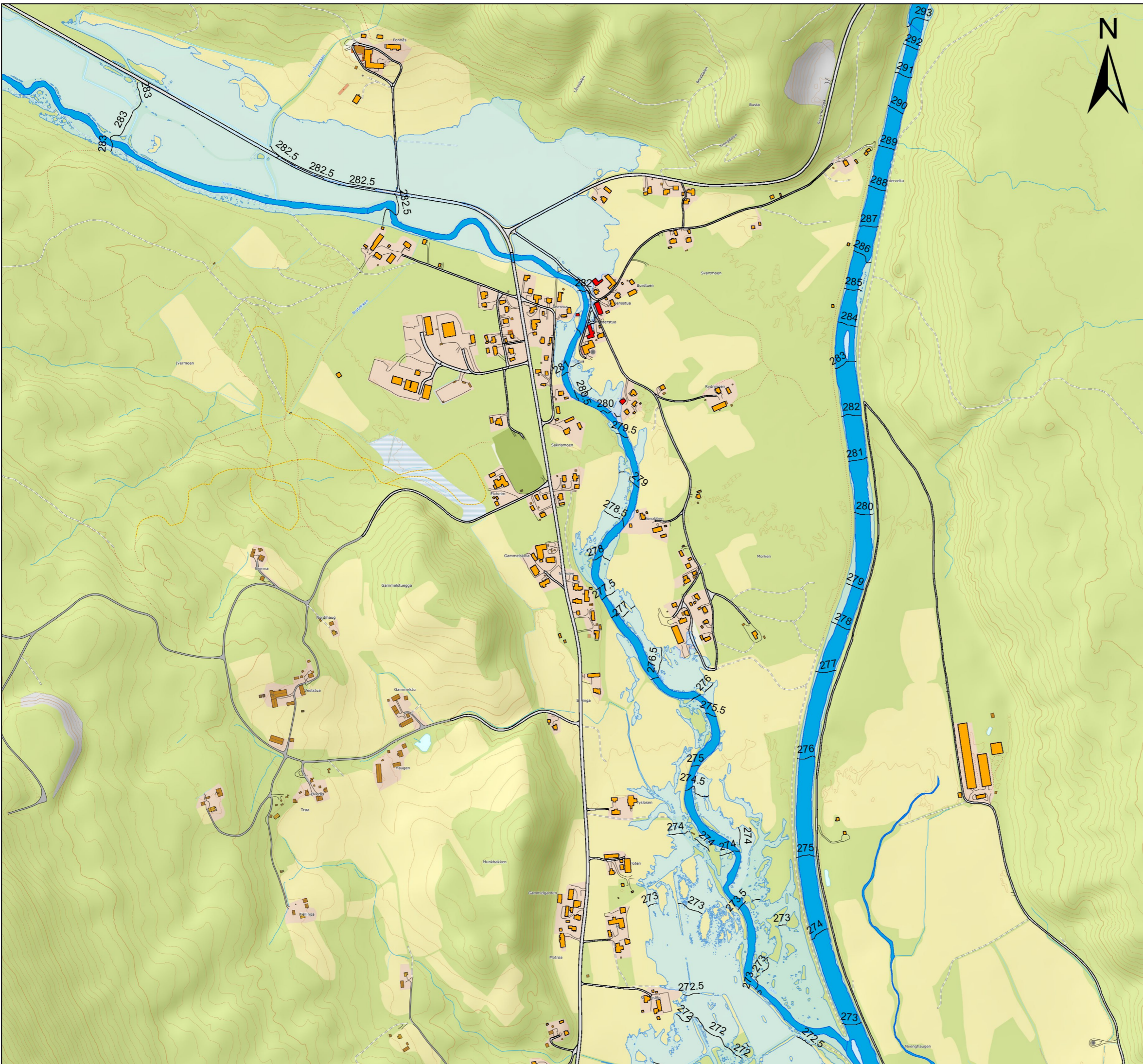


Tegnforklaring

- Vannivå 20-årsflom
- Normalvannstand
- Flomsone 20-årsflom
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

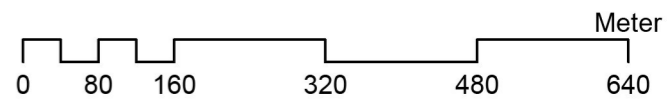


Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 4
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 20 år Vannføring Tysla: 57 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

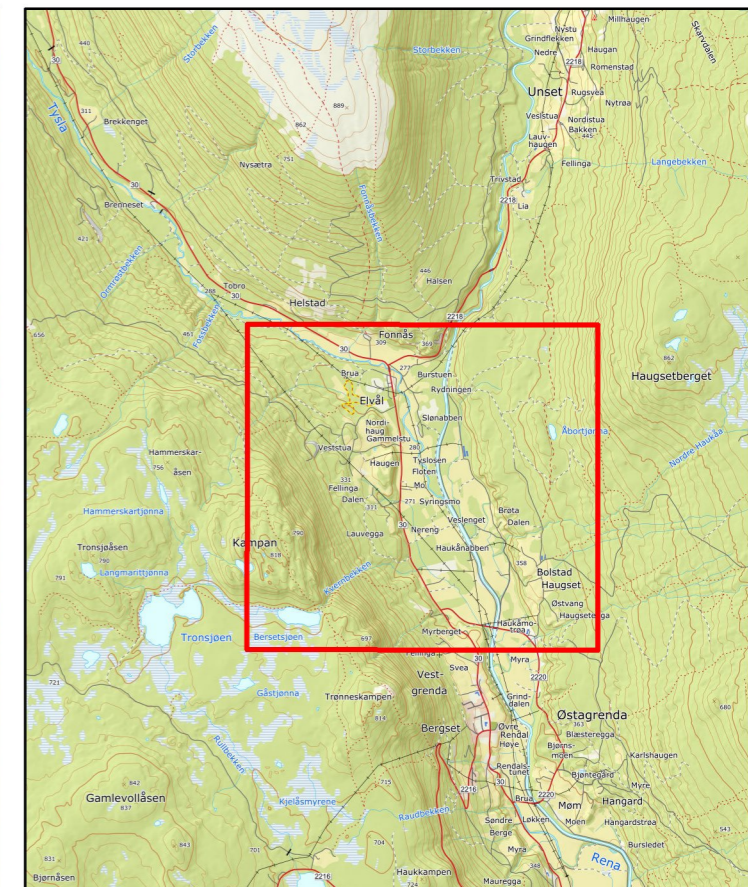


Tegnforklaring

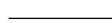

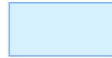



- Vannivå 20-årsflom
- Normalvannstand
- Flomsone 20-årsflom
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

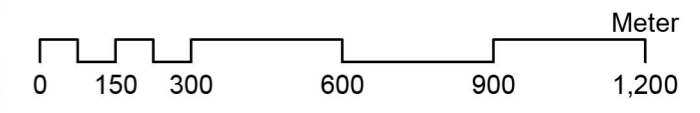



Utførende: NVE / Rendalen kommune		
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 20 år Vannføring Tysla: 57 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:8,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

