



NVE



EKSTERN RAPPORT NR. 19 / 2025

Flomsonekart Delprosjekt Arendal

SKREVET AV Multiconsult

NVE Ekstern rapport nr. 19/2025

Flomsonekart Delprosjekt Arendal

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktør: Eloi Denamur
Forfattere: Sindre Holm og Eloi Denamur
Omslagsbilde: Utløpsområde ved Nidelva mars 2025 – der elv og kyst møtes.
Foto: Sindre Holm

ISBN: 978-82-410-2505-1
ISSN: 2535-8235
Saksnummer: 202422785

Sammendrag: Flomsoner for Nidelva i Arendal kommune er kartlagt. Kartleggingen er utført av Multiconsult på oppdrag fra NVE. Det er utarbeidet flomsonekart for 20-, 50-, 100-, 200- og 1000-årsflommen, samt 20-, 200- og 1000-årsflommen i et endret klima i år 2100. Kartleggingen dekker strekningen fra E18-krysningen og ned til havet.

Emneord: Flom, flomsone, stormflo, flomsonekart, flomberegning, flomanalyse, Nidelva, Arendal

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Innholdet kan brukes videre mot kreditering.

November 2025

Forord

Et nasjonalt kartgrunnlag – flomsonekart – er under etablering for de vassdragene i Norge som har størst skadepotensial. Hovedmålet med kartleggingen er forbedret arealplanlegging, byggesaksbehandling og beredskap i flomutsatte områder, slik at skadene ved flom blir redusert.

Denne rapporten presenterer resultatene av flomsonekartleggingen av Nidelva i Arendal kommune i Agder fylke. Kartleggingen er utført av Multiconsult på oppdrag fra NVE.

Vi takker Arendal kommune som har bidratt med nyttige innspill.

Oslo, november 2025

Torsten Starkloff
faggrupeleder for flom
Seksjon for flom og skred

Ole Fjellstad Holt
overingeniør
Seksjon for flom og skred

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.

Innhold

1	Innledning.....	5
1.1	Formål og bakgrunn	5
1.2	Avgrensning av prosjektet	5
1.3	Flomsonekart og klimaendringer	6
2	Regelverk og krav	8
3	Metode og data	9
3.1	Tidligere utredninger i nærheten	9
3.2	Oppsummering og resultater fra befarings	9
3.3	Observerte flommer og kalibreringsdata.....	9
4	Flomberegning	12
4.1	Nedbørfelt.....	12
4.2	Hydrometriske stasjoner.....	14
4.3	Flomberegning	16
4.4	Ekstremvannstander i sjø, nå og i et endret klima.....	18
4.5	Samtidighetsanalyse	18
4.6	Klassifisering av flomberegning	22
5	Hydrauliske beregninger	24
5.1	Hydraulisk modell	24
5.2	Topografiske data	24
5.3	Redigering av terreng	24
5.4	Beregningsnett.....	27
5.5	Konstruksjoner	27
5.6	Grensebetingelser	37
5.7	Kalibrering/tilpasning.....	38
5.8	Bygninger	43
5.9	Ruhetsverdier	43
5.10	Følsomhetsanalyse	43
5.11	Klassifisering av hydraulisk modell.....	43
5.12	Sikkerhetspåslag.....	44
6	Andre farer i vassdraget	47
6.1	Is-relaterte problemstillinger	47

6.2	Massetransport, erosjons- og sikringstiltak	47
6.3	Områder utenfor flomsonene	48
7	Resultater og konklusjon	49
7.1	Resultatet fra flomsoneanalysen.....	49
7.2	Lengdeprofiler	51
7.3	Flomsonekart	54
7.4	Hastighetskart	78
8	Usikkerhet	102
8.1	Flomberegninger	102
8.2	Hydrauliske beregninger	102
8.3	Flomsonen	102
9	Referanser.....	104

Sammendrag

Flomsonekartlegging av Nidelva er gjennomført for å identifisere eksisterende byggverk utsatt for flom, samt kartlegge områder som kan være flomutsatte ved fremtidig utbygging, i tråd med kravene i TEK17. Kartene er basert på resultatet fra en hydraulisk modell, flomberegning og laserskannet dybde data. Beregningene og kartene er basert på beste tilgjengelige klima-, terreng- og flomdata. Det er utarbeidet flomsonekart for 20-, 50-, 100-, 200- og 1000-årsflommen, samt 20-, 200- og 1000-årsflommen i et endret klima i år 2100.

Alle topografiske data er oppgitt i UTM-sone 33N og høydereferanse NN2000. Videre er beregningene gjort under forutsetning om at en har rent vann og statisk geometri i elven, dvs. at effekter av tilstopping, is, og isganger, erosjon og masseavsetninger m.m. ikke er beregnet.

Flomfarekartleggingen er gjort for område mellom kryssingen av E18 og ned til havet. Nedre grensebetingelse for hydrauliske beregninger er satt som 1-års stormflo, som er forventet havnivå under flom. Øvre grensebetingelser er satt som beregnede flomvannføringer for hovedløpet, samt Lillelv og Biebekken.

Framskrivninger av klimaet viser at Arendalsvassdraget får 20% økning i vannføring fram mot år 2100. Dette tilsvarer at dagens 500-årsflom vil være omtrent en 200-årsflom i år 2100. De største flommene i Nidelven skyldes regn og forekommer oftest om høsten.

Den kartlagte strekningen er nedre del av Arendalsvassdraget, som har en størrelse på 4011 km² ved utløpet i havet. Arendalsvassdraget har i øvre deler en rekke reguleringer i Nisserelvas og Fyreselvas nedbørfelt. Den totale reguleringsgrad for Nidelva er på ca. 40%.

Ved en 20-årsflom blir FV. 420 delvis oversvømt ved Nidelva Camping. Nedre Haugerød vei og bebyggelse langs denne, samt noe bebyggelse ved Vrengen oversvømmes. Hele Nidelva Camping oversvømmes.

Ved 50-årsflom oversvømmes noe mer bebyggelse på nord-vest siden av elveløpet der hovedløpet deles ved Tangen. Noe bebyggelse på nord og sørsiden av Hølen berøres, samt bygninger rundt Willumsholmene. Vannet renner nå over på andre siden av Fv. 420 ved Nidelva camping, men vannet holdes i en forsenkning der, uten at flere bygninger berøres.

Ved 100-årsflommen oversvømmes noe mer bebyggelse på nord og sørsiden av Hølen, samt ved Skarpnestangen og Gåresund.

Ved 200-årsflommen oversvømmes større områder ved Tangen og sørdelen av Hølen, som påvirker noen flere bygninger.

Ved 1000-årsflommen er hele Tangen oversvømt. Flere deler av Fv. 420, deler av Fv. 407, samt flere bygninger på nordsiden av Hølen oversvømmes. I tillegg oversvømmes en større del av havna og flere boliger ved Natvig.

20-årsflommen i et endret klima i år 2100 har litt høyere vannstand enn dagens 50-årsflom. På grunn av stigning i havnivå berører flommen flere bygninger nærmere havet, spesielt ved Natvig.

200-årsflommen med klimapåslag har samme utstrekning som dagens 1000-årsflom i nedre del nærmere sjøen. Lenger opp i vassdraget har den litt mindre utstrekning enn dagens 1000-årsflom. Den berører likevel mange av de samme områdene. Deler av Fv. 420 og Fv. 407 berøres.

I tillegg til det som berøres av dagens 1000-årsflom, vil 1000-årsflommen med klimapåslag dekke større deler av områdene sør for Fv. 420, på sørsiden av Hølen. Flere boliger ved Bøsseviga berøres. Hele Tangen oversvømmes. Flommen berører et større område ved Natvig.

En sikkerhetsmargin bør legges til ved praktisk bruk. Fra vurderinger av datagrunnlaget er det simulert med 5% påslag på vannføringen for alle scenarioer. Resulterende økning i vannstand varierer mellom 1 og 11 cm avhengig av gjentakintervall og plassering i analyseområde. Det anbefales å legge til et påslag i vannstanden i henhold til Tabell 5-6 i kapittelet om sikkerhetspåslaget.

I kommuneplanarbeidet kan flomsonene benyttes direkte for å identifisere områder som ikke bør legges ut som byggeområder, uten nærmere vurdering av fare og mulige tiltak. Ved detaljplanlegging og i dele- og byggesaker, må kommunen ta hensyn til at flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. I områdene nær grensen for faresonen er det særlig viktig at høyden på terrenget blir kontrollert mot beregnede flomvannstander. Det er også viktig å huske at for å unngå flomskade, må dreneringen til et bygg utformes slik at avløpet også fungerer under flom.

Områder som er utsatt for flomfare, skal settes av som hensynssoner – flomfare på arealplankart, og det skal knyttes bestemmelser til området som avgrenser eller setter vilkår for arealbruken (for eksempel rekkefølgekrav).

Flomfarehensyn må innarbeides når kommuneplanen for Arendal blir oppdatert. Flomsonene kan også benyttes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak.

1 Innledning

1.1 Formål og bakgrunn

Det er utarbeidet flomsonekart for nede deler av Nidelva fra der E18 krysser elven til utløp i havet (ca. 4 km). Det kartlagte område ligger i Arendal kommune. Flomsonekartlegging av Nidelva er gjennomført for å identifisere eksisterende byggverk utsatt for flom, samt kartlegge områder som kan være flomutsatte ved fremtidig utbygging, i tråd med kravene i TEK17.

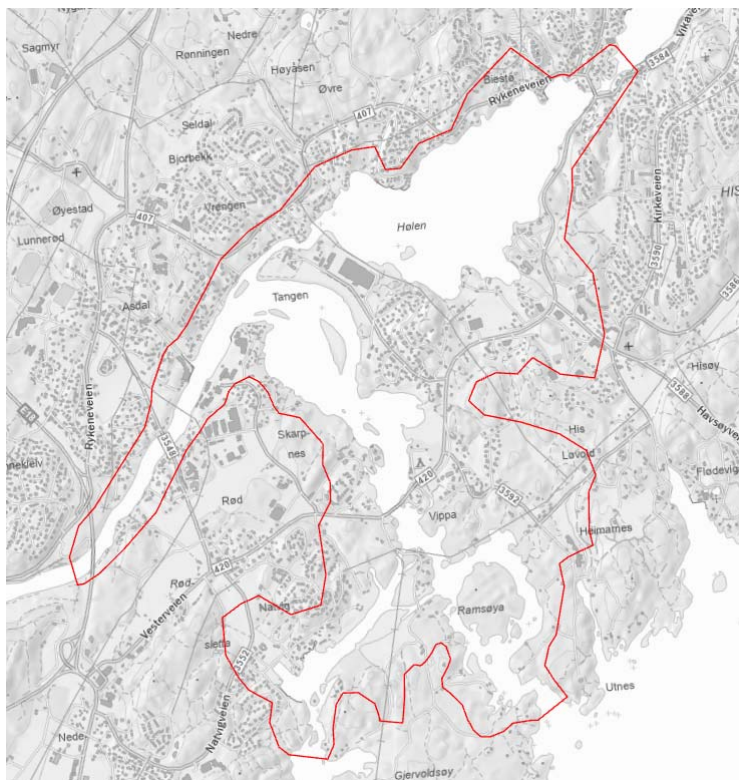
Hovedmålet med kartleggingen er å gi et bedre grunnlag for arealplanlegging og byggesaksbehandling for områder i nærheten av vassdrag. Kartleggingen skal i tillegg bedre grunnlaget for flomvarsling og planlegging av flomsikring.

Etter den store flommen på Østlandet i 1995, ble det etablert et flomtiltaksutvalg, som anbefalte at det etableres et nasjonalt kartgrunnlag – flomsonekart – for de vassdragene i Norge som har størst skadepotensial (NOU, 1996:16).

Etter Stortingsmelding nr. 42 (1996-1997) ble det satt i gang flomsonekartlegging i regi av NVE. Regjeringen vurderer bedre styring av arealbruken som det viktigste tiltaket for å begrense flomskader. I Stortingsmelding nr. 15 (2011-2012) ble det bestemt at regjeringen vil videreføre satsingen på flomsonekart.

1.2 Avgrensning av prosjektet

Flomsonekartet for Nidelva dekker flomutsatte områder fra litt nedstrøms E18 til utløpet i havet 3 steder; ved Lyngholmen, Ramsøya og Ospeviga.



Figur 1-1. Oversikt over avgrensningen av flomsonekartene.

Lav helning på elveløpet sammen med utløp i hav gjør at vannstanden som beregnes er forårsaket av flom i Nidelva i kombinasjon med havnivået. Det er viktig å påpeke at flomsonekartleggingen ikke viser områder utsatt for stormflo ved de ulike gjentakintervallene som er vurdert.

Det er også lagt til vannføring fra de to sidevassdragene Lillelv og Biebekken. Det er forutsatt rent vann og at geometrien ikke endres. Det vil si at faremomenter som erosjon, skred og isproblematikk ikke er tatt hensyn til i modelleringen.

Nidelvas nedbørfelt er bygd ut med en del store reguleringsmagasin i Nisser og Fyresvatn i øvre deler, samt overføringer og flere kraftverk i hele ned til Rygene. Det totale reguleringsvolumet på 1485 mill. m³ utgjør en reguleringsgrad på ca. 40%, som bidrar til å dempe de mindre flommene.

1.3 Flomsonekart og klimaendringer

Flomsonekart utarbeides med grunnlag i historiske data for vannføringer.

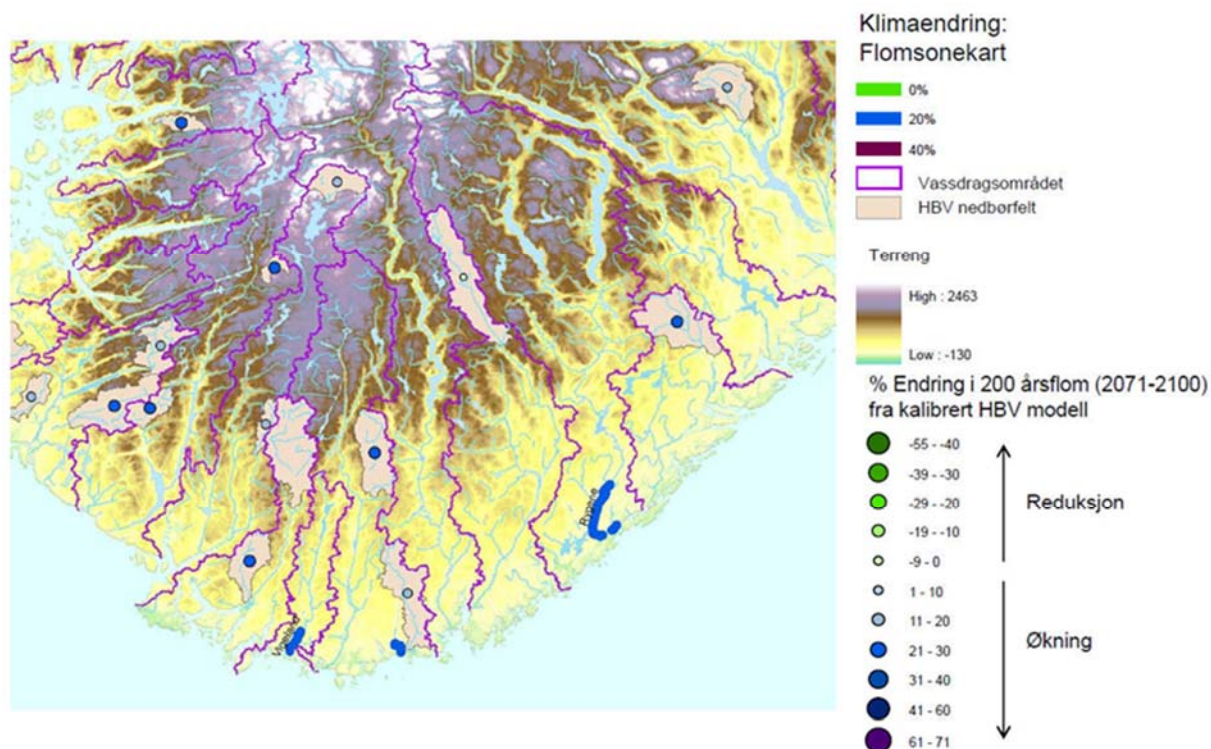
Klimaframskrivningene kommer fra ti ulike kombinasjoner av globale og regionale klimamodeller kjørt under ulike utslippsscenarioer, der scenariet RCP 8.5 er basert på høyt utslipp i framtiden. NVE har brukt klimadataene som inngangsdata til kalibrerte hydrologiske HBV-modeller for 115 nedbørfelt fordelt over hele Norge, for å finne forventet endring i middel-, 200- og 1000-årsflom i år 2100. Alle beregninger er utført med utgangspunkt i det beste av data per dags dato.

Beregningene i NVE rapport 81-2016 (NVE, 2016) er basert på flere tilgjengelige klimaframskrivninger, kalibrerte hydrologiske modeller og flomfrekvensanalyser. Beregnet endring i 200-årsflom er prosentvis endring mellom 1971–2000 og 2071–2100. Den fullstendige analysen inneholdt 8000 scenario (framtidbeskrivelser) for hvert nedbørfelt, der medianverdien av alle resultatene brukes videre i klimatilpasning. Medianverdi er den midterste verdien i en tallrekke.

Generelt er det forventet at ekstremnedbør og regnflommer kommer til å øke i hele landet, mens snøsmelteflommer i de større vassdragene vil minske i de fleste tilfellene. Resultatet av dette er økte flomstørrelser i alle vassdrag på Vestlandet, langs kysten og i små bratte vassdrag i hele landet. Også sideelver i små, bratte nedbørfelt vil få økt flomstørrelse, selv om flomfaren i hovedelva blir redusert. I store vassdrag på Østlandet, i innlandet i Midt-Norge, Troms og Finnmark forventes en reduksjon eller liten endring. I sistnevnte gruppe vil derfor eksisterende flomsonekart gi et tilfredsstillende grunnlag for vurdering av flomfaren, også med hensyn til framtidige flommer. Dette gjelder likevel ikke i munningsområdene, fordi havnivåstigning vil medføre forhøyede vannstander.

Effekt av klimaendringer på flom er kategorisert i tre inndelinger: ingen endring, 20 % og 40 % økning. Hvilken kategori en elvestrekning hører til, er avhengig av hvor i Norge en oppholder seg, nedbørfeltets areal og høydefordelingen i nedbørfeltet. NVE vil tilpasse flomsonekartene til et endret klima der det er nødvendig, etter hvert som gode nok data og

metoder foreligger. Dette har siden 2012 inngått i NVEs arbeid med ny kartlegging og oppdatering av flomsonekart.



Figur 1-2. Endring i vannføring som følge av klimaendringer. Resultatene er basert på framtidige klimascenario, regionale analyser og HBV-modeller i uregulerte nedbørfelt (NVE, 2016).

I NVEs rapport 81-2016 «Klimaendring og framtidige flommer i Norge» er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til ventet klimautvikling frem mot år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentakintervall. Avsnitt 6.5 i nevnte rapport omhandler Rogaland og Agder, og det anbefales at det legges til grunn 20 % økning av vannføringen.

2 Regelverk og krav

Krav om sikker byggegrunn, herunder sikkerhet mot flom og stormflo, er fastsatt i plan- og bygningsloven (pbl) § 28-1 og § 29-5, (Lovdata, 2008). De generelle kravene til sikkerhet mot naturpåkjenninger er konkretisert i TEK17 § 7-1, og konkrete sikkerhetskrav mot flom og stormflo er videre presisert i § 7-2 og § 7-3.

Ved detaljregulering i byggesaker i områder der flomfaren ikke er utredet på et tidligere plannivå må det dokumenteres at tiltaket ikke er utsatt for flomfare etter krav til sikkerhet i TEK17 §7-2. En plankonsulent eller tiltakshaver kan gjøre dette ved å se på flomsonekart for området.

NVE sine flomsonekart utarbeides i henhold til egne kravspesifikasjoner for farekartkartlegging av flom, og bygger på retningslinjene i veilederen om sikkerhet mot flom (NVE, Nr.3/2022).

Dersom flomsonekartet viser at det ikke er flomfare for tiltaket, kan flomfaren utelukkes. Ved detaljplanlegging i byggesaker må det tas hensyn til at flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. I områder nær grensen for faresonen er det viktig at høyden på terrenget kontrolleres mot beregnede flomvannstander.

3 Metode og data

Flomsonekart viser hvilke områder som oversvømmes ved flommer med ulike gjentakintervall. Ved beregning av flomsoner er presise terrengdata og flomberegninger de viktigste grunnlagsdataene.

Flomberegninger er en statistisk analyse av hvor store og hyppige flommer som kan forventes i vassdraget, med grunnlag i målte historiske data for vannføring. Flomsonekartet baserer seg på tidligere beregnede vannføringer presentert i rapporten «*Revidert flomberegning for nedre del av Arendalsvassdraget*» (Holmqvist, 2017). Flomberegningene brukes som øvre grensebetingelse og gir flomsone ved samme gjentakintervall. Nedre grensebetingelse estimeres fra analyse av målte historiske sjøvannstander og deres samtidighet med flommer i vassdraget.

Flomsonen beregnes ved å ta den høyeste vannstanden som oppstår langs elven ved de ulike flommene.

3.1 Tidligere utredninger i nærheten

I 2018 utførte NVE flomsonekartlegging av Nidelva for en strekning på 21 km fra Rygene dam til Blakstad. Det ble laget flomsonekart for 20-, 200- og 1000-årsflommen, samt 200-årsflommen med 20% klimapåslag. Resultatene er presentert i rapport 77/2018 Delprosjekt Rygene (Orvedal, 2018). Ved en 200-årsflom vil en rekke fylkes- og kommunal veier stedvis oversvømmes. Ved 1000-årsflom vil vannstanden i magasinet ved Rygene dam være litt høyere enn dagens terreng, slik at noe vann vil kunne renne over magasinet.

3.2 Oppsummering og resultater fra befaring

Det ble utført en befaring av strekningen den 13.03.2025. Målet med befaringen er å kartlegge kritiske punkt, hydraulisk bestemmende snitt, konstruksjoner, sikringstiltak, grensebetingelser og fare for erosjon og tilstopping.

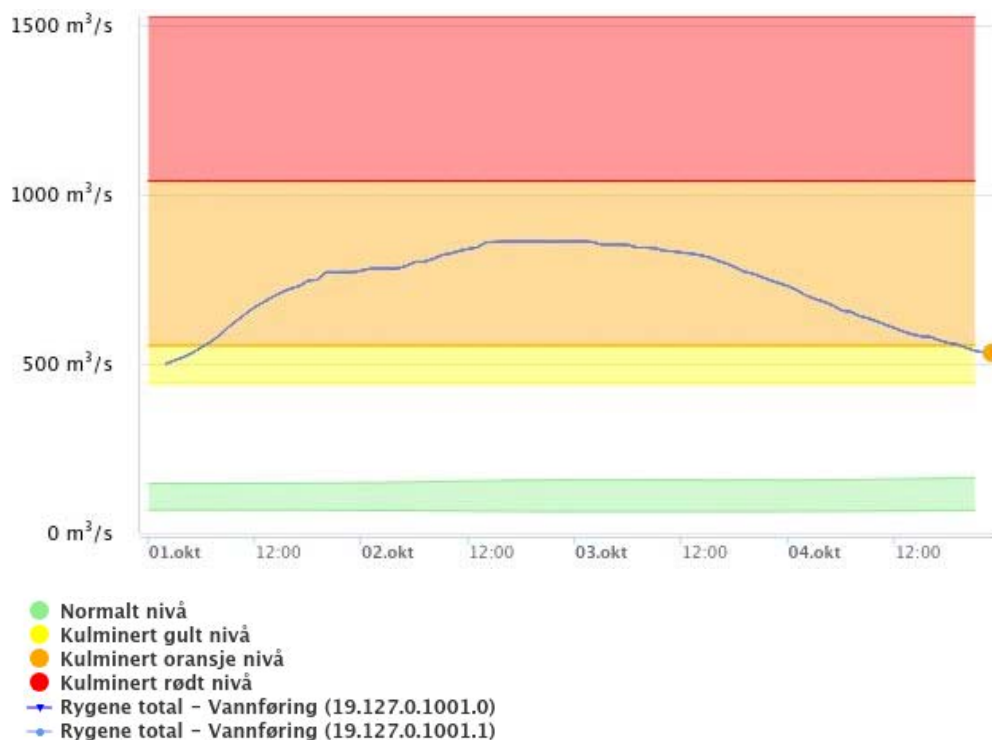
Hele analyseområde fra øvre grensebetingelse til utløpet i havet ble befart. Det ble gjort målinger av alle hydrauliske konstruksjoner med håndholdt gps av type Sokkia GCX3 og laser-avstandsmåler. Målte dimensjoner fra befaring ble lagt inn i konstruksjonene i modellen.

Fra NVE Atlas er det ikke registrert sikringstiltak mot flom eller erosjon. Det ble heller ikke observert tegn til erosjon eller utglidninger på befaringen. Det ble registrert liten lysåpning på flere av bruene knyttet til sideløp, spesielt begge bruene ved Engholmen og Gåresund bru, som vil ha liten kapasitet ved flom.

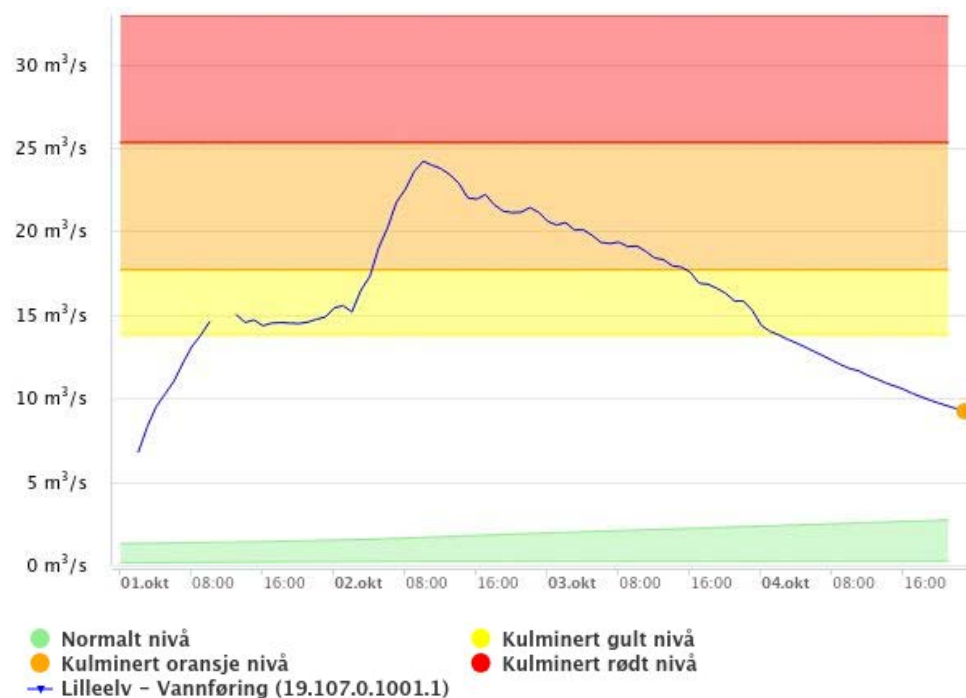
3.3 Observerte flommer og kalibreringsdata

Modellen kalibreres mot tidligere målt flom i vassdraget for å redusere usikkerhet i beregningen. Vannføring ved Rygene og Lilleelv og punktmålinger av vannstand langs elven

under høstflommen 1-4 oktober 2017 er brukt til kalibreringen. Med en kulminasjon på 862 m³/s ved Rygene var flommen i Nidelva litt større enn en 20-årsflom. I Lilleelv var kulminasjonen 24,6 m³/s, noe som tilsvarer litt over en 200-årsflom.



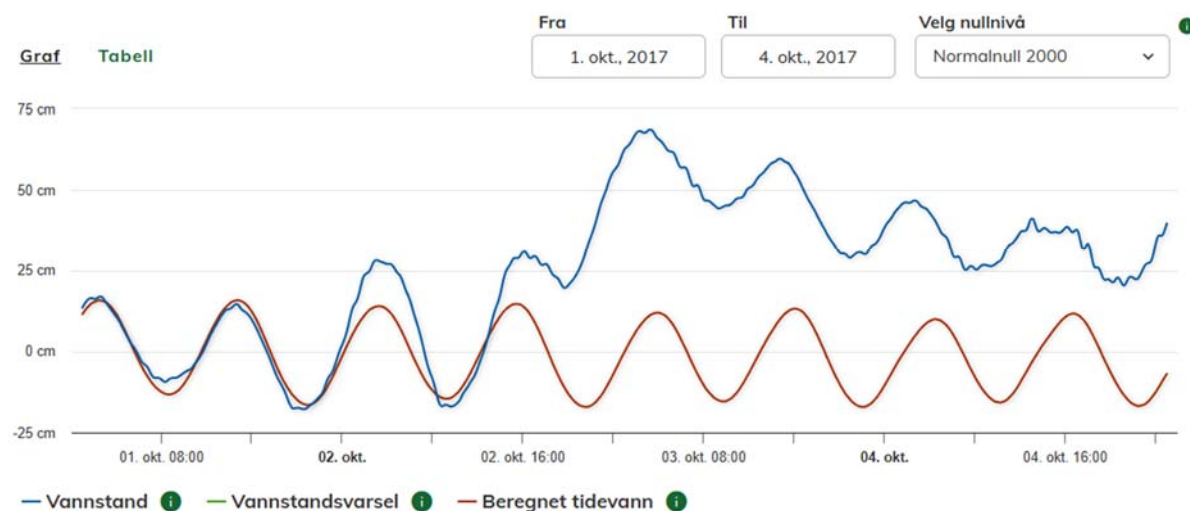
Figur 3-1. Målt vannføring fra 19.127 Rygene under 2017 flommen. Kilde: Sildre.no (NVE, 2025).



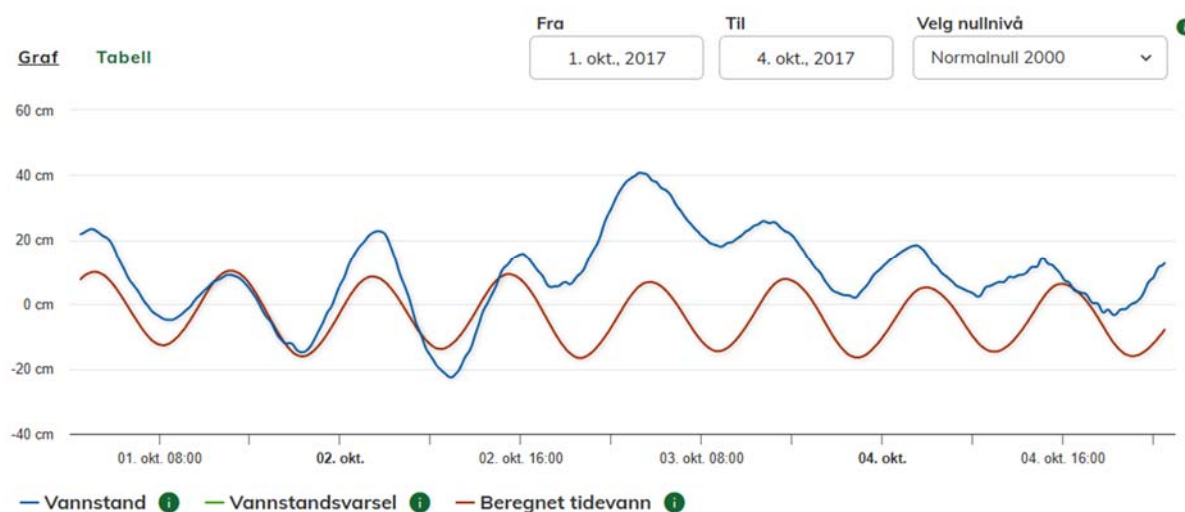
Figur 3-2. Målt vannføring fra 19.107 Lilleelv under 2017 flommen. Kilde: Sildre.no (NVE, 2025).

Havnivået under flomhendelsen legges også til grunn. Det finnes ingen stasjon som måler havnivå i Arendal. De nærmeste stasjonene ligger i Larvik (Tregde) og Lindesnes (Helgeroa).

For Arendal er det antatt at havnivå ligger et sted mellom det som er målt ved de to stasjonene. Følgende figurer viser kalibreringsdata for havnivå og vannføring ved 19.127 Rygene og 19.107 Lilleelv.



Figur 3-3. Havnivå ved Larvik under 2017 flommen. Kilde: Se Havnivå (Karverket.no, 2025).



Figur 3-4. Havnivå ved Lindesnes under 2017 flommen. Kilde: Se Havnivå (Karverket.no, 2025).

4 Flomberegning

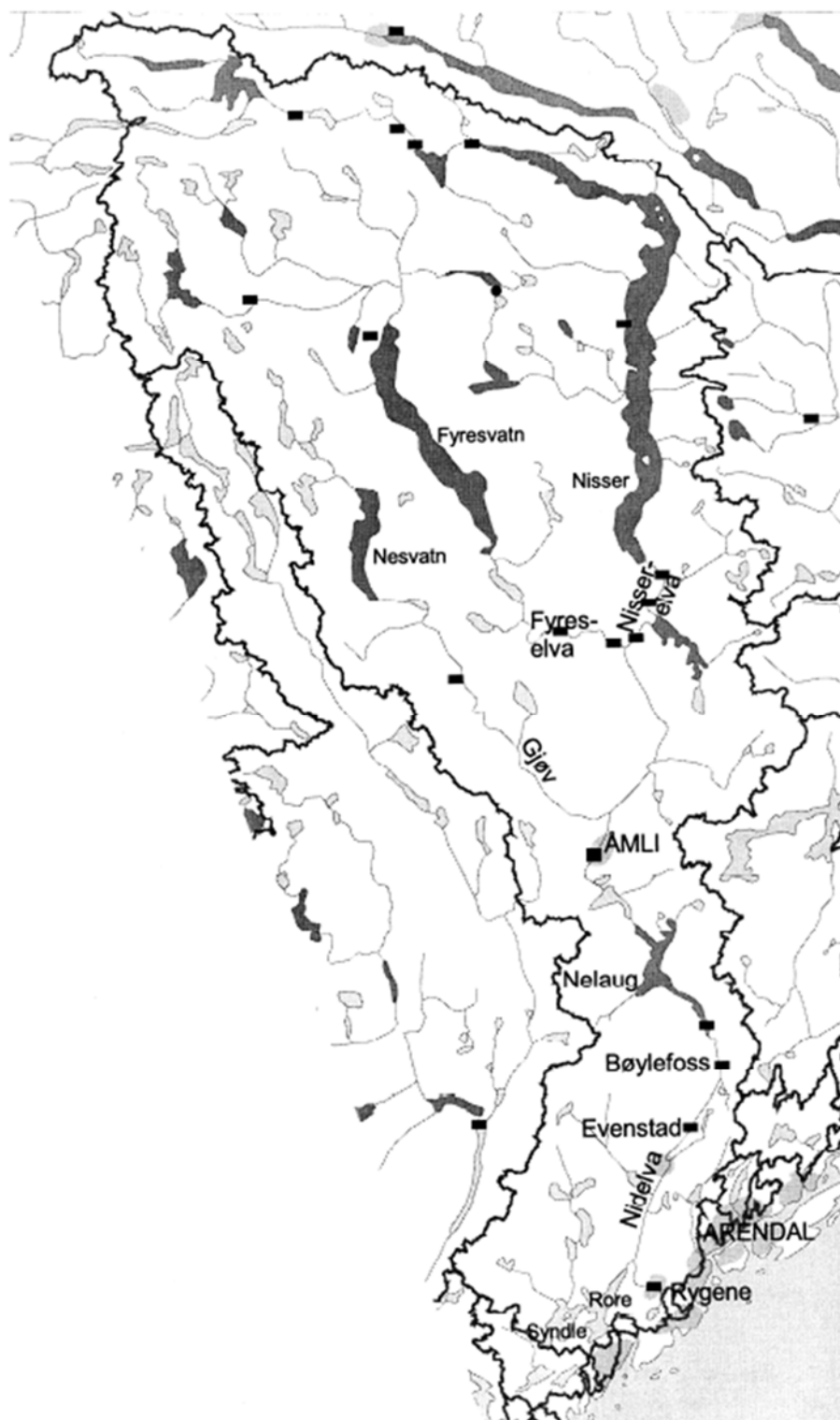
Det blir tatt utgangspunkt i NVEs flomberegning *Revidert flomberegning for nedre del av Arendalsvassdraget (019.Z)* (Holmqvist, 2017). Flomberegningen ble utført i forbindelse med delprosjekt i NVEs Flomsonekartprosjekt: fs 019_1 Rygene (Orvedal, 2018). Dette kapittelet gir et utdrag av den rapporten. Den kartlagte strekningen har utløp i havet. Det er derfor også utført en samtidighetsanalyse for å vurdere hvilket havnivå som skal legges til grunn under flom.

4.1 Nedbørfelt

Arendalsvassdraget har i de øvre delene tre grener: Nisserelva, Fyreselva og Gjøv. Nisserelva og Fyreselva domineres av de to store regulerede innsjøene Nisser og Fyresvatn, og løper sammen ved Åmot. Ved samløpet er nedbørfeltene 1297 km² for Nisserelva og 1081 km² for Fyreselva. Det er mange reguleringer i Nisserelvas og Fyreselvas nedbørfelt, både små og store reguleringsmagasin, overføringer og flere kraftverk. Reguleringene begynte her allerede tidlig på 1900-tallet.

Litt oppstrøms Åmli renner Gjøv ut i hovedelven. Gjøv kommer fra Nesvatn, et relativt stort reguleringsmagasin som også fungerer som inntak for Jørundland kraftverk siden 1970. Ved samløpet er Gjøvs nedbørfelt 501 km² og hovedelvens 2659 km². Ved tettstedet Åmli ligger kraftverkene Gjøv og Åmeli som har vært i drift siden 1983.

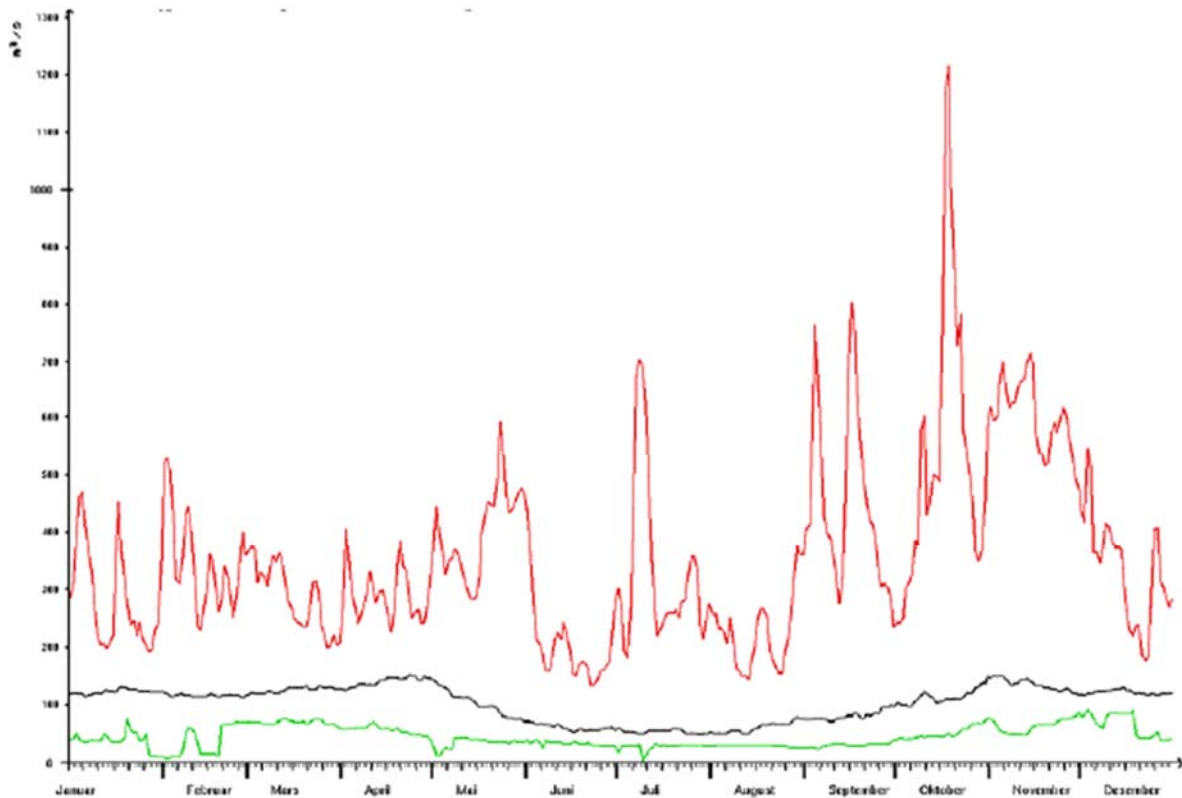
Fra Åmli renner Nidelva snart gjennom det relativt store Nelaugmagasinet, 138 moh., og deretter i en ca. 45 kilometer lang elvestrekning til havet. Her er flere dammer og kraftverk. En kort strekning nedstrøms Bjorsund ligger Rygene med dam og inntak for kraftverket. Det har vært flere kraftverk i fossene ved Rygene helt siden 1913-14, men i 1977 ble det nåværende kraftverket tatt i drift. Fallhøyden ved kraftverket er ca. 38 meter og det har en opp mot tre kilometer lang utløpstunnel, slik at Nidelva har meget redusert vannføring på strekningen ned til tunnelutløpet. Fra tunnelutløpet er det nesten fem kilometer ut til de to utløpene rundt Hisøya ved Arendal. Nedbørfeltet ved Rygene og ved utløpet i havet er hhv. 3946 og 4011 km².



