Flomsonekart – Delprosjekt Brandbu

18.01.2023

Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energidirektorat
Region øst
Vangsveien 73
2307 Hamar

Forfatter: Dr. Blasy - Dr. Øverland Ingenieure GmbH
Moosstraße 3
82279 Eching am Ammersee

Rapport

1. Prosjektets formål og fremgangsmåte 1

2. Datagrunnlag 3

2.1 Hydrologiske data 3

2.1.1 Nedbørfeltet 3

2.1.2 Hydrometriske stasjoner i Viggas nedbørfelt og nærliggende vassdrag 4

2.1.3 Observerte flommer 7

2.1.4 Klimaframskrivinger for flom 7

2.1.5 Flomberegning 9

2.2 Topografiske data 11

2.2.1 Terrengmodell 11

2.2.2 Elvebunn 11

2.2.3 Sikringstiltak 11

2.2.4 Kalibreringsdata 12

2.2.5 Andre data 13

3. Hydrauliske beregninger 14

3.1 Modellering 14

3.2 Grensebetingelser 16

3.3 Kalibrering 16

3.4 Særskilt om bruer og kulverter 17

3.5 Flomsikring 24

3.6 Vannlinje 28

3.7 Følsomhetsanalyse 28

3.7.1 Økning av vannføring 28

3.7.2 Økning av ruheten 28

3.7.3 Hastighetshøyde 28

4. Flomsonekart 31

4.1 20-årsflom 31

4.2 200-årsflom 31

4.3 1000-årsflom 34

4.4 200-årsflom med klimapåslag 34
4.5 Lavpunktanalyse 34
5. Usikkerhet 35
5.1 Flomberegning 35
5.2 Hydrauliske beregninger 35
5.3 Flomsoner 35
6. Andre faremoment i området 36
6.1 Is og isgang 36
6.2 Erosjons- og sikringstiltak 36
7. Sammendrag 37

1. Prosjektets formål og fremgangsmåte

Formålet med prosjektet er å utarbeide flomsonekart for Brandbu sentrum på strekningen av Vigga fra ca. 300 m nedstrøms samløpet med Skjerva til ca. 450 m nedstrøms samløpet med Eggeelva (totalt ca. 1250 m) og på strekningene av Eggeelva og Gullåa til Vigga (hver ca. 200 m). Det kartlagte området (figur 1.1) ligger i Gran kommune i Innlandet. Vannstander og flomsoner ble beregnet ved hjelp av en todimensjonal, hydraulisk modell. Det ble brukt den hydrauliske modellen, som ble satt opp for samme elvestrekninger i forbindelse med prosjektet «Flomsikring Brandbu»[1]. I dette prosjektet ble det prosjektert flomsikring for Brandbu sentrum på oppdrag av NVE. Flomsikringen ble ferdig bygd om våren 2022. Etter fullføring av anlegget skal flomsonekartet oppdateres.

Beregningsnettet for den hydrauliske modellen ble satt opp på grunnlag av lasermålte terrenghøyder, terrestrisk oppmålte data og tegninger av konstruksjonene som ble prosjektert i forbindelse med flomsikringen. Det hydrologiske grunnlaget er basert på NVEs flomberegning for Vigga[2], NVEs flomsonerapport[3] og sammenligning med NEVINAs resultater.

Elvestrekningen ble befart 25. mai 2022. Under befaringen var det oppholdsvær. Målestasjonen Jaren ndf. registrerte en vannføring i Vigga på mellom 0,73 m^3/s og 0,74 m^3/s.