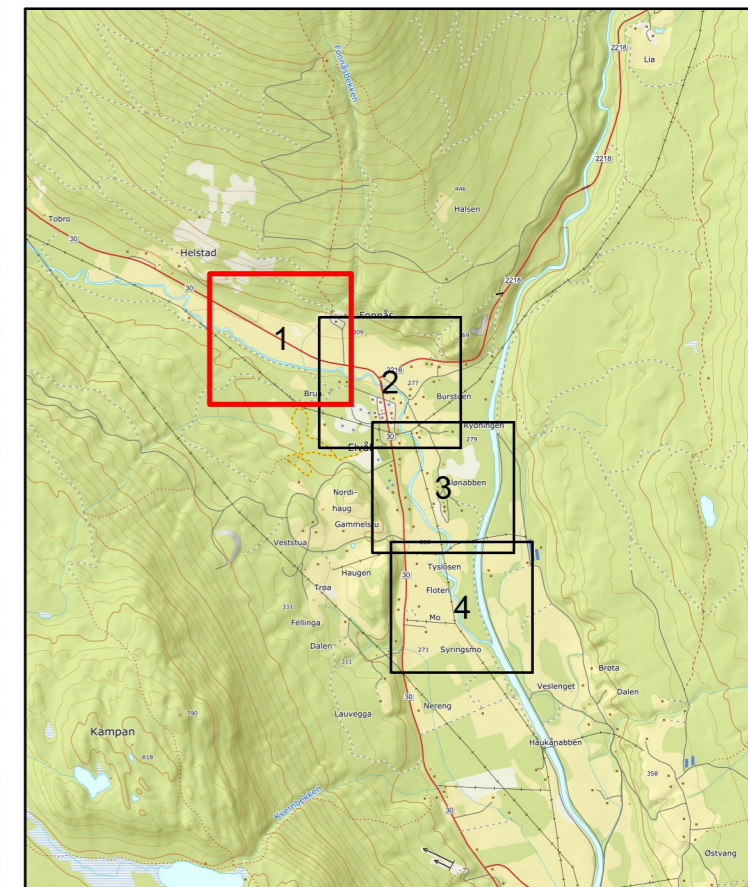
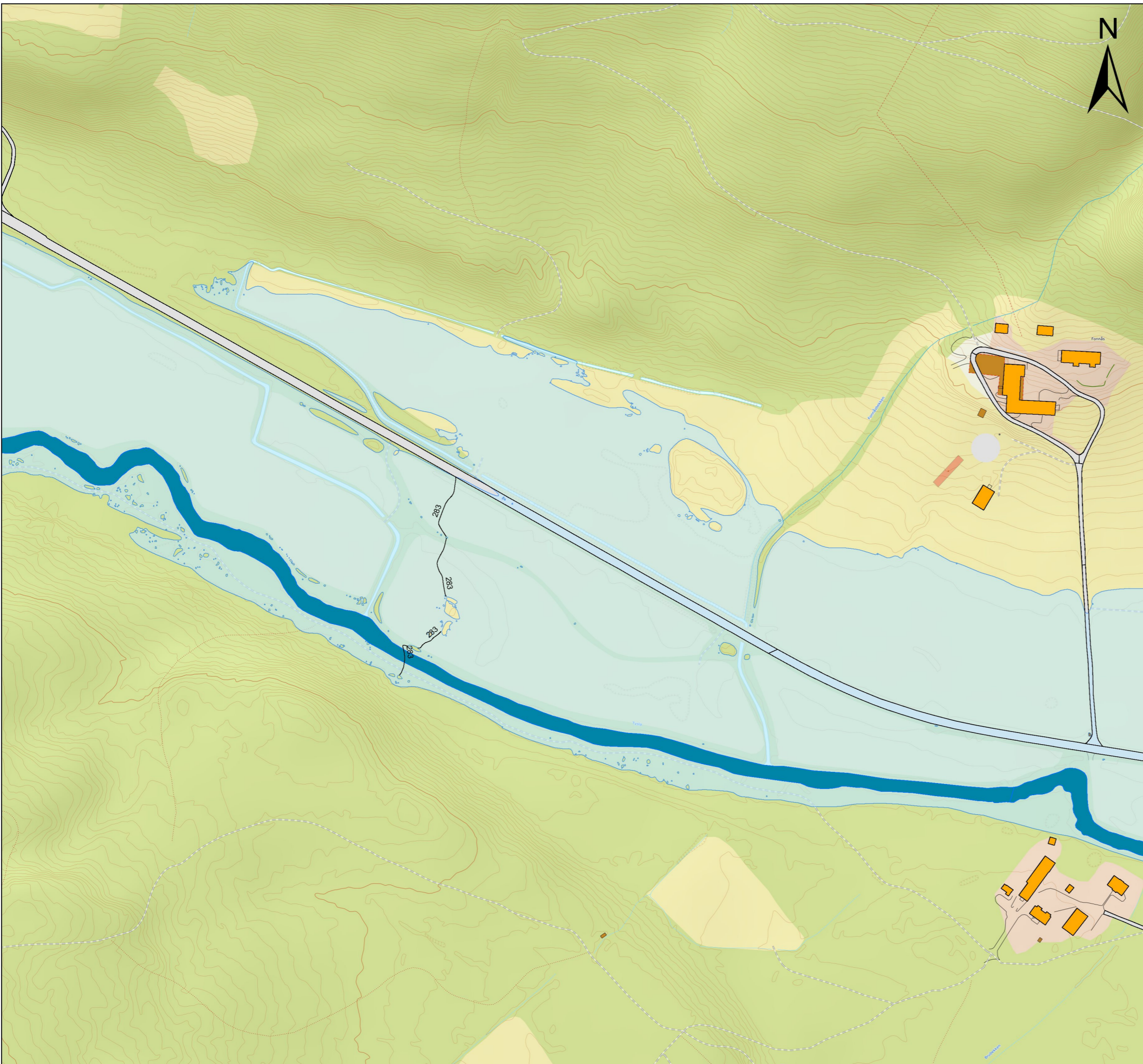


Tegnforklaring

-  Vannivå 20-årsflom
-  Normalvannstand
-  Flomsone 20-årsflom
-  Veg
- Bygg**
-  Uberørt
-  Berørt



Utførende: NVE / Rendalen kommune		
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 20 år Vannføring Tysla: 57 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:15,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult 	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

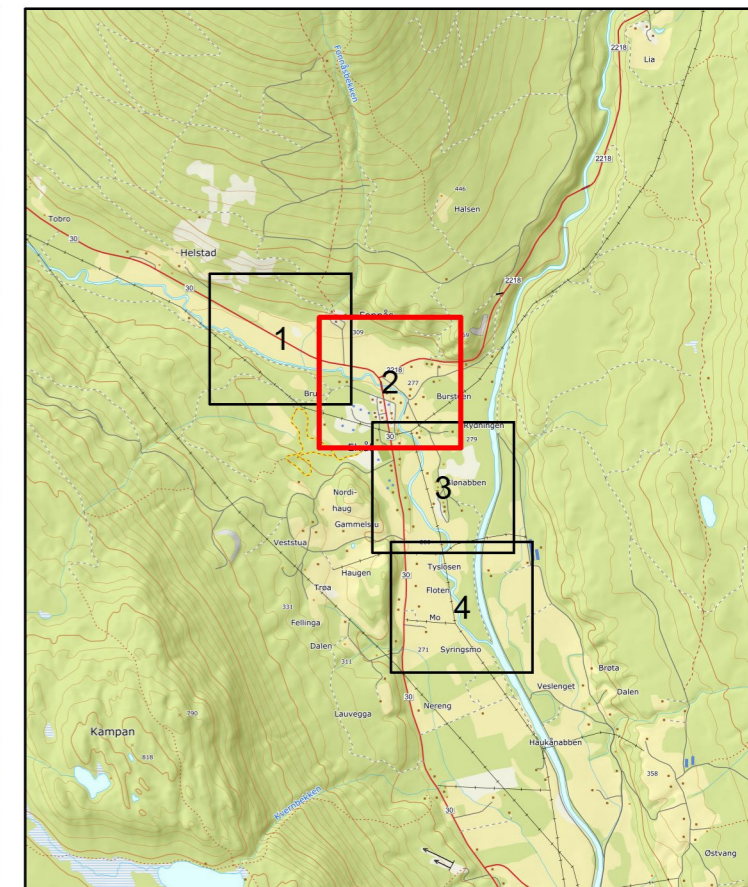
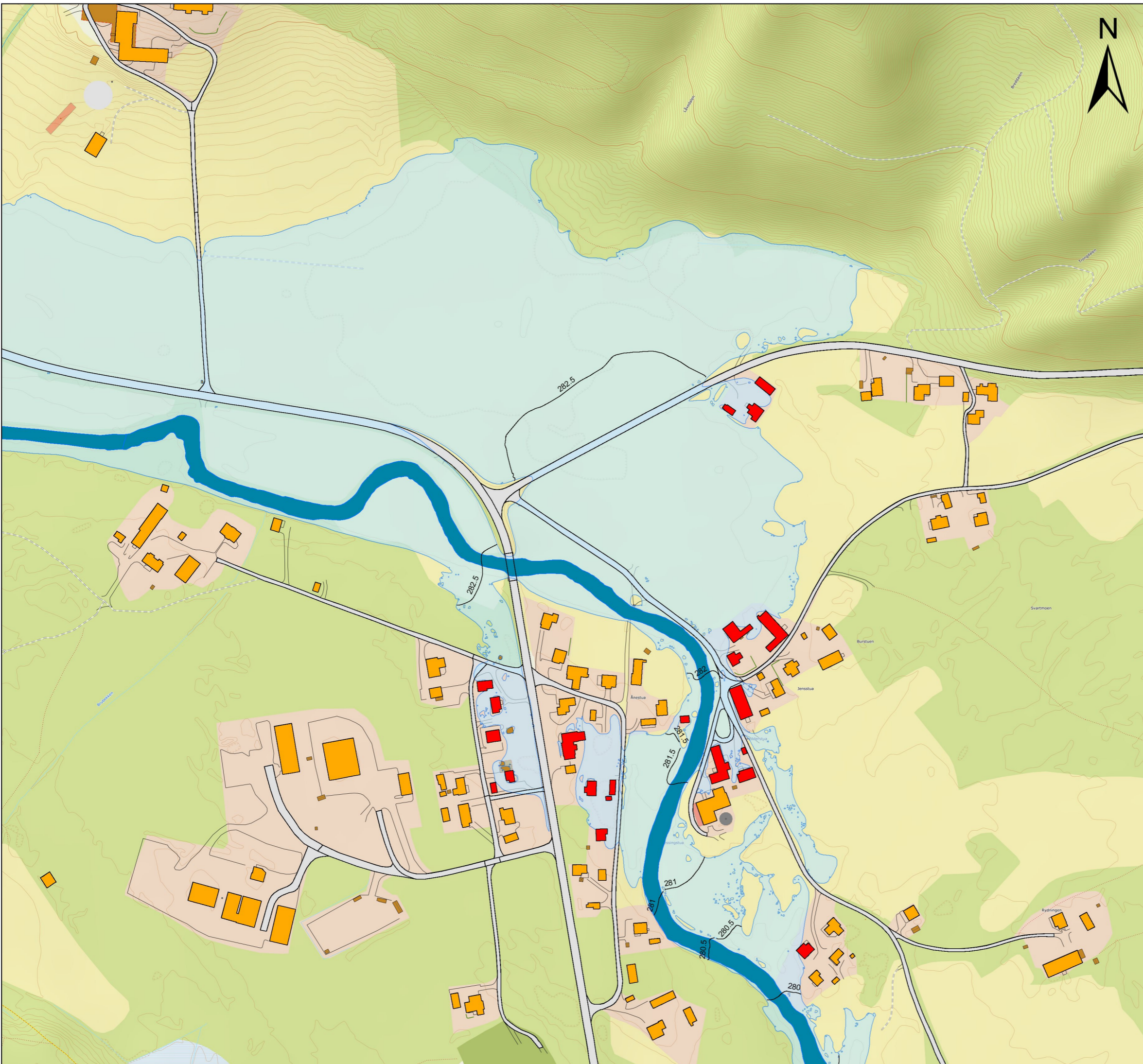