Figur 4-1. Kart over Arendalsvassdraget. Kraftverk markert med rektangler. Regulerte magasin har mørkere farge (Holmqvist, 2017).

Nidelva er gradvis bygd ut med magasiner til kraftproduksjon og har nå et totalt reguleringsvolum på 1485 mill. m³, eller en reguleringsgrad på ca. 40 %. Reguleringen har påvirkning på vannføringen. Vannføringen er minst om sommeren og den er i gjennomsnitt ikke spesielt stor verken under vårflommen eller under den vanligvis fuktige høsten. Figur 4-2

viser at regnflommer, særlig om høsten, er de største. Rød kurve gir største observerte vannføring, svart er medianvannføringen og grønn er minste observerte vannføring.



Figur 4-2. Karakteristiske vannføringer i Nidelva ved Rygene (Holmqvist, 2017).

I perioden etter de siste store utbyggingene i vassdraget (1976-2016) er midlere flom 106 l/s/km² sammenlignet med 136 l/s/km² fra perioden 1874-1962. Dette viser hvilken påvirkning reguleringen har på mindre flommer. Det forventes at ved Arendalsvassdraget går mot en mer uregulert situasjon ved svært riktig store flommer siden enkelte mindre magasin vil fylles opp og få overløp.

4.2 Hydrometriske stasjoner

Flere hydrometriske stasjoner ligger eller har ligget i Nidelva og er viktige ved denne flomberegningen. I tillegg benyttes en målestasjon i et nabovassdrag. Figur 4-3 gir stasjonenes plassering og Tabell 4-1 gir noen viktige data om stasjonene.

Målestasjonen 19.107 Lilleelv ligger i en sidegren til Nidelva rett før utløpet i fjorden. Stasjonen har data etter 1983. I perioden frem til og med 1997 er det flere relativt lange observasjonsbrudd, blant annet mangler observasjoner fra den store høstflommen i 1987. Stasjonen gir verdifull informasjon om avrenningen fra lokalfeltene i nedre del av Nidelva ved flom i hovedvassdraget. Det er utført vannføringsmålinger her opp til 21 m³/s, som nesten tilsvarer to ganger midlere flom.

Målestasjonen 19.40 Lunde Mølle lå nederst i Nidelva i fossepartiet noen hundre meter nedenfor Rygenefossen. Stasjonen har data i perioden 1900-1977. I gamle vannstandsbøker (Vassdragsdirektøren 1912) er det imidlertid funnet observasjoner tilbake til 1874.

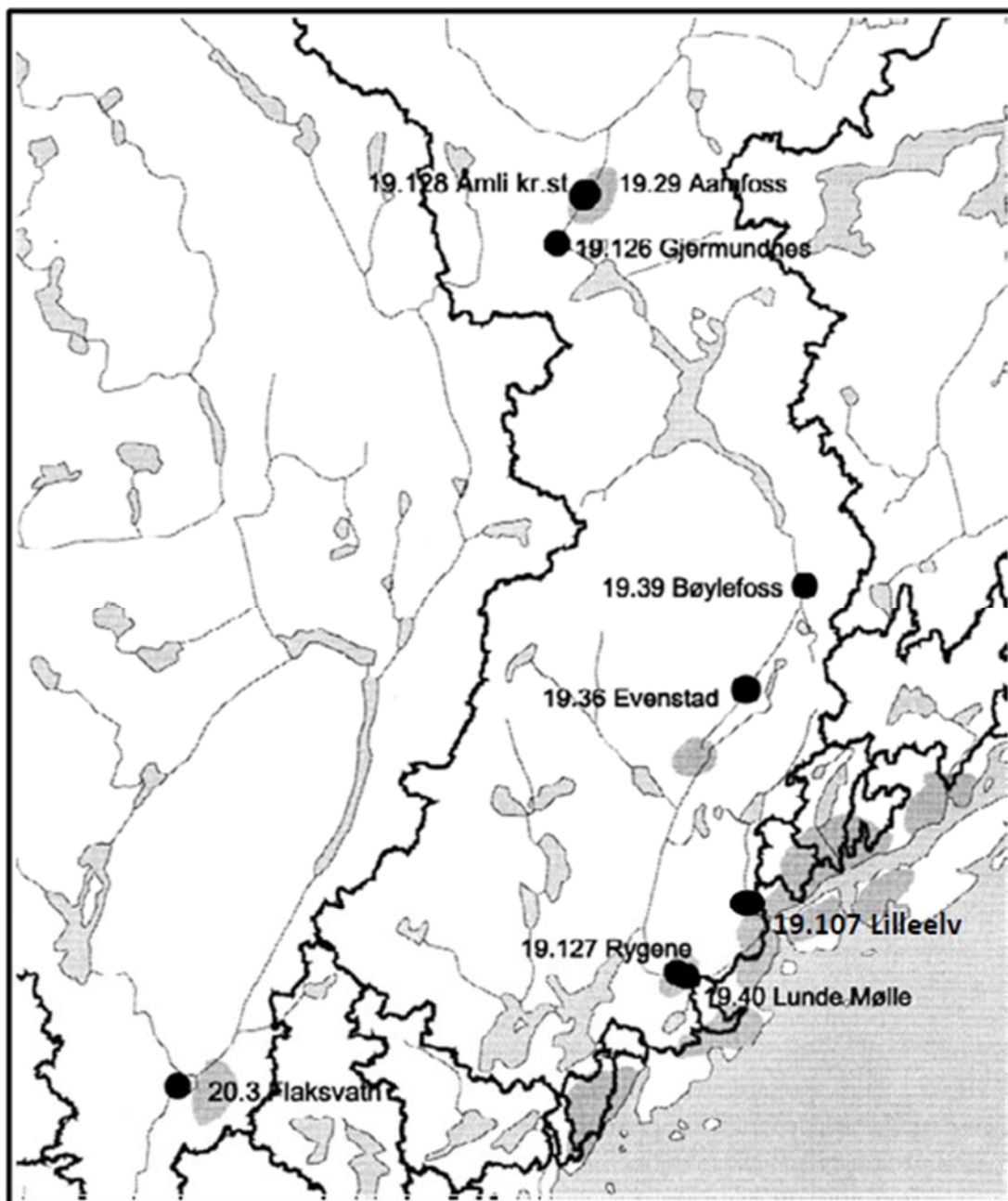
Flomvannføringene før 1900 er beregnet fra vannføringskurven for Lunde Mølle som er gyldig frem til 1916.

Lunde Mølle ble nedlagt da Rygene kraftverk ble bygget ut og vannet ble ført i tunnel forbi mølla. Da overtok 19.127 Rygene total vannføringsobservasjonene nederst i elva.

Vannføringen ved Rygene beregnes ut fra produksjon i kraftverket og forbitapping. Det er laget en sammenhengende serie for disse to stasjonene tilbake til 1874. I store deler av perioden har vannføringen i Nidelva vært påvirket av regulering. Ved Lunde Mølle er det utført vannføringsmålinger opp til 635 m³/s og ved Rygene for vannføringer opp til drøyt 900 m³/s. For Rygene tilsvarer dette en vannføring som er i overkant av to ganger middelflom beregnet for siste 40 år, hvilket er svært bra.

Tabell 4-1. Hydrologiske målestasjoner (Holmqvist, 2017).

Målesasjon	Feltareal, km ²	Dataperiode
19.107 Lilleelv	39,3	1983 – dags dato
19.40 Lunde Mølle	3947	1900-1977
19.127 Rygene total	3949	1977- dags dato
19.36 Evenstad	3520	1911-1919, 1944-1994
19.39 Bøylefoss	3477	1915-1944
19.126 Gjermundnes	3181	1981-1987
19.29 Aamfoss	3173	1924-1981
19.128 Åmli kraftstasjon total	3173	1988- dags dato
20.3 Flaksvatn	1777	1899- dags dato



Figur 4-3. Stasjonenes plassering (Holmqvist, 2017).

4.3 Flomberegning

Flomberegningen er gjort med flomfrekvensanalyse på data helt tilbake til 1874. For den uregulerte perioden (1874-1914) gir frekvenskurven urealistisk høye forholdstall for de største flommene, hovedsakelig på grunn av svært høye flommer disse årene, samtidig som de fleste flommene var ganske moderate. Det må også antas større usikkerhet knyttet til de tidlige observasjonene.

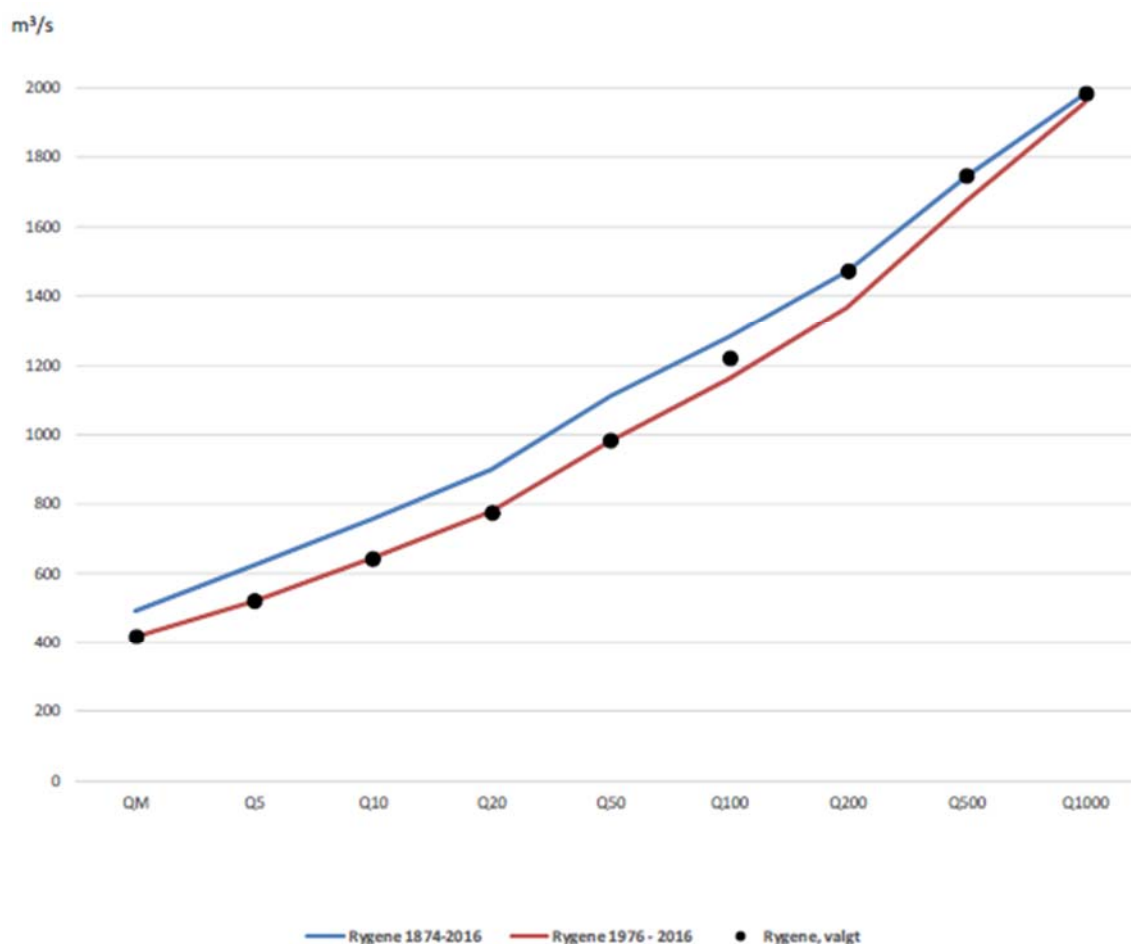
Perioden fra de store utbygningene i vassdraget (1976-2016) gir lavere midlere flom sammenlignet med før utbygging. De regulerte seriene gir høyere forholdstall ved sjeldnere flommer, siden de små flommene gjerne dempes mer enn de store i regulerte vassdrag.

Det er antatt at data fra Rygene fra de siste 40 årene gir en god beskrivelse av flommer med gjentaksintervall opp mot 50 år. Det antas at Arendalsvassdraget går mot en mer uregulert situasjon ved riktig store flommer. Derfor er hele dataserien for Rygene fra 1874 – 2016 lagt til grunn for å beregne flommer med gjentaksintervall på 200 år eller mer. For 100-årsflom velges en verdi som ligger midt mellom resultatene fra de to analysene over.

Det gir flomverdier som vist i Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Flomverdier ved Rygene, døgnmiddelvannføring (m^3/s) (Holmqvist, 2017).

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
Nidelva ved Rygene, 1874-2016	491	624	756	899	1110	1282	1473	1748	1984
Nidelva ved Rygene, 1976-2016	418	523	644	777	982	1162	1367	1367	1956
Nidelva ved Rygene, valgt	418	523	644	777	982	1222	1473	1748	1984



Figur 4-4. Beregnet døgnmiddelvannføring i Nidelva ved Rygene. Analyser basert på data fra perioden 1874-2016 er vist med blå kurve, fra perioden 1976 – 2016 med rød kurve. Verdiene som anbefales benyttet for videre flomsonekartlegging er vist som svarte punkter (Holmqvist, 2017).

Det eksisterer noen data med fin tidsoppløsning fra målestasjonen Rygene fra 2009 og 2014 med vannføringer rundt middelflom. For i alt 5 hendelser ligger forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring mellom 1,03 og 1,09, med et gjennomsnitt på 1,06. Dette antas derfor å være representativt ved alle flomstørrelser i nedre del av Nidelva.

Tabell 4-3. Flomverdier i Nidelva, kulminasjonsvannføringer (m^3/s) (Holmqvist, 2017).

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
Nidelva ved Rygene	443	554	682	824	1041	1295	1561	1853	2103
Nidelva ved utløpet	458	571	701	845	1066	1323	1594	1890	2144

4.4 Ekstremvannstander i sjø, nå og i et endret klima

Nidelva renner ut i havet, slik at ekstreme havvannstander vil ha påvirkning på vannstanden oppover i elva. Ekstremvannstander i sjø ved dagens klima er hentet fra SeHavnivå.no (Karverket.no, 2025)

Frem mot år 2100 vil klimaendringer påvirke havnivået. Rapporten (Havnivåstigning og høye vannstander i samfunns- planlegging, 2024) presenterer framskrivninger av havnivå. Som fore-var-scenario er SSP3-7.0 valgt, sammen med 83-prosentilen som sannsynlig utfall av havnivåstigning innen SSP3-7.0 scenarioet. Valgene er i tråd med nasjonale føringer om å bruke høye klimaframskrivninger i planleggingen.

Kartverket oppgir 72 cm påslag på havnivå frem mot år 2100 for 83-prosentilen i scenario SSP 3-7.0. Dette gir følgende verdier for ekstremvannstander ved ulike gjentakintervall for dagens klima og klima i år 2100.

Tabell 4-4. Ekstremvannstander i dag, og ved et endret klima (m) (Karverket.no, 2025)

Gjentaksintervall	20 år	50 år	100 år	200 år	1000 år
Havnivå i dag NN2000	1,19	1,29	1,36	1,43	1,58
Havnivå i år 2100 NN2000	1,91	2,01	2,08	2,15	2,30

Disse verdiene er kun benyttet i samtidighetsanalysen som omtales i neste kapittel. Flomsonekartene tar ikke hensyn til stormflofare ved de ulike gjentakintervallene som er vurdert.

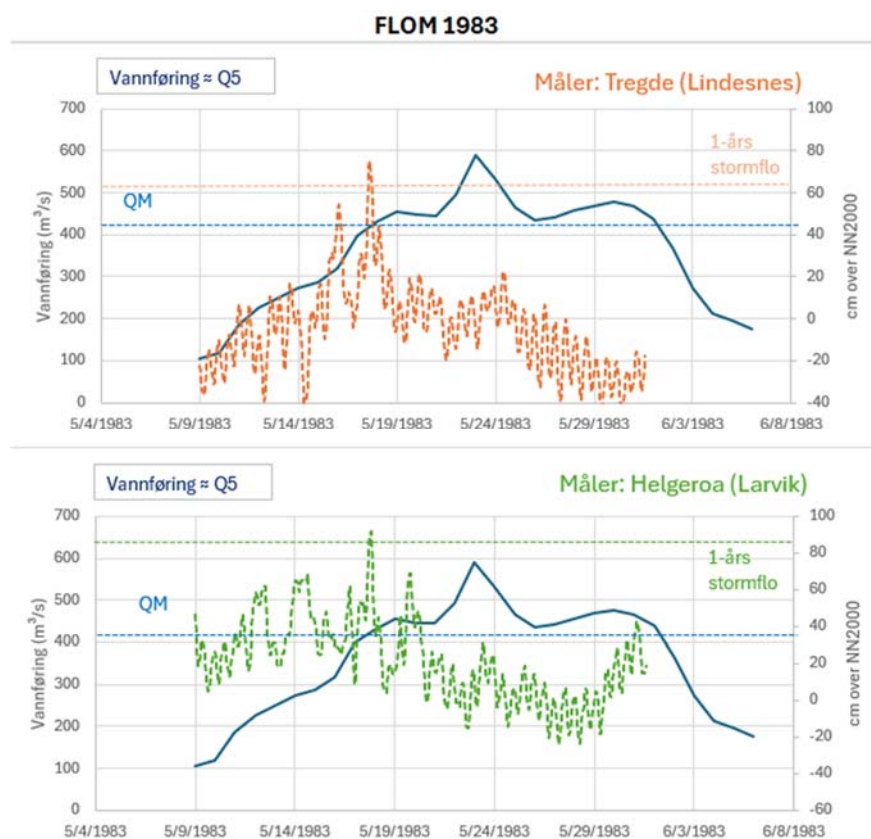
4.5 Samtidighetsanalyse

Tidevann og stormflo fra havet påvirker vannstanden i nedre del av Arendalsvassdraget. Det kan hende at stormflo opptrer samtidig med flom i elven i forbindelse med ekstremværhendelser.

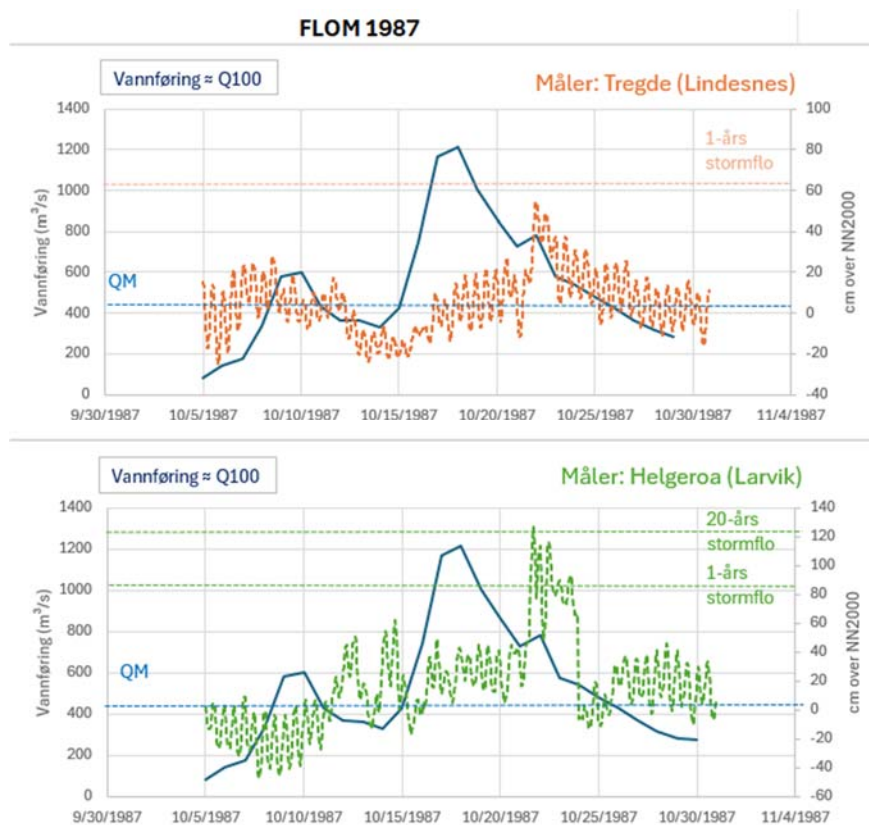
For å gjøre en vurdering av vannstanden i havet samtidig som det er flom i Nidelva har vi samlet data fra havnivåmålerne ved Lindesnes (Tregde) og Larvik (Helgeroa) under de største historiske flommene ved Rygene målestasjon. Havnivå er plottet sammen med hendelsesforløpet til flommen for å se om en eventuell økning i havnivå forekommer samtidig som kulminasjonen av flommen. For å knytte målte havnivåverdier til gjentakintervall sammenlignes de med beregnede stormflonivåer ved de respektive stasjonene, hentet fra «Se havnivå» på kartverket.no (Karverket.no, 2025).

Følgende figurer viser de 6 største flommene registrert ved Rygene. Flommene som er analysert har gjentakintervaller mellom 5 og 100 år. I alle figurene representerer:

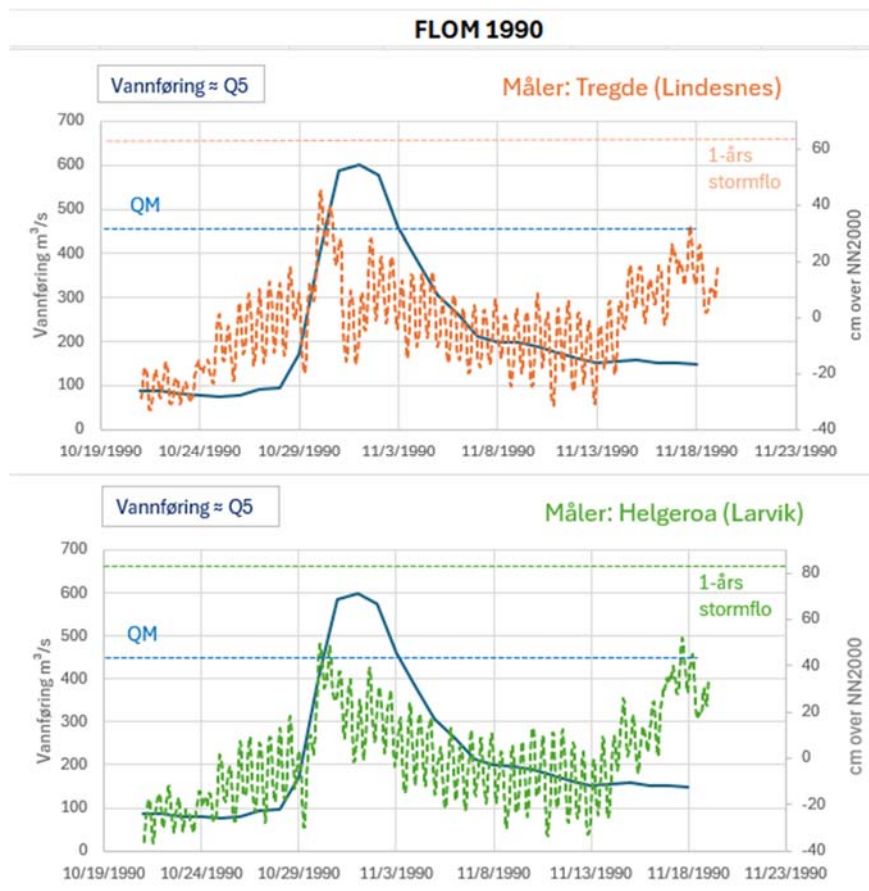
- **Blå heltrukket linje:** Flomvannføringen ved målestasjon Rygene i Arendal (venstre y-akse).
- **Grønn stiplet linje:** Vannstand over NN2000 ved målestasjon Helgeroa i Larvik.
- **Orange stiplet linje:** Vannstand over NN2000 ved målestasjon Tregde i Lindesnes (høyre y-akse).
- **Horisontale stiplede linjer:** Middelflom i Nidelva ved Rygene og havnivå for et gitt gjentakintervall av stormflo.



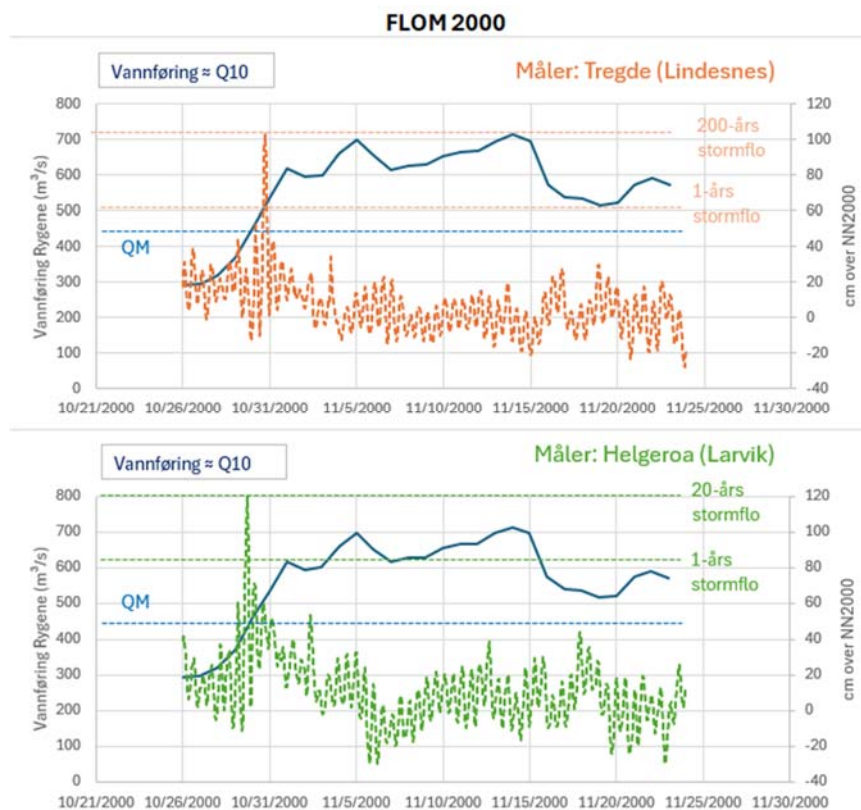
Figur 4-5. Vannstand og vannføring under flommen år 1983. Blå heltrukket linje gir flomvannføring ved målestasjon Rygene i Arendal. Grønn stiplet linje viser havnivå ved målestasjon Helgeroa i Larvik. Orange stiplet linje gir havnivå ved målestasjon Tregde i Lindesne.



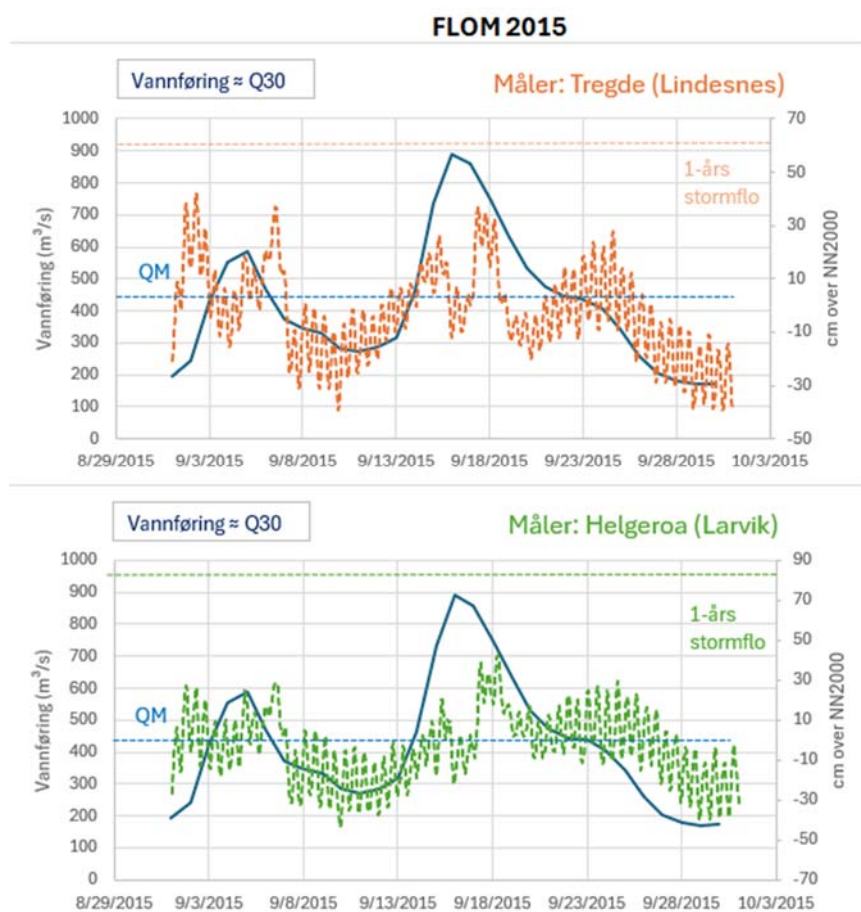
Figur 4-6. Vannstand og vannføring under flommen år 1987. Samme fremstilling som i Figur 4-5.



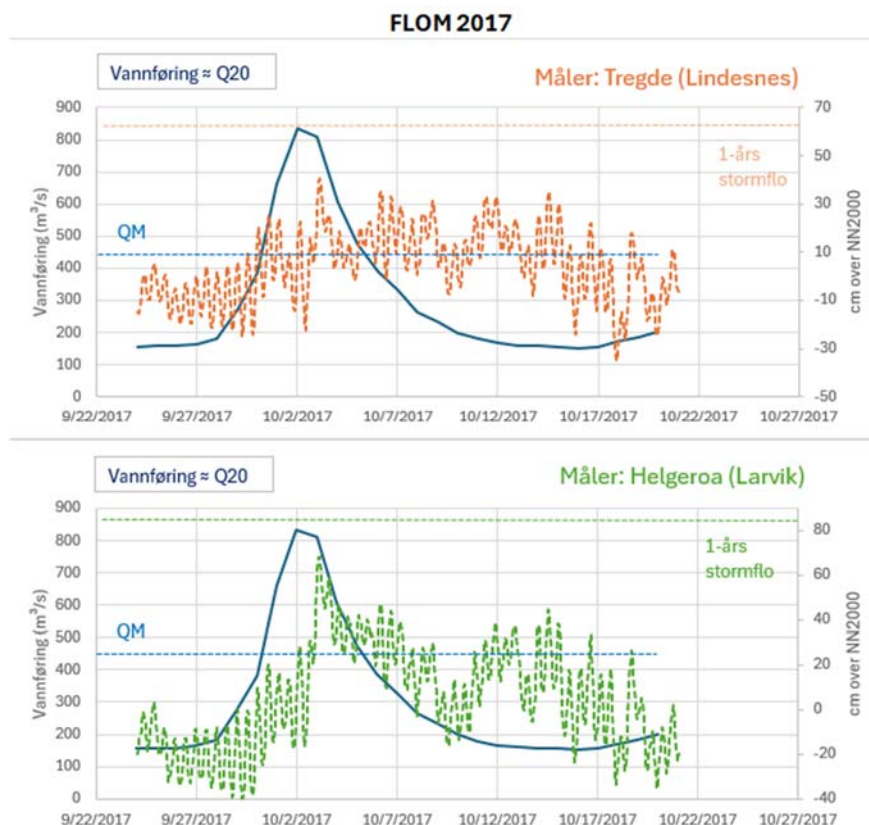
Figur 4-7. Vannstand og vannføring under flommen år 1990. Samme fremstilling som i Figur 4-5.



Figur 4-8. Vannstand og vannføring under flommen år 2000. Samme fremstilling som i Figur 4-5.



Figur 4-9. Vannstand og vannføring under flommen år 2015. Samme fremstilling som i Figur 4-5.



Figur 4-10. Vannstand og vannføring under flommen år 2017. Samme fremstilling som i Figur 4-5.

For de fleste flommene holder vannstanden seg under 1-års stormflo gjennom hele flommen. Flommene i 2000 og 1987 gir en høyere vannstand ved én av de to målestasjonene, men dette skjer ikke samtidig med flomtopp. Det er varierende grad av samsvar mellom endring i vannføring og endring i vannstand, Og det er heller ingenting som tyder på at flommer med høyere gjentaksintervall nødvendigvis fører til høyere havnivå. På bakgrunn av dette er det konkludert med at det ikke er behov for å benytte et stormflonivå høyere enn 1-års stormflo i flomsonekartleggingen, i tråd med NVEs anbefaling (NVE, Nr.3/2022).

4.6 Klassifisering av flomberegning

Tabell 4-5 brukes til å klassifisere flomberegninger i forbindelse med beregning av sikkerhetspåslag i flomfareutredninger.

Tabell 4-5. Klassifisering av flomberegning (NVE, Nr.3/2022)

Klasse	Klassifiseringskriterier
1	Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget.
2	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nært vassdraget.
3	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.
4	Begrenset hydrologisk datagrunnlag.
5	Begrenset hydrologisk datagrunnlag og store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.

Det hydrologiske grunnlaget vurderes som godt, med observasjoner i vassdraget som gir tilstrekkelig grunnlag for klassifisering i klasse 1.

5 Hydrauliske beregninger

5.1 Hydraulisk modell

De hydrauliske beregningene er utført i HEC-RAS 6.6 (Brunner, 2025). Programmet kan brukes til både en og to dimensjonale hydrauliske beregninger. I denne analysen er det valgt å ta i bruk todimensjonal ustabil strømningssimulering, som er mest hensiktsmessig siden elveløpet på det aktuelle strekke deler seg inn i flere kanaler, og retningen på strømmingen er ikke helt kjent. Det er valgt å beregne med «shallow water equations», som tar i bruk momentmetoden med kraftbalanse og kontinuitet mellom beregningscellene. Metoden tar hensyn til akselerasjoner og horisontal miksing og er derfor mer presis, men krever mer komplekse beregninger enn «diffusion wave equations».

5.2 Topografiske data

Alle topografiske data er oppgitt i UTM-sone 33N med høydereferanse NN2000.

Terrengmodellen er hovedsakelig basert på dybdedata fra 2018 med 5 pkt. pr. m², målt med kombinasjon av laserskanning fra fly og multistråleekkolodd fra båt. Denne dataen begrenser modellens utstrekning i oppstrøms og nedstrøms ende. Terrengfilen er også avgrenset relativt nærme vannkanten. Det har derfor vært nødvendig å utvide terrenget innenfor strømningsområde for at flomsonen ikke skal begrenses av utstrekningen på terrenget. Dybdefilen er slått sammen med to lidar filer som sammen dekker hele strømningsområde. All terrengdata er lastet ned fra Høydedata.no med 0,25m oppløsning på TIF-format.

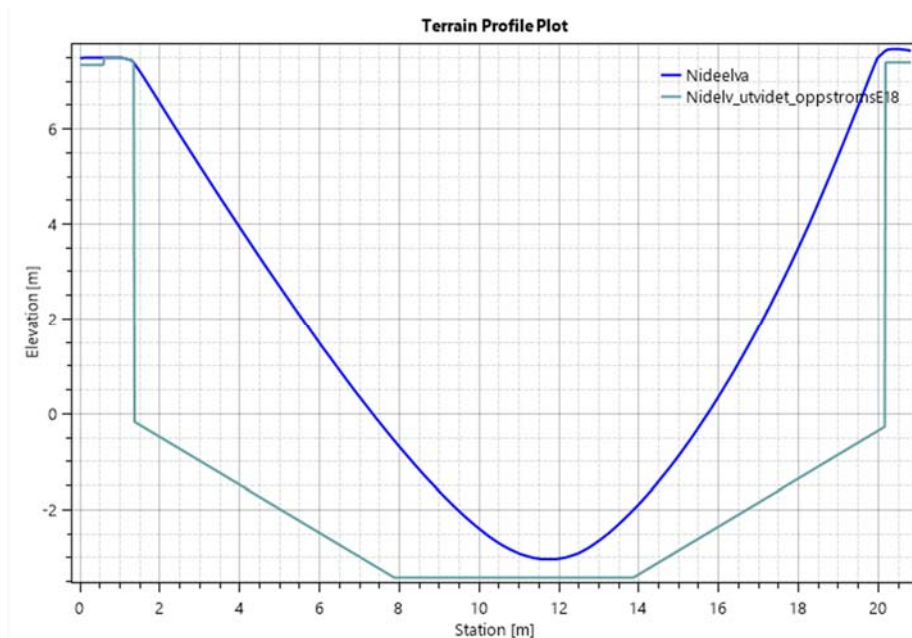
- NVE Nidelva 2018, 5 pkt. pr. m² (Leverandør: Terreatec AS)
- NDH Lillesand-Grimstad-Arendal 2023, 10 pkt. pr. m² (Leverandør: Terreatec AS)
- Arendal 2022, 10 pkt. pr. m² (Leverandør: Hexagon Geosystems Services Norge AS)

5.3 Redigering av terreng

I områder der laseren ikke kommer til, som i tett vegetasjon eller under bruer, er datagrunnlaget svak og terrenget blir interpolert. For å få et mer realistisk bilde i disse områdene er det derfor gjort justeringer basert på enkle innmålinger gjort med snor og lodd under befaring, kombinert med antagelser om kanalens utforming. På grunn av sterk strøm noen steder, er det en viss usikkerhet i innmålingene, men det er mer realistisk enn det originale terrenggrunnlaget under bruene. Selv om sterk strøm enkelte steder gir en viss usikkerhet i innmålingene, gir dette et mer realistisk grunnlag enn det opprinnelige terrengmodellen under bruene.

Strømmen bru

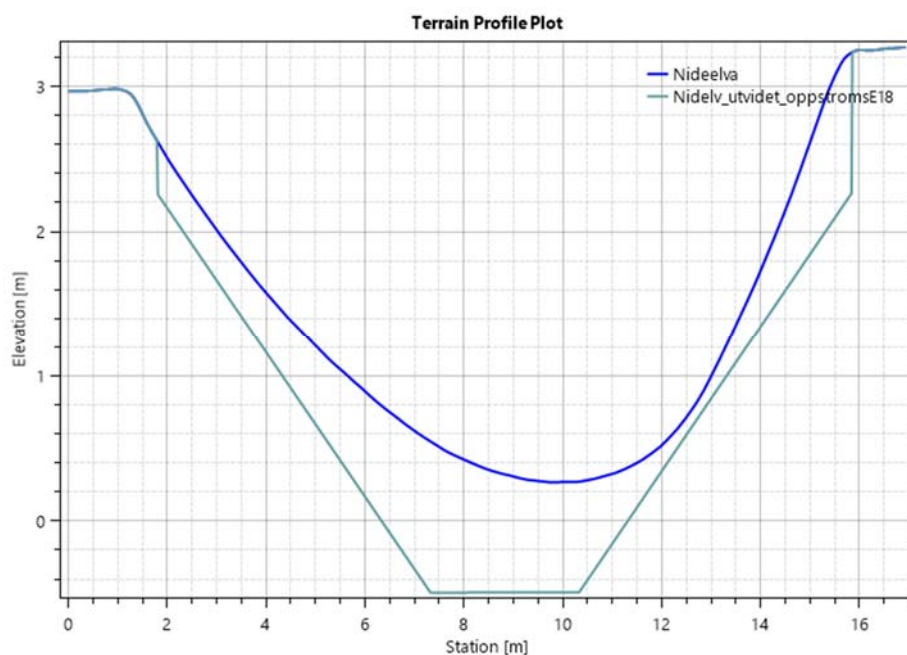
Det var ikke mulig å måle dybde på grunn av høy vannhastighet. Det er gjort utgravingen i terrengmodellen basert på terrenget skannet oppstrøms og nedstrøms bruene. Utsnittet i figuren under gir terrenget før og etter justering.