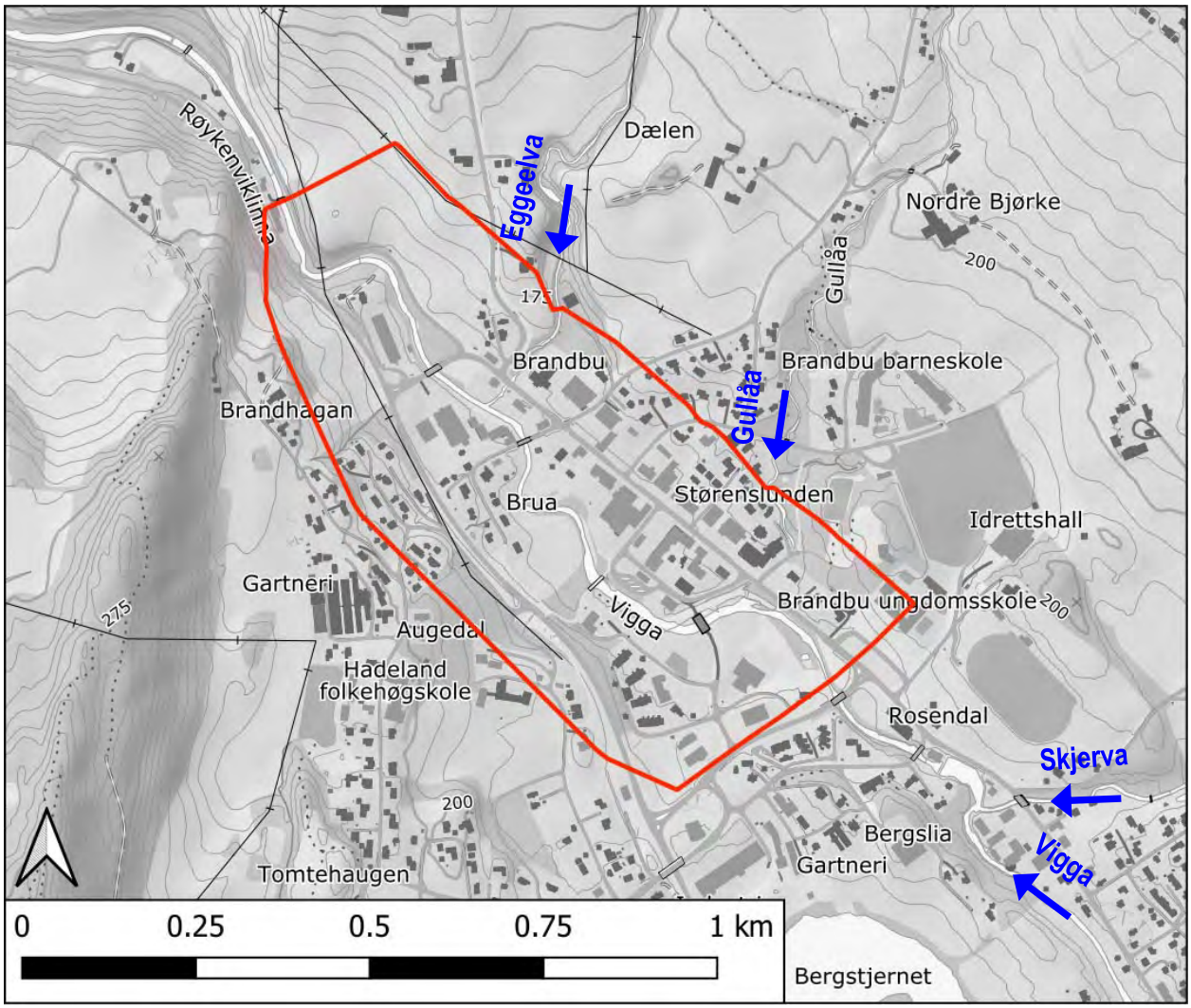
Beregningsresultatene ble bearbeidet ved hjelp av GIS-programvare. Det ble utarbeidet flomsoner med isolinjer for vannstanden.

---

[1] *Dr. Blasy – Dr. Øverland Beratende Ingenieure (2018) Flomsikring Brandbu Gran kommune – Byggeplan, rapport datert 30.04.2018, Eching am Ammersee, Tyskland.*

[2] *Flomberegning for Vigga (012.EBZ) (2004) Rapport nr. 11-2004 Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.*

[3] *Flomsonekart – Delprosjekt Brandbu og Gran (2007) Rapport nr. 5-2007 Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.*



Figur 1.1 Avgrensing av kartlagt område og oversikt over sidevassdrag til Vigga ved Brandbu. Bakgrunnskart: Topografisk norgeskart, Kartverket.