Tegnforklaring

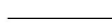
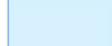



- Vannivå 20-årsflom inkl. klimapåslag
- Flomsone 20-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

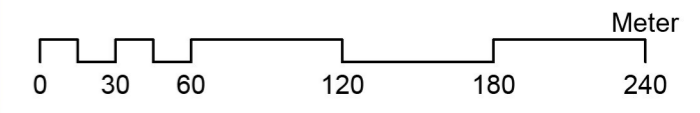



Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 1
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentakintervall: 20 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 68 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

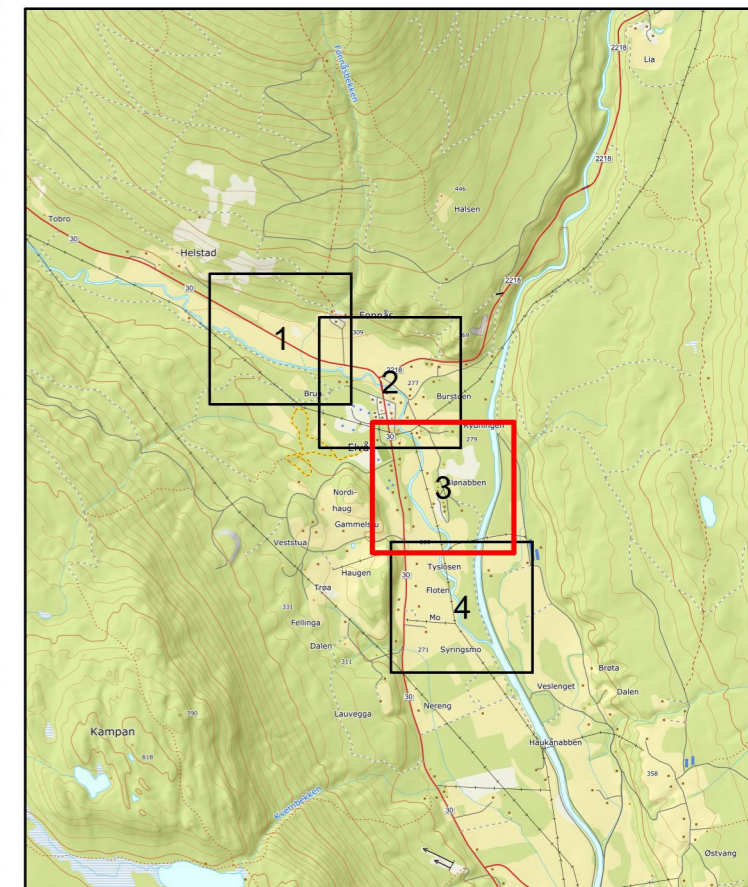


Tegnforklaring

-  Vannivå 20-årsflom inkl. klimapåslag
-  Flomsone 20-årsflom inkl. klimapåslag
-  Normalvannstand
-  Veg
- Bygg**
-  Uberørt
-  Berørt

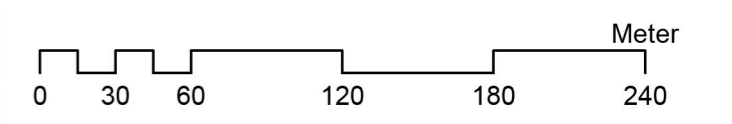


Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 2
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 20 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 68 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult 	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

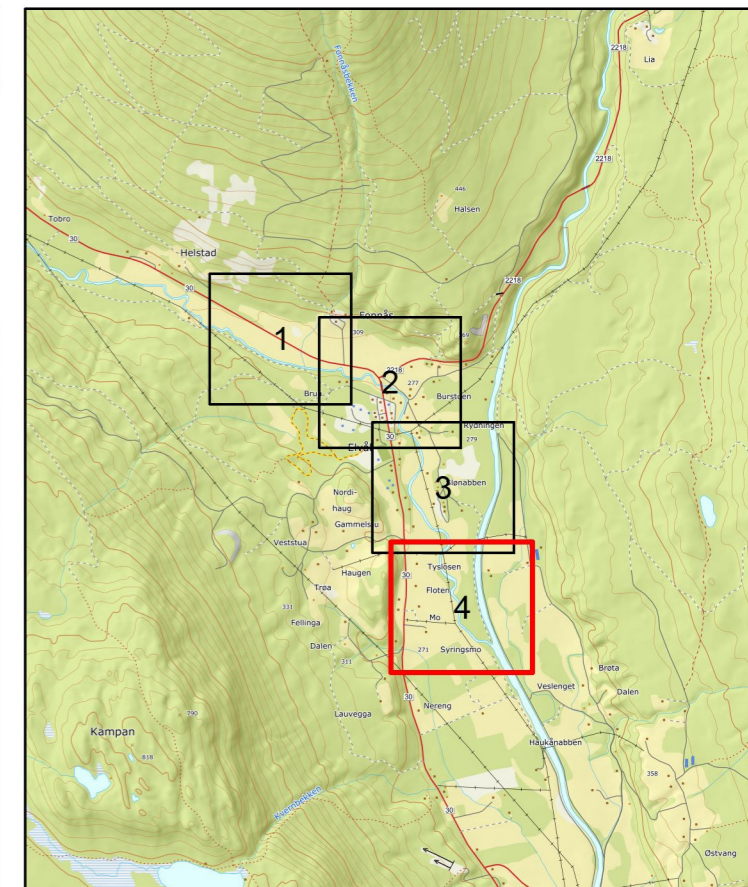
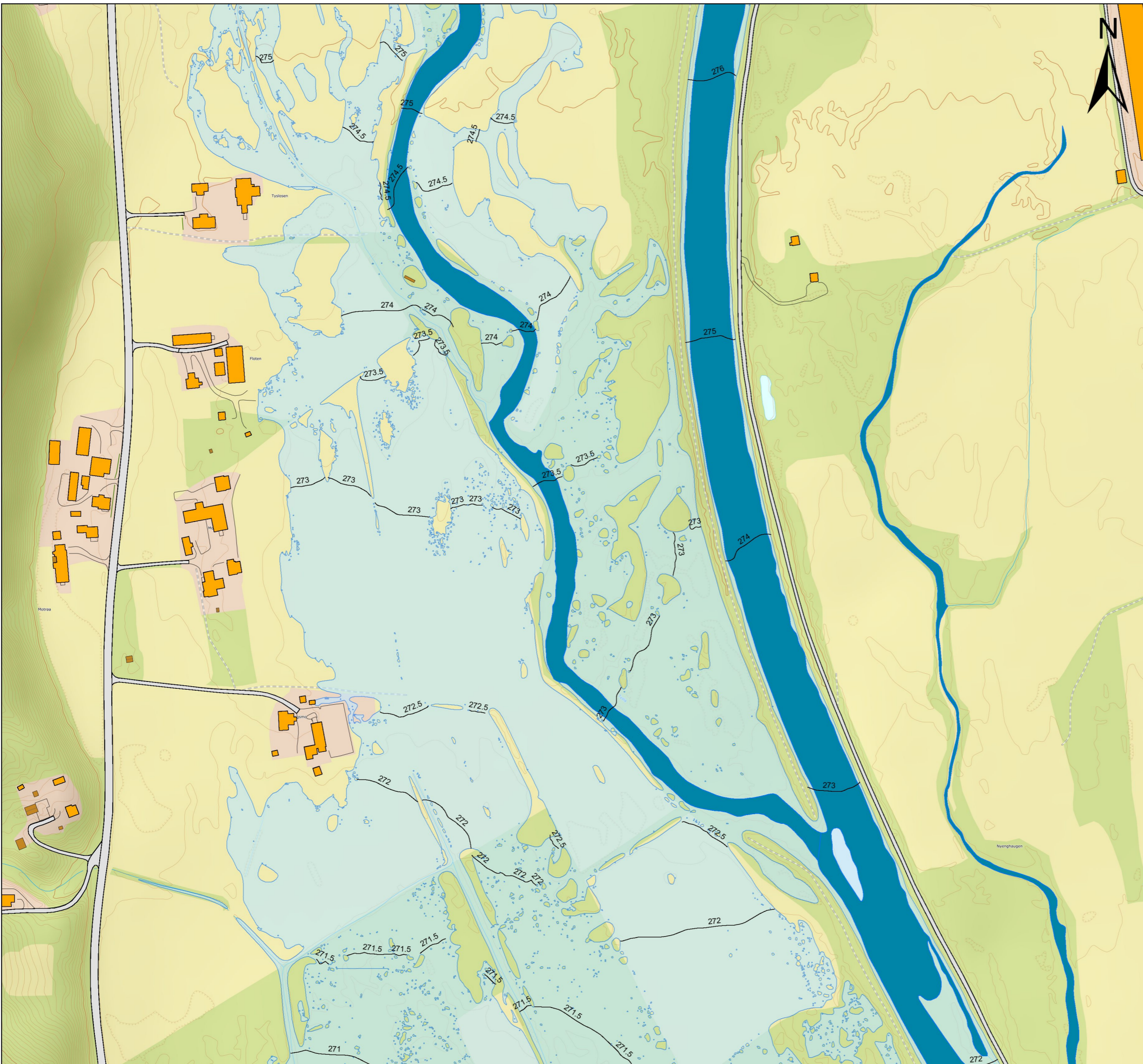