Figur 5-1. Utgraving av kanal fra profil midt under Strømmen bru. Terrenget før (blå) og etter (turkis) justering.

Engholmen bru

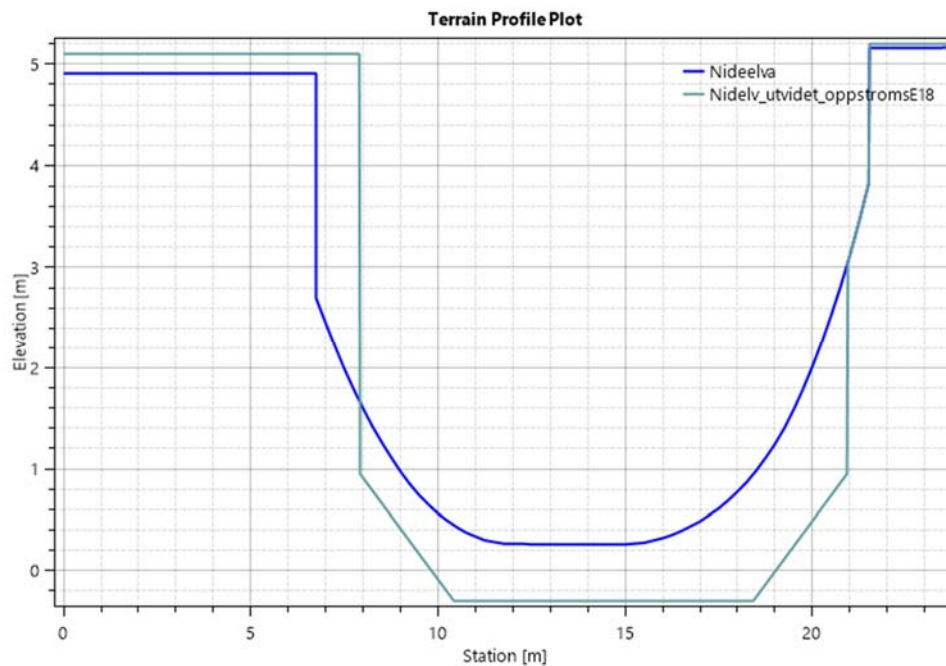
Utgraving er basert på utforming av kanalen og gps punkter.



Figur 5-2. Utgraving av kanal fra profil midt under Engholmen bru. Terrenget før (blå) og etter (turkis) justering.

Mose

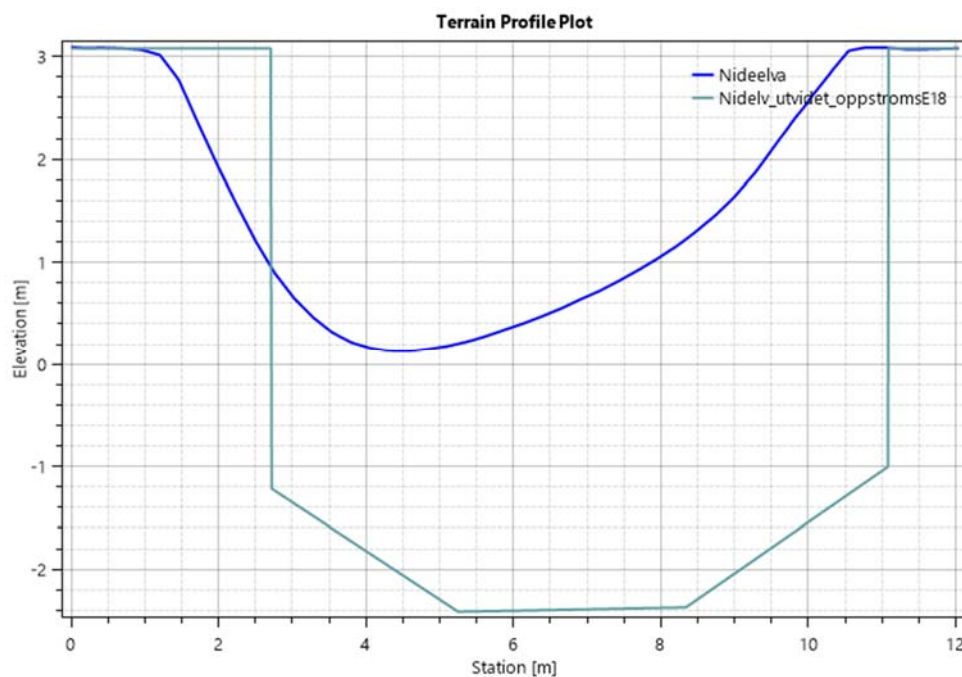
Utgraving er basert på utforming av kanalen og gps punkter.



Figur 5-3. Utgraving av kanal fra profil midt under Mose bru. Terrenget før (blå) og etter (turkis) justering.

Store Bjorholmen

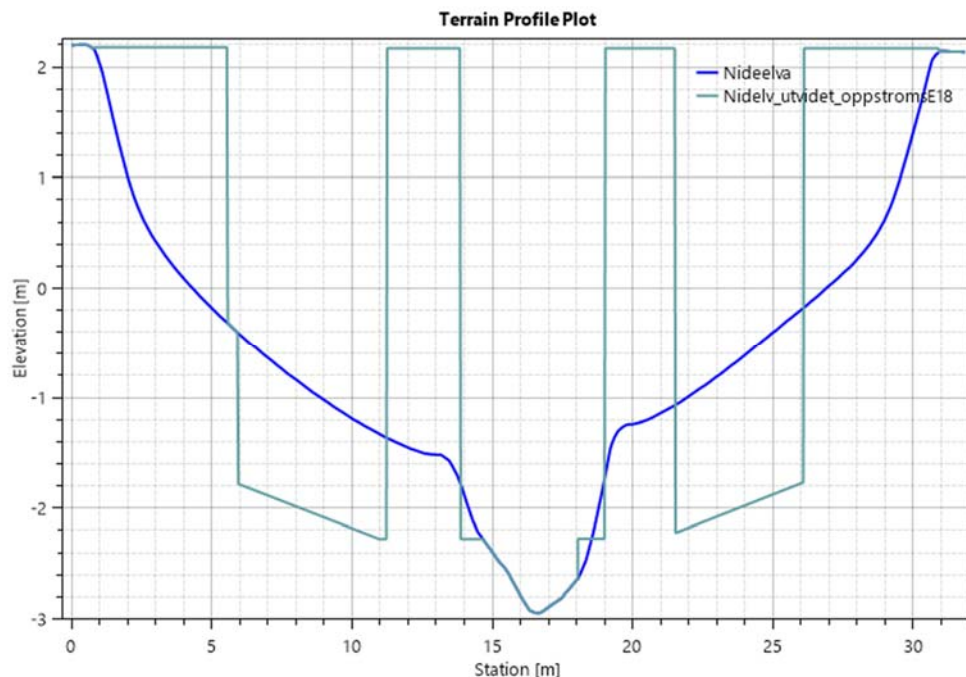
Utgraving er basert på utforming av kanalen og måling av dybde med snor og lodd.



Figur 5-4. Utgraving av kanal fra profil midt under Store Bjorholmen bru. Terrenget før (blå) og etter (turkis) justering.

Gåresund bru

Utgraving og pilarer er basert på gps punkter og måling av dybde med snor og lodd.



Figur 5-5. Utgraving av kanal fra profil midt under Gåresund bru. Terrengtet før (blå) og etter (turkis) justering.

5.4 Beregningsnett

Modellen er bygget opp med et todimensjonalt beregningsnett, hvor celledimensjonen varierer fra 10x10 meter i hovedkanalen til 25x25 meter på flomslettene. I områder med bruer og smalere kanaler er det benyttet finere oppløsning, med cellstørrelser ned mot 2-4 meter for å fange opp med detaljerte strømforhold.

5.5 Konstruksjoner

Det er lagt inn ti bruer og én kulvert i modellen. Flere av bruene som går mellom øyene ved utløpet i havet sør i modellområdet er mindre konstruksjoner som oversvømmes ved større flommer. Bruene er modellert med brudekke basert på mål og dimensjoner hentet fra tegninger og oppmålinger. For samtlige bruer er brukar og eventuelle pilarer er lagt inn. Tegninger og bilder ble gjort tilgjengelig av Agder fylkeskommune og Arendal kommune.

E18

Brua for E18 som krysser elven har liten betydning for flom. Brupilarer kan ha en liten effekt på grunn av økt friksjon og motstand for vannet, og er derfor lagt til i modellen. Brudekket ligger så høyt at det ikke vil påvirke vannstanden ved flom.



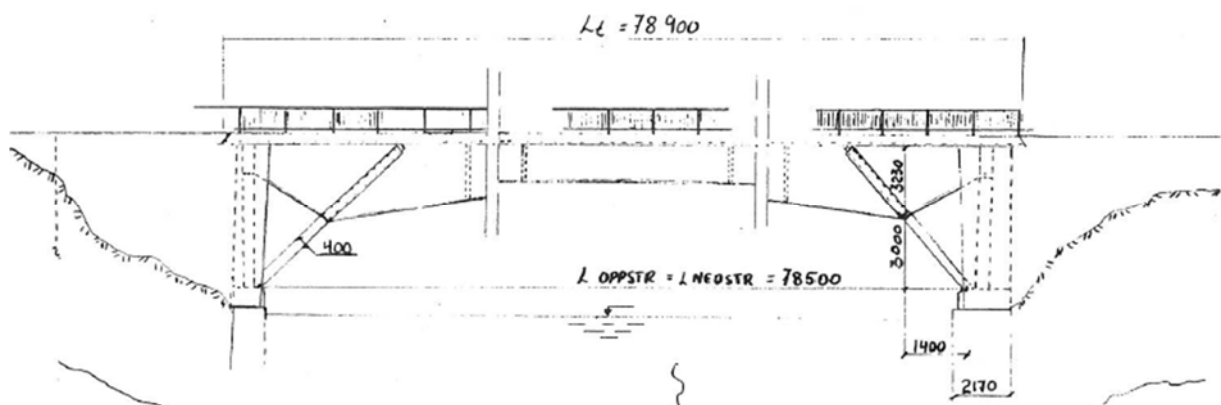
Figur 5-6. E18 sett med strømretning.

Hammer bru

Hammer bru får noe oppstuvning ved 200- og 1000-års flom. Både brukar og brudekke er lagt til.



Figur 5-7. Hammer bru sett motstrøms. Kilde: Statens vegvesen.



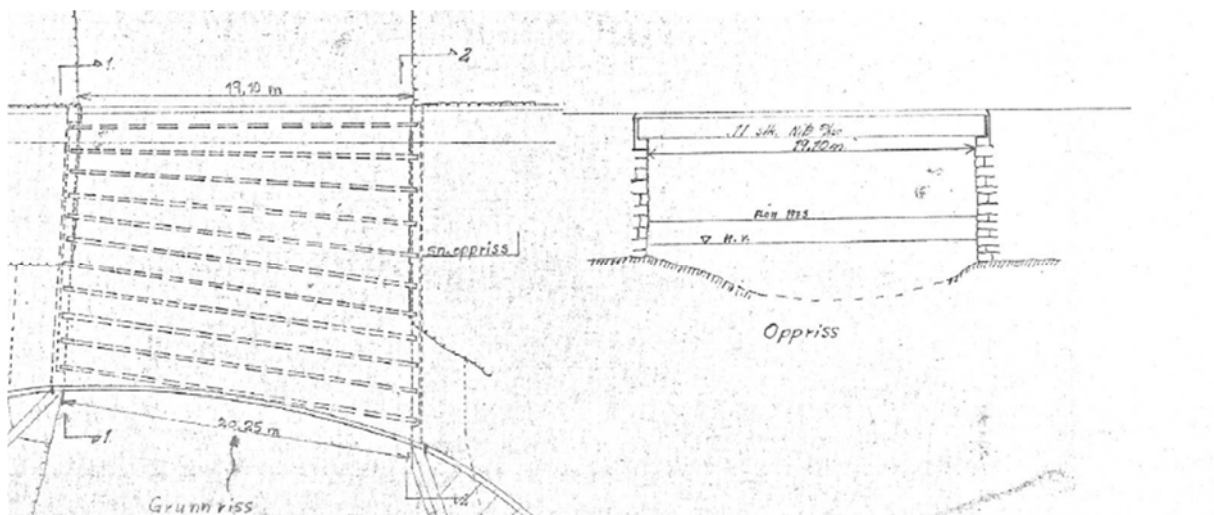
Figur 5-8. Hammer brutegninger. Kilde: Statens vegvesen.

Strømmen bru

Strømmen bru oversvømmes ikke, men avstanden mellom brukarene er liten, som gir betydelig oppstuvning av Hølen.



Figur 5-9. Strømmen bru sett motstrøms. Kilde: Statens vegvesen.



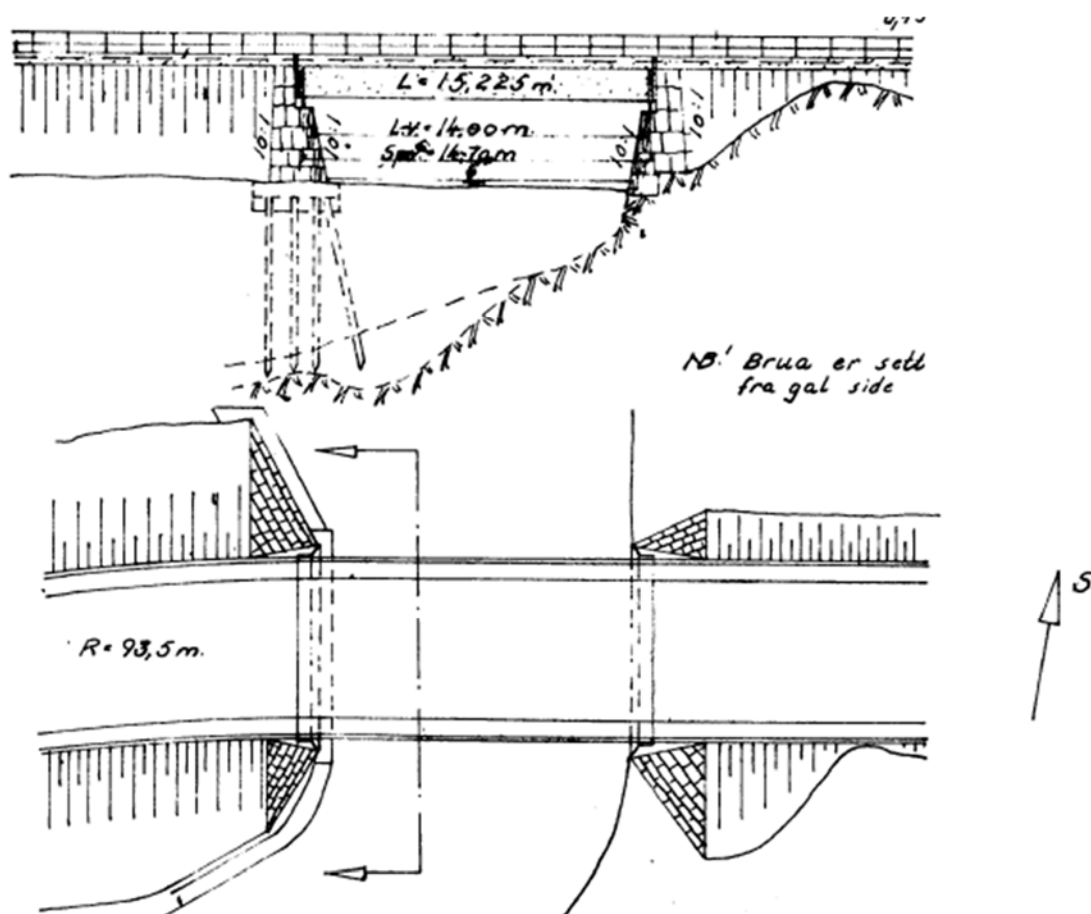
Figur 5-10. Strømmen brutegning. Kilde: Statens vegvesen.

Mose bru – og kulvert

Mose bru ligger i et sideløp til hovedkalaen. Sideløpet har svært mye busker og trær og ligger høyt nok til at det ikke er gjennomstrømning ved liten vannføring. I flomsituasjon vil Mose bru og kulverten påvirke vannstanden i sideløpet. Bruen har god kapasitet og brudekket berøres ikke av flommen. Kulverten som går under gangveien har mindre kapasitet og gangveien oversvømmes ved 1000-årsflommen.



Figur 5-11. Mose bru sett motstrøms. Kilde: Statens vegvesen.



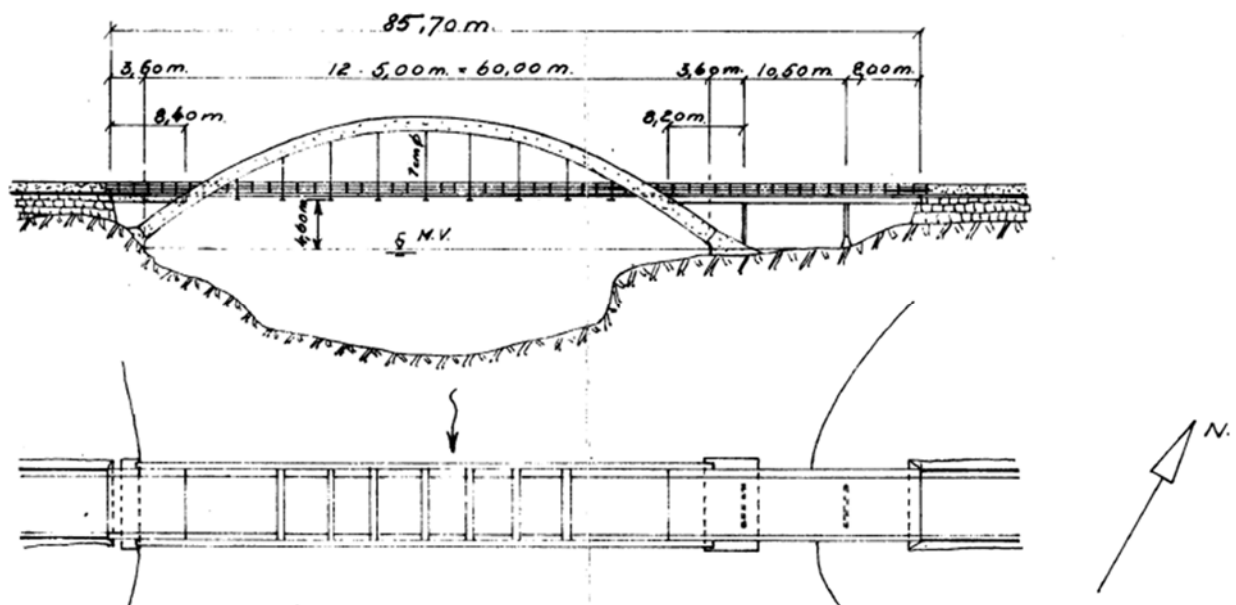
Figur 5-12. Mose brutegninger. Kilde: Statens vegvesen.

Vippa bru

Det meste av strømmingen som beveger seg sørover ledes under Vippa bru. Her snevres kanalen inn, som gir oppstuvning på rundt 80 cm ved en 200 årsflom.



Figur 5-13. Vippa bru sett medstrøms. Kilde: Statens vegvesen.



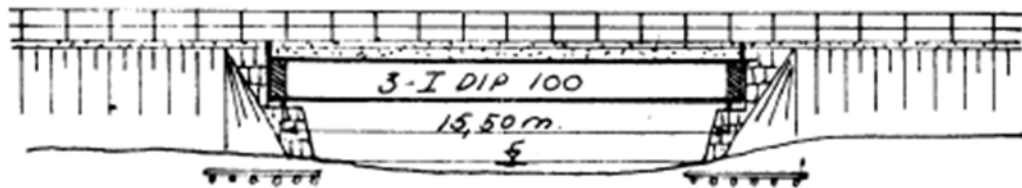
Figur 5-14. Vippa brutegninger. Kilde: Statens vegvesen.

Engholmen bru

Engholmen bru har separat bru for gang/sykkelvei og bilvei. De krysser en liten sidekanal som fører vann selv ved liten vannføring/havnivå. Begge bruene har lite tverrsnitt, og blir helt oversvømt ved 200 -og 1000-års flom.



Figur 5-15. Engholmen bru sett medstrøms. Kilde: Statens vegvesen



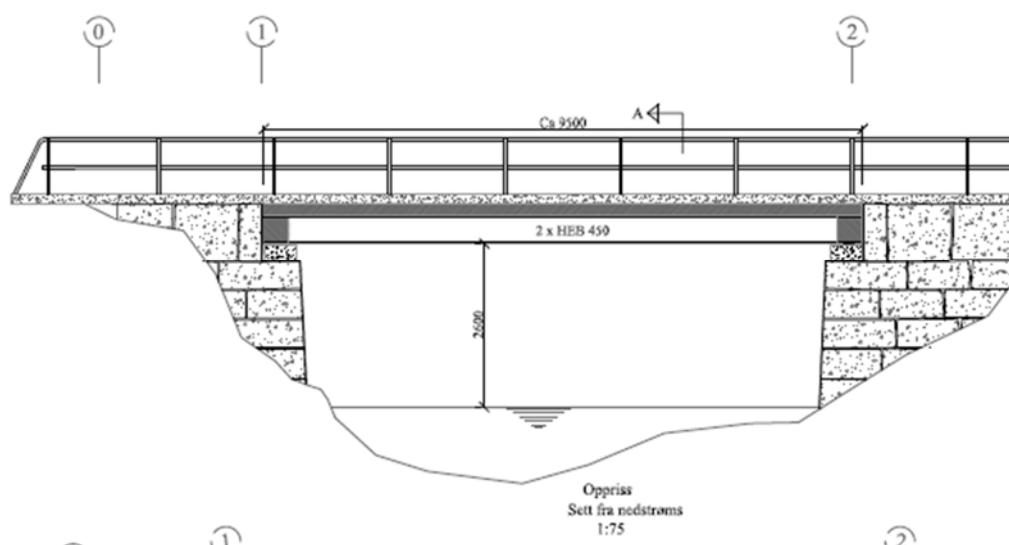
Figur 5-16. Engholmen brutegning. Kilde: Statens vegvesen

Lille -og Store Bjørholmen bruer

Lille -og Store Bjørholmen bruer krysser en mindre utstikker av hovedkanalen i sør. Lille Bjørholmen bru har stor lysåpning, som gir ingen oversvømming og liten oppstuvning. Store Bjørholmen bru har mindre åpning, og oversvømmes ved 1000-års flom.



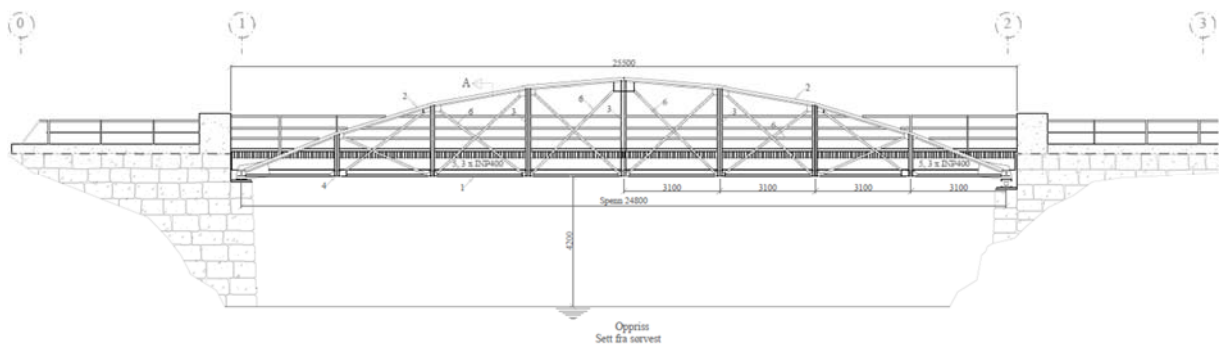
Figur 5-17. Store Bjørholmen bru sett fra oppstrøms side.



Figur 5-18. Store Bjørholmen brutegning. Kilde: Arendal kommune.



Figur 5-19. Lille Bjørholmen bru sett fra oppstrøms side.



Figur 5-20. Lille Bjørholmen brutegning. Kilde: Arendal kommune.

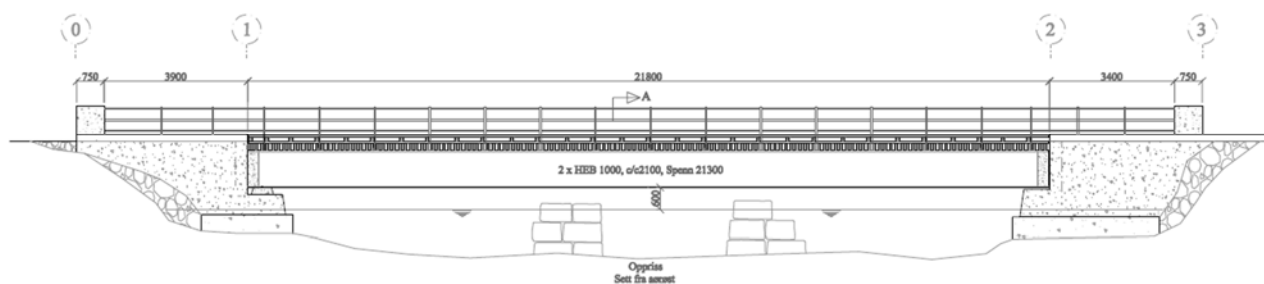
Parallelt med dette arbeide pågår det et anbud for ny konstruksjon av Lille Bjørholmen bru. Skissene for ny bru viser at eksisterende landkar vil bli benyttet og dimensjonene på brudekke blir nokså like. Den største endringen er at det nye brudekket ligger ca. 25 cm lavere enn dagens. Dette har imidlertid ingen betydning for flomforholdene, ettersom selv en 1000-års flom med klimapåslag ikke når opp til det nye brudekket.

Gåresund bru

Gåresund bru går i en sidekanal med relativt liten vannføring. Bruen har liten lysåpning og oversvømmes helt ved flom. Område rundt er veldig åpent, slik at bruene ikke gir noe oppstuvning ved flom.



Figur 5-21. Gåresund bru sett motstrøms.



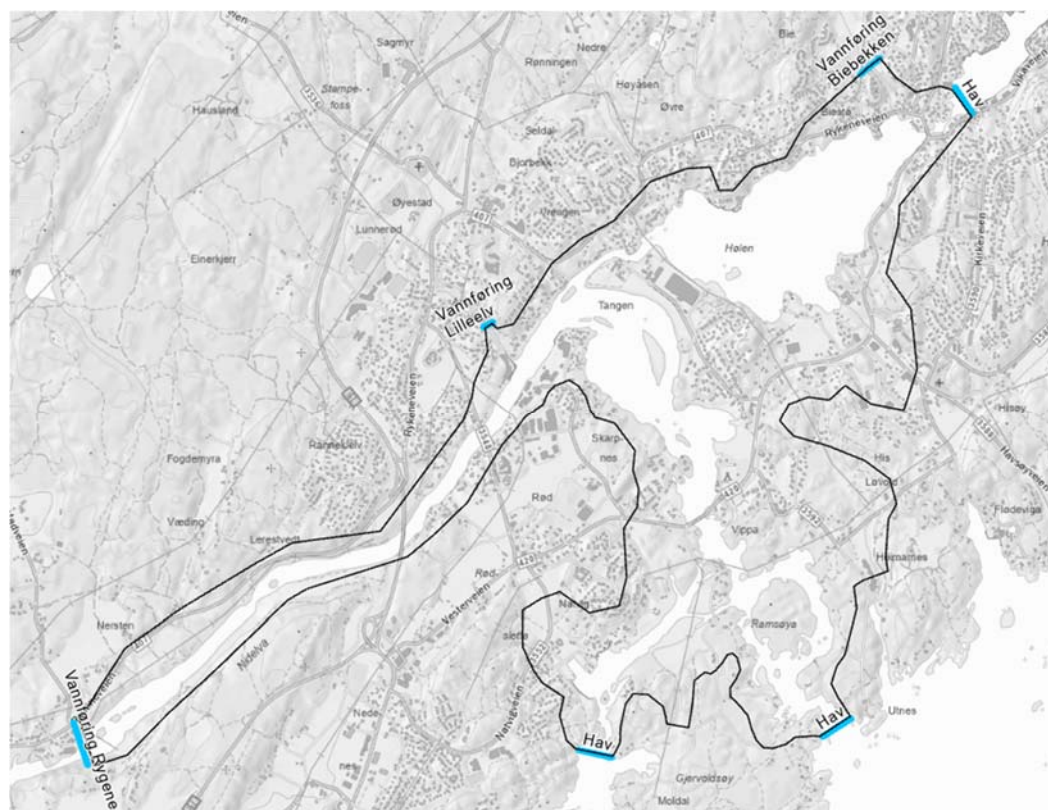
Figur 5-22. Gåresund brutegning. Kilde: Arendal kommune.

5.6 Grensebetingelser

Det er tre øvre grensebetingelser som gir vannføring inn i modellen. Hovedløpet er den største og fører klart mest vann. Det to andre er fra Lillelv og Biebekken. Verdien for kulminert vannføring ved utløpet av Nidelva, fra Tabell 4-3, er fordelt på de tre grensebetingelsene basert på feltarealet til hver av grensebetingelsene. Det gir fordelingen av vannføring gitt i Tabell 5-1. Plasseringen til grensebetingelsene vises i Figur 5-23.

Tabell 5-1. Øvre grensebetingelser med vannføring inn i modellen, uten og med klimapåslag (m^3/s).

Grensebetingelse	Q20	Q50	Q100	Q200	Q1000	Q20+k	Q200+k	Q1000+k
Hovedløpet	824	1041	1295	1561	2103	989	1874	2523
Lillelv	21	25	28	33	41	25	39	50
Biebekken	2,4	2,9	3,2	3,8	4,7	2,9	4,5	5,8



Figur 5-23. Oversikt over avgrensningen til den hydrauliske modellen og grensebetingelser.

Nedre grensebetingelse styres av havnivået under flom. Valget av havnivå er basert på samtidighetsanalysen i kap. 4.5, der det ble vurdert at 1-års stormflo er et fornuftig havnivå å benytte for alle gjentakintervall. For flommer med klimapåslag legges det også på klimapåslag på havnivået etter føre-var-scenarior SSP3-7.0. Tabell 5-2 viser havnivå brukt som nedre grensebetingelse under simulering av flom.

Tabell 5-2. Nedre grensebetingelse med havnivå, uten og med klimapåslag (meter over NN2000).

Grense- betingelse	Q20	Q50	Q100	Q200	Q1000	Q20+k	Q200+k	Q1000+k
Hav	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	1,55	1,55	1,55

5.7 Kalibrering/tilpasning

Modellen ble simulert med de målte kulminerte vannføringene i 19.127 Rygene og 19.107 Lilleelv og sammenlignet med vannstandsmålingene langs kanalen under flomtoppen i 2017. Flommen hadde en kulminasjon på 862 m³/s, som tilsvarer litt over en 20 års flom ved Rygene.

Under kalibreringen ble det benyttet et havnivå på 0,53 m (NN2000), som ligger mellom den største verdien målt ved Tregde (Lindesnes) og Helgeroa (Larvik) ved flomtoppen, Figur 3-3 og Figur 3-4. Ruheten i kanalen justeres helt til vannstanden i modellen er tilnærmet lik målte vannstander under 2017 flommen, se Tabell 5-3.

Resultatene fra kalibreringen viser generelt godt samsvar mellom observert og simulert vannstand der de fleste observasjoner har avvik mindre enn 10 cm. Enkelte observasjoner har større avvik. Det vil alltid være en del usikkerhet knyttet til observerte flomvannstander. Kvaliteten til de målte vannstandene vurderes underveis i kalibreringsarbeidet. Punkter med større avvik til nabopunkter blir sett bort i fra.

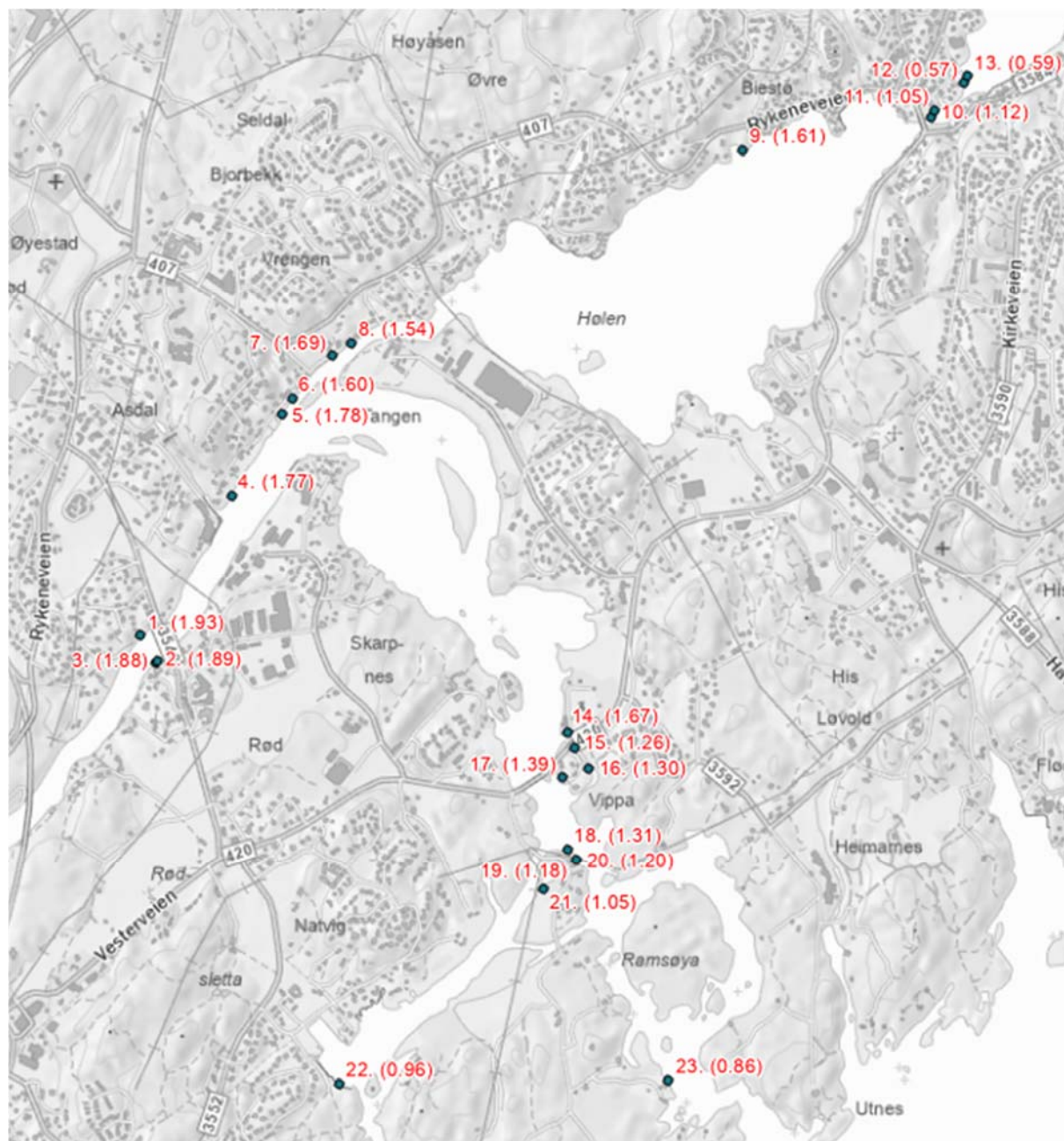
Tabell 5-3 viser oversikt over målte vannstander under 2017 flommen, sammen med de tilsvarende verdiene fra den kalibrerte hydrauliske modellen. Røde punkter i Figur 5-24 viser hvor målingene er gjort. Det er en liten sammenheng i størrelse på avvik og plassering i vassdraget. Oppstrøms Hammeren bru ligger simulerte vannstander litt høyere enn målte vannstander. For å redusere vannstander har vi her satt ruheten litt lavere enn ellers i vassdraget. Flomsonen ligger fortsatt litt høyere enn det som er målt, men lavere ruhetsverdier utgjør ingen betydelig forskjell.

Avviket kan delvis forklares med at grensen til bunnkartleggingen ligger til oppstrøms Hammeren bru. Overgangen mellom de to terrengmodellene som er brukt gir endringer i vannhastigheten, økt energitap og dermed noe høyere modellert vannstand. Siden avviket bare er litt over 10 cm og gir konservative resultater, er området inkludert i flomsonekartene.

Ved punkt 6 og 8 er avviket rundt 16 cm, men begge punktene ligger veldig nær andre innmålinger med stor variasjon i målt vannstand, noe som tyder på at innmålinger kan være feil. Punkter 12 og 13 viser også et avvik på omtrent 10 cm. Disse punktene ligger nær en av modellens nedregreensebetingelser, og lokale forhold kan der ha påvirket de modellerte vannstandene. Også disse områdene er tatt med i flomkartene da avviket er lite og stormflo – ikke elveflom – utgjør den største faren. Rundt Strømmen bru og ved Nidelva Camping ligger flomsonen litt lavere enn målingene. Dette representerer den beste balansen som ble oppnådd i kalibreringen, ettersom alternative ruhetsverdier førte til større avvik andre steder i flomsonen.

Tabell 5-3. Målte vannstander under 2017 flommen sammen med verdier fra den kalibrerte hydrauliske modellen.

Hvor	Punktnr.	2017-flommen (m over NN2000)	Kalibrering (m over NN2000)	Avvik (m)
Oppstrøms Hammeren bru	1	1.93	2.04	0.11
Oppstrøms Hammeren bru	2	1.89	2	0.11
Oppstrøms Hammeren bru	3	1.88	2	0.12
Nedre Haugerød	4	1.77	1.77	0
Nedre Haugerød	5	1.78	1.76	-0.02
Nedre Haugerød	6	1.6	1.76	0.16
Vrengen	7	1.69	1.74	0.05
Vrengen	8	1.54	1.7	0.16
Biestø	9	1.61	1.6	-0.01
Nedstrøms Strømmen bru	10	1.12	0.99	-0.13
Nedstrøms Strømmen bru	11	1.05	0.99	-0.06
Nedstrøms Strømmen bru	12	0.57	0.47	-0.1
Nedstrøms Strømmen bru	13	0.59	0.48	-0.11
Nidelv Camping	14	1.67	1.62	-0.05
Engholmen	15	1.26	1.32	0.06
Engholmen	16	1.3	1.32	0.02
Engholmen	17	1.39	1.29	-0.1
Store Bjørnholmen	18	1.31	1.31	0
Store Bjørnholmen	19	1.18	1.28	0.1
Store Bjørnholmen	20	1.2	1.28	0.08
Store Bjørnholmen	21	1.05	1.02	-0.03
Verven	22	0.96	0.94	-0.02
Røysa	23	0.86	0.84	-0.02



Figur 5-24. Lokasjon og verdi i meter over NN2000 for målte vannstander under 2017 flommen.

Det ble også tatt bilder av vannlinjen under 2017 flommen.



Figur 5-25. Flommen 2017 ved Tangen, 3 okt. kl. 15.10.



Figur 5-26. Flommen 2017 ved Nidelyv camping, 1 okt. kl.12.19.



Figur 5-27. Flommen 2017 ved Nidelv camping, 1 okt. kl. 13.30. Foto: Mette Berg Nielsen

Bilder tatt etter flomtoppen, under innmåling av kalibreringsdata, viser merker i terrenget som ble brukt til å bestemme kulminerende vannstand.



Figur 5-28. Viser tydelige spor i terrenget etter ved kalibreringspunkt 9 ved Hølen, og gir et eksempel på en relativt sikker vannstand ved flomtoppen. Foto: NVE.

5.8 Bygninger

Bygninger som boliger, lager, kontorer osv. legges ikke inn som egne romlige objekter i terrengmodellen. I stedet legges det en veldig høy ruhetsverdi på $n=1000$ for bygningens grunnflate. Dette gjør at vannet bremses så mye at effekten i modellen tilsvarer hvordan bygninger fungerer i virkeligheten.