2. Datagrunnlag

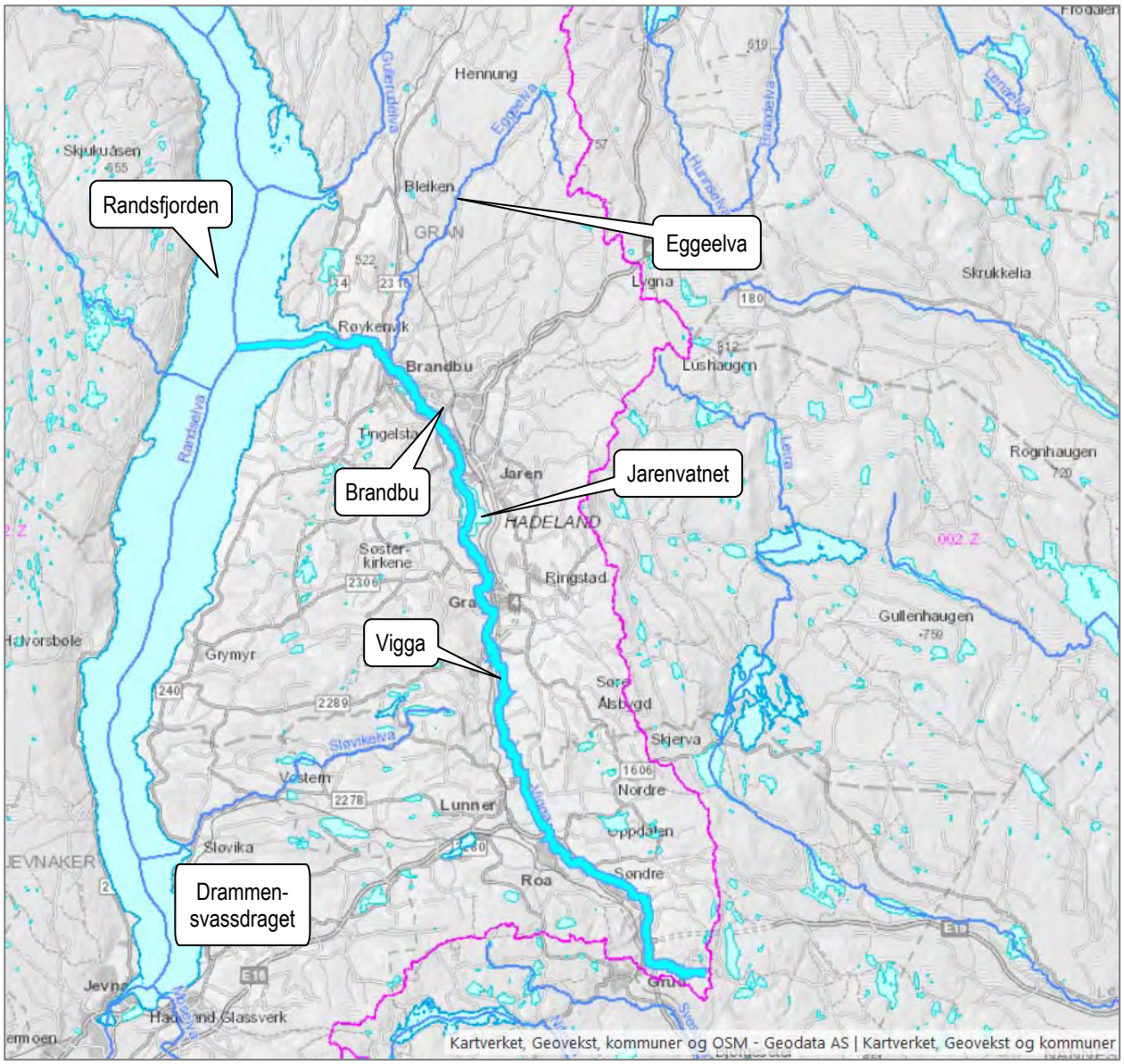
2.1 Hydrologiske data

Det hydrologiske grunnlaget for Vigga er dokumentert i NVEs flomberegning for Vigga[2] og flomsonerapport[3]. Følgende kapitler oppsummerer de viktigste data og analyseresultater på grunnlag av rapporten og NVE Atlas.