Tegnforklaring

- Vannivå 20-årsflom inkl. klimapåslag
- Flomsone 20-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt



Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 3
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentakintervall: 20 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 68 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

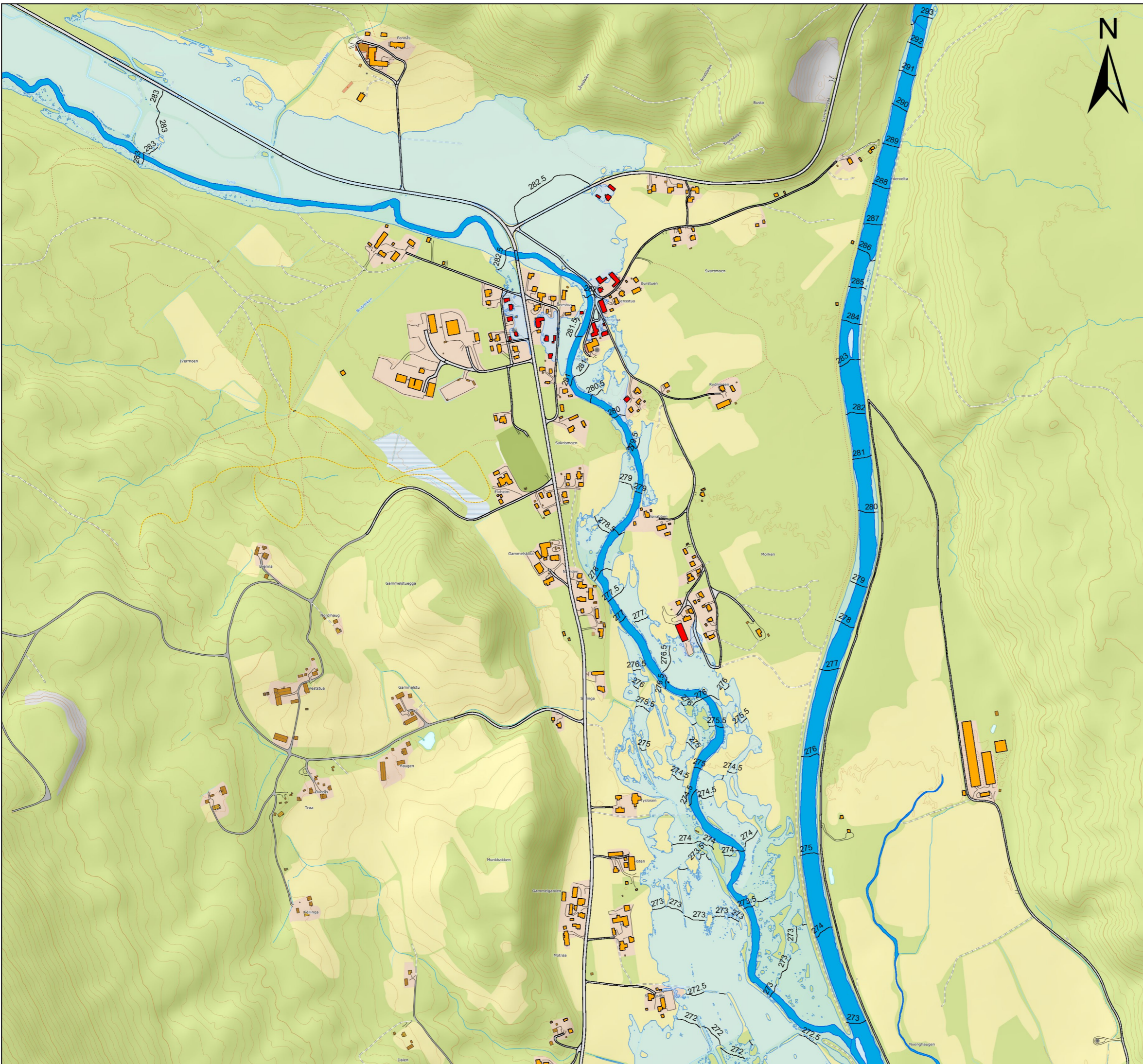


Tegnforklaring

- Vannivå 20-årsflom inkl. klimapåslag
- Flomsone 20-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

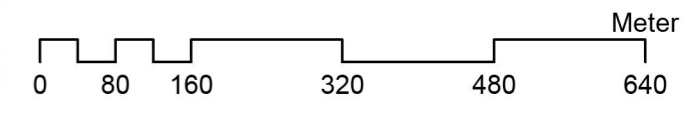


Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 4
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentakintervall: 20 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 68 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

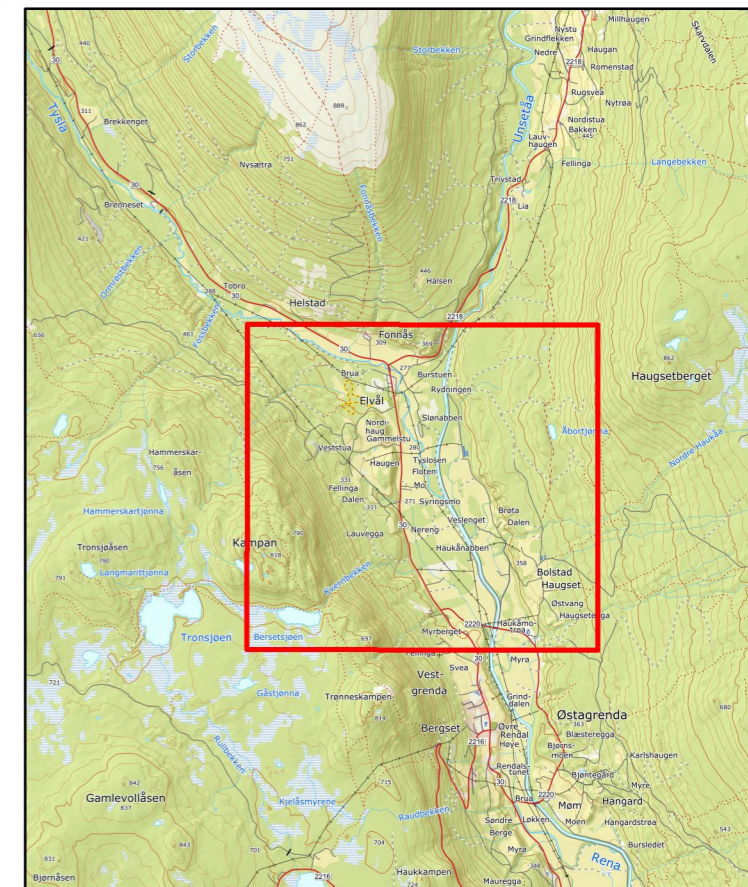


Tegnforklaring

- Vannivå 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Flomsone 20-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