5.9 Ruhetsverdier

Fra kalibreringen ble det funnet at en konstant ruhet på $n=0,023$ gir best sammenfall for nesten hele område. Unntaket er oppstrøms Hammer bru, der vannstanden havnet 10-20 cm over målte verdier. Ruheten ble derfor redusert til $n=0,02$ i kanalen for dette område, som gir bedre sammenfall med målte vannstander. For elveslettene brukes $n=0,023$.

Resultatene avviker noe med manningsverdiene som ble funnet lenger oppstrøms i samme vassdrag i prosjektet for flomsonekartlegging av Rygene (Orvedal, 2018). Der ble det brukt et gjennomsnittlig manningstall på 0,03 for elveleiet og 0,032 for elveslettene.

Noe av forskjellen kan forklares med ulikt grunnlag for ruhetsverdier i 1D- og 2D-modeller, samt at den tidligere modellen er utført lenger oppstrøms, der forholdene i elva kan være annerledes.

5.10 Følsomhetsanalyse

Det er utført følsomhetsanalyse for ruhet og vannføring for å vurdere hvor robuste de hydrauliske beregningene er for endringer i ulike parametere. Økningen i vannføringen bør være 20% og endring i ruhet mellom 15-20% etter NVEs veileder om utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak (NVE, Nr.3/2022).

Økningen i vannstand tilsvarer et anslag på usikkerheten i modellen, og skal knyttes opp mot sikkerhetspåslaget som legges til vannføringen i de endelige beregningene av flomsone (se kapittel 5.12). En økning på 20% på vannføringen til 200-årsflommen i modellen gir en heving av vannspeilet som varierer fra 0,35 m nærmest utløp i hav til 0,6 m ved øvre grensebetingelse. Grunnen til de mindre forskjellene lenger nede i modellområde er at havnivå utgjør en større påvirkning på vannstanden.

En økning av manningstall på 15% på 200-årsflommen gir vannstandsøkning på 0,07 m øverst i grenseområde og ned mot 0 m ved havnivå, som tyder på at modellen er lite sensitiv til endring i ruhet.

5.11 Klassifisering av hydraulisk modell

Klassifiseringen av modellen skal gjøres etter retningslinjer i veilederen (NVE, Nr.3/2022). Ifølge denne bestemmes klassifiseringen av den hydrauliske modellen basert på en samlet

vurdering av modellens kvalitet. Det viktigste grunnlaget for å vurdere kvaliteten er hvor godt modellen er tilpasset pålitelige kalibreringsdata.

Tabell 5-4. Klassifisering av hydraulisk modell (NVE, Nr.3/2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mindre enn 10 cm.
B	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mellom 10 og 30 cm.
C	Modellen er kalibrert for en vannføring som er mindre enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak inntil 30 cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er tilnærmet 30 cm eller lavere.
E	Følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er større enn 30 cm. Eventuelt er modellen ikke tilpasset mot en målt vannlinje.

Flommen i 2017 tilsvarer litt mer enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mindre enn 10 cm, se Tabell 5-3. På bakgrunn av dette klassifiseres modellen som klasse A.

5.12 Sikkerhetspåslag

Veilederen (NVE, Nr.3/2022) gir anbefalt sikkerhetspåslag basert på klassifiseringen av hydraulisk modell og flomberegningen. I rapporten for flomberegningene som er brukt (Holmqvist, 2017), klassifiseres flomberegningen i klasse 1 på bakgrunn av lange dataserier i vassdraget.

Tabell 5-5. Grunnlag for beregning av sikkerhetspåslag som prosentvis påslag på vannføringen (NVE, Nr.3/2022).

Klasse E	40%	45%	50%	60%
Klasse D	20%	30%	40%	50%
Klasse C	15%	20%	30%	40%
Klasse B	10%	15%	20%	30%
Klasse A	5%	10%	15%	25%
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4 og 5

Med klasse 1 for flomberegninger og klasse A for hydraulisk modell gir det grunnlaget for 5% sikkerhetspåslag. Det prosentvise sikkerhetspåslaget legges til vannføringen, som gir litt høyere vannstand i simuleringene. Forskjellen i vannstand med og uten sikkerhetspåslag på vannføringen utgjør det beregnede sikkerhetspåslaget.

Den økte vannføringens påvirkning på vannstanden varierer med plassering i analyseområde og valg av gjentakintervall. Generelt øker vannstand mer i øvre deler av elven hvor påvirkningen fra havnivået er mindre. Vannstandsøkningen er også større for de høyere gjentakintervallene.

I Figur 5-29 har vi valgt ut 7 profiler for å vise hva slags påvirkning sikkerhetspåslaget har ulike steder i analyseområde. Tabell 5-6 gir en oversikt over økningen i vannstand i cm som et resultat av økt vannføring fra sikkerhetspåslag for hvert profil og hvert gjentakintervall.



Figur 5-29. Utvalgte profiler for vurdering av sikkerhetspåslagets påvirkning på vannstanden.

Tabell 5-6. Økning i vannstand (i centimeter) mellom simuleringer uten sikkerhetspåslag på vannføringen og simuleringer med 5% sikkerhetspåslag.

Profil	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{20+k}	Q _{200+k}	Q _{1000+k}
1	8	10	12	13	15	8	10	10
2	8	9	13	14	16	9	11	11
3	8	9	14	15	17	8	12	12
4	5	6	8	10	2	3	6	3
5	8	10	12	13	14	7	10	8
6	3	5	6	8	12	3	7	9
7	3	4	5	7	11	2	7	11

Økningen i vannstand ligger for det meste mellom 5-10 cm ved lave gjentakintervall og 10-15 cm ved de høyeste. Det betyr at en økning på rundt 10 cm er representativ for de fleste situasjoner, men at enkelte steder kan forventes litt høyere utslag.

Vi anbefaler å legge inn et generelt sikkerhetspåslag på 15 cm i hele området, uavhengig av gjentakintervall. Dette gir en robust margin som dekker alle observerte utslag og gjør resultatene enklere å kommunisere.

Resultatene fra følsomhetsanalysen beskrevet i 5.10 anses som mindre relevante for å fastsettelsen av sikkerhetspåslaget, siden både flomberegningene og den hydrauliske modellen er av god kvalitet.

6 Andre farer i vassdraget

I forbindelse med flomsonekartlegging blir det undersøkt om det kan oppstå andre faremomenter i vassdraget. Disse blir ikke tatt hensyn til direkte i flomkartleggingen. Andre faremomenter kan være flom fra sideelver/bekker, isgang, massetransport, erosjon og lav kapasitet på kulverter.

Flomsonekartleggingsprosjekter har ikke som mål å kartlegge farene fullstendig, men skal samle inn eksisterende informasjon for å vise til kjente problemer som kan ha virkning for flomstørrelsen.

6.1 Is-relaterte problemstillinger

Om vinteren kan en elv med samme vannføring ha ulike vannstander som følge av is-relaterte problemstillinger. Dette kan f.eks. være bunnis og iskorker. Når ismassene løsner og flyter med strømmen nedover vassdraget, kalles det isgang. Isen vil fortsette nedover elva til den stopper opp mot en hindring som for eksempel en grunne, en sving i elveleiet eller andre ting som gjør at motstanden mot bevegelse blir for stor. Ismassene som legger seg opp, kalles en iskork. Disse hindrer avrenningen i elva, slik at vannet kan ta nye veier utenom hovedløpet og føre til oversvømmelse.

Utfordringer knyttet til is er ikke kjent problematikk i nederste delen av Arendalsvassdraget.

6.2 Massetransport, erosjons- og sikringstiltak

NVEs database over sikringstiltak viser at det er ingen utførte sikringstiltak i det kartlagte området. Fra befaring ble det ikke observert områder med tegn til erosjon.

NGUs løsmassekart viser at det er mest elve og bekkeavsetninger, med noen områder som har marine avsetninger langs elvebredden i nordlige deler av undersøkelsesområde oppstrøms Engholmen. I nedre deler er elvebredden stort sett preket av bart fjell.

Flybilder fra 1946-2023 viser ikke merkbare endringer i kantsonen for områdene med løsmasser. Vannhastighetene ved flom er beregnet å være under 1,5 m/s ved elvebredden i mesteparten av flomsonen, men det observeres hastigheter over 2,0 m/s i det oppstrøms området før elveløpet deler seg ved Tangen. Løsmassekart viser at elvekanten der består av hav- og elveavsetning, og det er derfor en viss risiko for erosjon. Det er også beregnet vannhastigheter over 2,0 m/s lengre nedstrøms, ved innsnevring i elveløpet, men i disse områdene finnes det mye bart fjell, og faren for erosjon vurderes derfor som lav.

De minste bruene har så lite lysåpning at de er utsatt for tilstopping av kvist og annet drivgodt under flom. I så fall vil det gi enda større oppstuvning og høyere vannstand enn det beregningene viser. Det er likevel ikke forventet vesentlige problemer knyttet til massetransport eller drivgods på det kartlagte område. Rygene dam ligger 700 meter oppstrøms flomsonen. Eventuell massetransport eller drivgods fra lenger opp i elven forventes å avsettes her.

6.3 Områder utenfor flomsonene

Også områder utenfor flomsonene vil kunne bli påvirket av flommen i form av forhøyet grunnvannstand og tilbakeslag i overvannssystemene, slik at det ikke klarer å ta unna overflatevann. Dette kan føre til problemer med vann i kjellere. En detaljert kartlegging av dette krever grundigere analyser av blant annet grunnforhold og er ikke en del av målsetningen for flomsonekartlegging.

7 Resultater og konklusjon

Resultatet fra flomsoneanalyser viser at en del bebyggelse og infrastruktur ligger utsatt til for flommer fra og med 20 års gjentakintervall. Flomsonene viser den høyeste vannstanden som oppstår under flommen.

7.1 Resultatet fra flomsoneanalysen

7.1.1 20-årsflom

Ved 20-årsflom vil en del mindre kommunale adkomstveier og noe bebyggelse bli berørt. Dette gjelder spesielt Nedre Haugerød vei og bebyggelse langs denne samt noe bebyggelse ved Vrengen. Hele Nidelva Camping og en liten del av Fv. 420 oversvømmes.

7.1.2 50-årsflom

Ved 50-årsflom oversvømmes noe mer bebyggelse på nord-vest siden av elveløpet der hovedløpet deles ved Tangen, og på nord og sørsiden av Hølen. Noen bygninger rundt Willumsholmene berøres. Vannet renner nå over på andre siden av Fv. 420 ved Nidelva camping, men vannet holdes i en forsenkning der, uten at flere bygninger berøres.

7.1.3 100-årsflom

Ved 100-årsflommen oversvømmes noe mer bebyggelse på nord og sørsiden av Hølen, ved Skarpnestangen og ved Gåresund.

7.1.4 200-årsflom

Ved 200-årsflommen oversvømmes større områder ved Tangen og sørdelen av Hølen, som påvirker noen flere bygninger. Nå er FV. 420 oversvømt hele veien forbi campingen.

7.1.5 1000-årsflom

Ved 1000-årsflommen er hele Tangen oversvømt. Flere deler av Fv. 420, deler av Fv. 407, samt flere bygninger på nordsiden av Hølen oversvømmes. I tillegg oversvømmes en større del av havna og flere boliger ved Natvig.

7.1.6 20-årsflom med klimapåslag

20-årsflommen i et endret klima i år 2100 har litt høyere vannstand enn dagens 50-årsflom, selv om vannføringen for 20-årsflommen med klimapåslag er noe lavere enn for 50-årsflommen (989 m³/s og 1041 m³/s). Grunnen til dette er det høyere havnivået som nedstrøms grensebetingelse for 20-årsflommen med klimapåslag, som tar hensyn til havnivåstigningen frem til år 2100. 20-årsflommen med klimapåslag berører flere bygninger nærmere havet, spesielt ved Natvig sammenlignet med 20-årsflommen uten klimapåslag.

7.1.7 200-årsflom med klimapåslag

200-årsflommen med klimapåslag har samme utstrekning som dagens 1000-årsflom i nedre del nærmere sjøen. Lenger opp i vassdraget har den litt mindre utstrekning enn dagens 1000-årsflom. Den berører likevel mange av de samme områdene. Deler av Fv. 420 og Fv. 407 berøres.

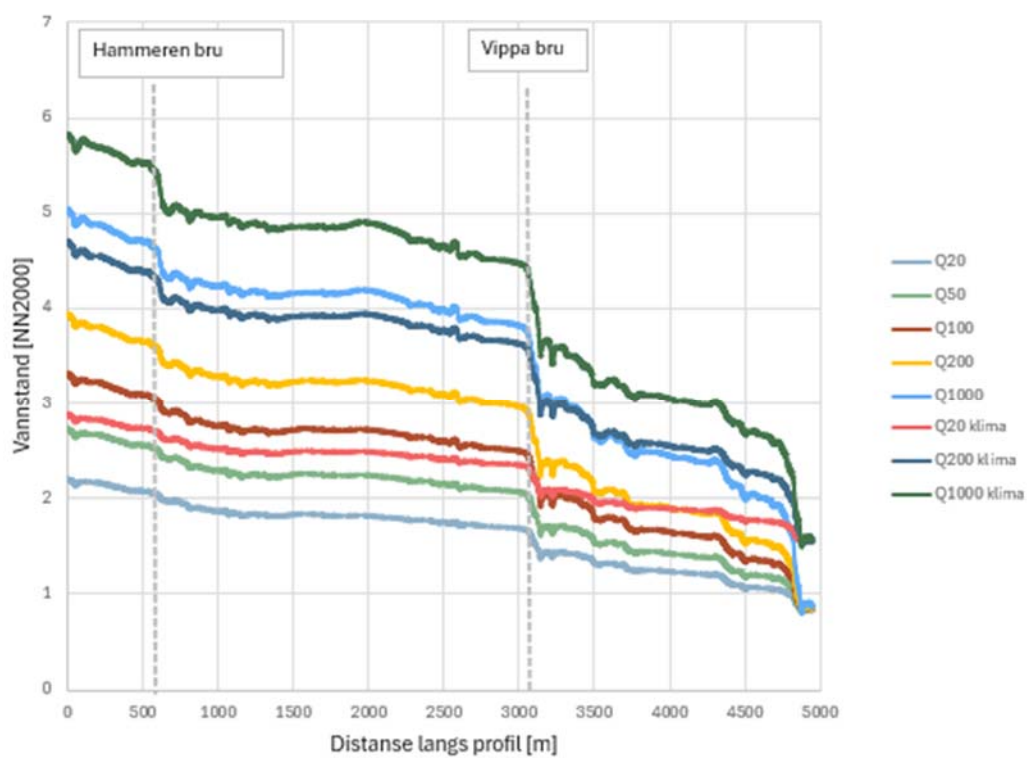
7.1.8 1000-årsflom med klimapåslag

I tillegg til det som berøres av dagens 1000-årsflom, vil 1000-årsflommen med klimapåslag dekke større deler av områdene sør for Fv. 420 på sørsiden av Hølen. Flere boliger ved Bøsseviga berøres. Hele tangen oversvømmes. Flommen berører et større område ved Natvig.

7.2 Lengdeprofiler

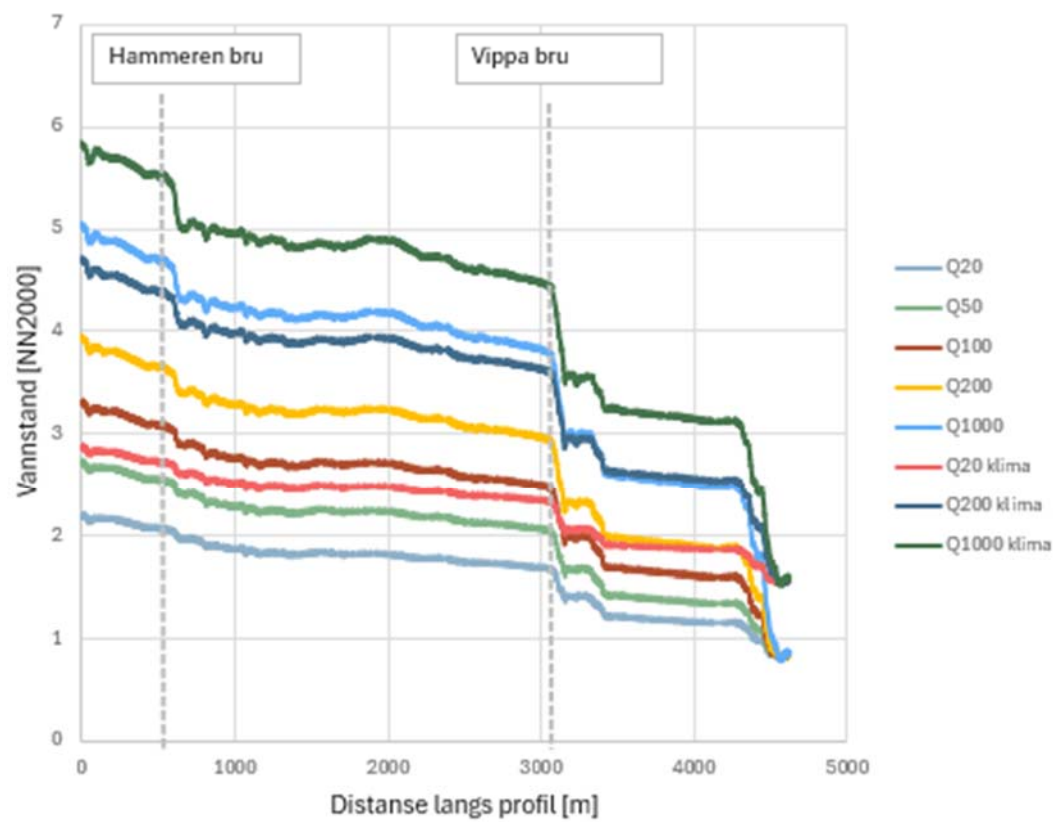
Det er hentet tre lengdeprofiler langs strekningen, og de viser tydelig oppstuvning ved bruene og ved utløpene til sjøen.

Lengdeprofil 1



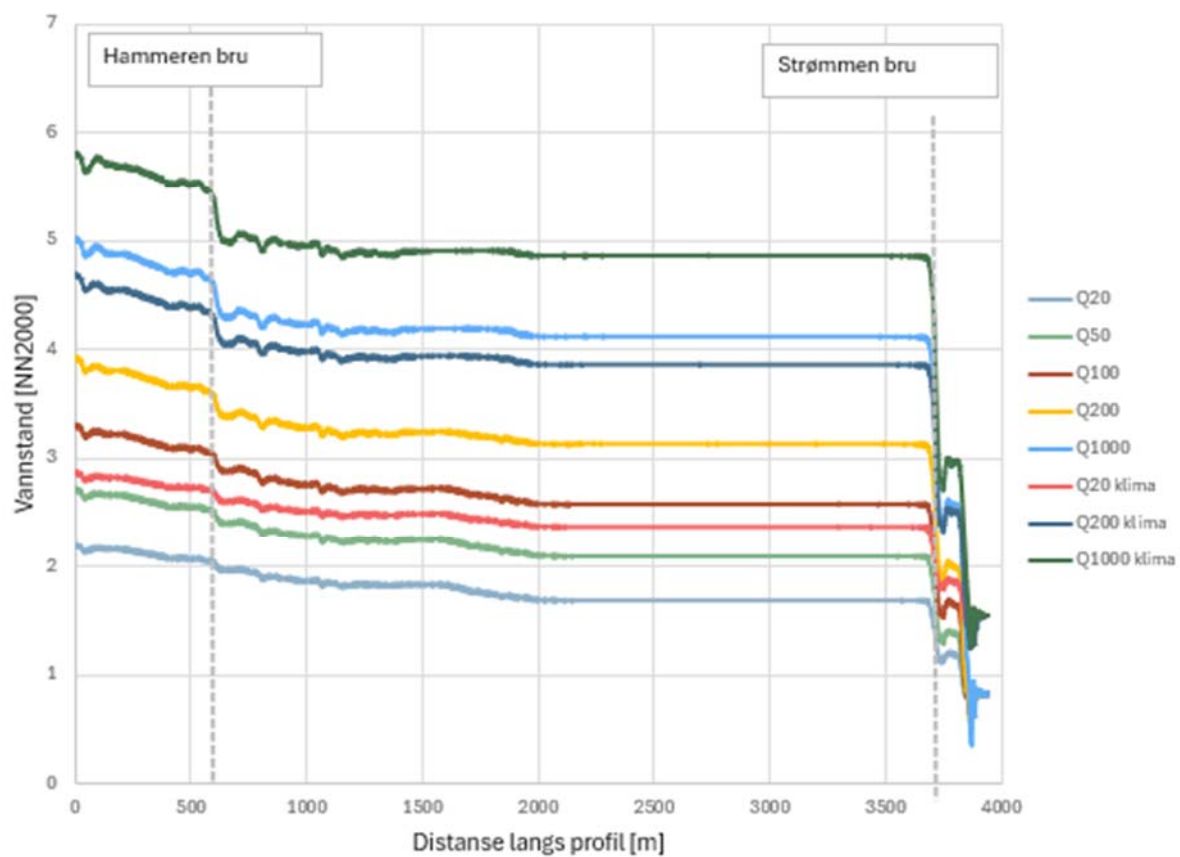
Figur 7-1. Lengdeprofil 1.

Lengdeprofil 2



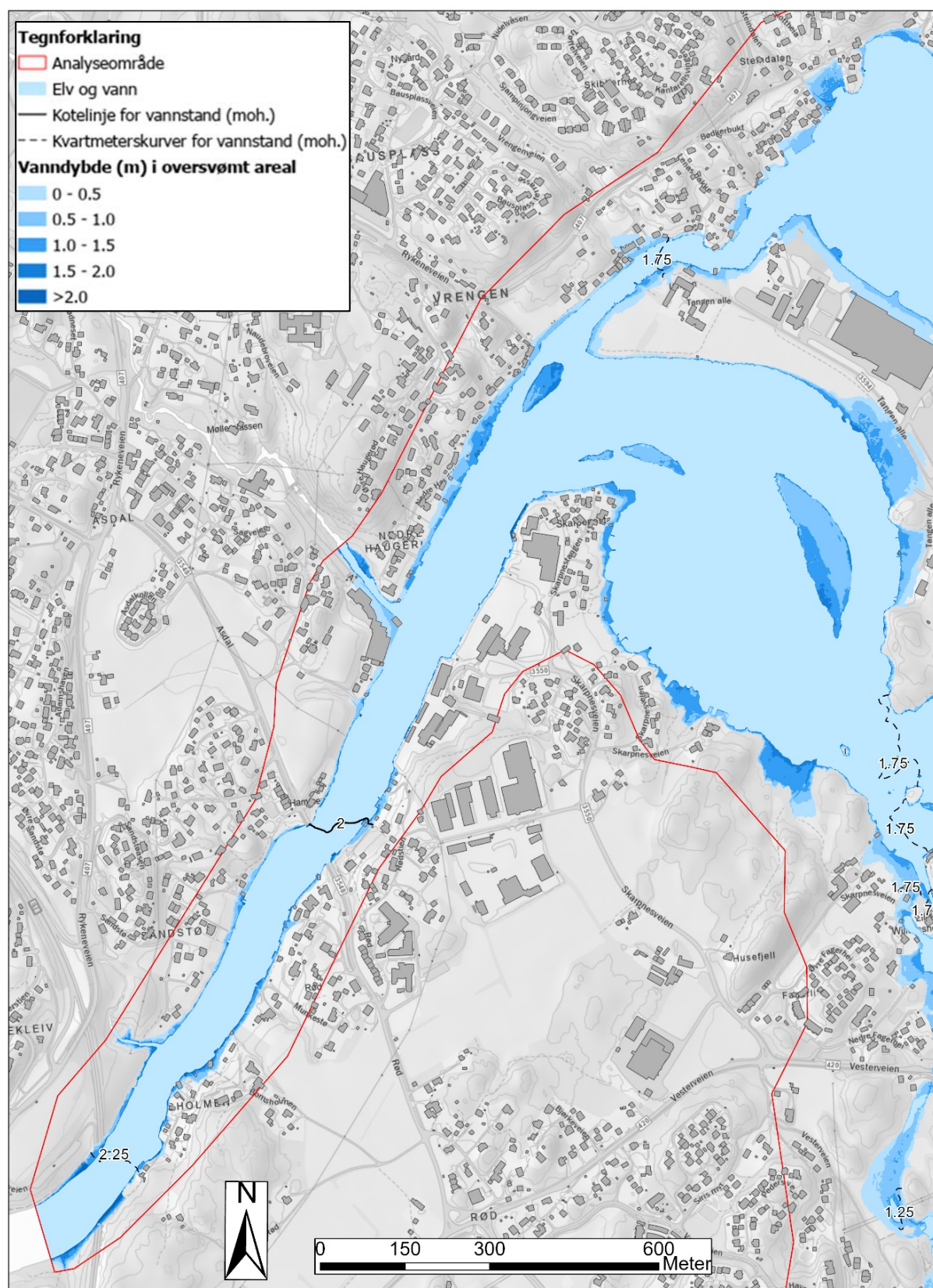
Figur 7-2. Lengdeprofil 2.

Lengdeprofil 3

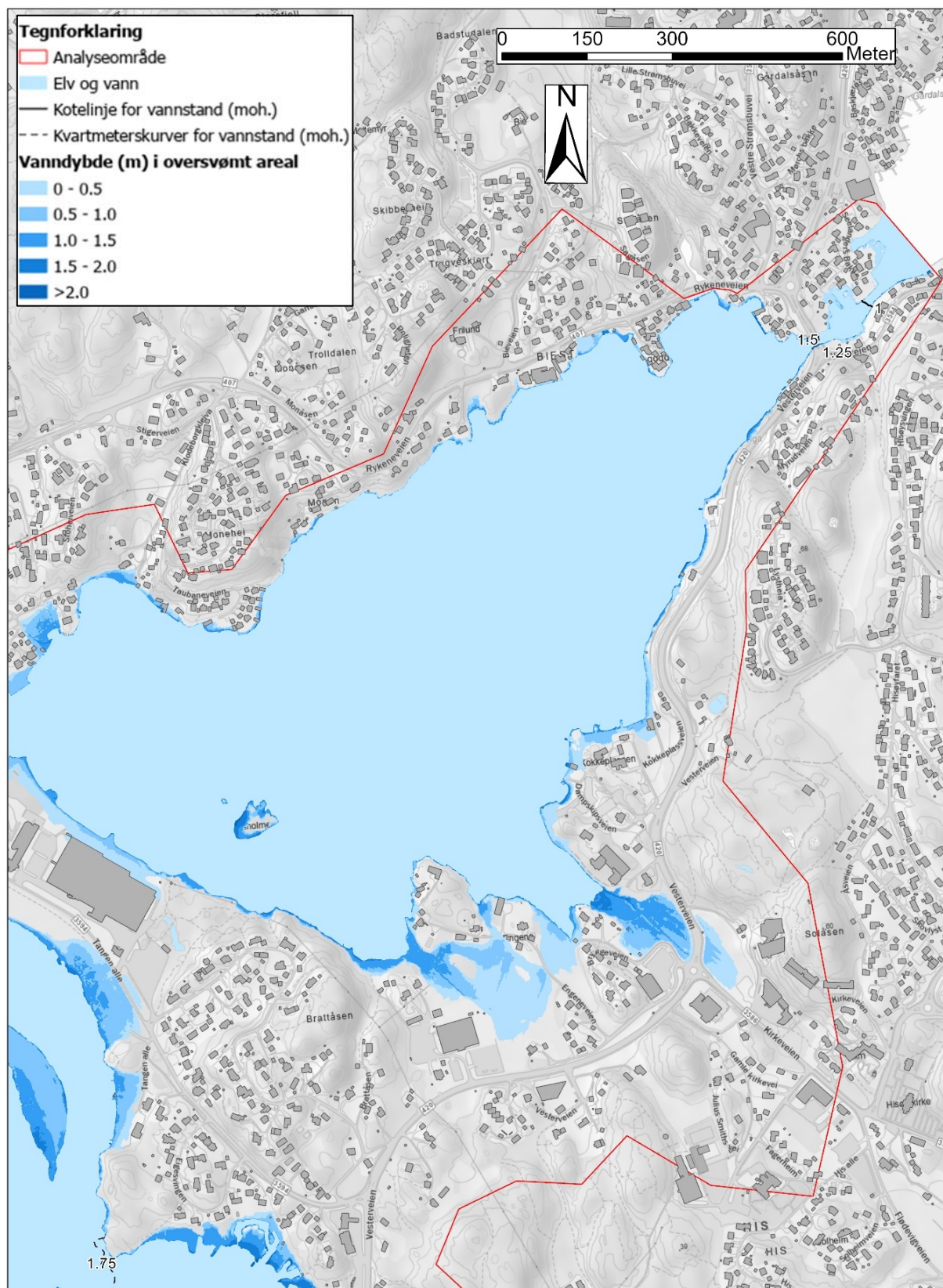


Figur 7-3. Lengdeprofil 3.

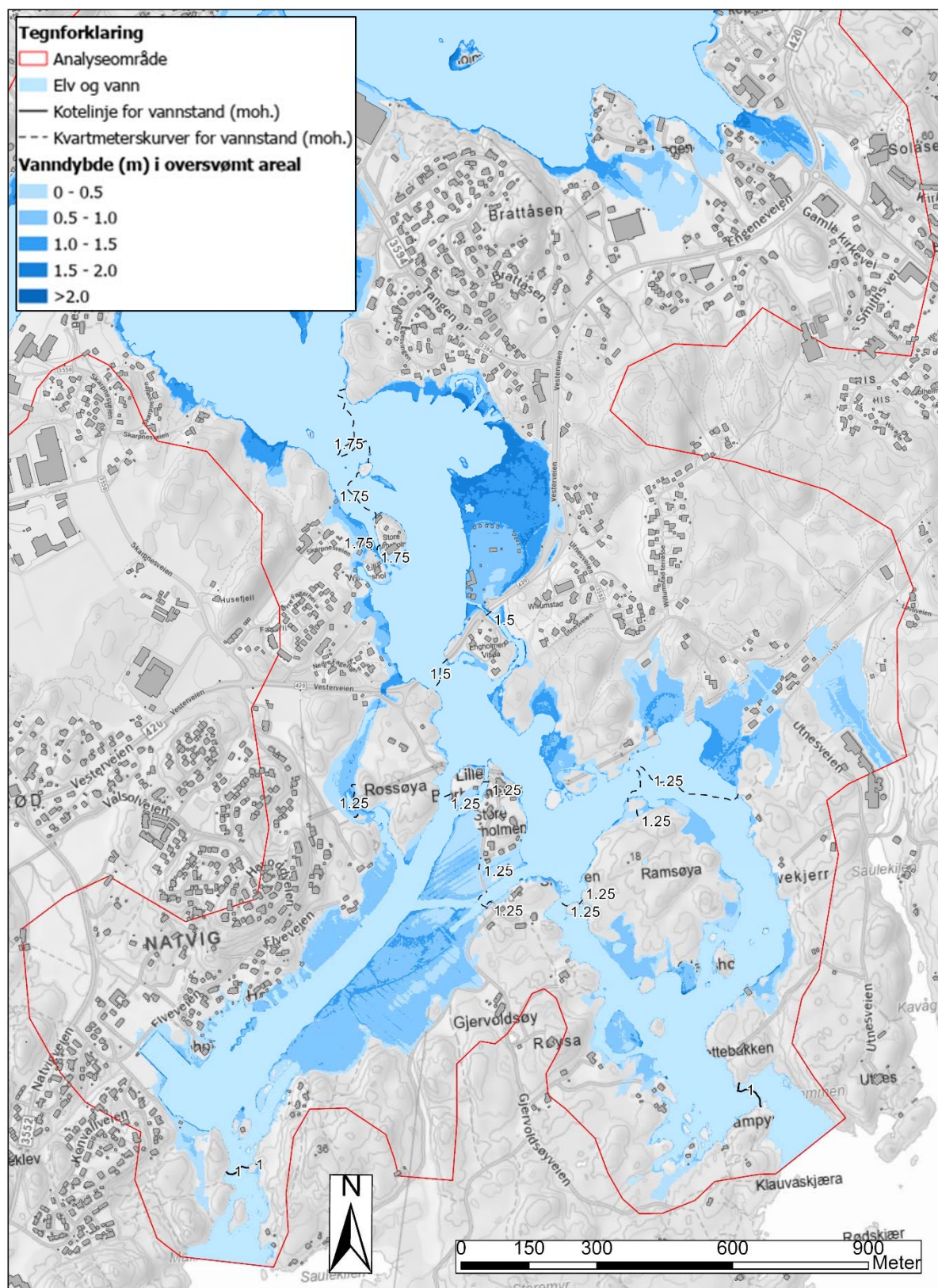
7.3 Flomsonekart



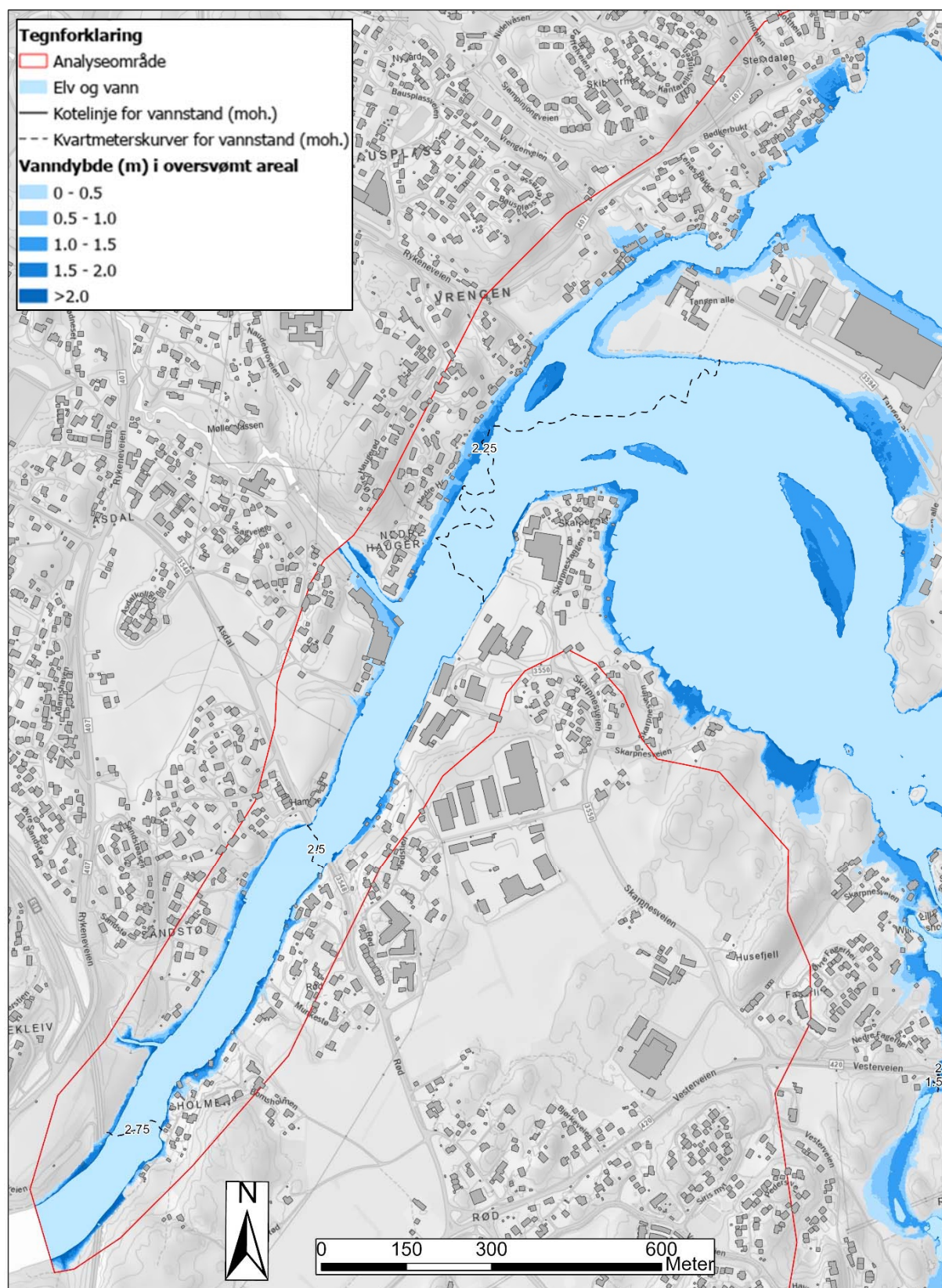
Figur 7-4. Flomsonekart for 20-årsflom – vest.



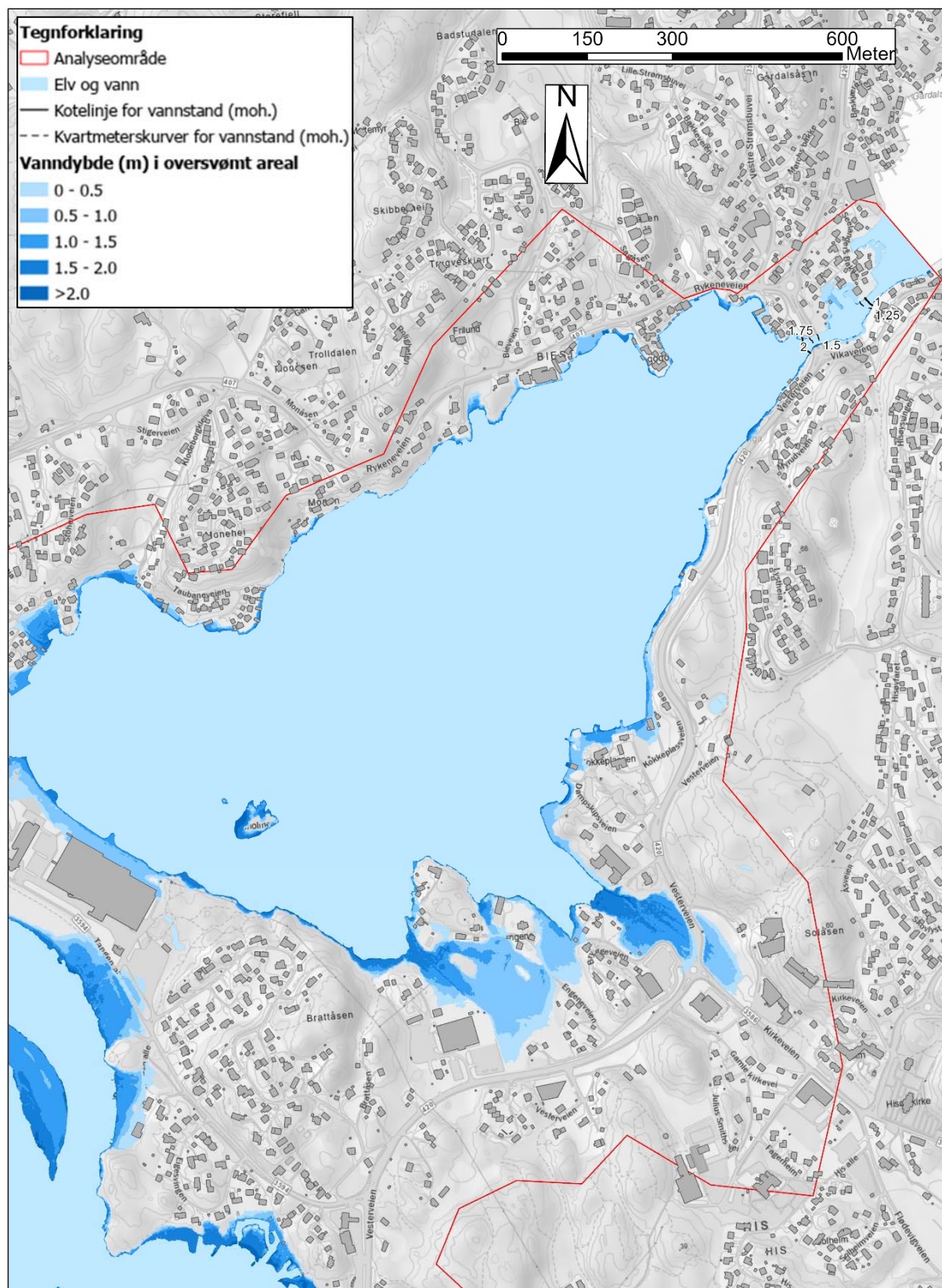
Figur 7-5. Flomsonekart for 20-årsflom – øst.