2.1.1 Nedbørfeltet

Vigga (vassdragsnr. 012.EBZ) er del av Drammensvassdraget (012.Z) og ligger øst i dette nedbørfeltet (figur 2.1). Elva har sitt utspring i skogsområdene sørøst for Roa i Lunner kommune i Viken. Derfra renner Vigga nordvestover og munner ut i Randsfjorden ved Røykenvik i Gran kommune i Innlandet. Ved tettstedet Gran renner elva ut i Jarenvatnet (201 moh). På strekningen fra Jarenvatnet til Randsfjorden tilløper tre sidevassdrag ved Brandbu (figur 2.1): Skjerva (25,1 km^2), Gullåa (11,9 km^2) og Eggeelva (21,6 km^2).

Viggas nedbørfelt er uregulert. Hovedelva er 32 km lang. Nedbørfeltet er dominert av skog og jordbruk. Det høyeste punktet på ca. 771 moh ligger øst for Jarenvatnet. Ved utløpet i Randsfjorden har Vigga et samlet nedbørfelt på 181 km^2. Den naturlige spesifikke årlige avrenningen for perioden 1961-1990 er 14,9 $l/s/km^2$ ved utløpet i Randsfjorden. Flommer inntreffer i hovedsak om våren i forbindelse med snøsmelting eller om høsten. Flere av de største flommene er høstflommer.



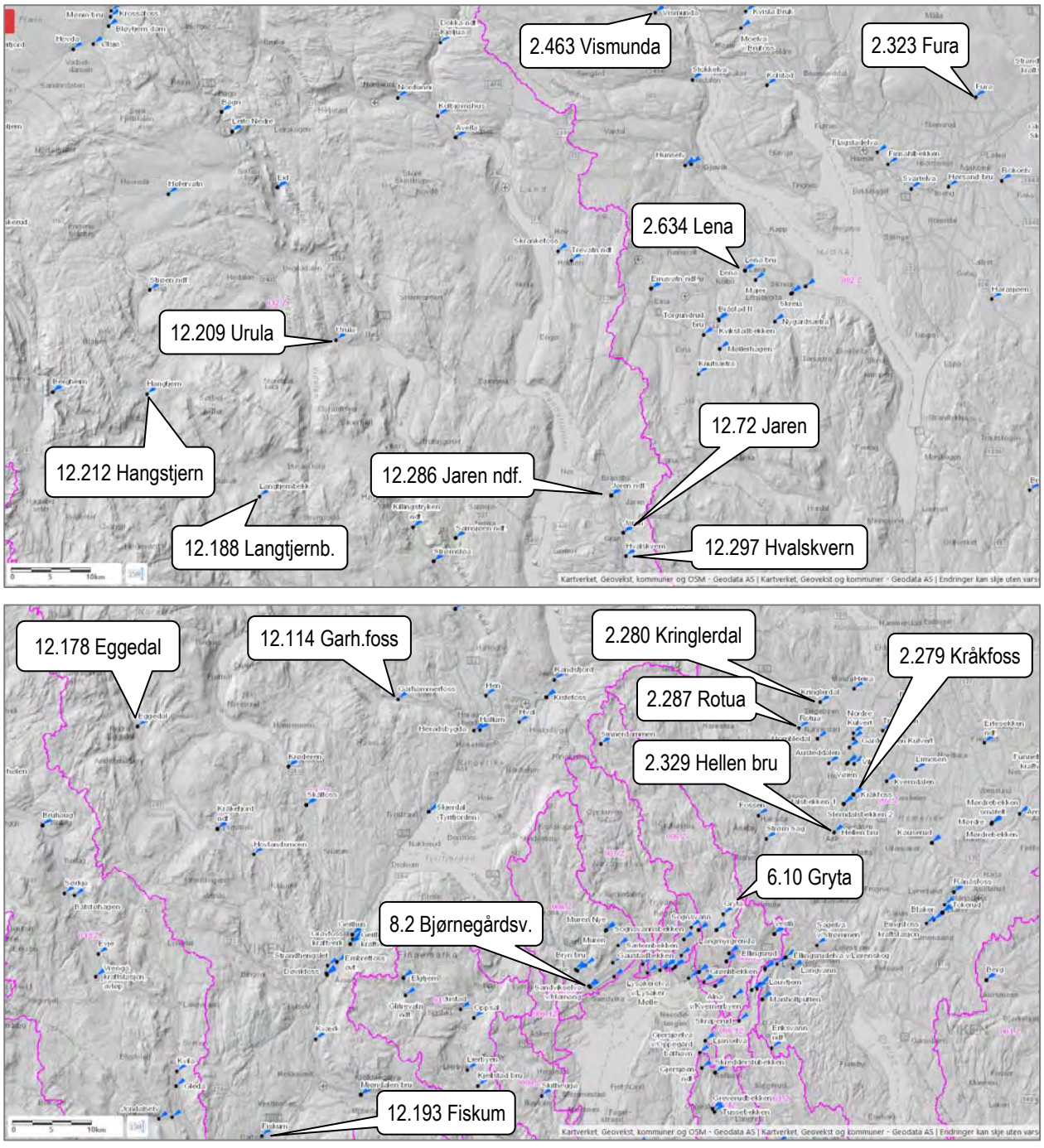
Figur 2.1 Kart over nedbørfeltet til Vigga. Kart fra NVE Atlas www.atlas.nve.no.