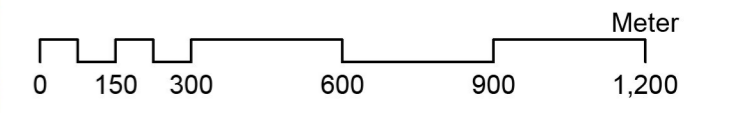


Utførende: NVE / Rendalen kommune		
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 20 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 68 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:8,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

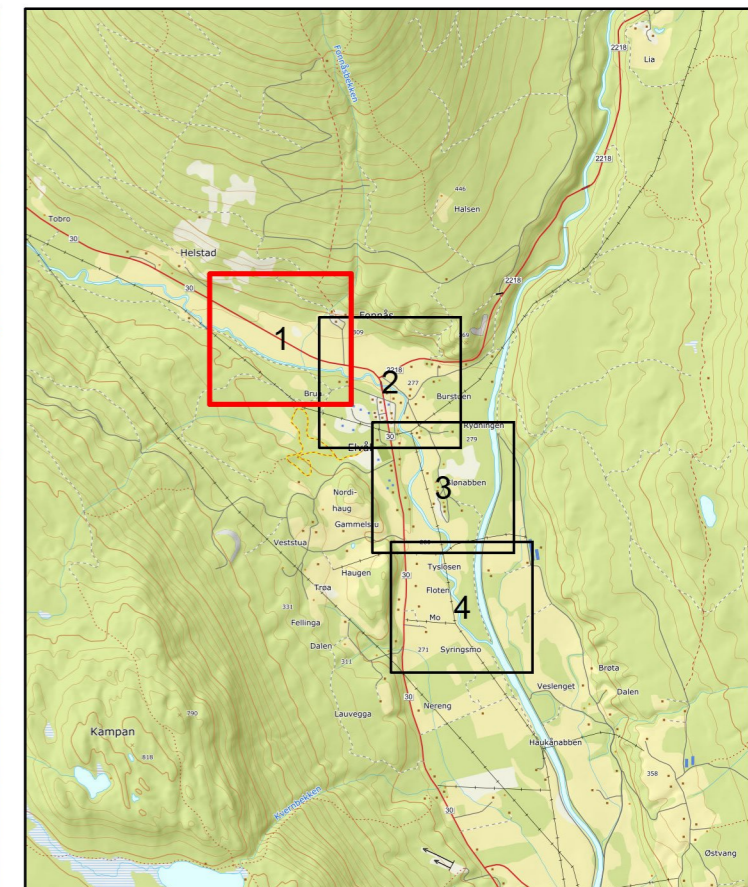


Tegnforklaring

- Vannivå 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Flomsone 20-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

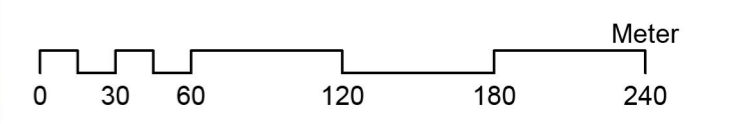


Utførende: NVE / Rendalen kommune		
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 20 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 68 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 205 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:15,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

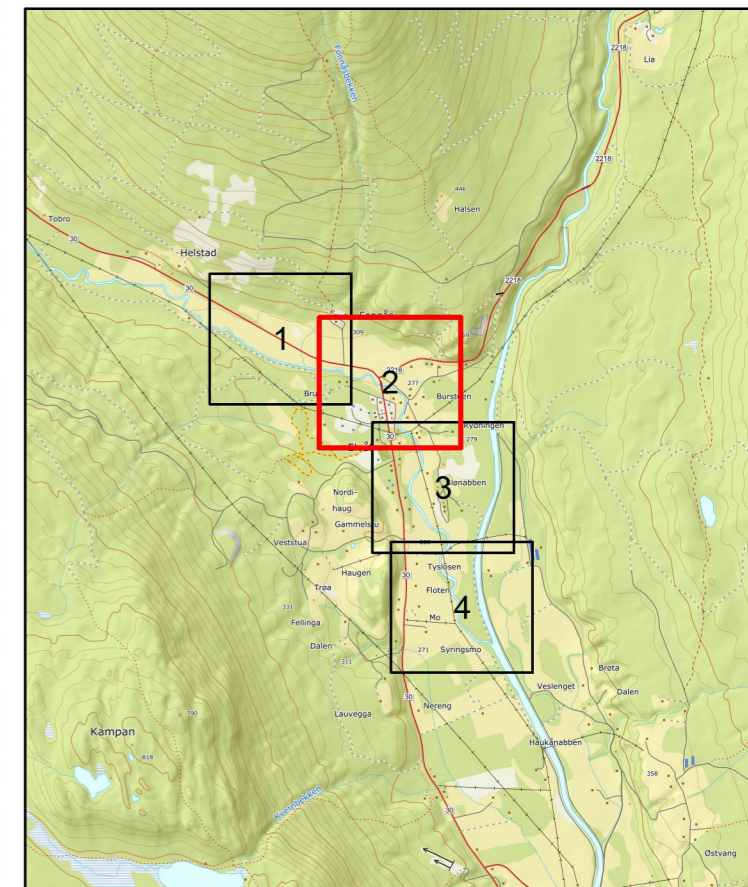
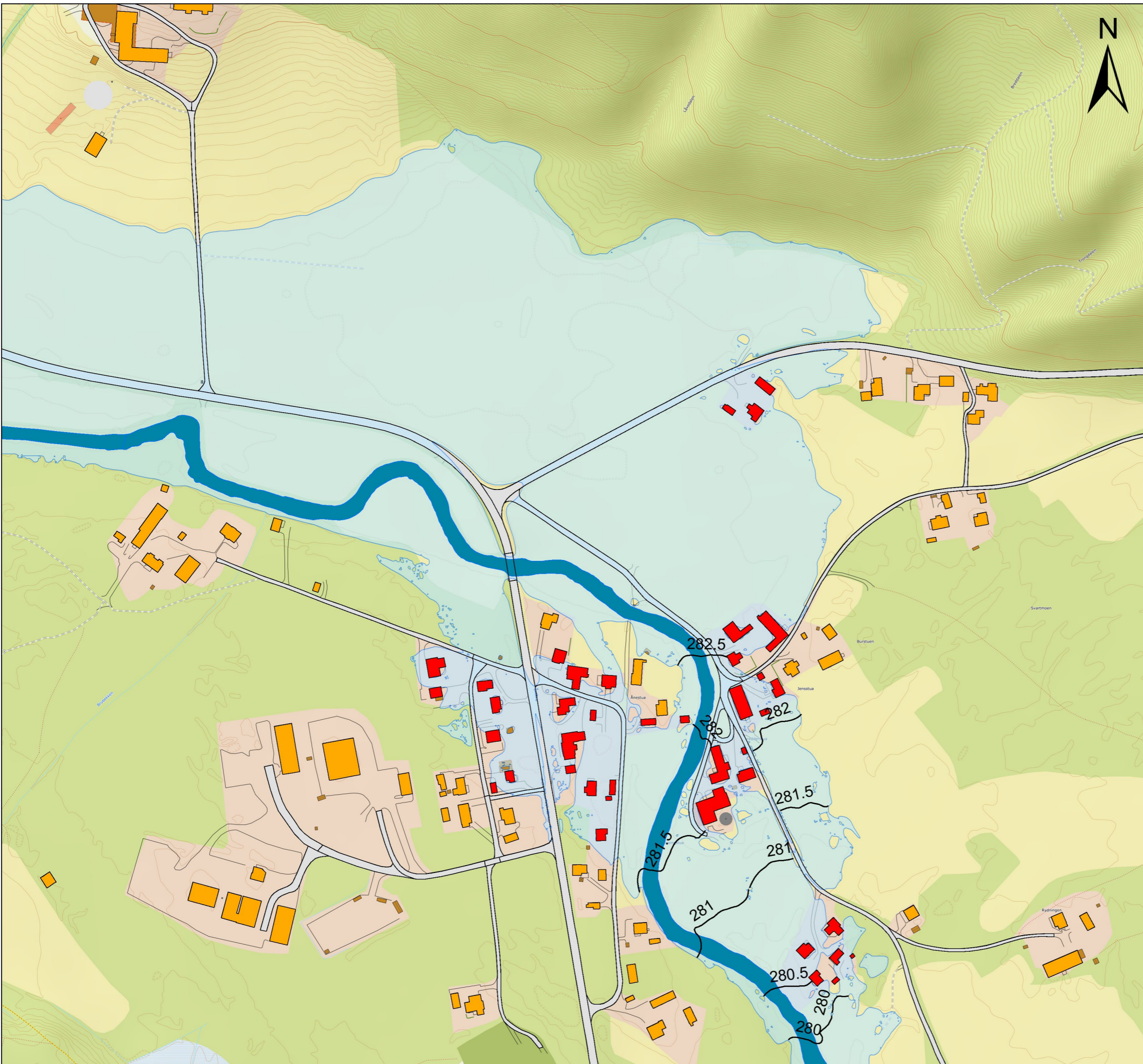