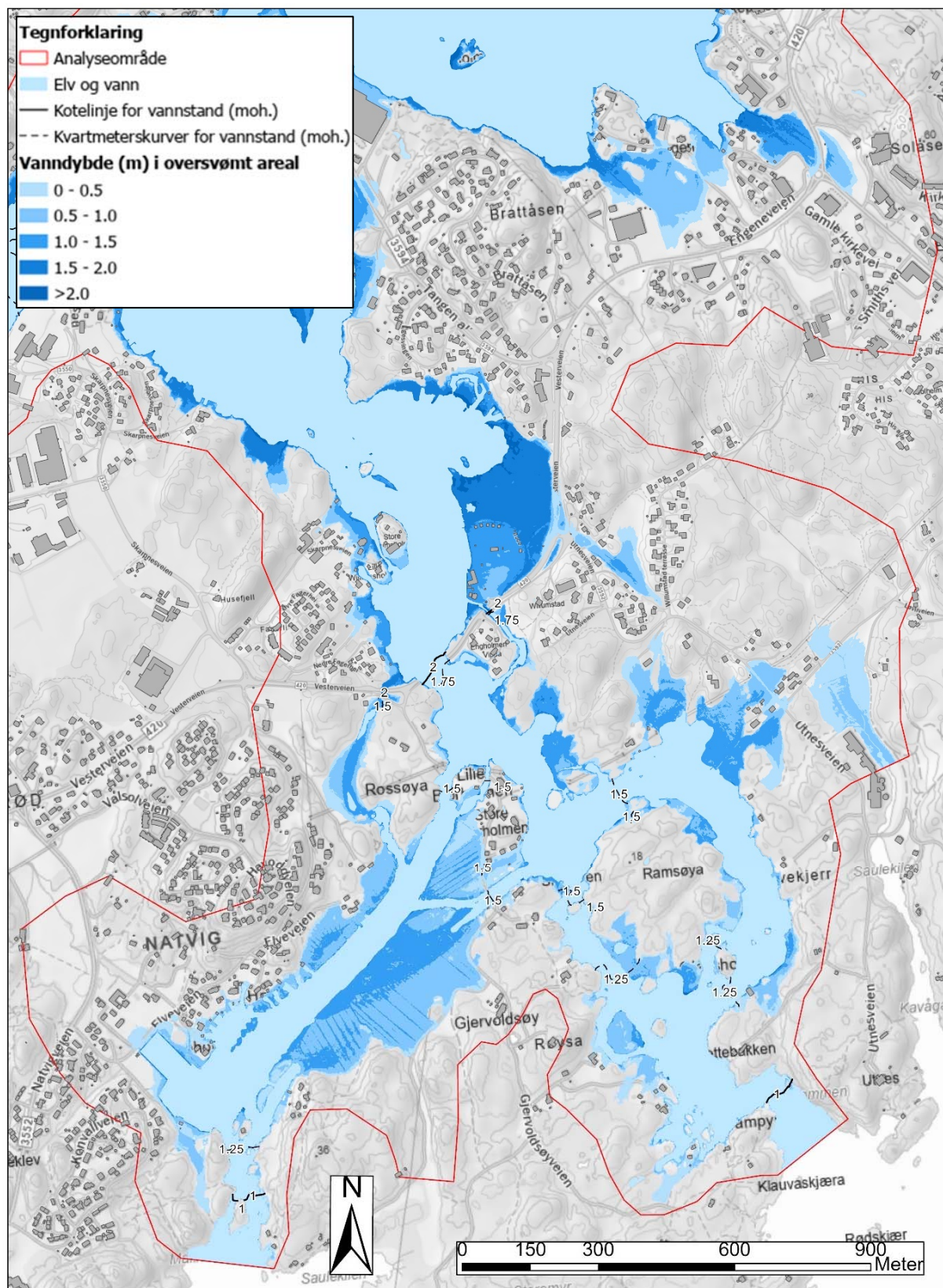
Figur 7-6. Flomsonekart for 20-årsflom – sør.



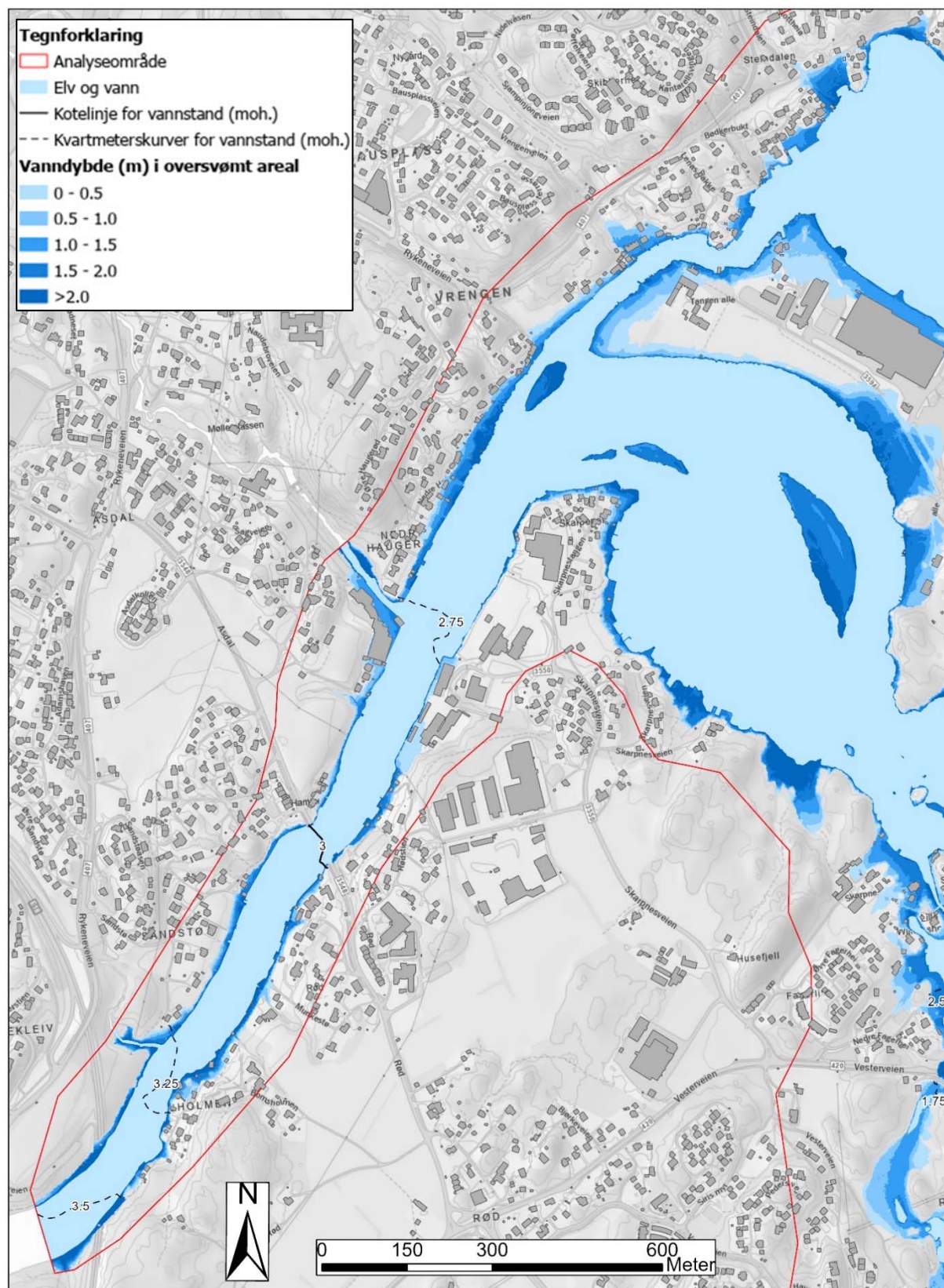
Figur 7-7. Flomsonekart for 50-årsflom – vest.



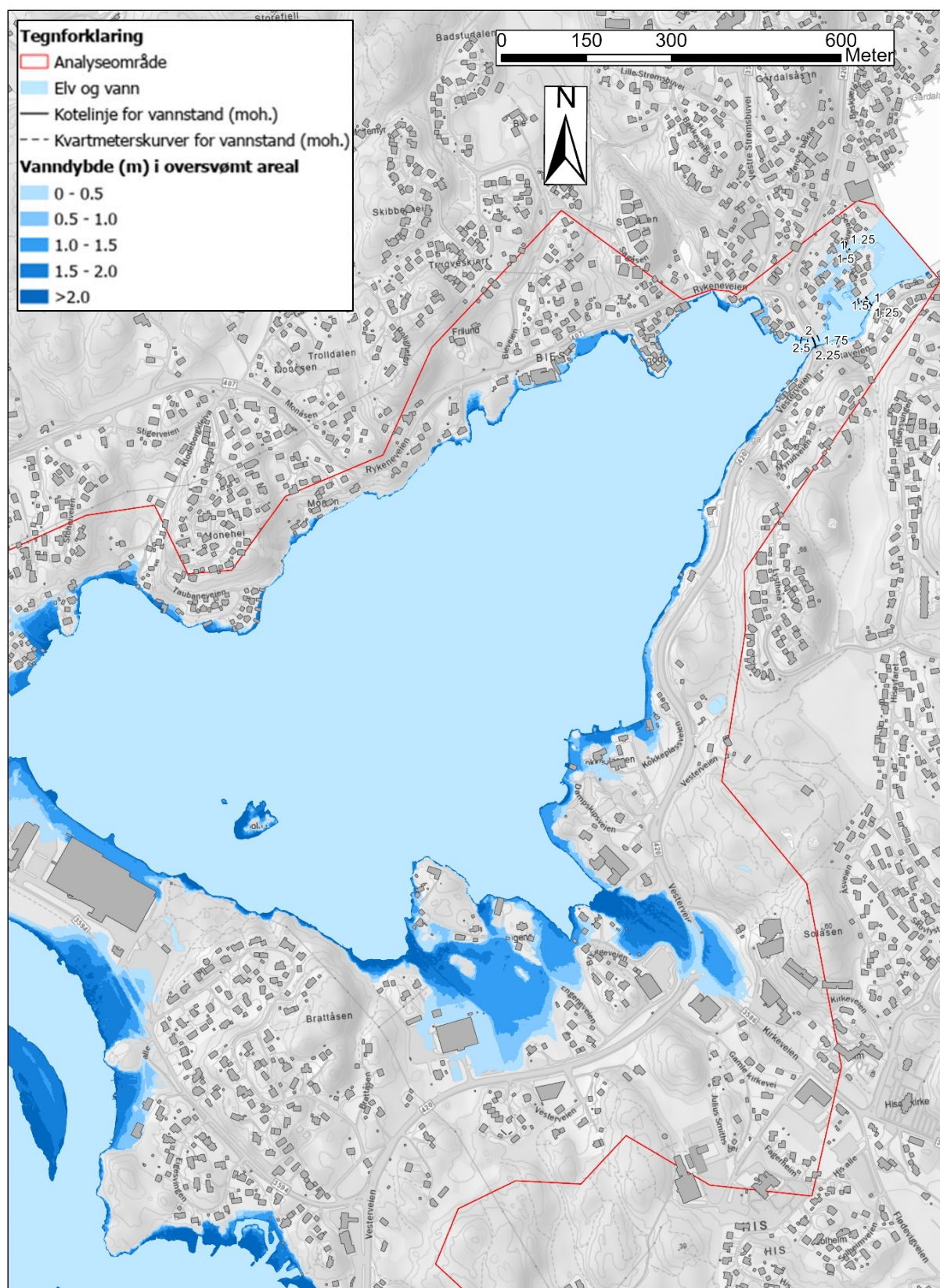
Figur 7-8. Flomsonekart for 50-årsflom – øst.



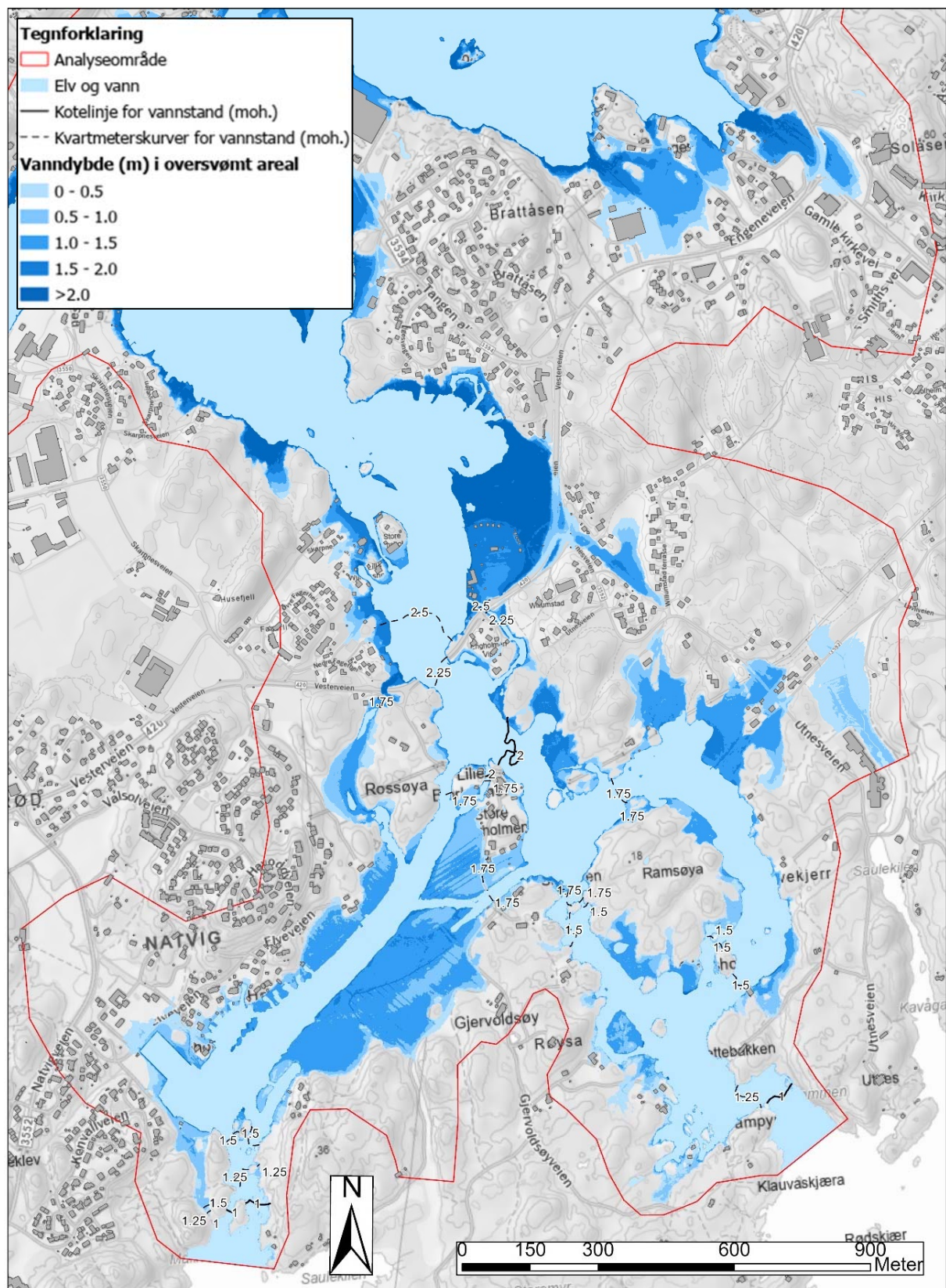
Figur 7-9. Flomsonekart for 50-årsflom – sør.



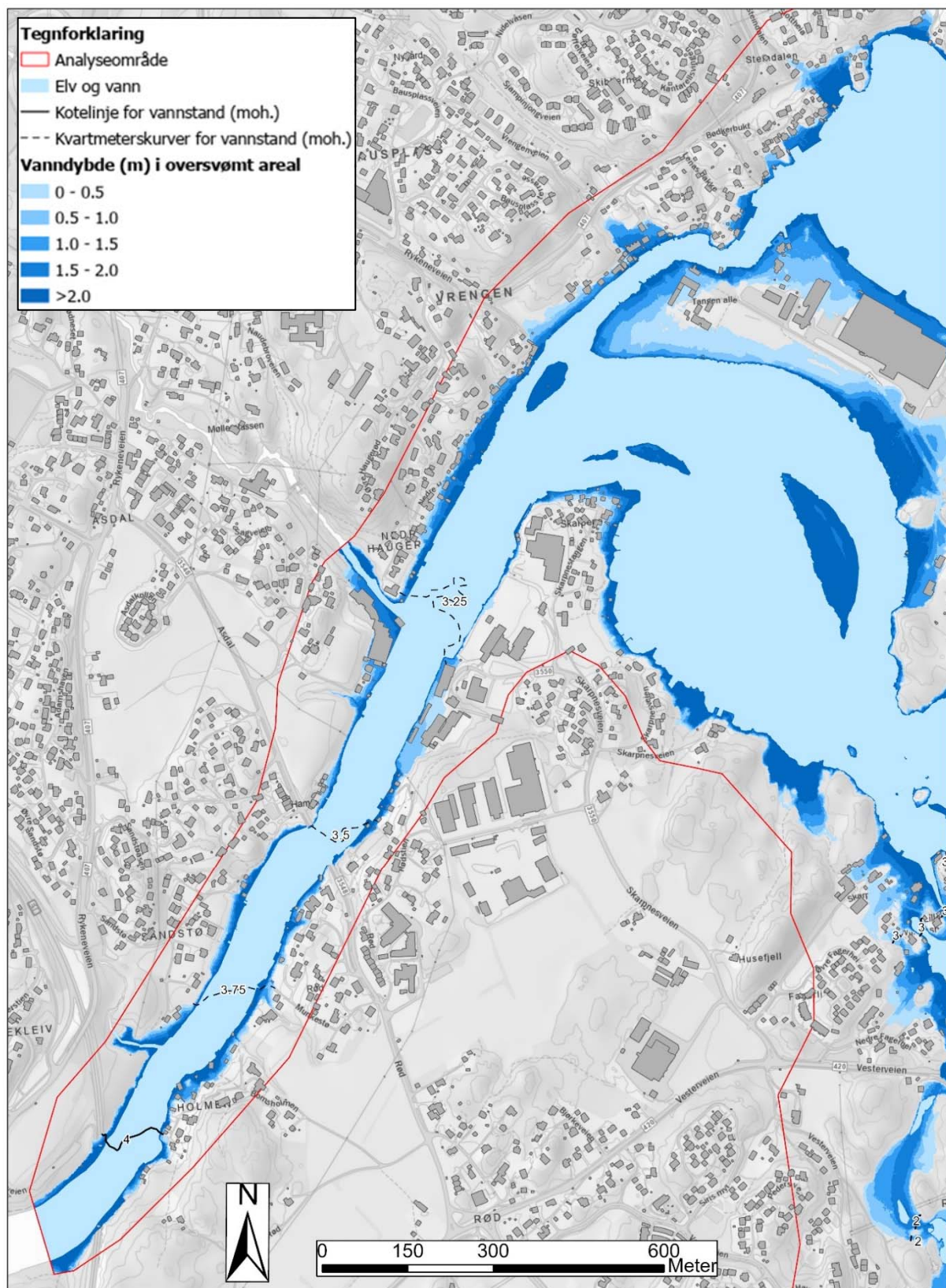
Figur 7-10. Flomsonekart for 100-årsflom – vest.



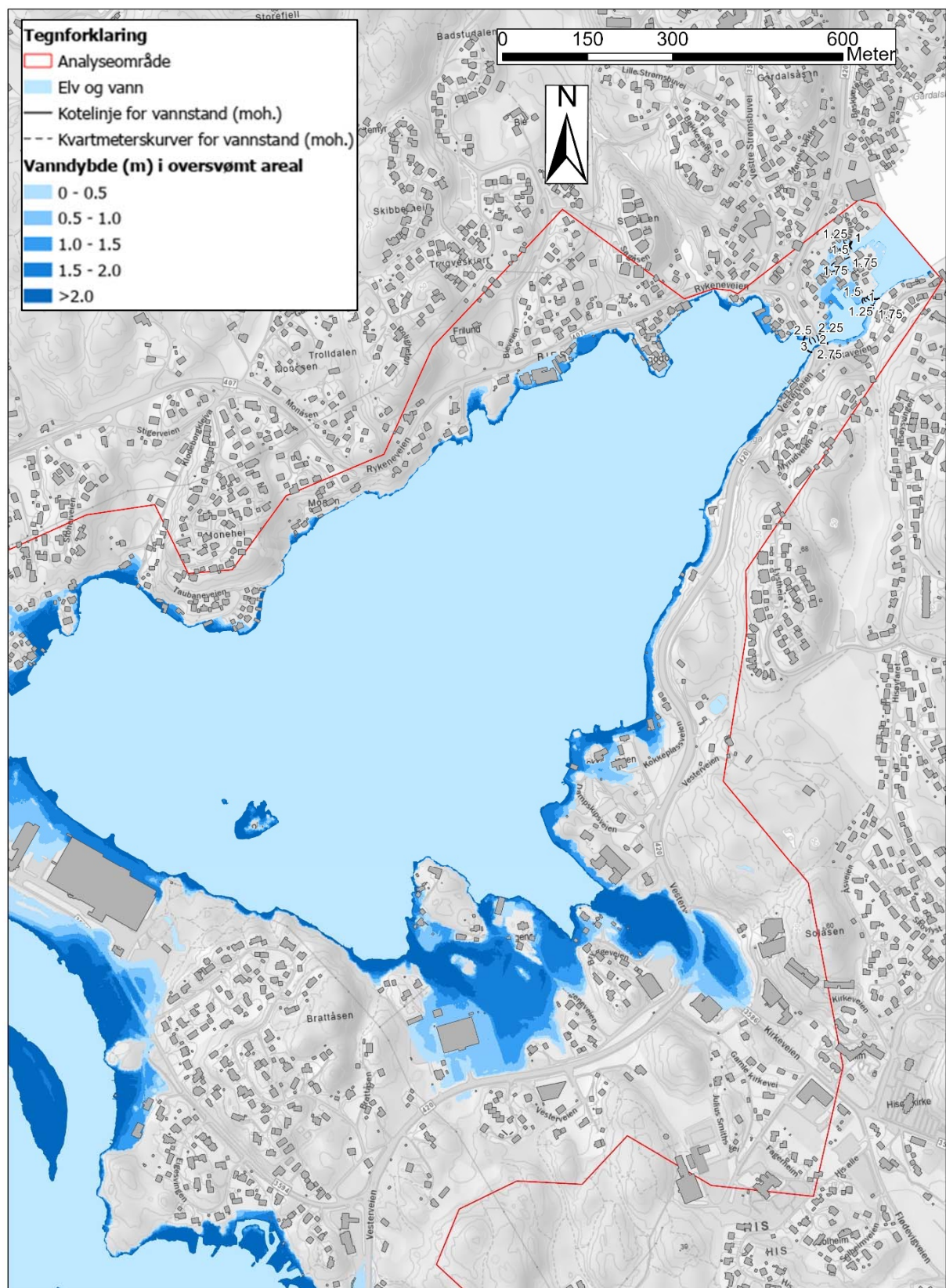
Figur 7-11. Flomsonekart for 100-årsflom – øst.

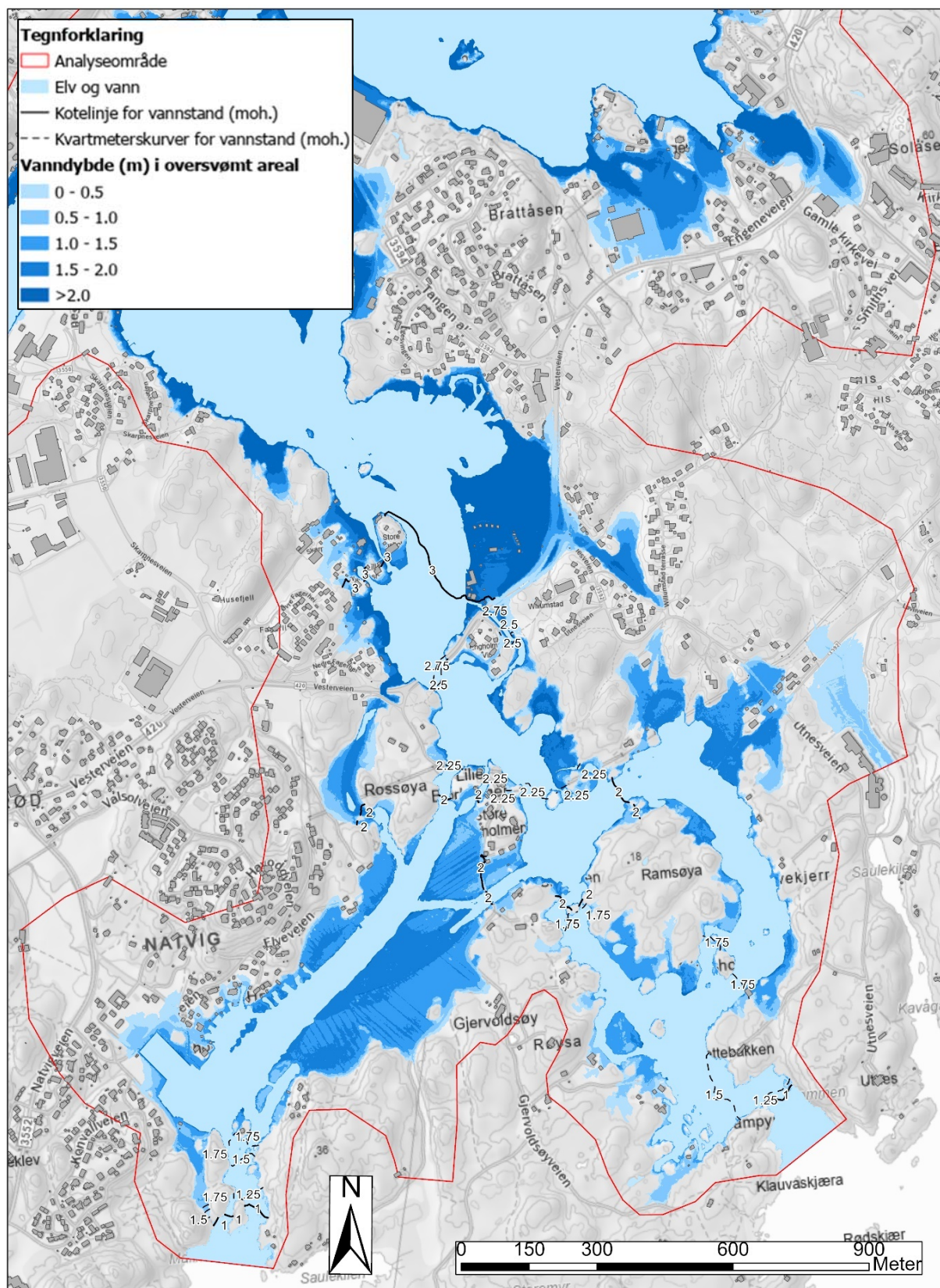


Figur 7-12. Flomsonekart for 100-årsflom – sør.

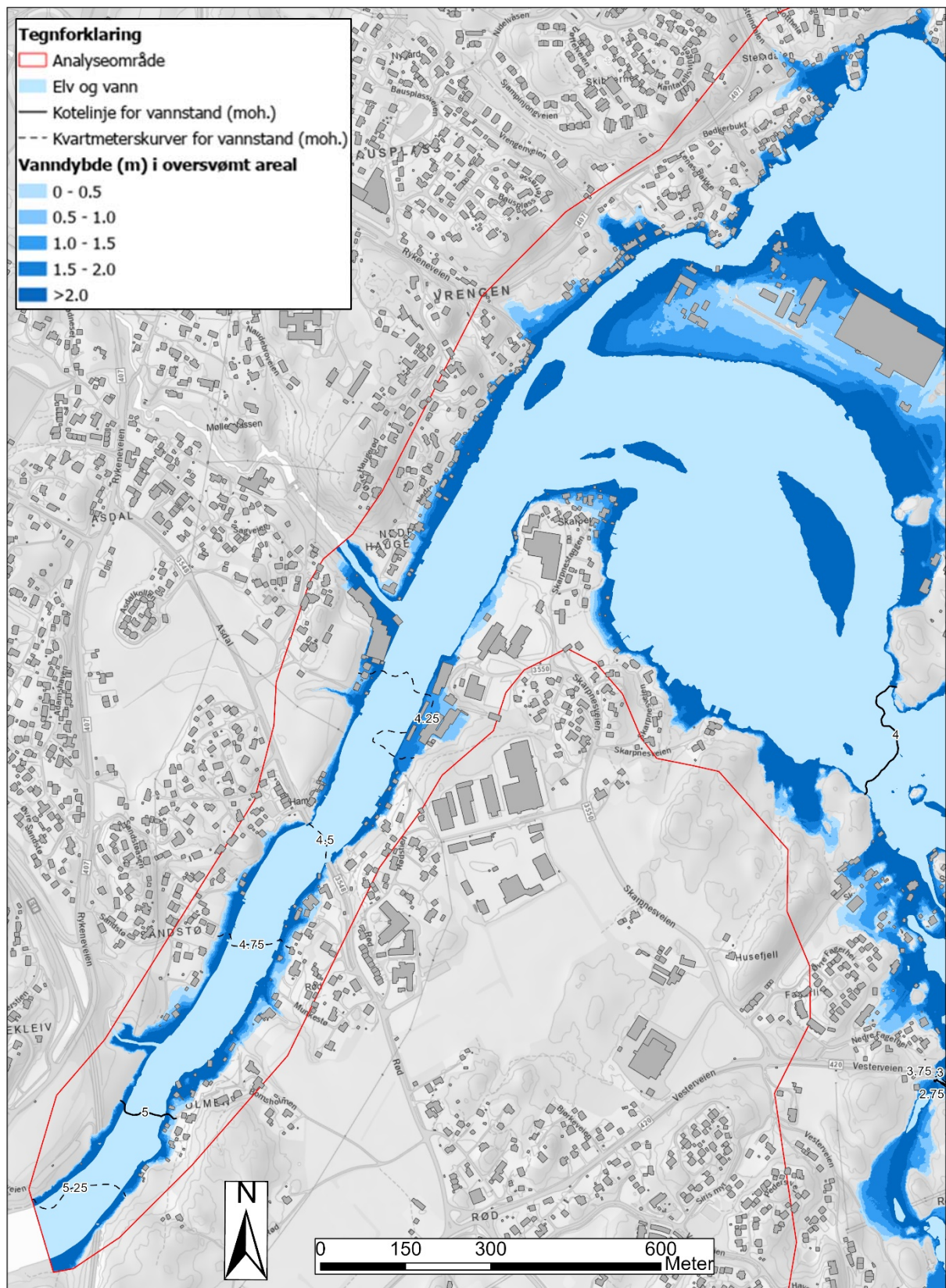


Figur 7-13. Flomsonekart for 200-årsflom – vest.

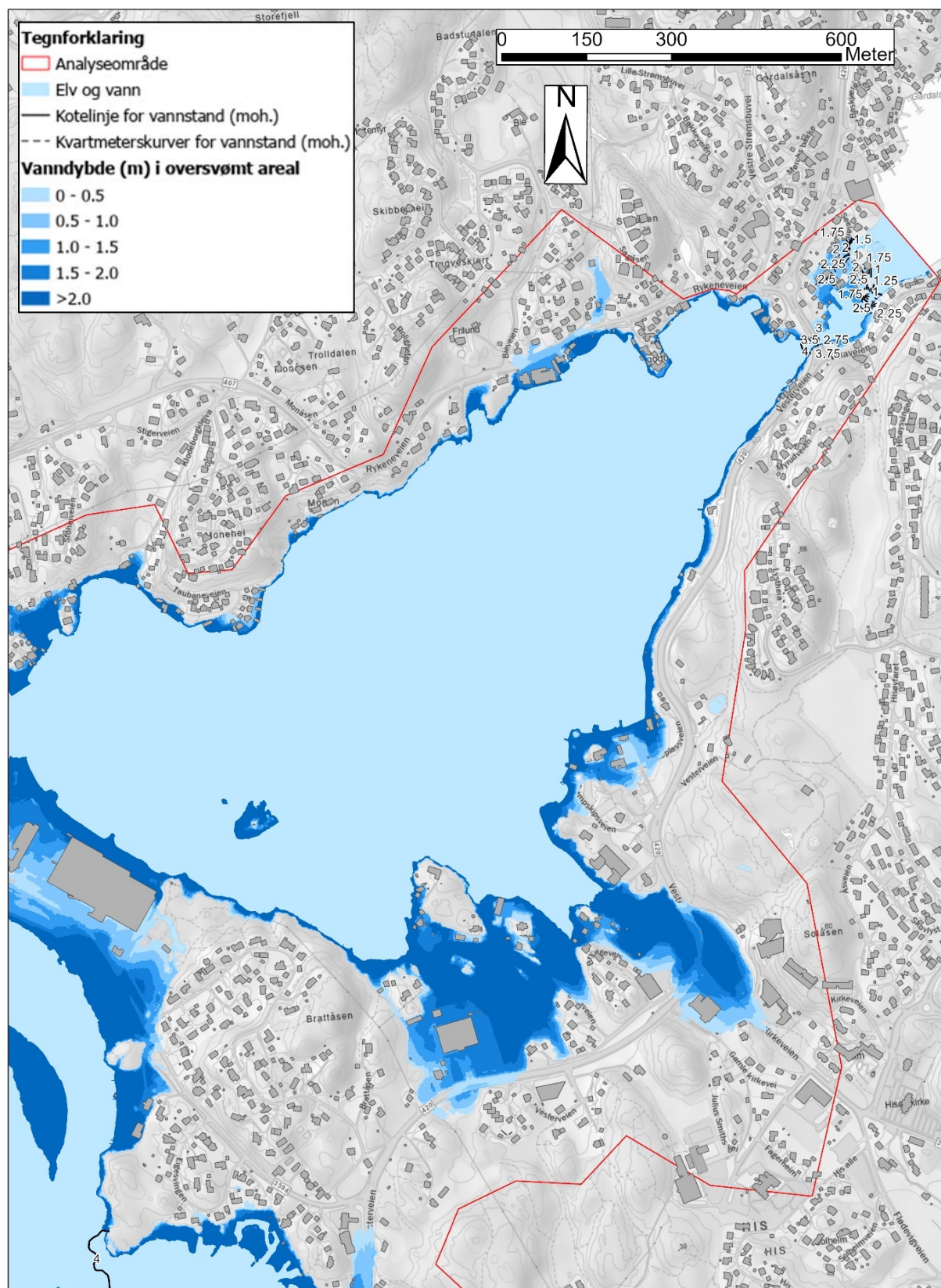




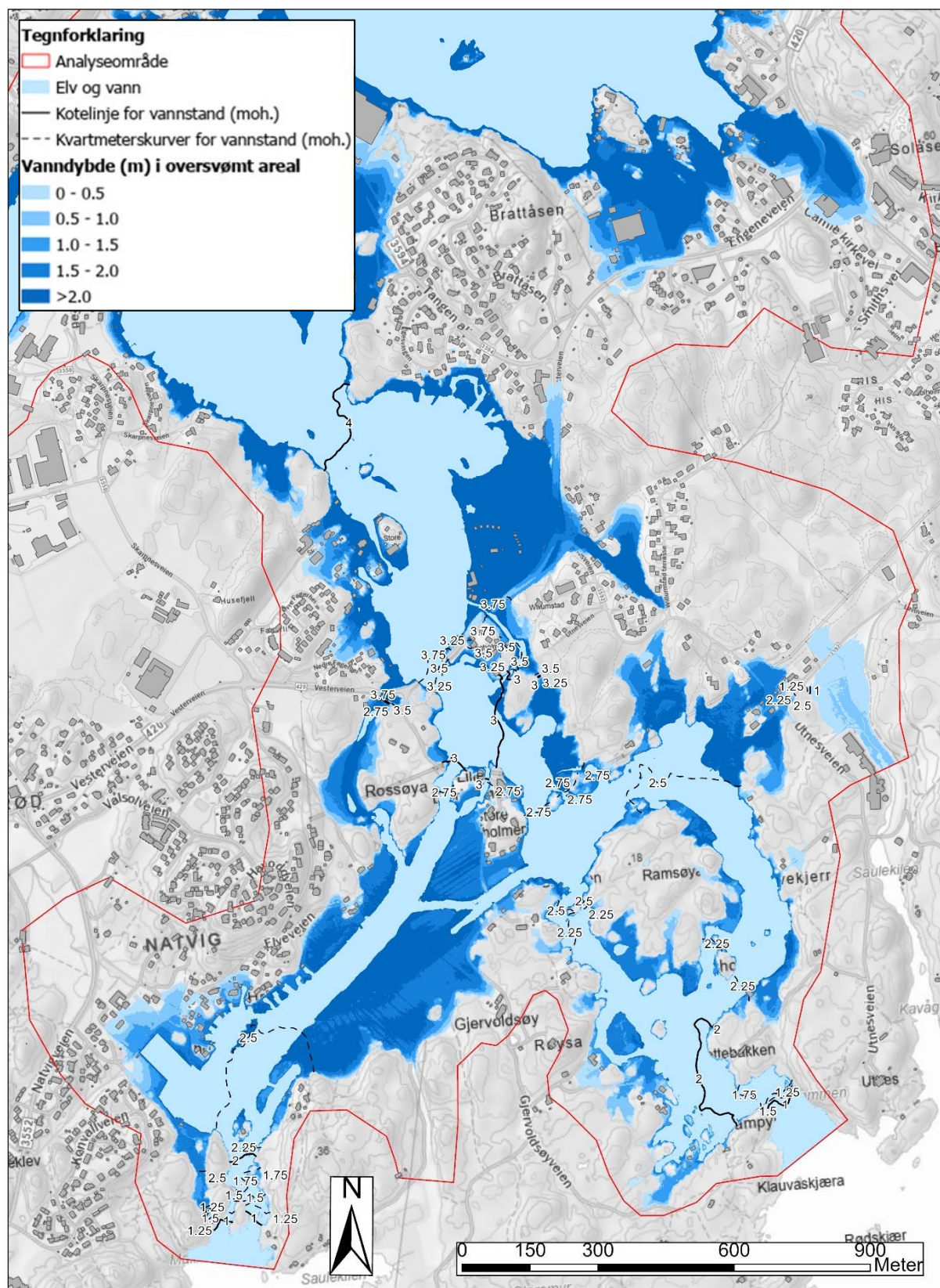
Figur 7-15. Flomsonekart for 200-årsflom – sør.

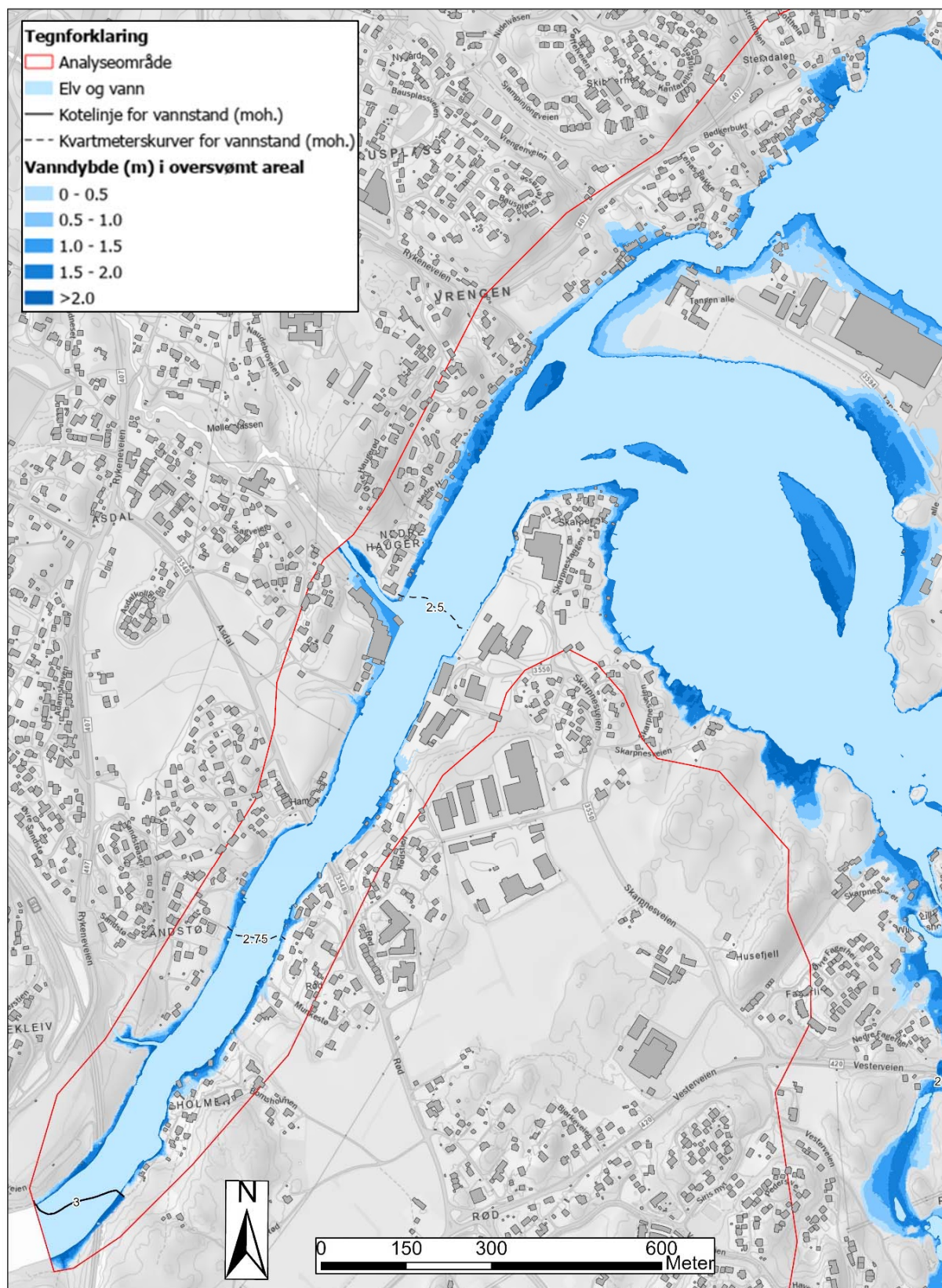


Figur 7-16. Flomsonekart for 1000-årsflom – vest.