2.1.2 Hydrometriske stasjoner i Viggas nedbørfelt og nærliggende vassdrag

I Viggas nedbørfelt har det vært tre målestasjoner for vannføring: 12.72 Jaren i Jarenvatnet (nedlagt 1952), 12.286 Jaren ndf. 2 km nedenfor Jarenvatnet og 12.297 Hvalskvern. Datakvaliteten på de første to stasjonene vurderer NVE som god, mens den sistnevnte stasjonen er vurdert å ha svært usikre data, underestimerte flomverdier på grunn av elveprofilen og vannføringskurven. NVE gjennomførte flomfrekvensanalyse på tidsseriene fra målestasjonene vist i tabell 2.1. Beliggenhet av stasjonene finnes i figur 2.2.

Tabell 2.1 Oversikt over vannføringsserier fra målestasjoner i samme og nærliggende vassdrag og beregnet døgnmiddel av årsflommer. Kilde: NVEs flomberegning for Vigga[2].

Stasjon	Periode	Antall [år]	Feltareal [km²]	Middelflom [l/s/km²]
2.279 Kråkfoss	1966-2003	38	433	150
2.280 Kringlerdal	1966-2003	38	265	156
2.287 Rotua	1967-2002	36	56	170
2.323 Fura	1971-2002	32	45	290
2.329 Hellen bru	1971-2001	31	81	177
2.463 Vismunda	1986-2003	17	191	251
2.616 Sagstua	1977-2003	25	48	122
2.634 Lena	1992-2002	12	181	165
6.10 Gryta	1968-2002	35	7	205
8.2 Bjørnegårdsv.	1969-2002	34	190	222
12.114 Garh.foss	1937-1984	42	490	192
12.178 Eggedal	1972-2003	32	309	228
12.188 Langtjernb.	1974-2003	30	5	193
12.193 Fiskum	1977-2002	26	52	187
12.209 Urula	1984-2002	18	545	215
12.212 Hangstjern	1987-2003	17	12	203
12.297 Hvalskvern	1992-2002	11	64	131
12.72 Jaren	1925-1952	25	105	100
12.286 Jaren ndf.	1953-1991	35	114	94
Jaren + Jaren ndf.	1925-1991	60	~110	97



Figur 2.2 Kart over målestasjoner i og nær Viggas nedbørfelt. Kart fra NVE Atlas www.atlas.nve.no.

2.1.3 Observerte flommer

Største observerte flom i Viggas nedbørfelt i perioden 1925-1991 ble registrert ved Jaren ndf. målestasjon 12. november 1961, med et døgnmiddel på 26 m^3/s. De ti største flommene ved Jaren og Jaren ndf. er vist i tabell 2.2.

Tabell 2.2 De ti største observerte flommene i Vigga ved 12.72 Jaren (merket med *) og ved 12.286 Jaren ndf. i perioden 1925-1991. Kilde: NVEs flomberegning for Vigga[2].