Tegnforklaring

- Vannivå 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Flomsone 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

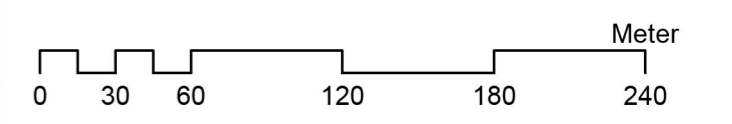


Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 1
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentakintervall: 200 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 110 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 331 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

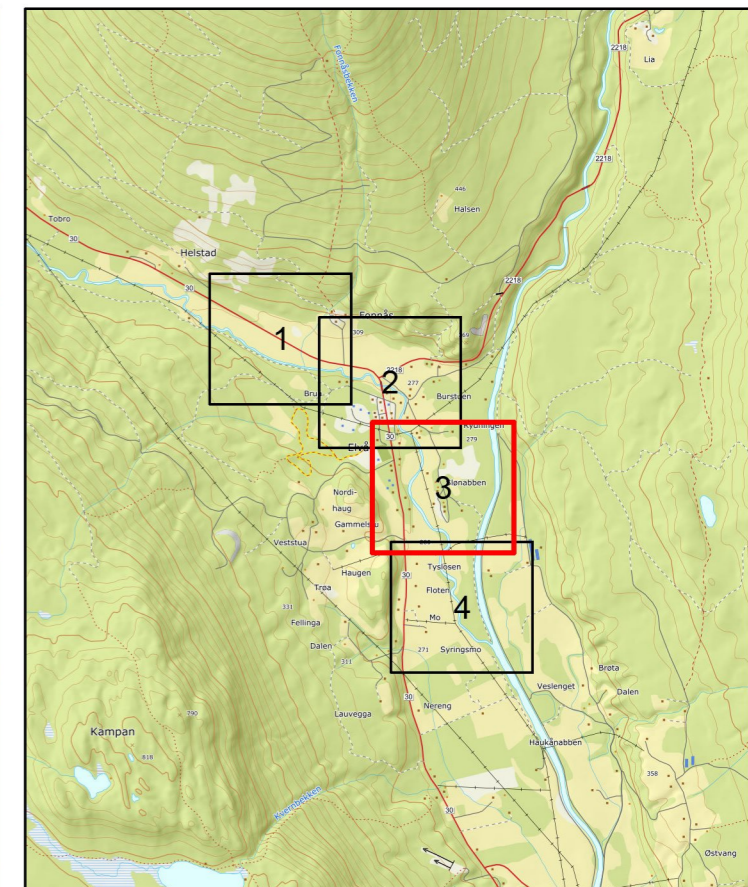
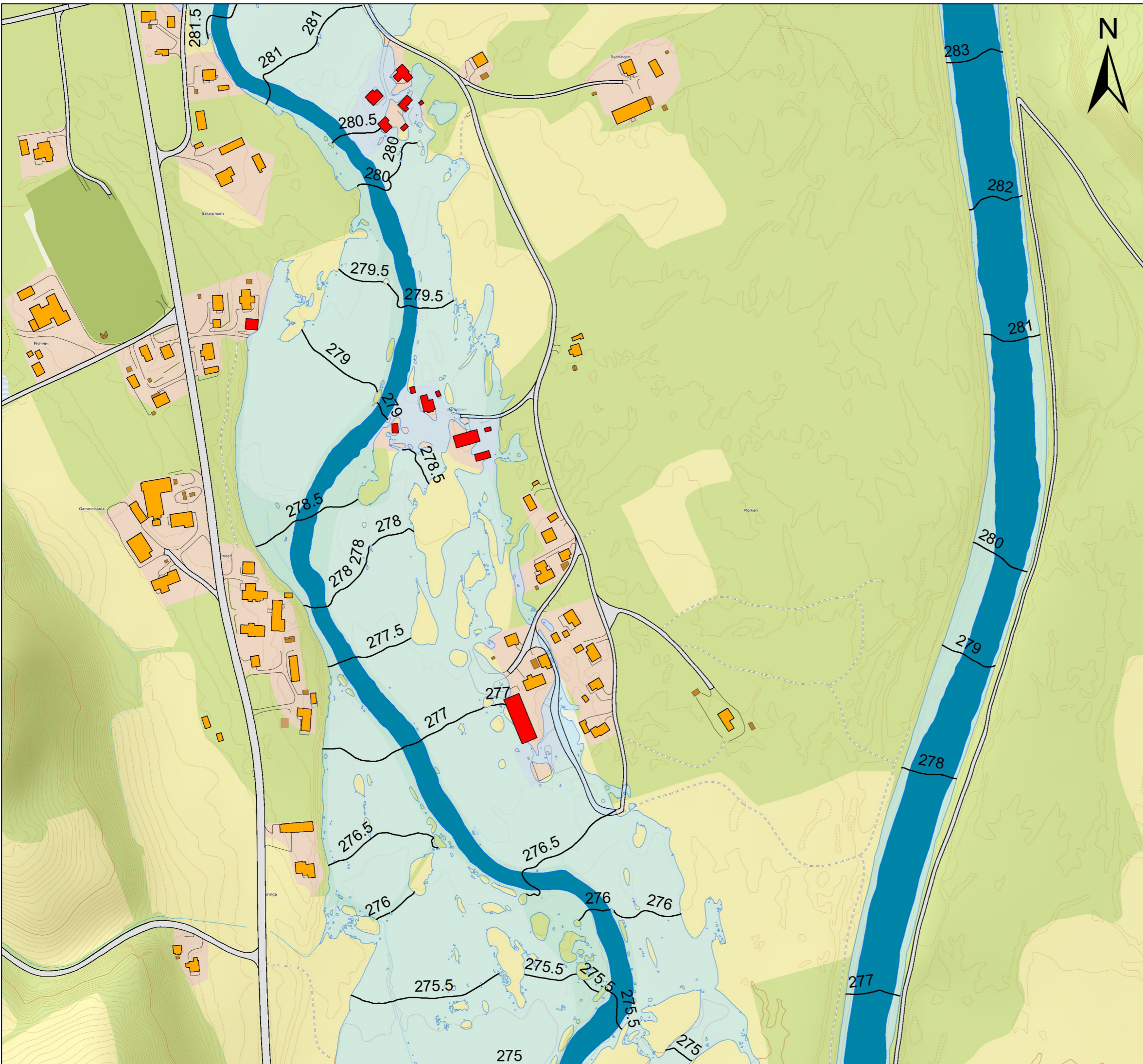


Tegnforklaring

- Vannivå 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Flomsone 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

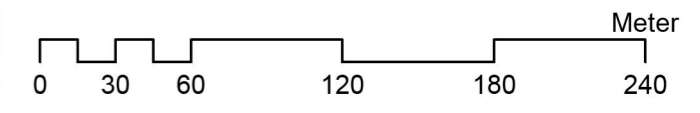


Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 2
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentakintervall: 200 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 110 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 331 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