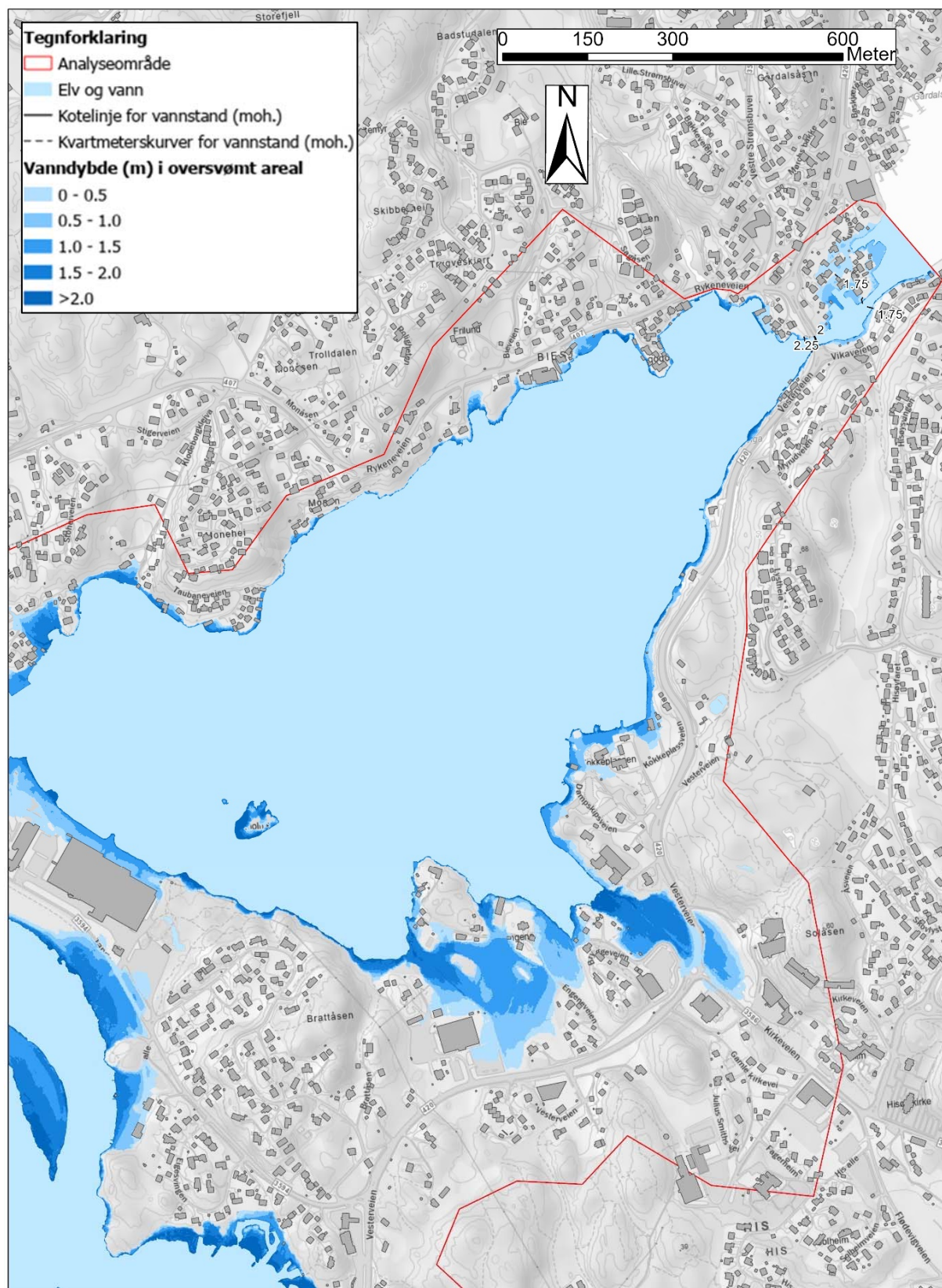


Figur 7-17. Flomsonekart for 1000-årsflom – øst.

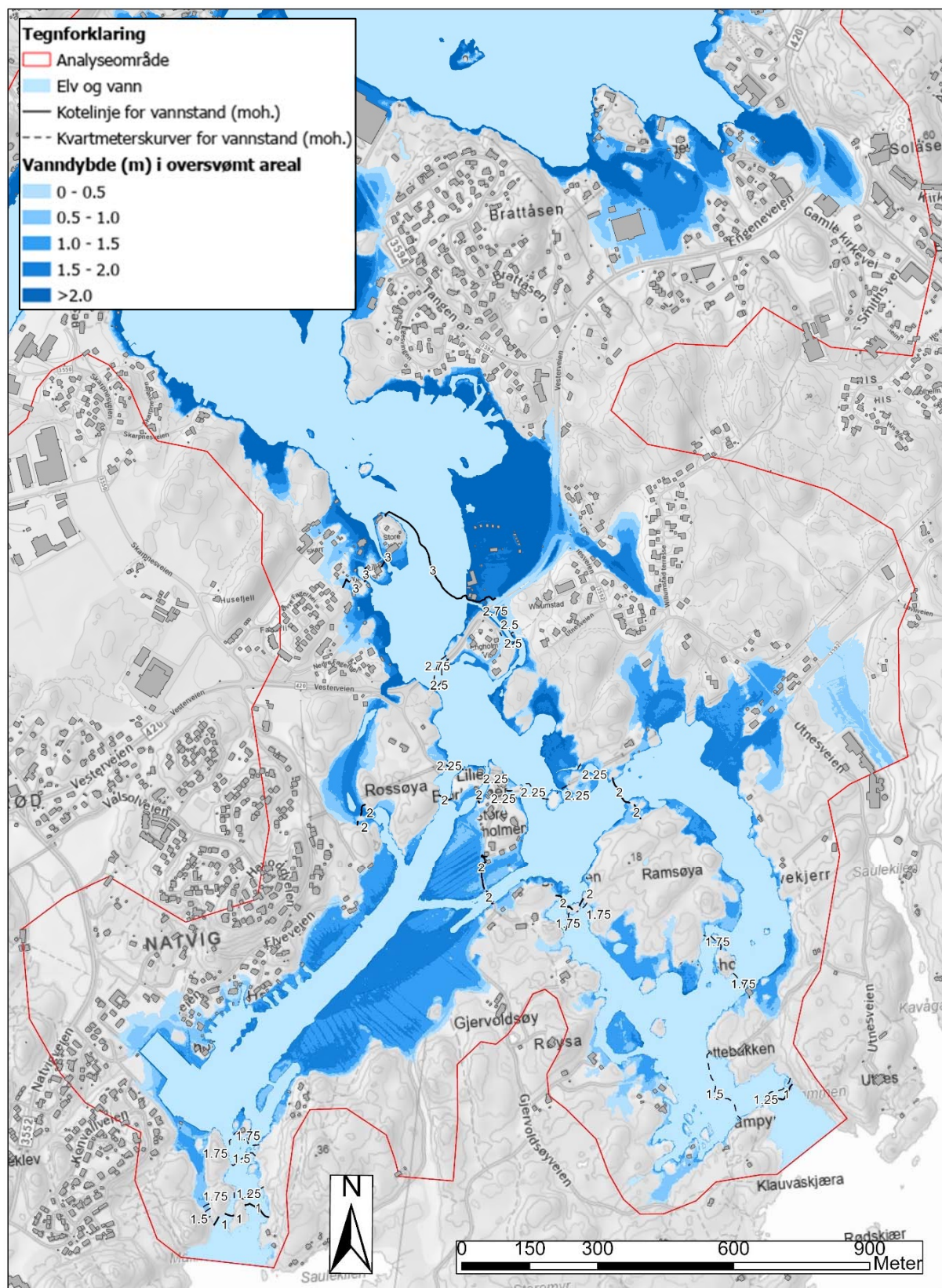




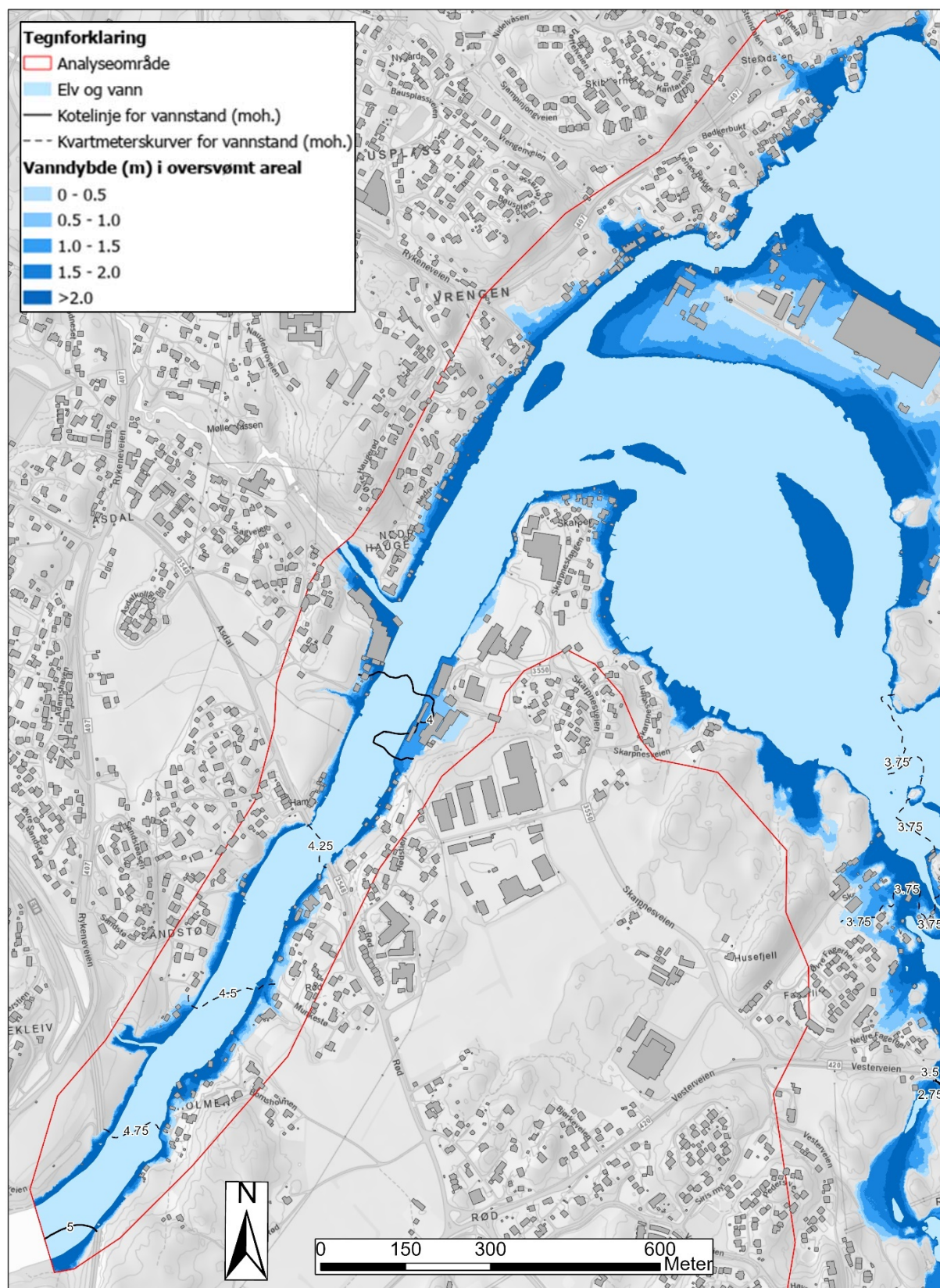
Figur 7-19. Flomsonekart for 20-årsflom i et endret klima i år 2100 – vest.



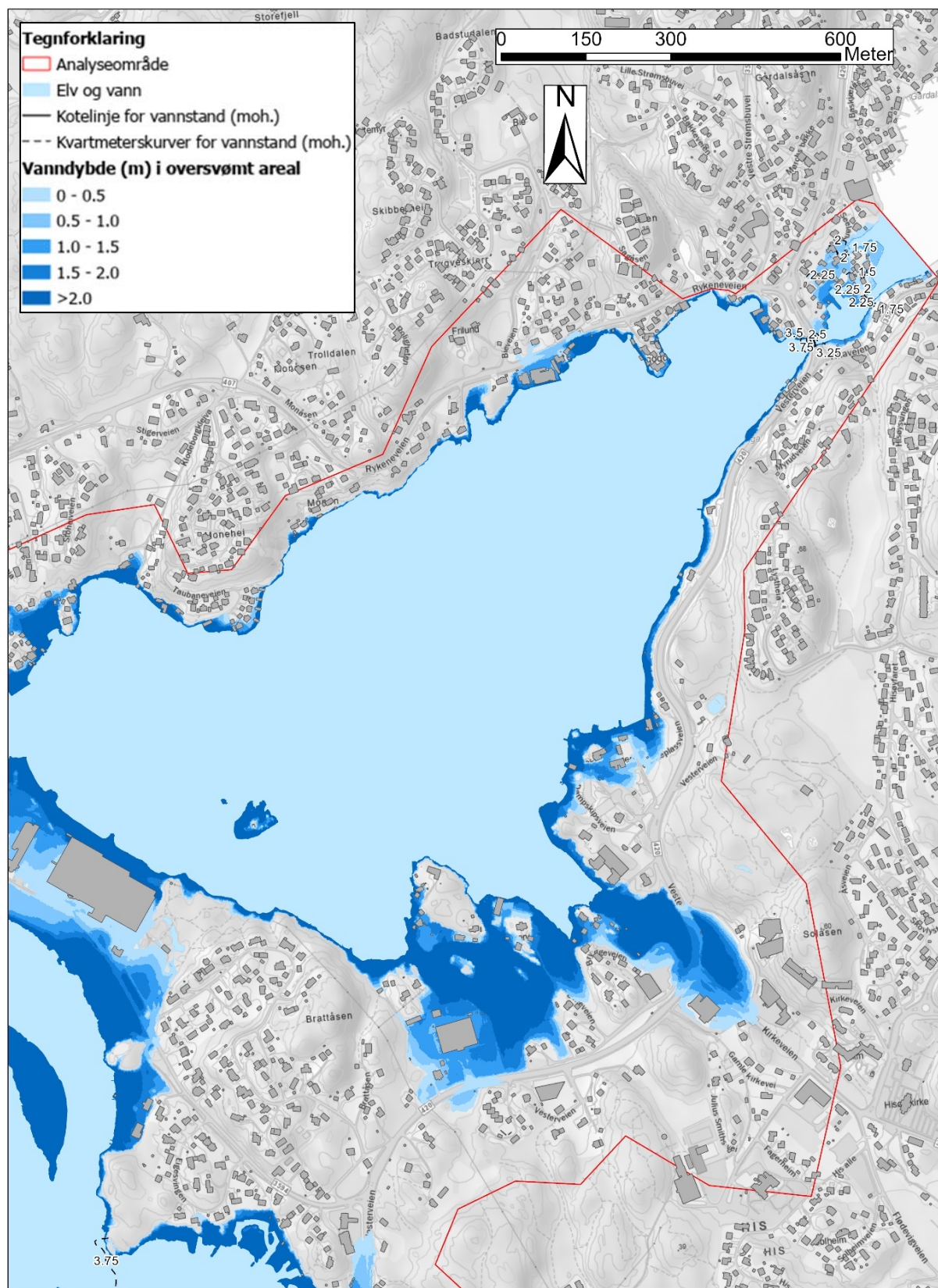
Figur 7-20. Flomsonekart for 20-årsflom i et endret klima i år 2100 – øst.



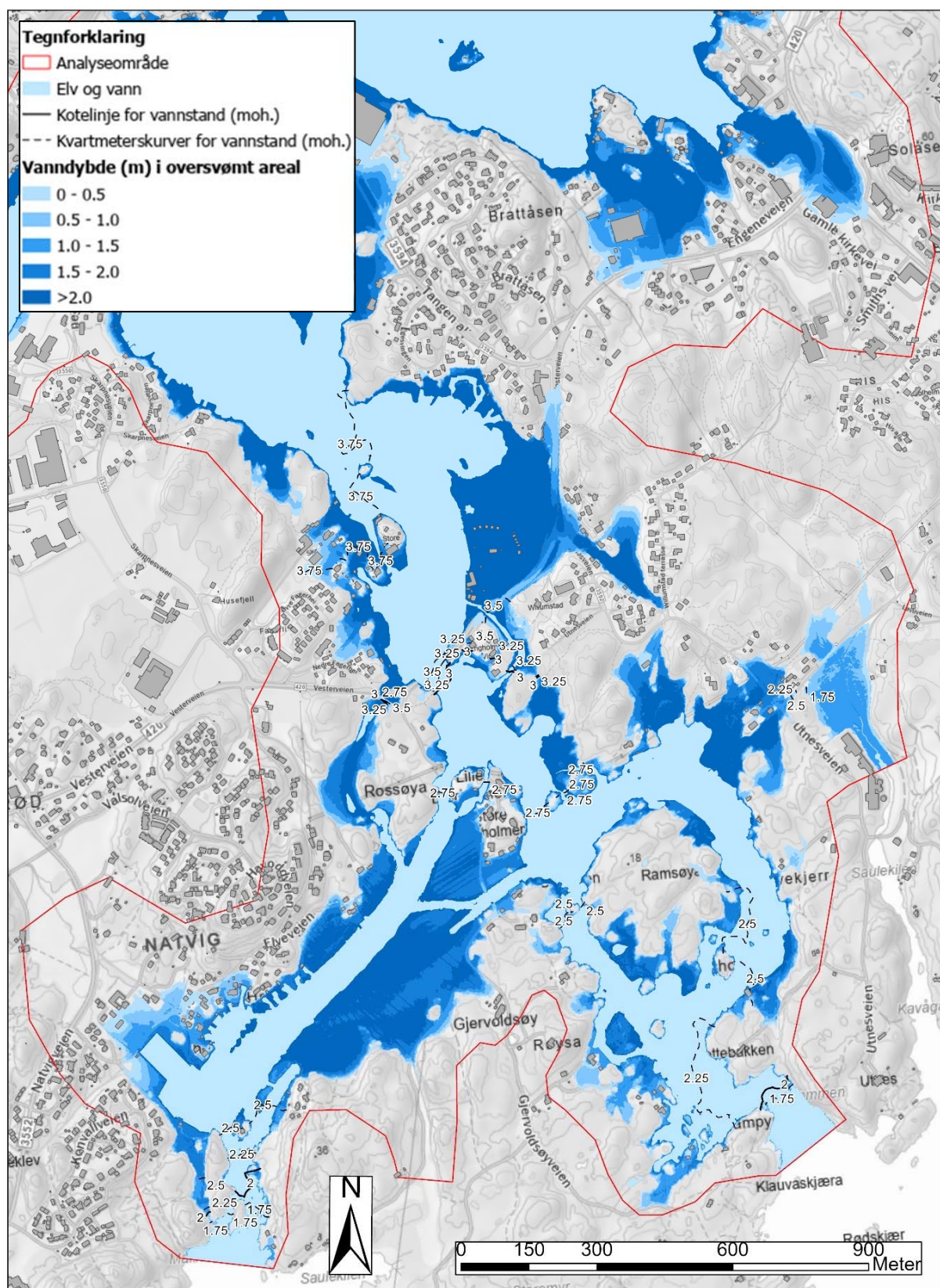
Figur 7-21. Flomsonekart for 20-årsflom i et endret klima i år 2100 – sør.

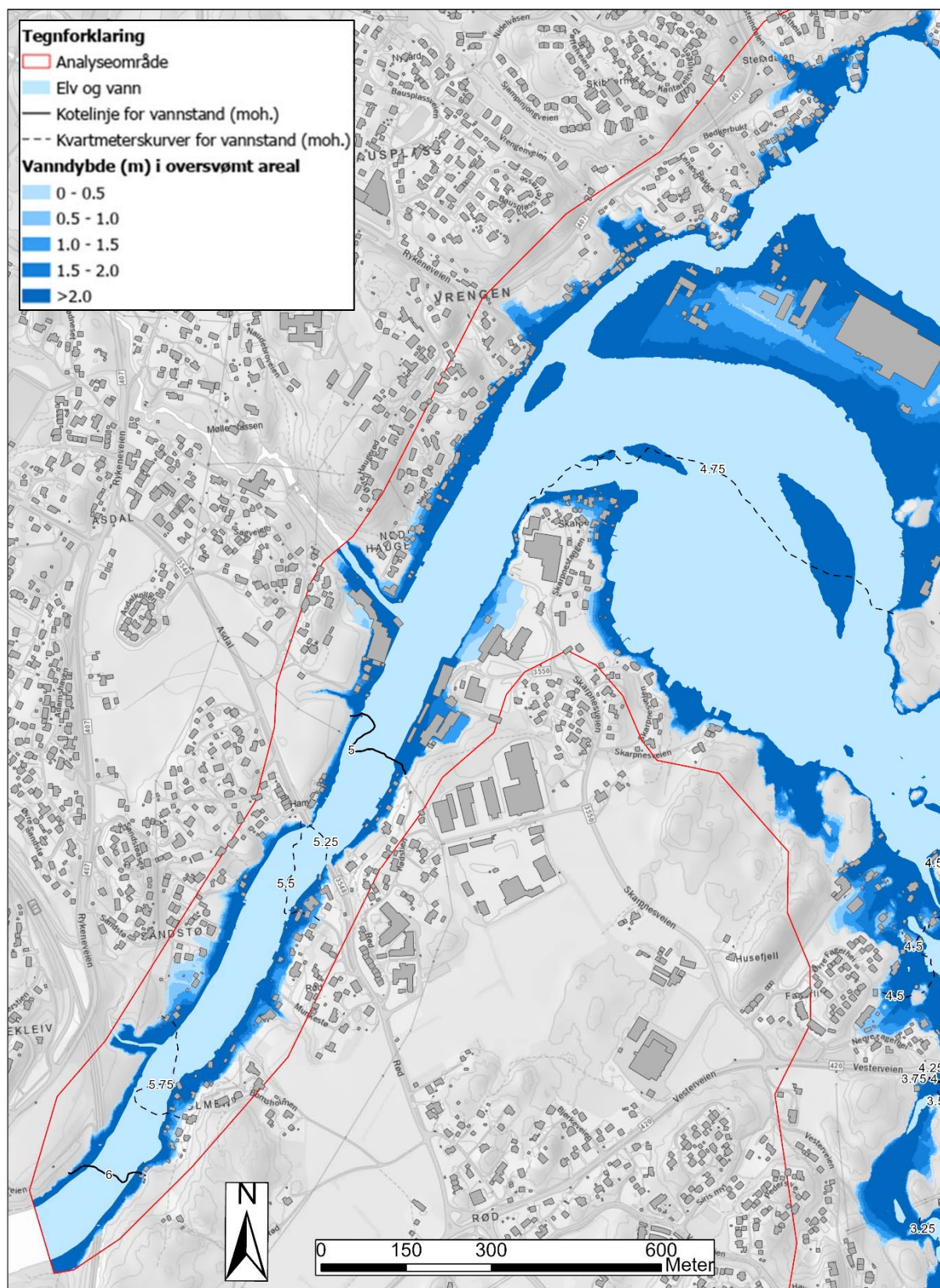


Figur 7-22. Flomsonekart for 200-årsflom i et endret klima i år 2100 – vest.

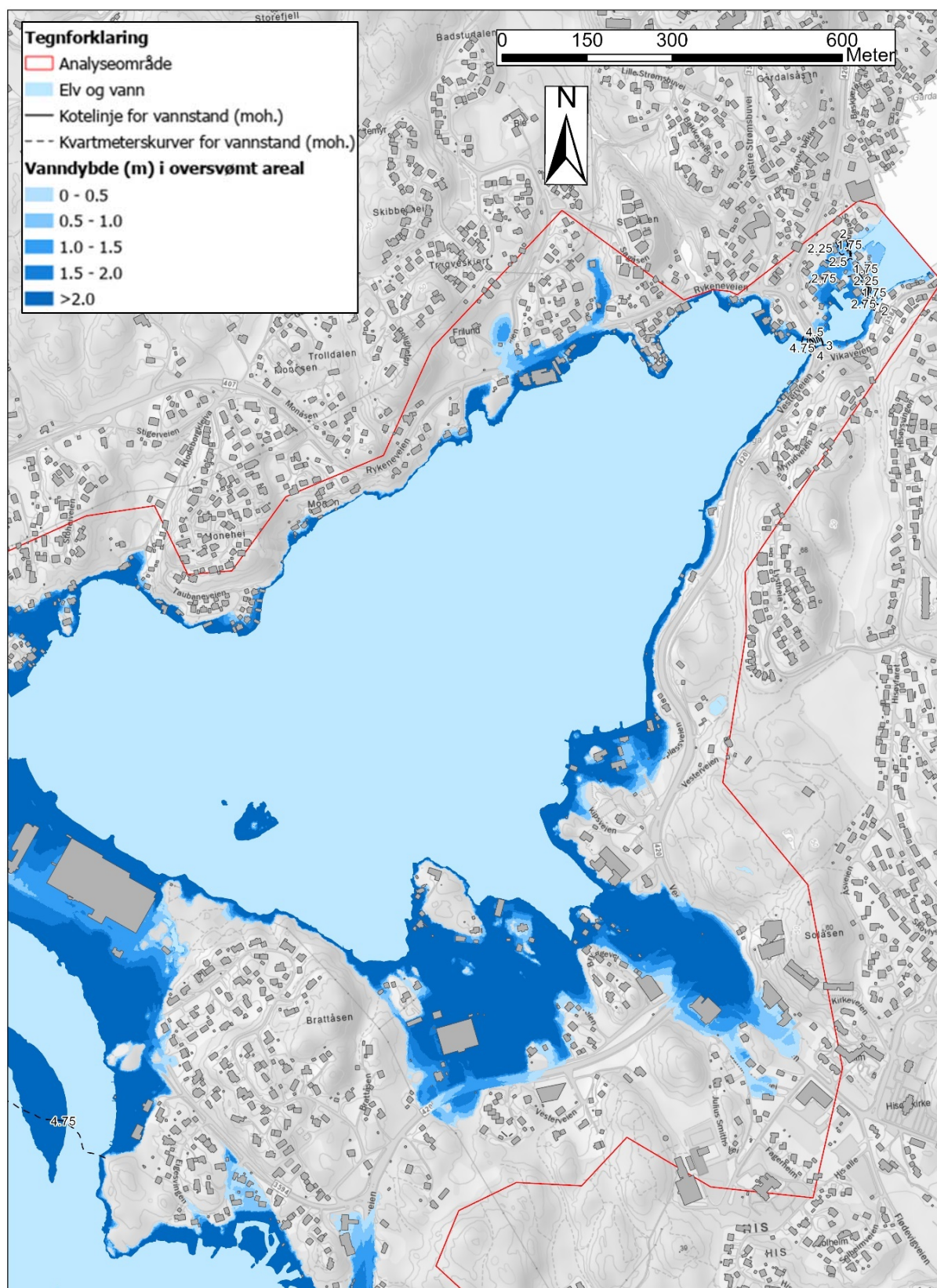


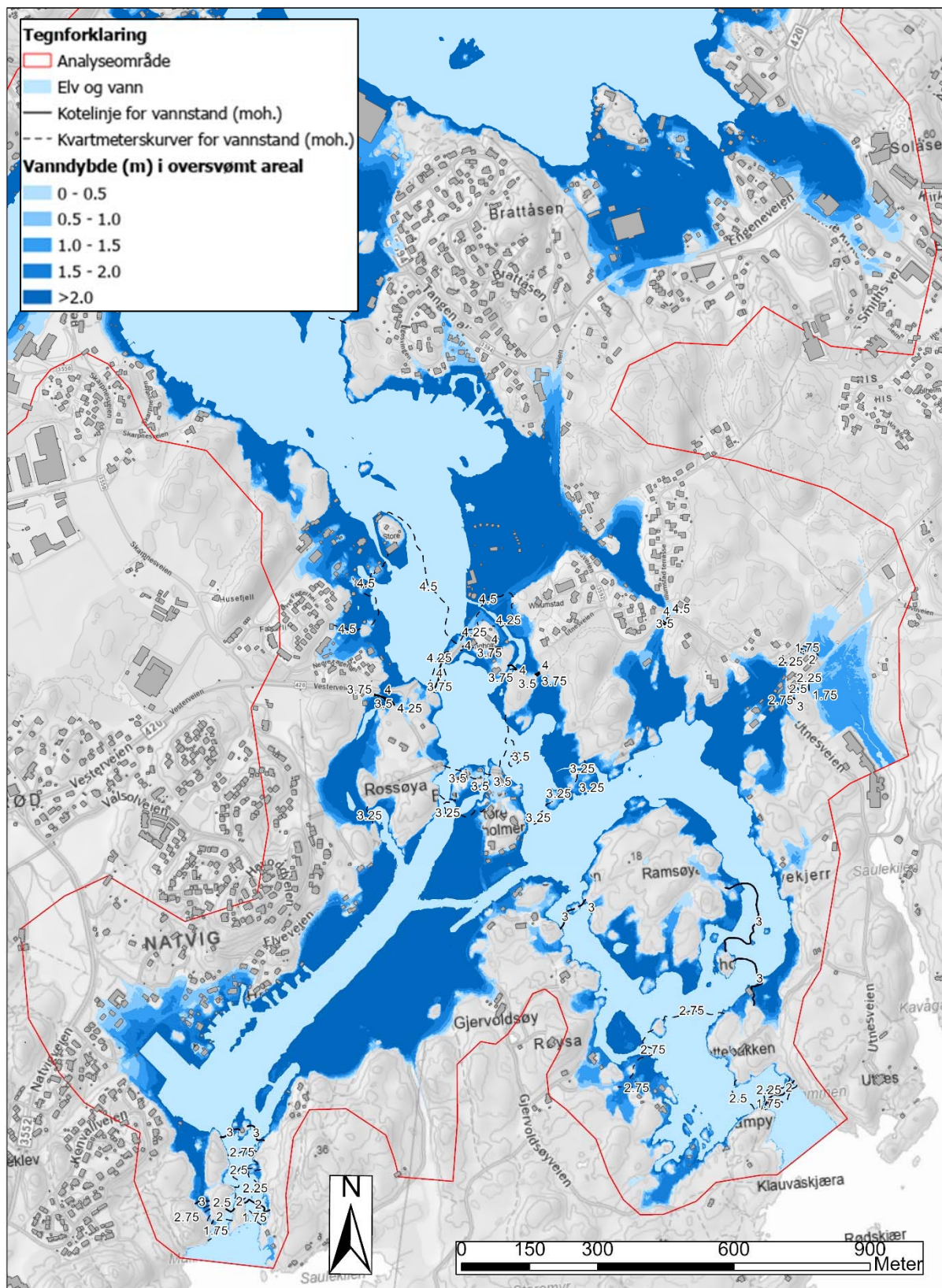
Figur 7-23. Flomsonekart for 200-årsflom i et endret klima i år 2100 – øst.





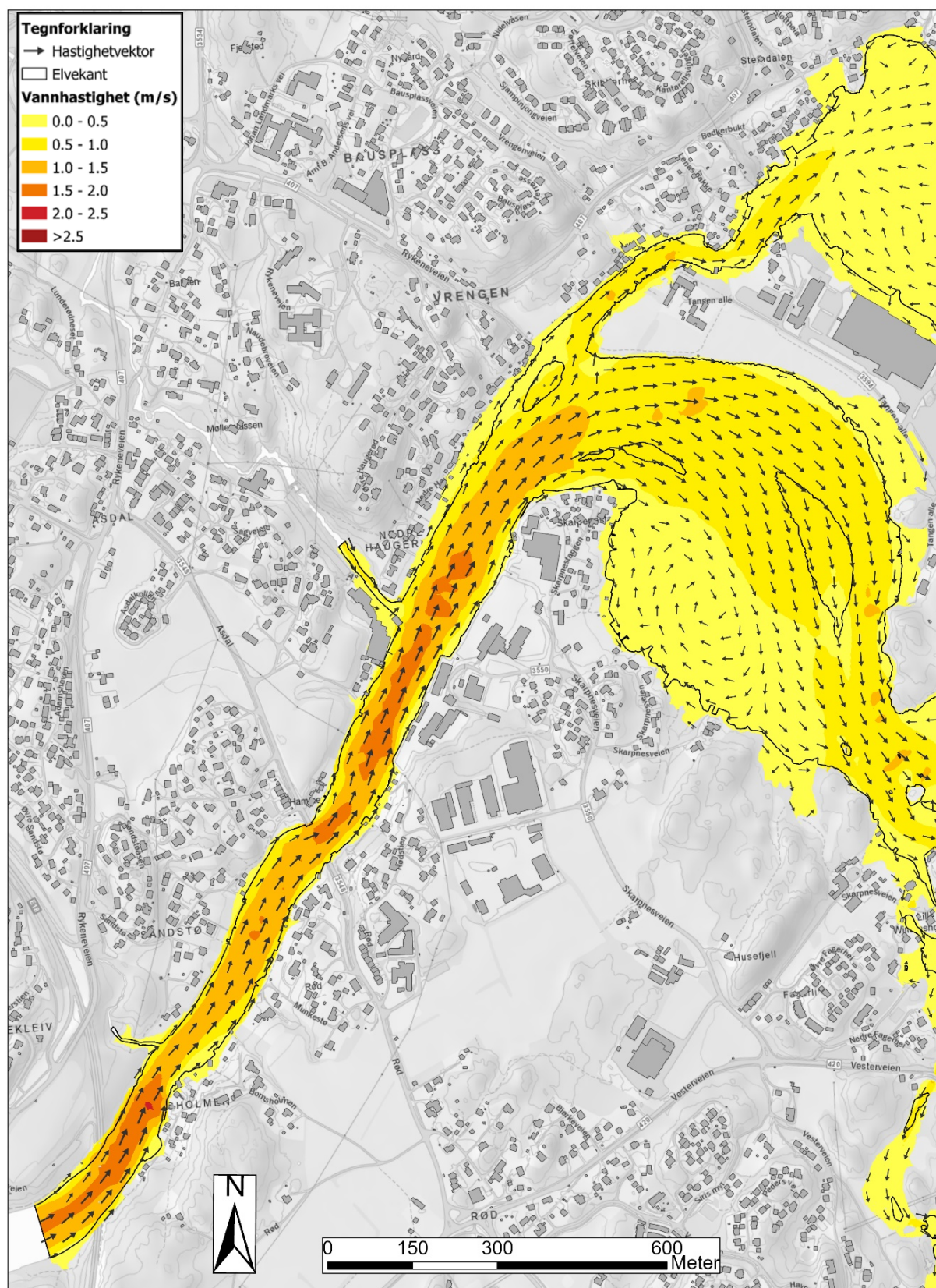
Figur 7-25. Flomsonekart for 1000-årsflom i et endret klima i år 2100 – vest.



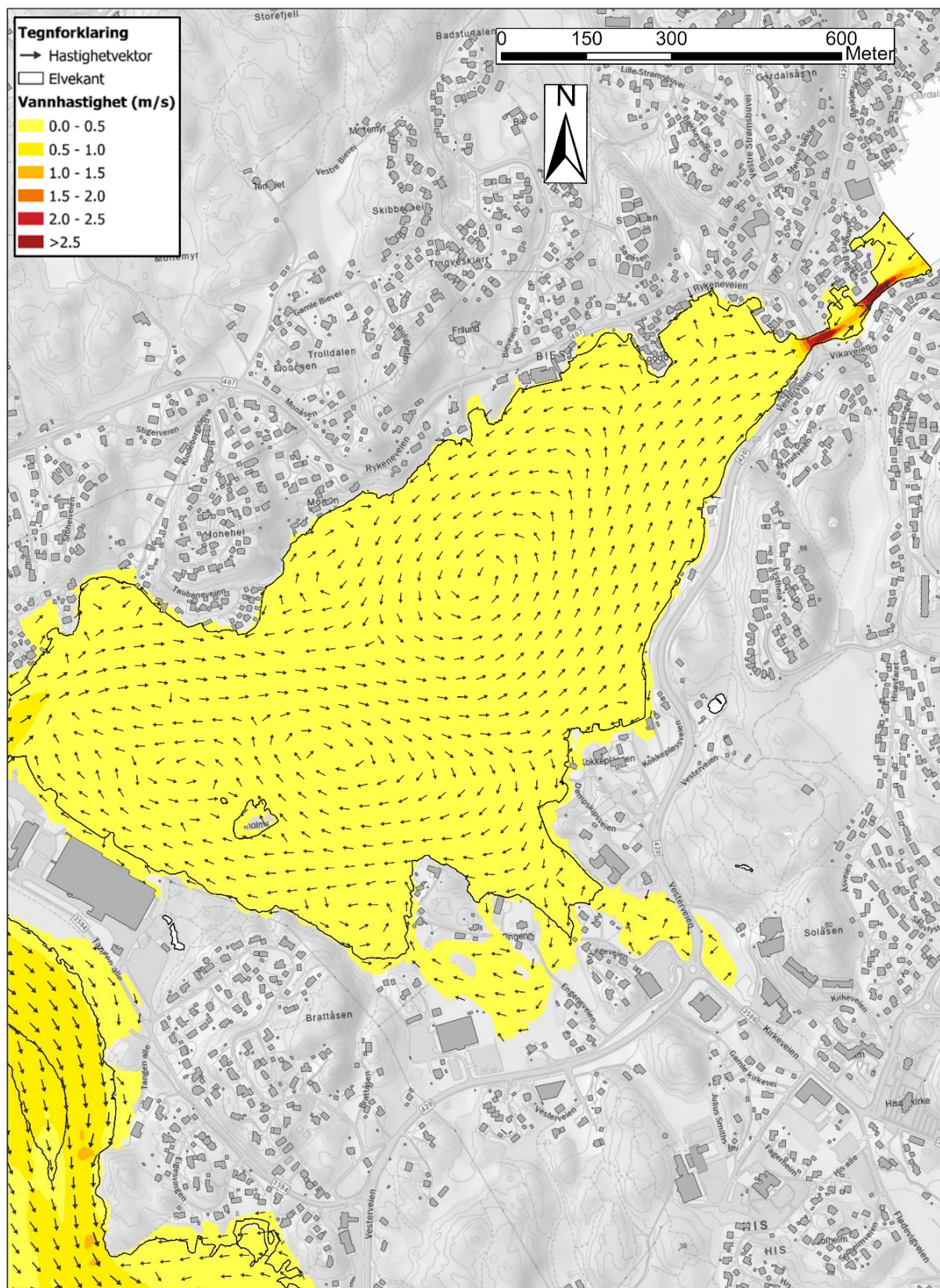


Figur 7-27. Flomsonekart for 1000-årsflom i et endret klima i år 2100 – sør.