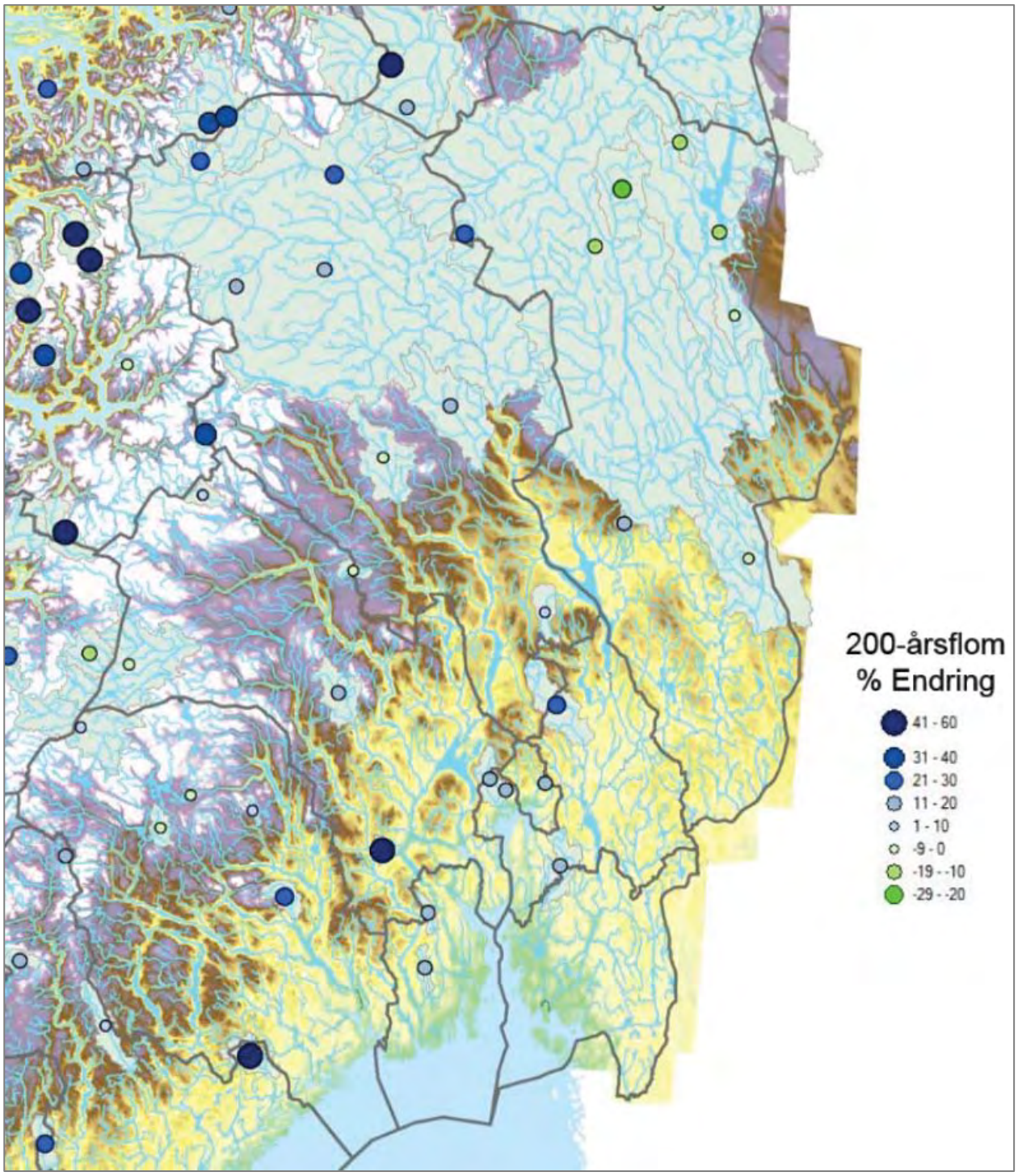
Dato	Døgnmiddelvannføring	
	[m^3/s]	[$l/s/km^2$]
12.11.1961	26	224
05.05.1966	21	186
06.05.1931	21*	196*
18.10.1987	19	168
09.05.1977	19	168
16.10.1964	18	156
06.05.1986	18	154
05.05.1951	17*	161*
23.04.1937	16*	152*
15.05.1967	15	134

2.1.4 Klimaframskrivinger for flom

NVE har beregnet endringer i flomstørrelse som følge av klimaendringer frem til år 2100[4]. Størrelsen på endringene er blant annet avhengig av hvor i Norge vassdraget befinner seg, og av størrelsen på nedbørfeltet. På Østlandet forventes en økt tendens for høst- og vinterflom-vannføringen i nedbørfelt med avstand mindre enn 100 km fra kysten (figur 2.3). NVE anbefaler en økning i flomstørrelse på 20 % i større vassdrag nær kysten. For nedbørfelt med areal mindre enn 100 km^2 er anbefalingen en økning på minst 20 %.