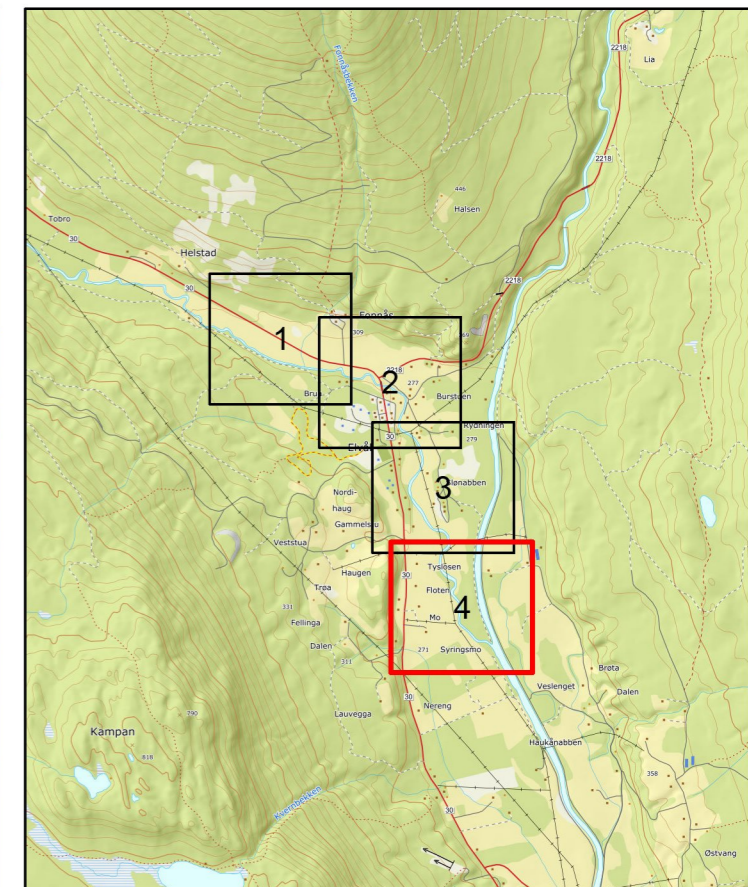
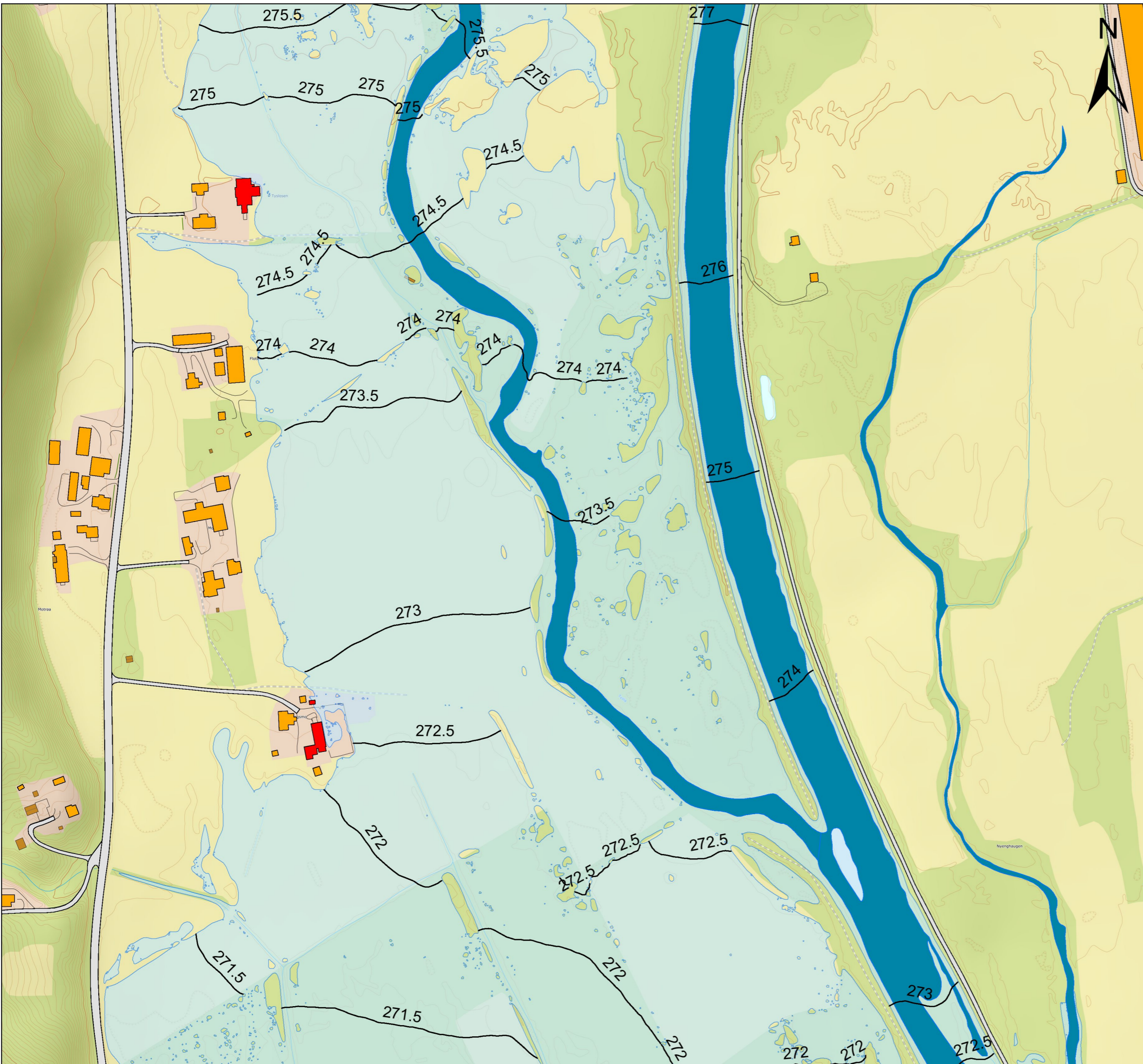


Tegnforklaring

- Vannivå 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Flomsone 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

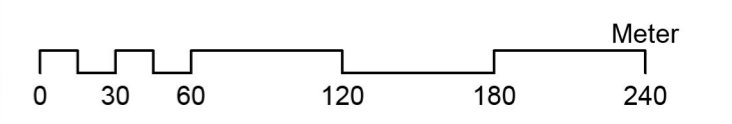


Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 3
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentakintervall: 200 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 110 m³/s Vannføring Unsetåa: 331 m³/s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

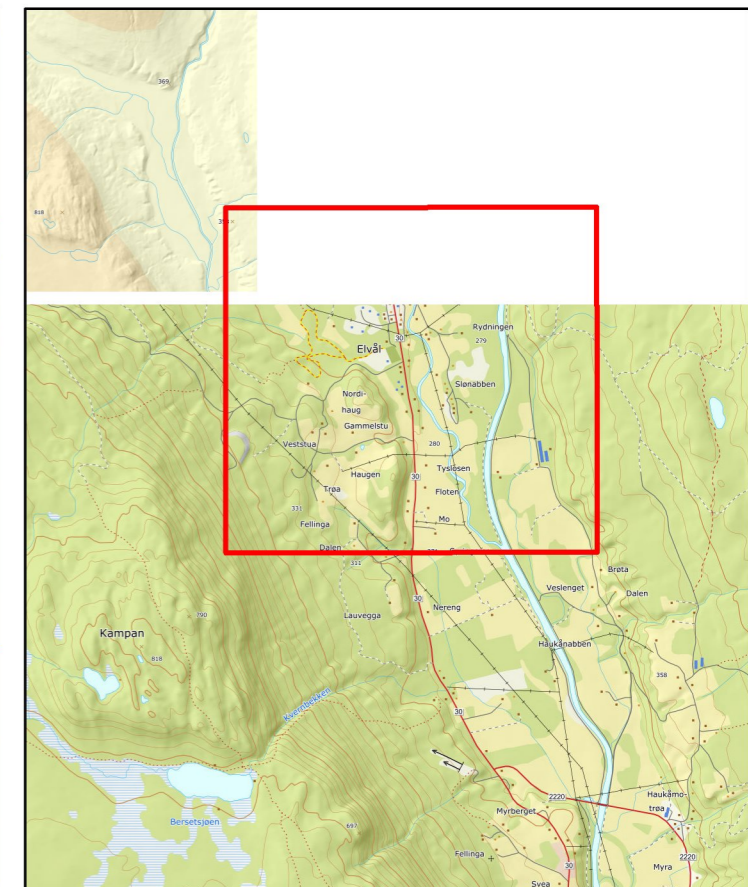
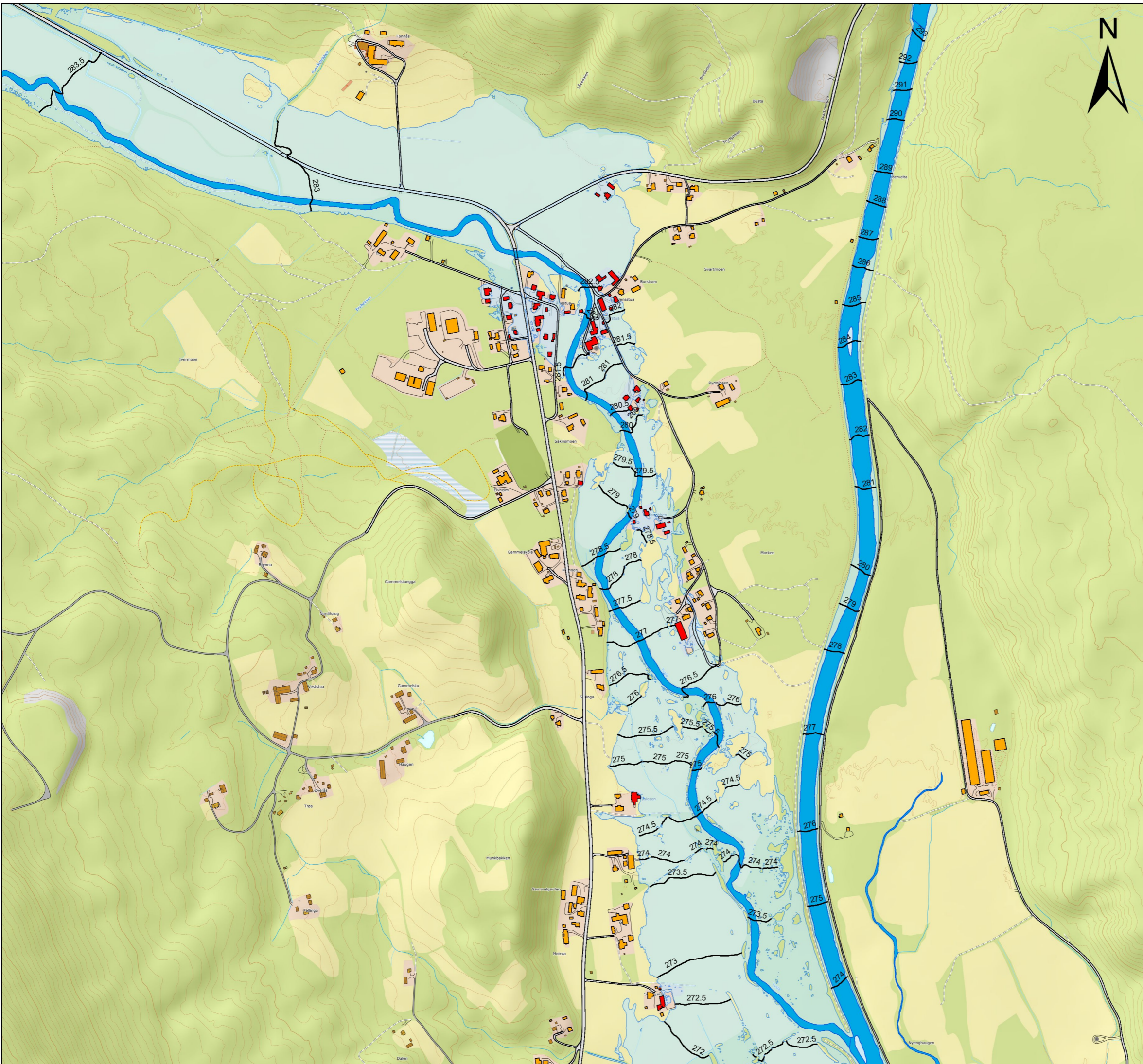