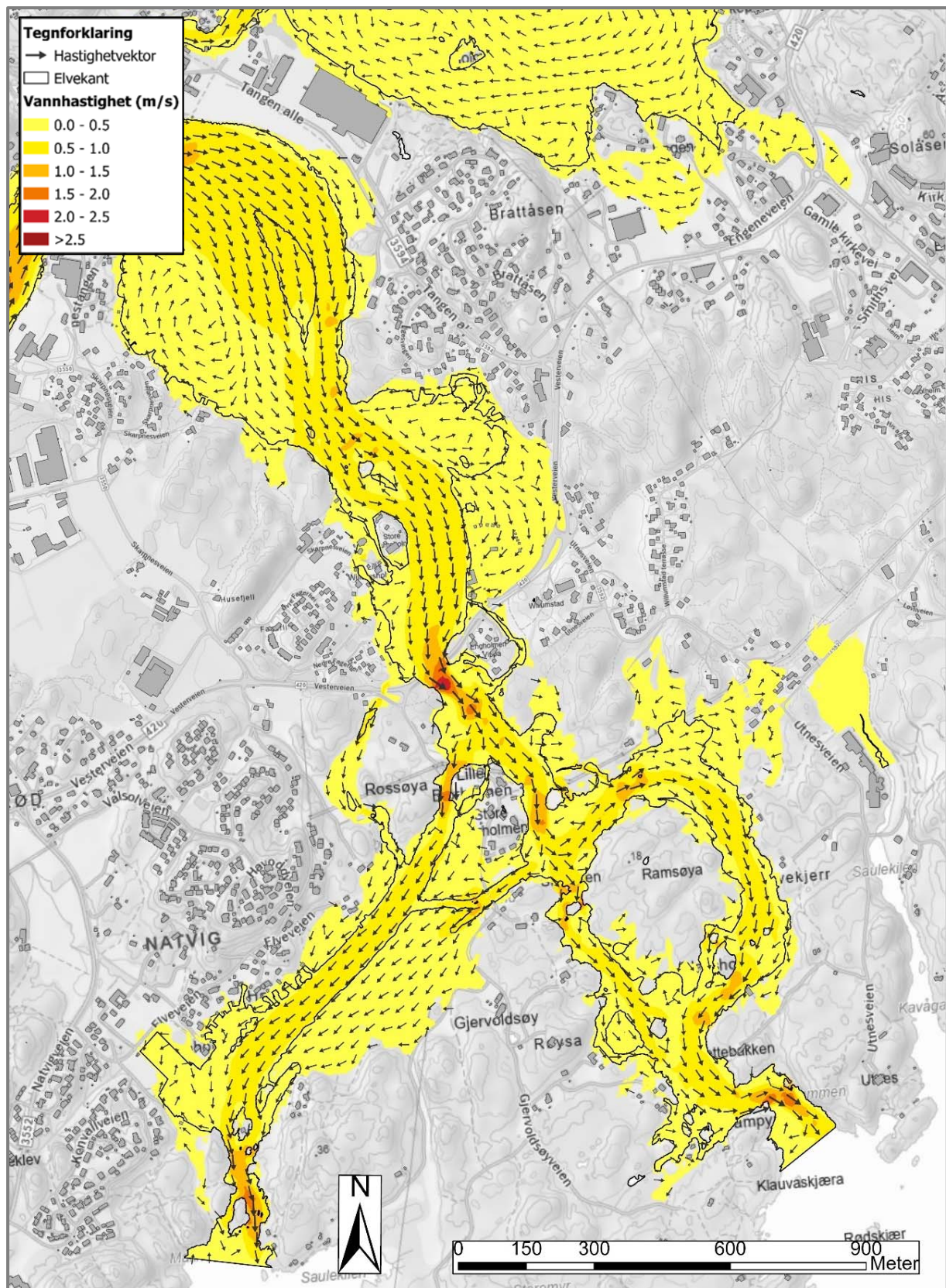
7.4 Hastighetskart

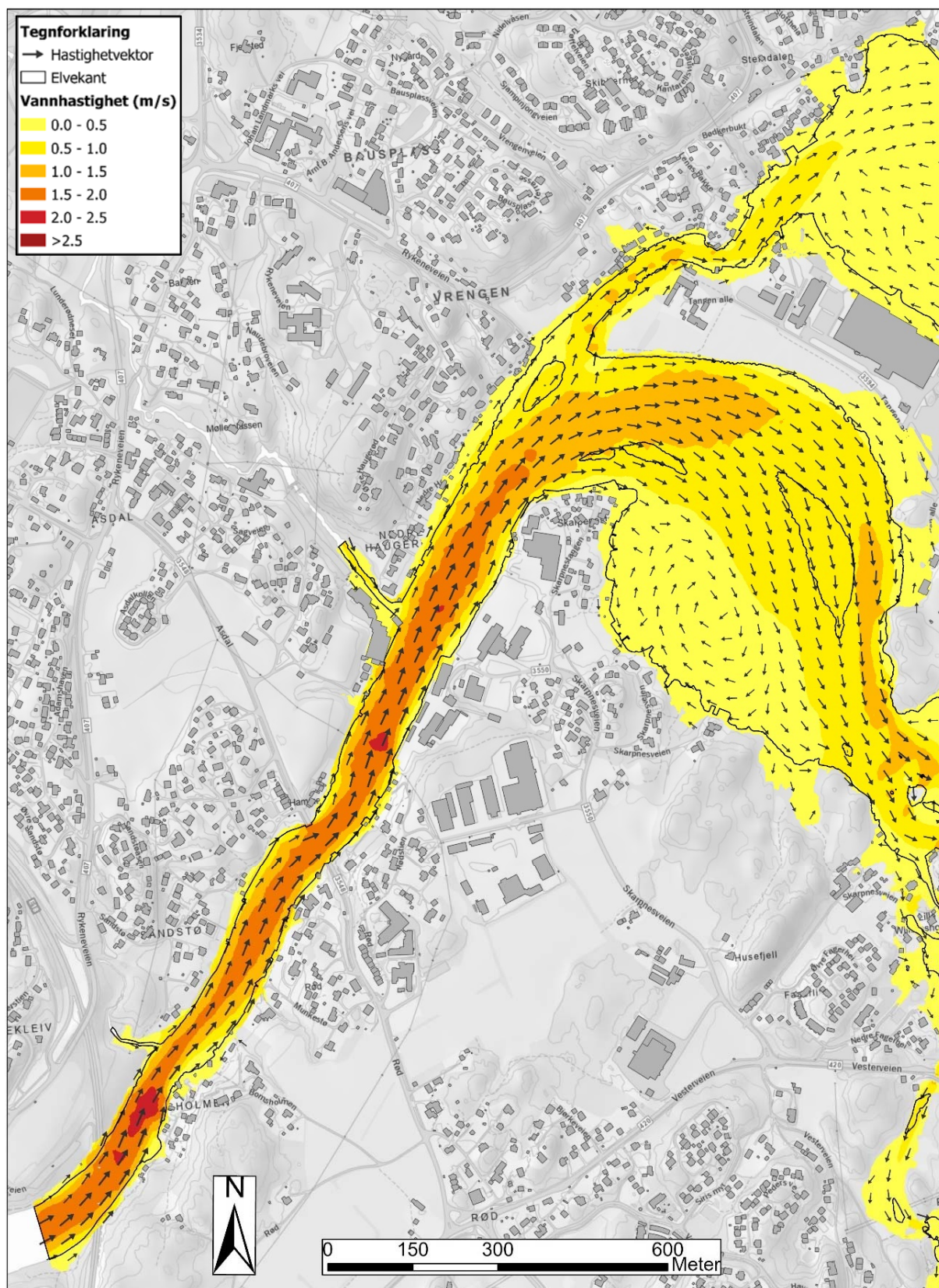


Figur 7-28. Hastighetskart for 20-årsflom – vest.

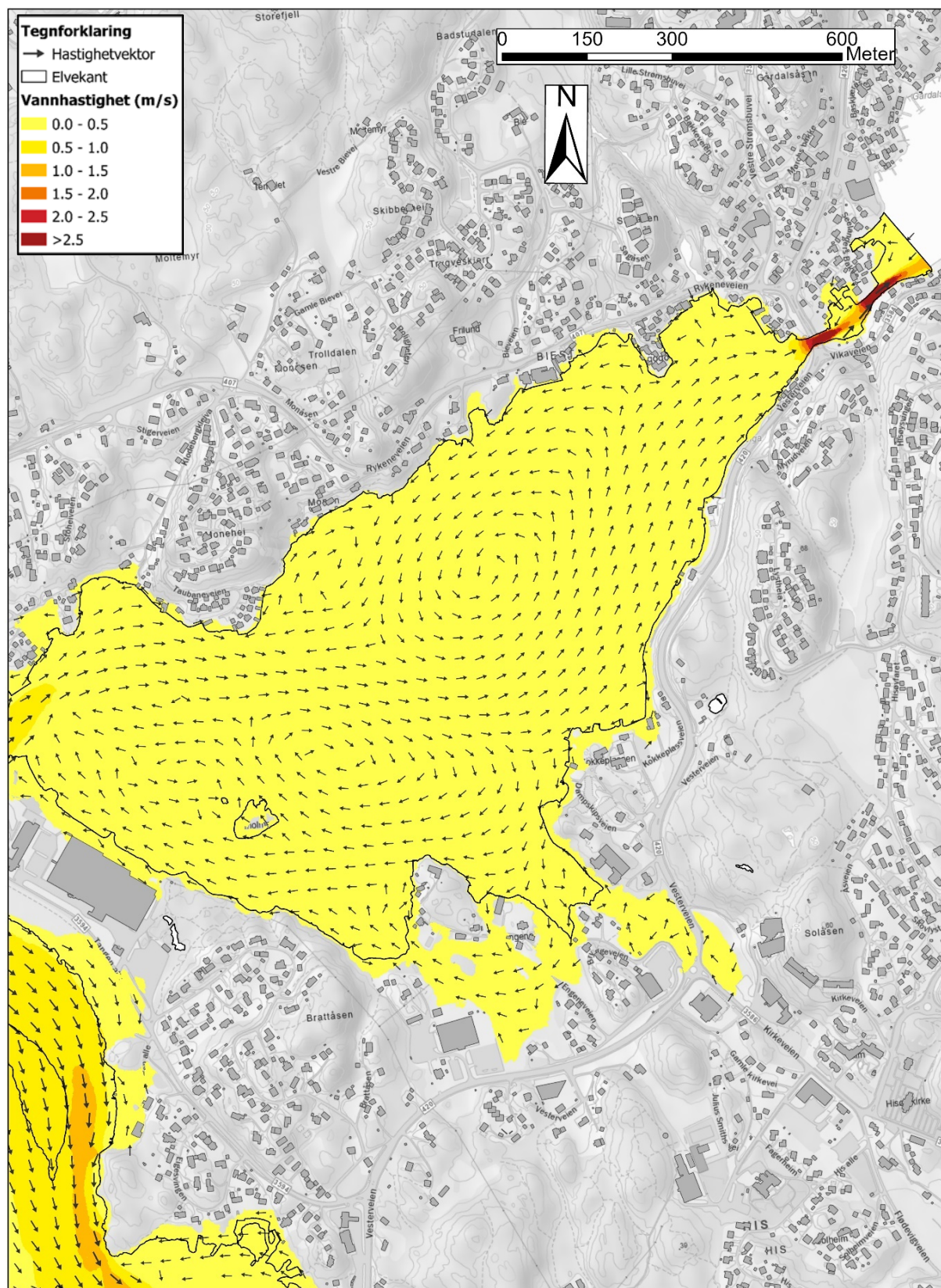


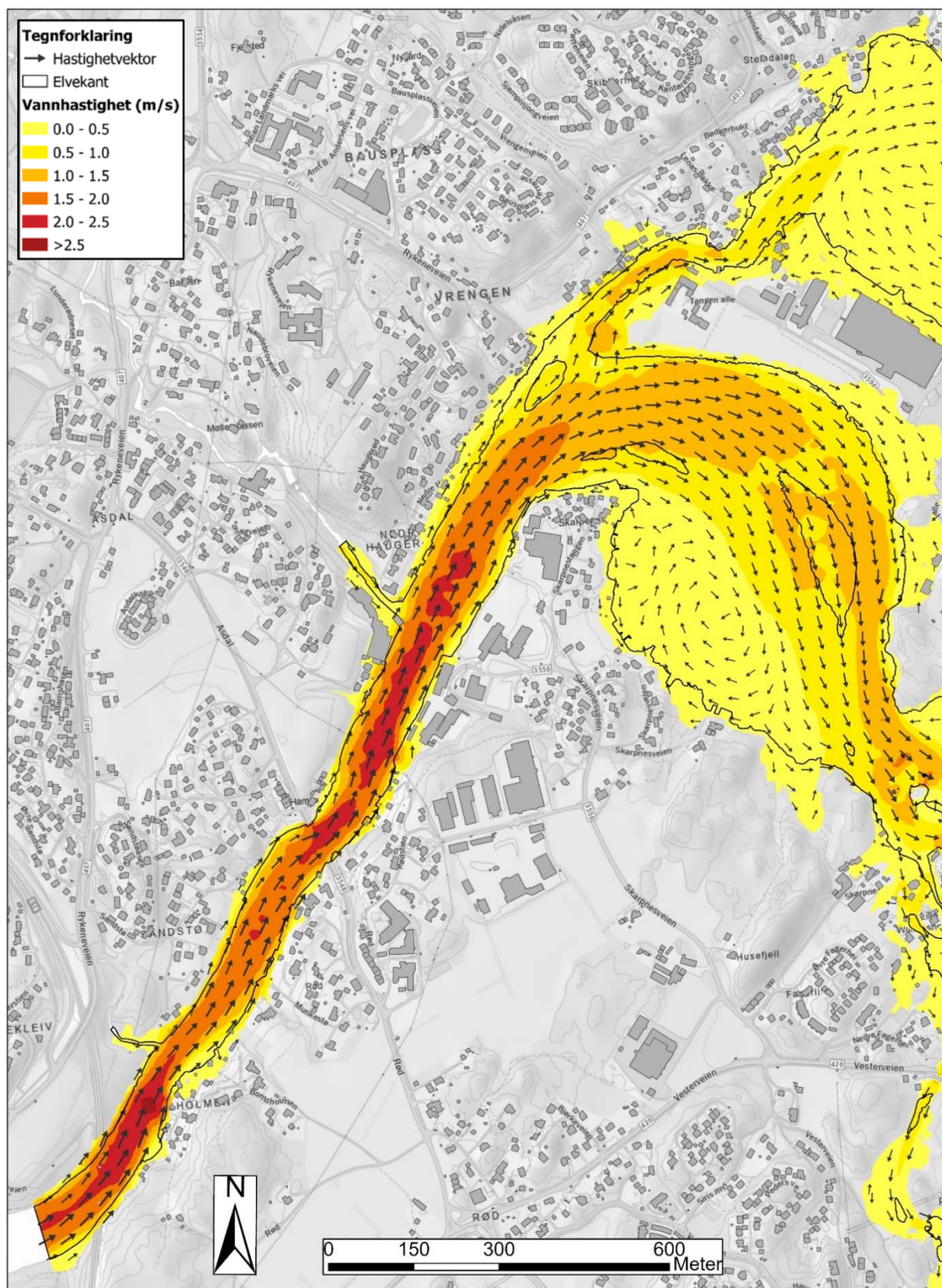
Figur 7-29. Hastighetskart for 20-årsflom – øst.



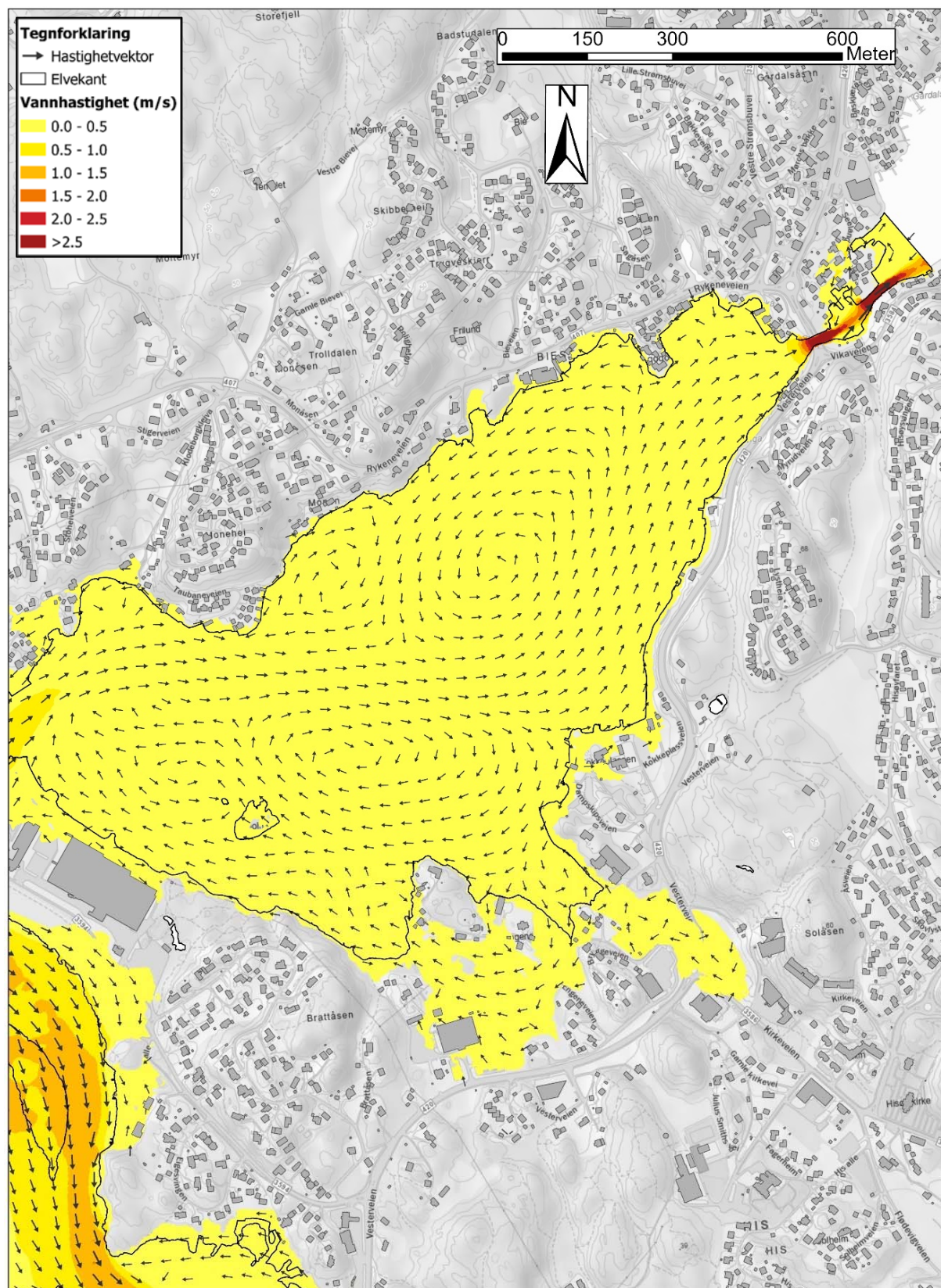


Figur 7-31. Hastighetskart for 50-årsflom – vest.

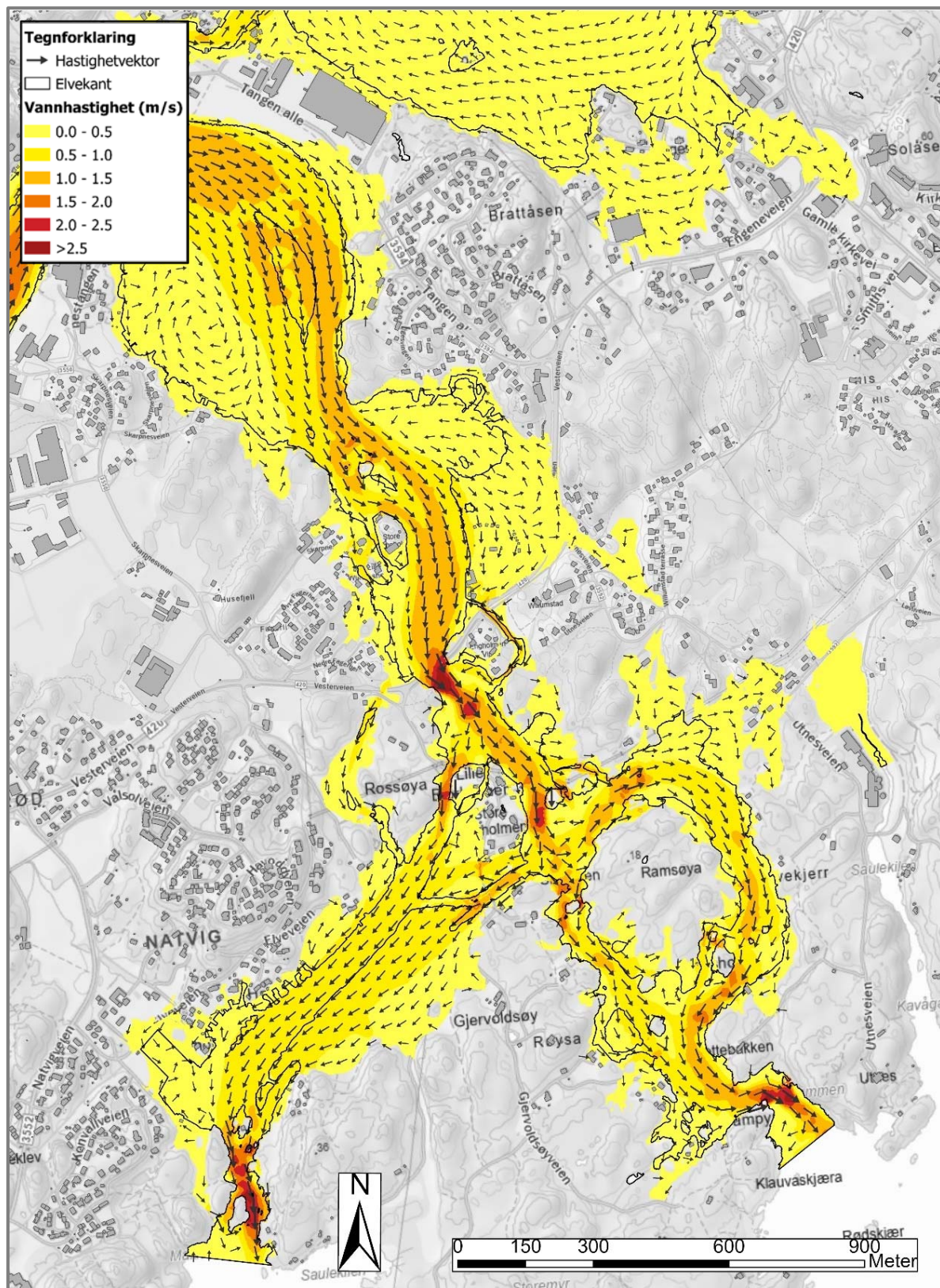




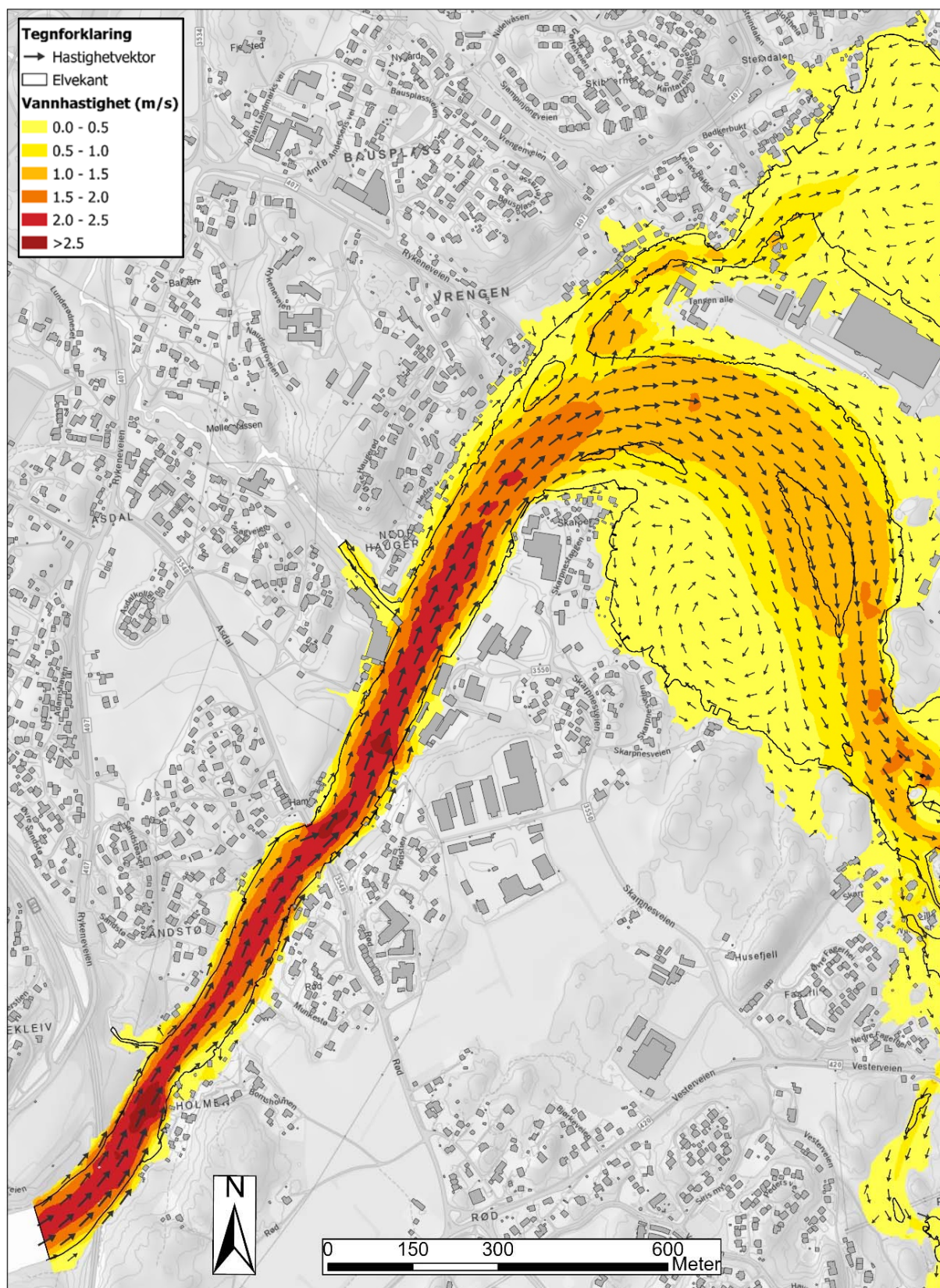
Figur 7-34. Hastighetskart for 100-årsflom – vest.



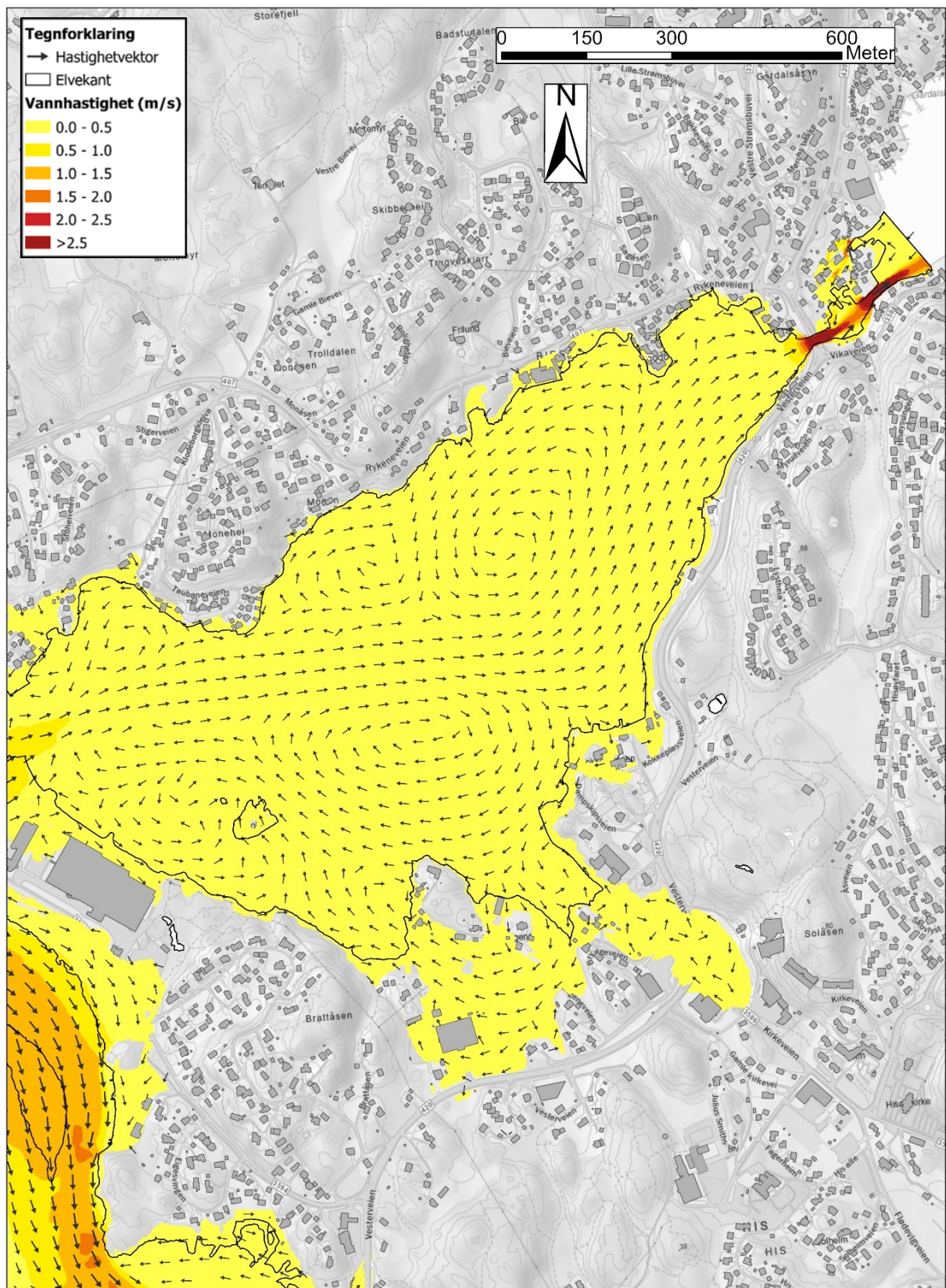
Figur 7-35. Hastighetskart for 100-årsflom – øst.



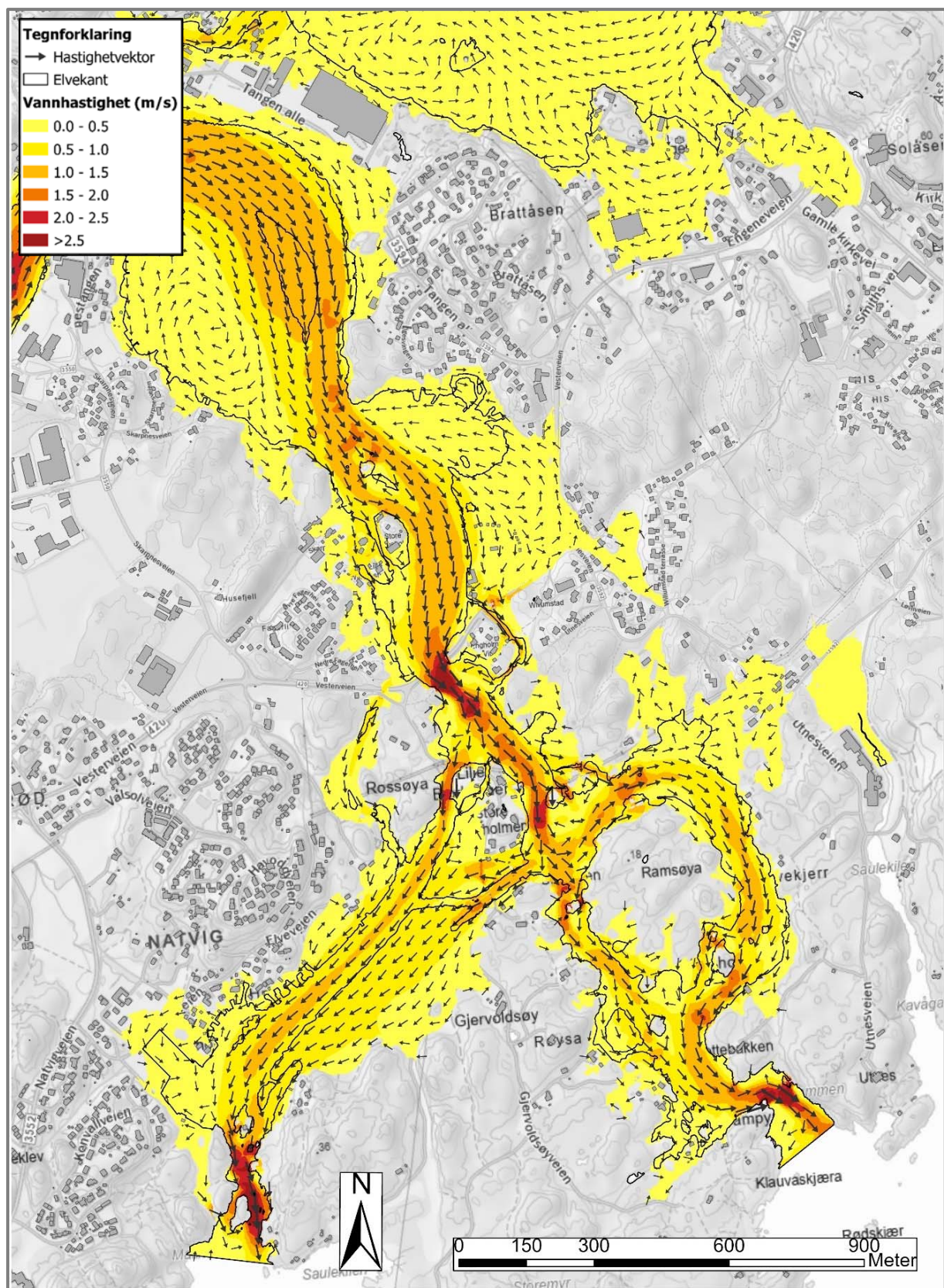
Figur 7-36. Hastighetskart for 100-årsflom – sør.



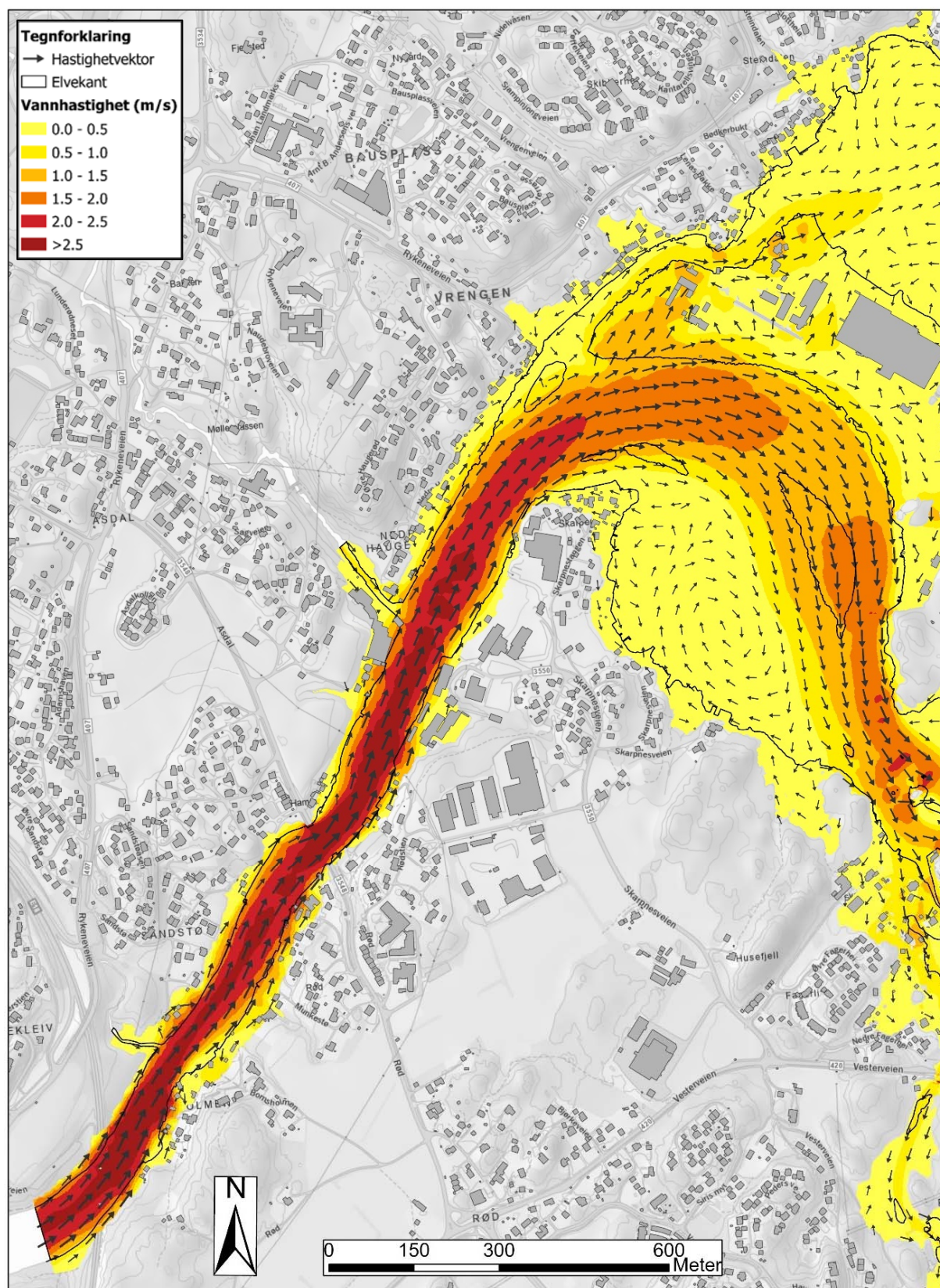
Figur 7-37. Hastighetskart for 200-årsflom – vest.



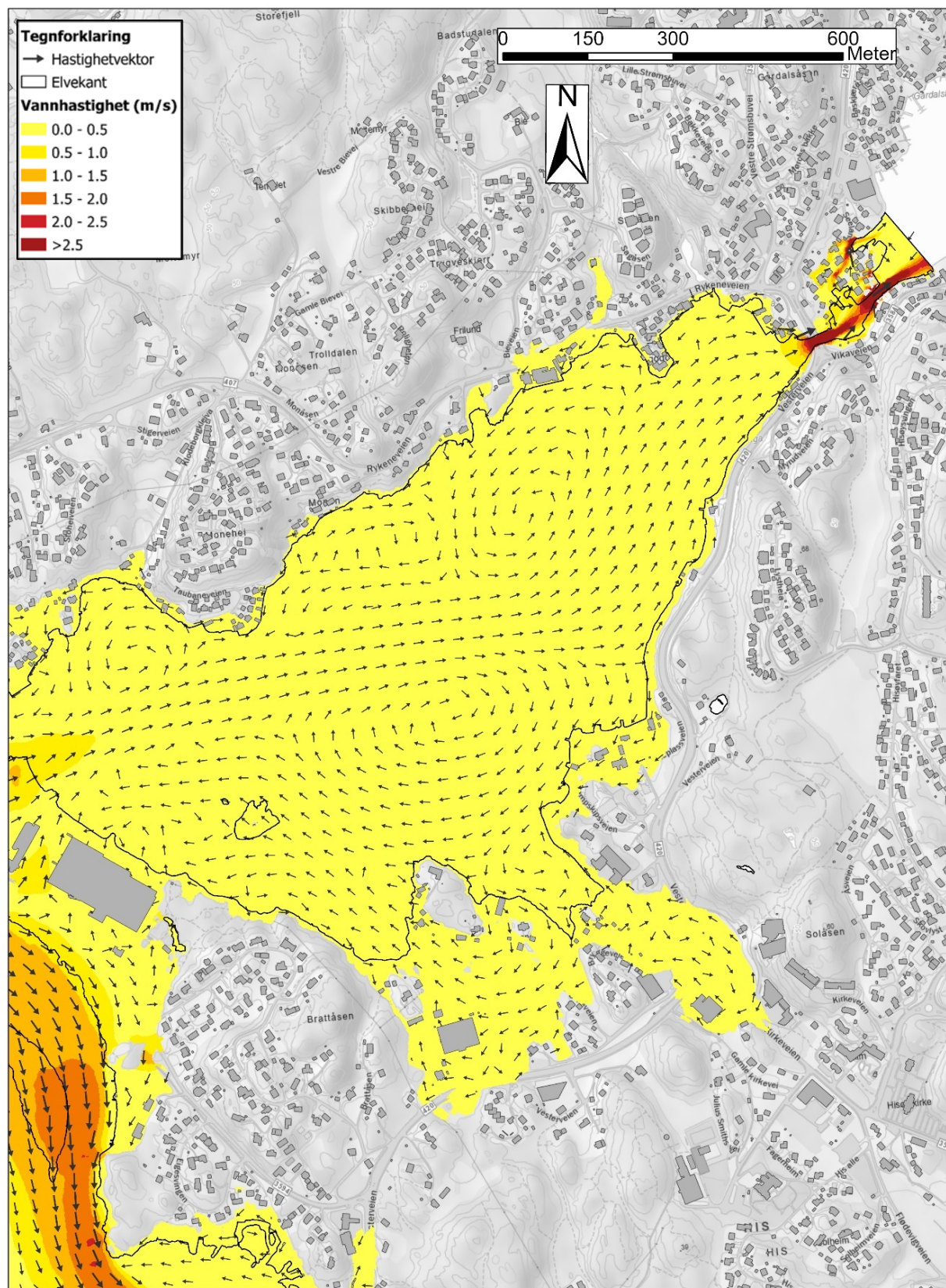
Figur 7-38. Hastighetskart for 200-årsflom – øst.