Vigga ved Brandbu har et nedbørfeltareal på 180 km^2. Det brukes et klimapåslag på 20 %.

[4] *NVE (2016) Klimaendring og framtidige flommer i Norge. Rapport 81-2016, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.*



Figur 2.3 Endring i flomstørrelse frem til år 2100 for nedbørfelt på Østlandet[4].

2.1.5 Flomberegning

NVE utførte flomfrekvensanalyse for alle stasjoner listet opp i tabell 2.1. Midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år ble beregnet.

På grunnlag av sammenligning av resultatene og vurderinger i forhold faktorer som flomdempende virkning av innsjøer, ble det valgt å bruke resultatet av frekvensanalysen for tidsserien fra Jaren og Jaren ndf. for Vigga ved utløpet av Jarenvatnet. Den spesifikke døgnmiddelflommen er 97 l/s/km^2.

For stasjonene i nedbørfeltene nærmest Vigga, dvs. Hellen bru, Kråkfoss, Kringlerdal, Rotua og Lena, varierer døgnmiddelflommen mellom 150 og 180 l/s/km^2. På grunnlag av dette bestemte NVE døgnmiddelflommen til 165 l/s/km^2 for Vigga ved Gran og for sidevassdragene ved Brandbu. For Vigga ved Brandbu og ved utløpet i Randsfjorden brukte NVE 125 og 126 l/s/km^2.

Forholdstallene Q_T/Q_M for Jaren og Jaren ndf. ble brukt for å beregne flomverdiene i Vigga og i sideelvene. Ifølge NVE stemte disse godt med resultatene for høst- og vårflom i henhold til regionale kurver. NEVINA gir lignende tall for flomfrekvensfaktorene for Vigga nedstrøms Skjerva i henhold til RFFA-2018 (se vedlegg 1). NEVINAs flomverdier er imidlertid høyere, fordi det er lagt til grunn en høyere indeksflom (173 l/s/km^2 medianflom).

NVE bestemte forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring utfra empiriske formler, observasjoner fra historiske flommer og ved routing gjennom Jarenvatnet, og konkluderte med at forholdstall på 1,1 og 1,5 er rimelige for henholdsvis utløpet av Jarenvatnet og Vigga oppstrøms Jarenvatnet samt sidevassdragene. NEVINA gir tilsvarende størrelsesorden for kulminasjonsfaktor i henhold til RFFA-2018 for Vigga nedstrøms Skjerva og Gullåa, og noe lavere for Eggeelva (1,37, se vedlegg 1).

NVEs flomverdier og de brukt i flomsikringsprosjektet Brandbu for Gullåa og Eggeelva er en god del lavere enn NEVINAs flomverdier for små nedbørfelt i henhold til NIFS-2015. Men flomverdiene ligger innenfor usikkerhetsintervallet angitt i NEVINAs resultater (se vedlegg 1).

På grunn av flomdempingen av Jarenvatnet med tidsforsinkelse av flomtoppen mellom 6 og 30 timer er det usannsynlig at Vigga kulminerer samtidig med sideelvene. NVE brukte derfor døgnmiddelverdier i Vigga og kulminasjonsverdier i sideelvene ved beregning av flomverdiene ved Brandbu og ved utløpet i Randsfjorden.

Tabell 2.3 gir en oversikt over kulminasjonsvannføringer i Viggas nedbørfelt. Verdiene for sidevassdragene er hentet fra NVEs flomsonerapport[3].

Tabell 2.3 Kulminasjonsflom på forskjellige steder i Viggas nedbørfelt. Kilde: NVEs flomberegning for Vigga[2] og flomsonerapport[3].