Tegnforklaring

- Vannivå 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Flomsone 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

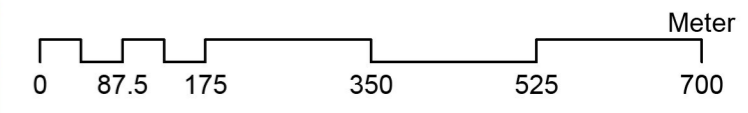


Utførende: NVE / Rendalen kommune		Kartblad: 4
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 200 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 110 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 331 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:3,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

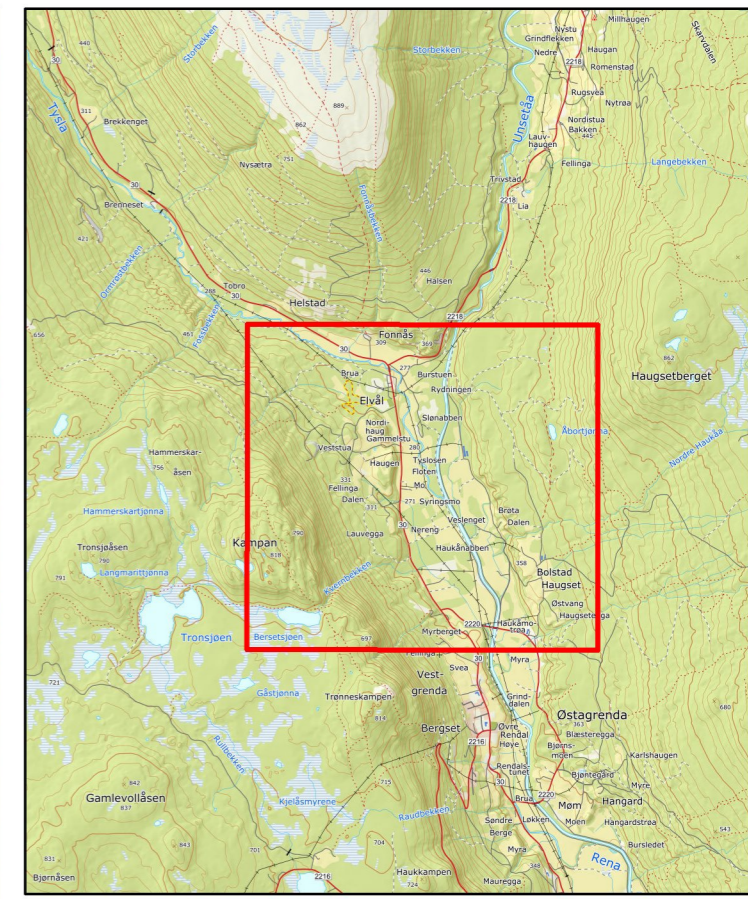


Tegnforklaring

- Vannivå 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Flomsone 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

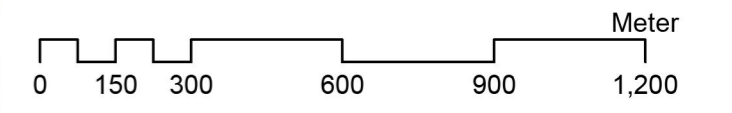


Utførende: NVE / Rendalen kommune		
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 200 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 110 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 331 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:8,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022



Tegnforklaring

- Vannivå 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Normalvannstand
- Flomsone 200-årsflom inkl. klimapåslag
- Veg
- Bygg**
- Uberørt
- Berørt

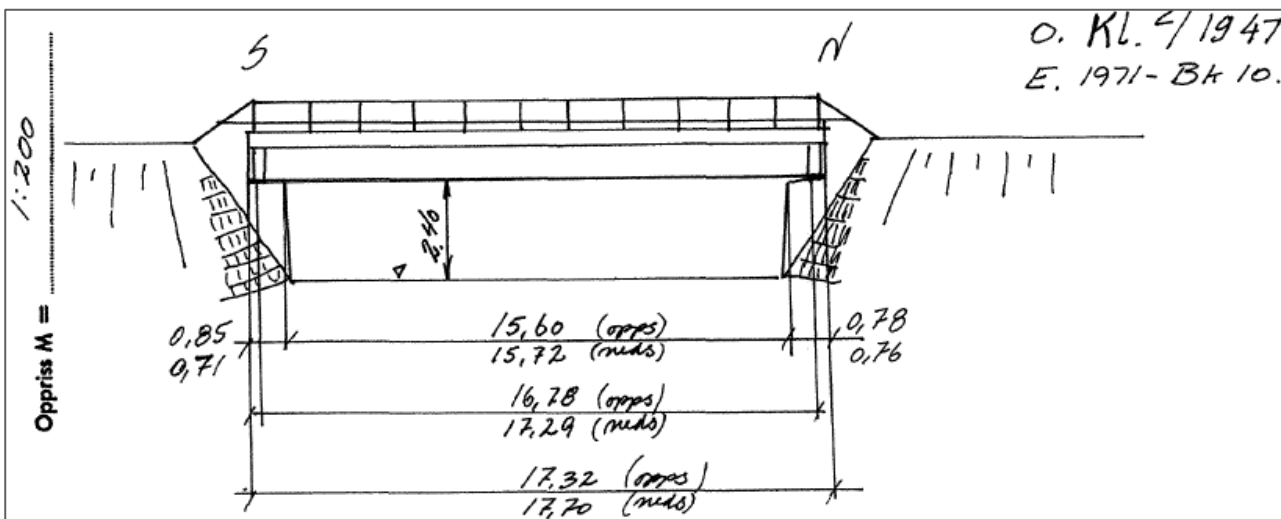


Utførende: NVE / Rendalen kommune		
Flomsonekart for Tysla ved Elvål Gjentaksintervall: 200 år inkl. klimapåslag Vannføring Tysla: 110 m ³ /s Vannføring Unsetåa: 331 m ³ /s		
Målestokk i A3 1:15,000	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult	Oppdragsnr. 52202370	Dato 15.09.2022

Bilag 4 – Infrastruktur i vassdraget

Oppdragsgiver: NVE
Oppdragsnr.: 52205213

Elvål vegbru



Oppdragsgiver: NVE

Oppdragsnr.: 52205213

Elvål gangbru