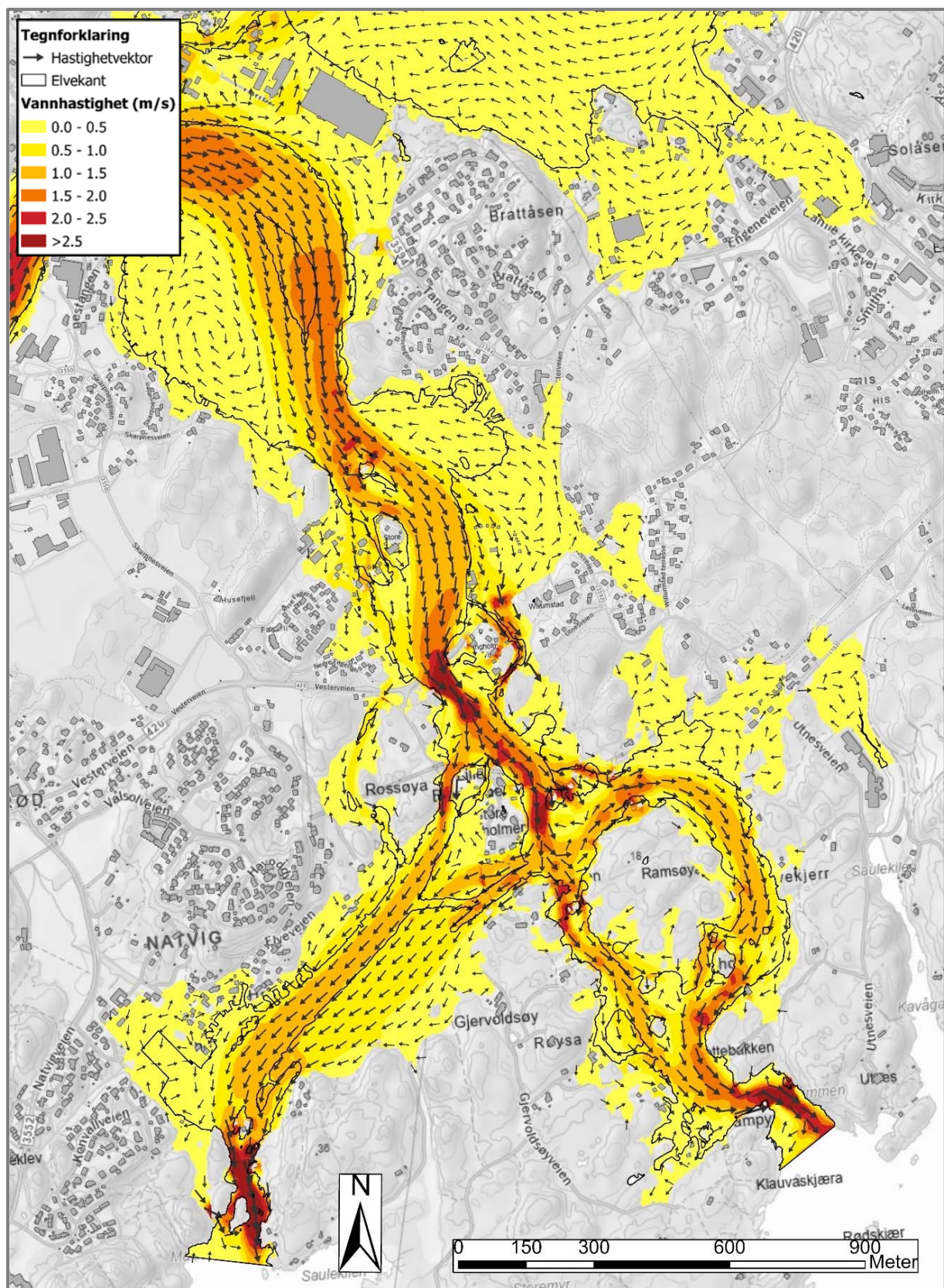
Figur 7-39. Hastighetskart for 200-årsflom – sør.



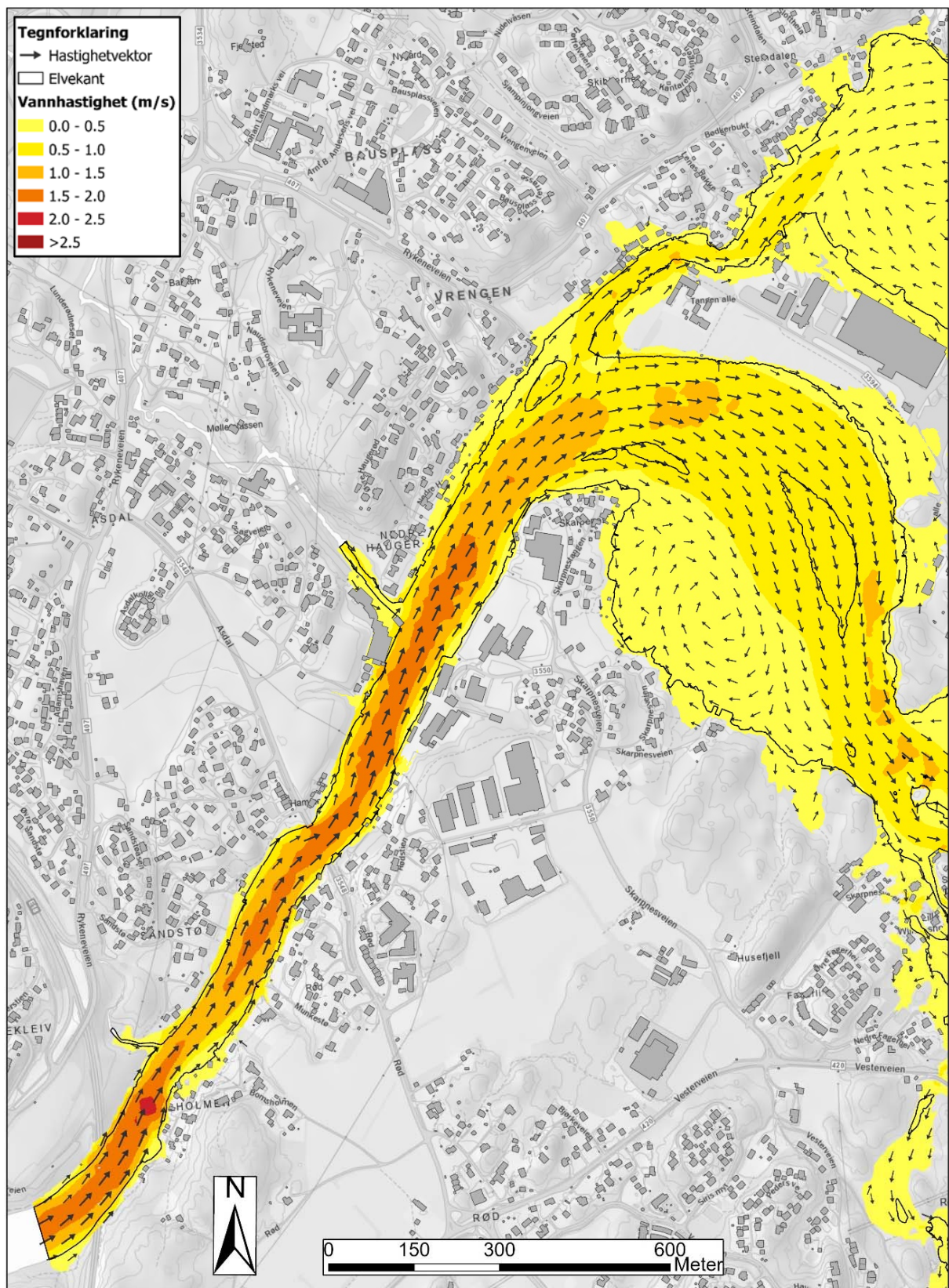
Figur 7-40. Hastighetskart for 1000-årsflom – vest.



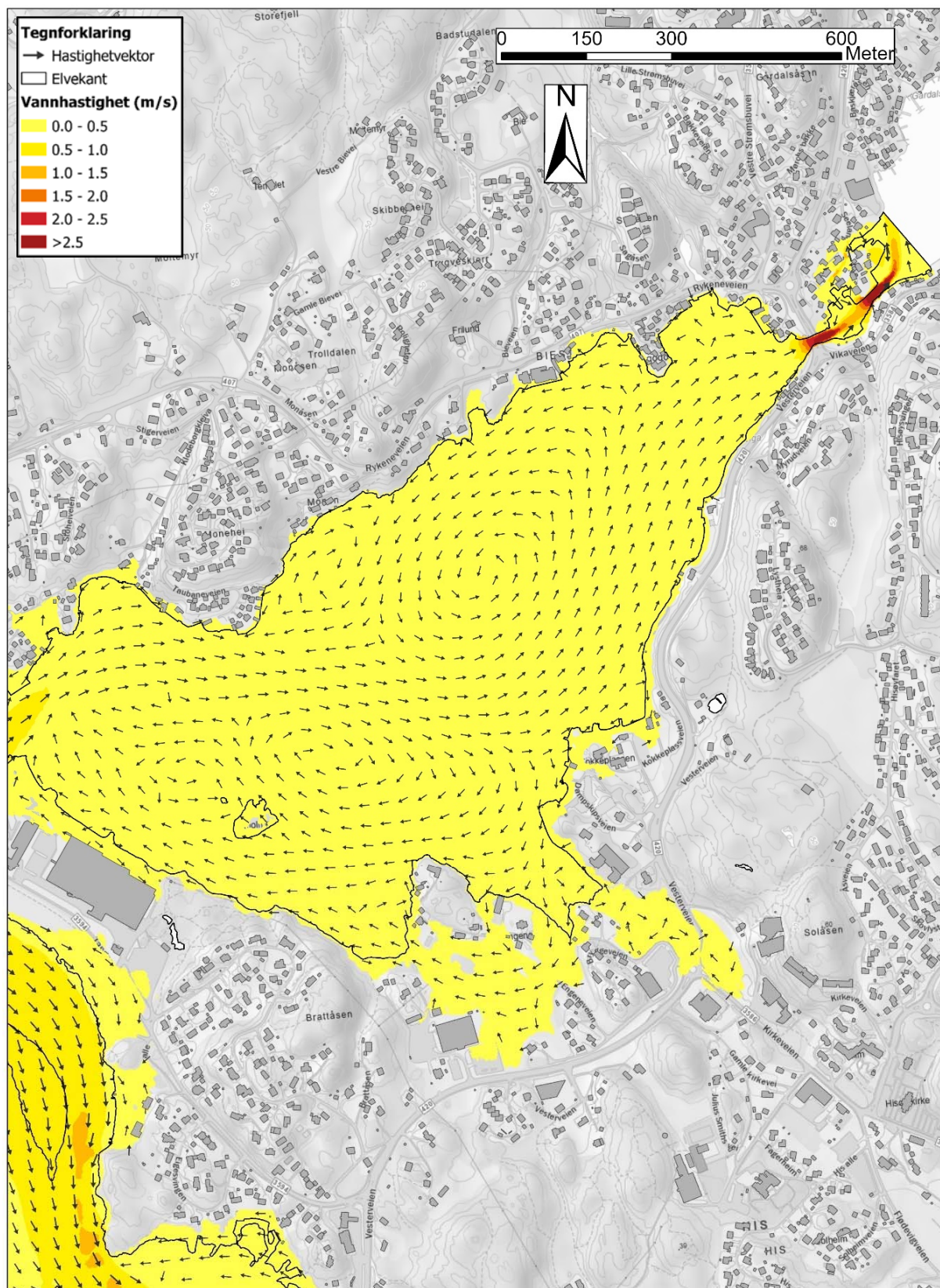
Figur 7-41. Hastighetskart for 1000-årsflom – øst.



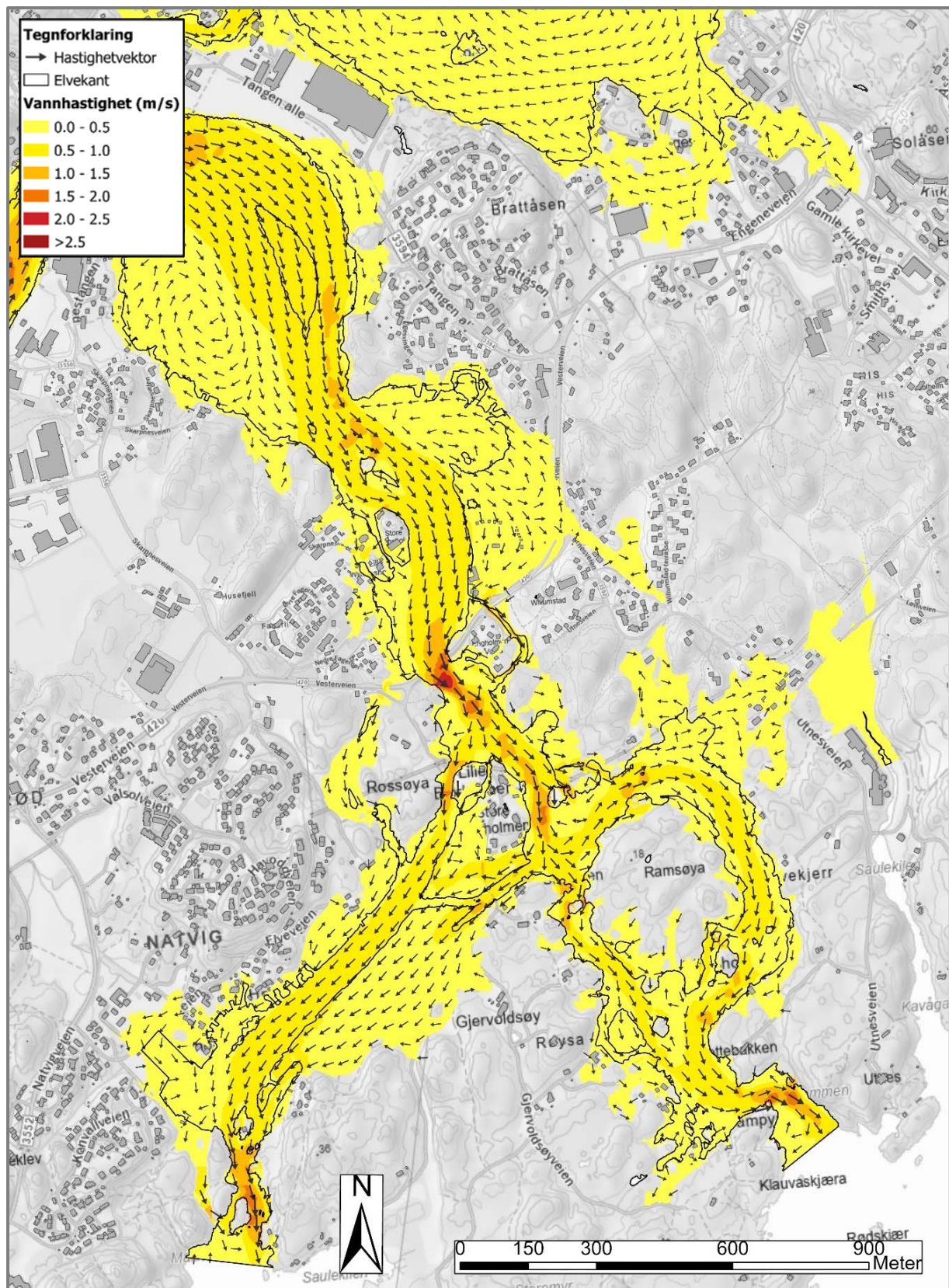
Figur 7-42. Hastighetskart for 1000-årsflom – sør.



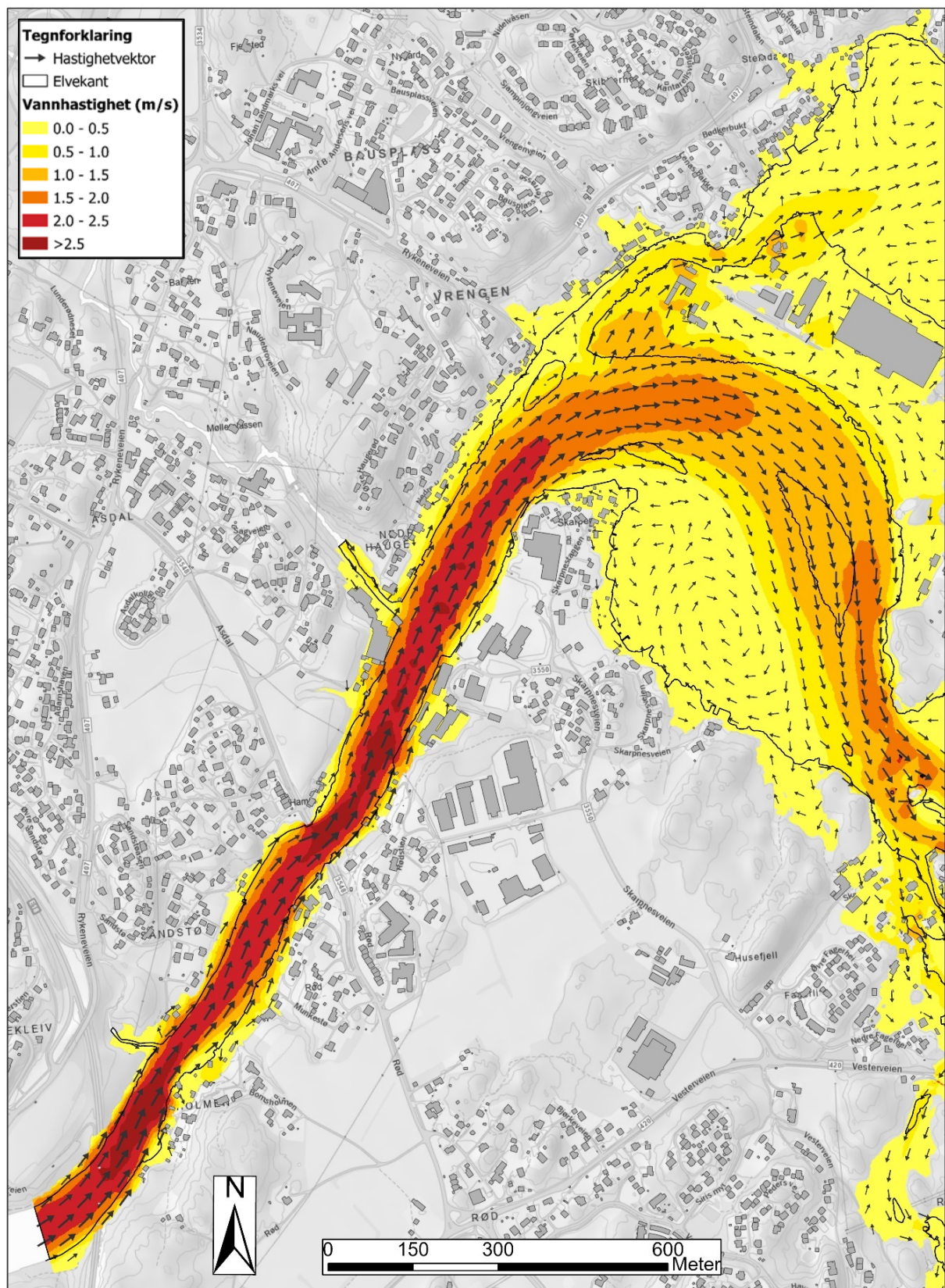
Figur 7-43. Hastighetskart for 20-årsflom i et endret klima i år 2100 – vest.



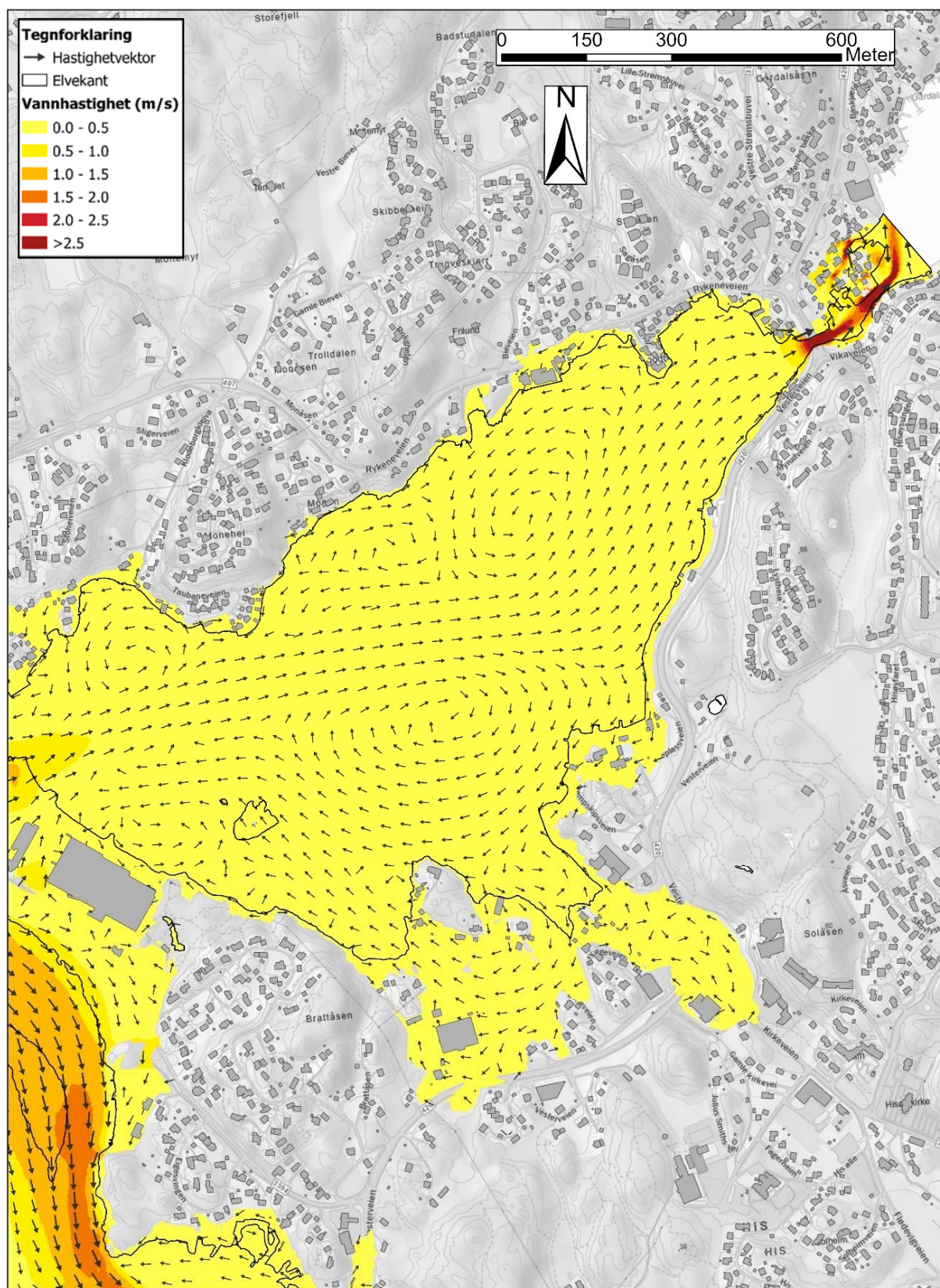
Figur 7-44. Hastighetskart for 20-årsflom i et endret klima i år 2100 – øst.

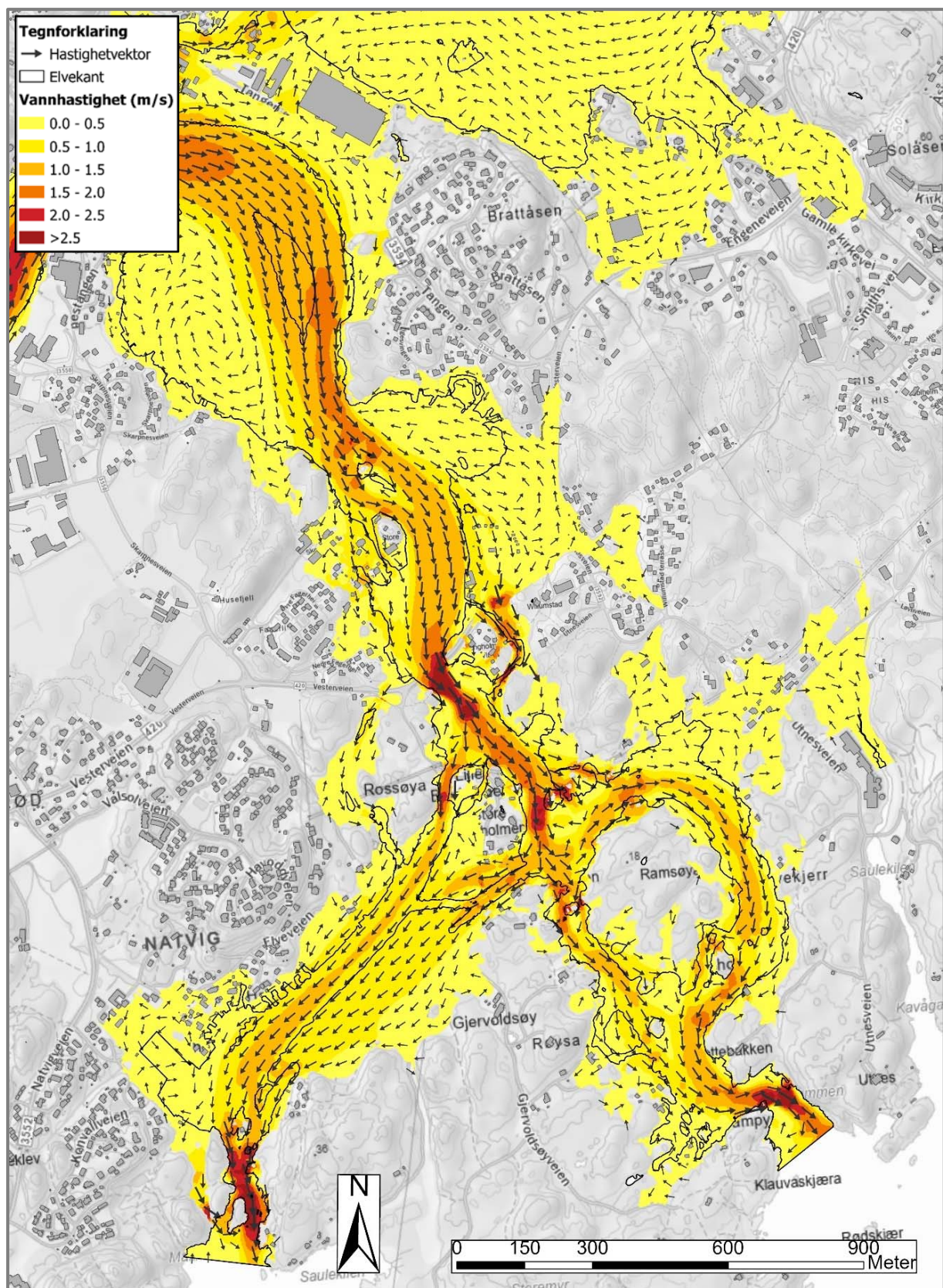


Figur 7-45. Hastighetskart for 20-årsflom i et endret klima i år 2100 – sør.

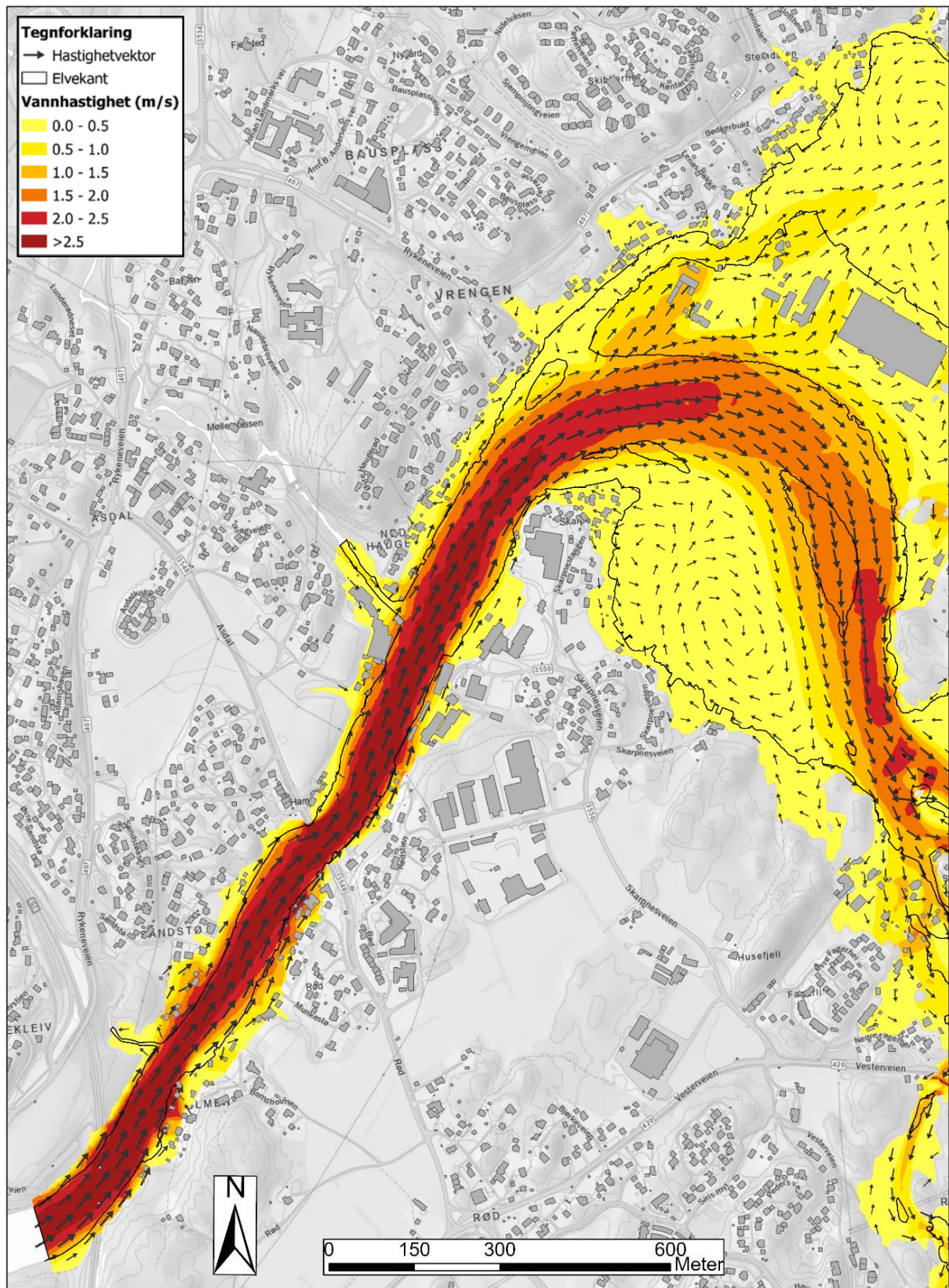


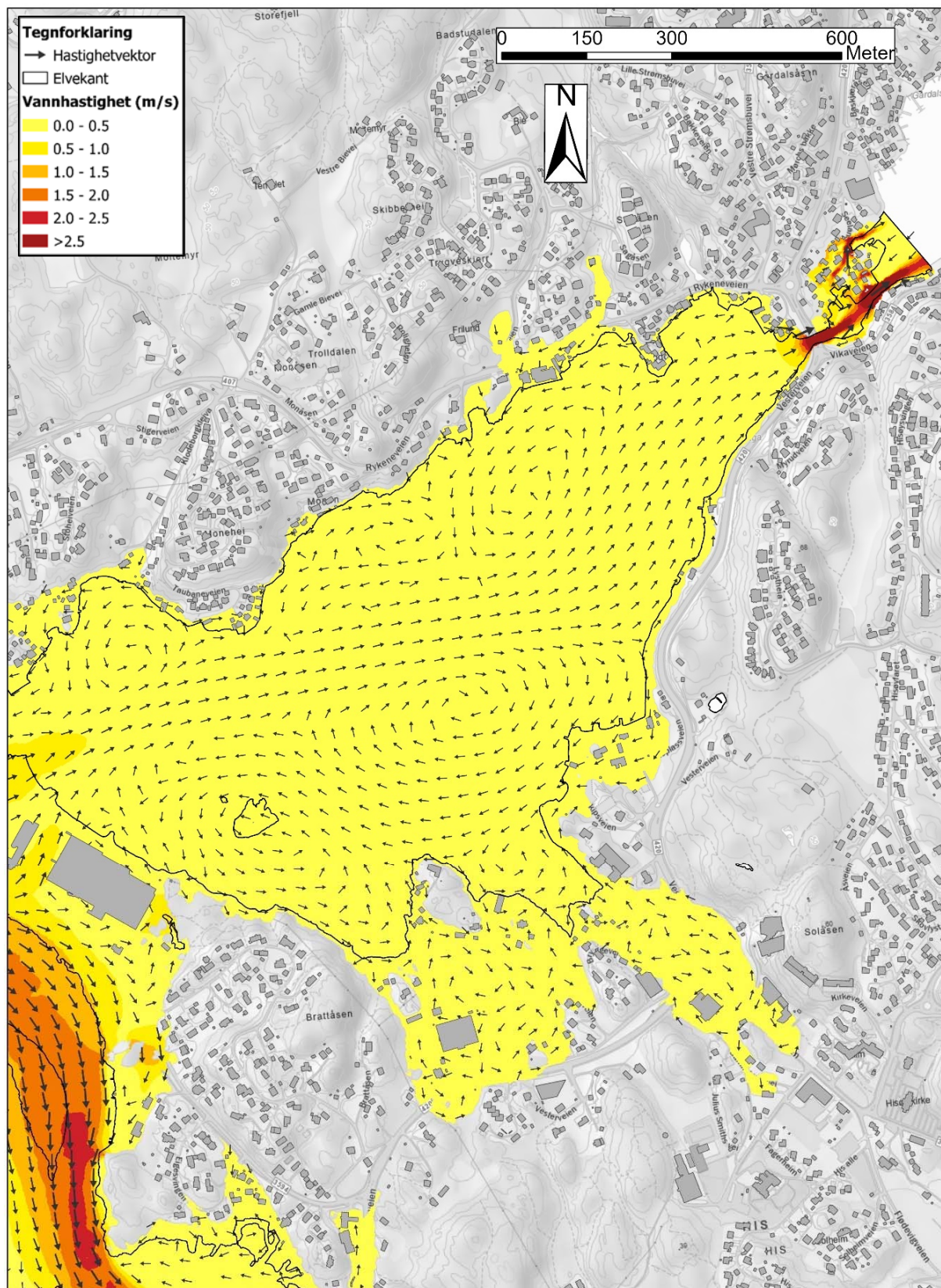
Figur 7-46. Hastighetskart for 200-årsflom i et endret klima i år 2100 – vest.





Figur 7-48. Hastighetskart for 200-årsflom i et endret klima i år 2100 – sør.





Figur 7-50. Hastighetskart for 1000-årsflom i et endret klima i år 2100 – øst.

8 Usikkerhet

Flomsonekart er et verktøy som bygger på best tilgjengelige kunnskap og data fra fortida og nåtida, for å kunne gjøre en vurdering av hvordan en framtidig flom mest sannsynlig vil opptre. Slike beregninger innebærer derfor en viss grad av usikkerhet.

8.1 Flomberegninger

Det hydrologiske datagrunnlaget er hentet fra målestasjoner, der det observeres vannstand, og beregninger er gjort ved statistiske analyser. Vannføringen beregnes ved hjelp av en vannføringskurve, som viser sammenheng mellom vannstand og vannføring. Usikkerheten i vannføringskurven øker normalt ved økende vannføring, da de fleste vannføringskurver er ekstrapolert for å dekke sjeldne vannføringshendelser.

Usikkerheten i flomberegningen for Rygene er vurdert som lav, fordi det finnes målinger for høye vannføringer i samme vassdrag, samt lange og gode dataserier som danner et godt grunnlag for statistiske analyser.

8.2 Hydrauliske beregninger

Beregningene utføres i en digital numerisk modell, hvor elvens geometri, vannføring og havnivå er viktigste inngangsdata. Avhengig av hvor avansert modellen er, forenkles og generaliseres problemstillingene modellen skal beskrive. Generelt kan en si at en 1D-modell generaliserer og forenkler mer enn 2D-modeller. Modellen tar ikke hensyn til at elvens geometri kan endre seg ved massetransport og erosjon, eller at elvetverrsnitt innsnevres av is eller drivgods. Resultatet en får fra modellene er likevel det beste kunnskapsgrunnlaget en har pr. dags dato.

Følsomhetsanalyse for 200-årsflommen viser at vannstanden øker med opp mot 60 cm i øvre deler av modellen for 20% økning i vannføring. 15% økning i ruhet gir 7 cm økning i vannstand øverst i modellen.

Kalibreringsdata brukes også til å vurdere usikkerheten til den hydrauliske modellen. Modellen er kalibrert mot flommen i 2017, og gir godt samsvar med de fleste målte vannstander. Enkelte målinger avviker betydelig fra flere andre målinger i nærheten, som viser at det er en viss usikkerhet knyttet til innhentede vannstander fra 2017-flommen. De fleste målepunktene er likevel vurdert å være gode, slik at det legges mer vekt på kalibrering enn følsomhetsanalysen ved fastsetting av sikkerhetspåslag.

8.3 Flomsonen

Utbredelsen av flomsonen påvirkes av små unøyaktigheter til terrengdataen, og er derfor presist definert enn vannlinjene, noe som er viktig å være klar over ved praktisk bruk. Høydedataen brukt i dette prosjektet er vurdert å være av god kvalitet, og det forventes ikke store avvik fra virkelige høyder. Større avvik kan likevel forekomme i områder med tett

vegetasjon eller der terrengoverflaten og elvebunnen ikke er lett tilgjengelig, som for eksempel under bruer.

9 Referanser

- Brunner, G. (2025). *HEC-RAS River Analysis System, version 6.6*. US Army Corps of Engineers.
- (2024). *Havnivåstigning og høye vannstander i samfunns- planlegging*. DSB.
- Holmqvist, E. (2017). *Revidert flomberegning for nedre del av Arendalsvassdraget (019.Z)*. NVE.
- Karverket.no. (2025, 05 28). *Se havnivå* . Retrieved from <https://kartverket.no/til-sjos/se-havniva/resultat?id=667594&location=Arendal>
- Lovdata. (2008). *Plan- og bygningsloven*. Kommunal- og distriktsdepartementet.
- NOU. (1996:16). *Tiltak mot flom*.
- NVE. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge (NVE Rapport 81-2016)*.
- NVE. (2025). *Sildre*. Retrieved from <https://sildre.nve.no/station/19.127.0>
- NVE. (Nr.3/2022). *Sikkerhet mot flom*. NVE.
- Orvedal, K. &. (2018). *Delprosjekt Rygene*. NVE.
- Statens vegvesen. (2025). *Brutus*.



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo
Telefon: (+47) 22 95 95 95