Sted i vassdraget	Areal km²	Q5 m³/s	Q10 m³/s	Q20 m³/s	Q50 m³/s	Q100 m³/s	Q200 m³/s	Q500 m³/s
Vigga ved Gran	83	27	33	39	45	49	55	62
Vigga ved utløpet av Jarenvatnet	105	15	18	21	25	27	30	34
Div. småfelt Jarenvatnet - Brandbu	16	5	6	8	9	10	11	12
Skjerva	25	8	10	12	14	15	17	19
Vigga nedstrøms Skjerva	**147**	**27**	**33**	**39**	**45**	**49**	**55**	**61**
Bekk mellom Skjerva og Eggeelva (Gullåa)	**12**	**4**	**5**	**6**	**6**	**7**	**8**	**9**
Vigga oppstrøms Eggeelva	158	31	37	44	51	56	63	70
Eggeelva	**22**	**7**	**9**	**10**	**12**	**13**	**14**	**16**
Vigga ved Brandbu	180	38	46	55	63	69	78	86
Vigga ved utløp i Randsfjorden	181	39	46	55	64	70	78	87

Som inngangsdata i den hydrauliske modellen benyttes flomvannføringene i Vigga nedstrøms Skjerva, i Gullåa og i Eggeelva med gjentaksintervall på 20, 200 og 1000 år. For at summen av vannføringene for Vigga nedstrøms Skjerva, Gullåa og Eggeelva stemmer med verdiene angitt for Vigga ved Brandbu (tilsvarer Vigga nedstrøms Eggeelva), reduseres / økes henholdsvis Q10 og Q200 for Eggeelva med 1 m³/s (tabell 2.4).

NVE beregnet ikke flomverdier for 1000 års gjentaksintervall. Dette er gjort her ved ekstrapolasjon. Q1000 ble bestemt ved å legge en lineær linje gjennom de øvrige flomverdiene på logaritmisk skala. Resultatet er gitt i tabell 2.4.

200-årsflommen med 20 % klimapåslag har rundet de samme flomverdiene som 1000-årsflommen.

Tabell 2.4 Kulminasjonsflom på de viktigste stedene i Viggas nedbørfelt for gjentaksintervaller som er aktuelle for flomsonekartleggingen. Flomverdiene er beregnet ved bruk av døgnmiddelverdien ut av Jarenvatnet og kulminasjonsverdier i sideelvene. Klimapåslag er 20 %.

	Q20 m³/s	Q200 m³/s	Q1000 m³/s	Q200+klima m³/s
Vigga nedstrøms Skjerva	39	55	66	66
Gullåa	6	8	10	10
Eggeelva	10	15	18	18
Vigga ved Brandbu / nedstrøms Eggeelva	55	78	94	94

2.2 Topografiske data

2.2.1 Terrengmodell

Følgende data er lagt til grunn for terrenget i den hydrauliske modellen:

- Lasermålte terrenghøyder (prosjektnavn på Høydedata.no: Hadeland 2015). Terrengpunktene fra punktskyen med tetthet på 5 punkter per m^2 ble benyttet for å lage et raster med 0,5 m avstand som grunnlag for oppsett av en digital terrengmodell (jf. kapittel 3.1).
- Terrengpunkter på parkeringsplassen ved Gullåa målt inn i oktober 2016

2.2.2 Elvebunn

Følgende data er lagt til grunn for elveløp i den hydrauliske modellen:

- Elveløp fra todimensjonal hydraulisk modell fra prosjektet «Flomsikring Brandbu» på oppdrag av NVE[5]. Denne modellen er bygd opp på grunnlag av opprinnelig tilstand før tiltak ved hjelp av tverrprofilene målt inn for 1D HEC-RAS-modellen som ble benyttet av NVE i tidligere flomsonekartlegging[3], og tverrprofilene målt inn i februar 2008 (figur 2.4). I sammenheng med flomsonekartleggingen profilerte NVE strekningen med 21 profiler, og Novatek as målte inn ytterligere 10 profiler i Vigga ved Jaren og 2 profiler i Vigga ved Brandbu i desember 2005. I februar 2008 ble det målt inn 9 profiler i Vigga, 3 i Gullåa og 6 i Eggeelva.
- Beregningsnettet av elveløp er endret i henhold til digitale terrengmodeller for planlagt tilstand av flomsikringstiltakene.
- Brukonstruksjonene og kulverter er bygd opp basert på innmålingsdataene fra 2008 samt beskrivelser av dimensjonene og bilder av byggverkene. Byggverkene som ble erstattet eller endret i forbindelse med flomsikringen er oppdatert på grunnlag av tegninger av tiltakene.

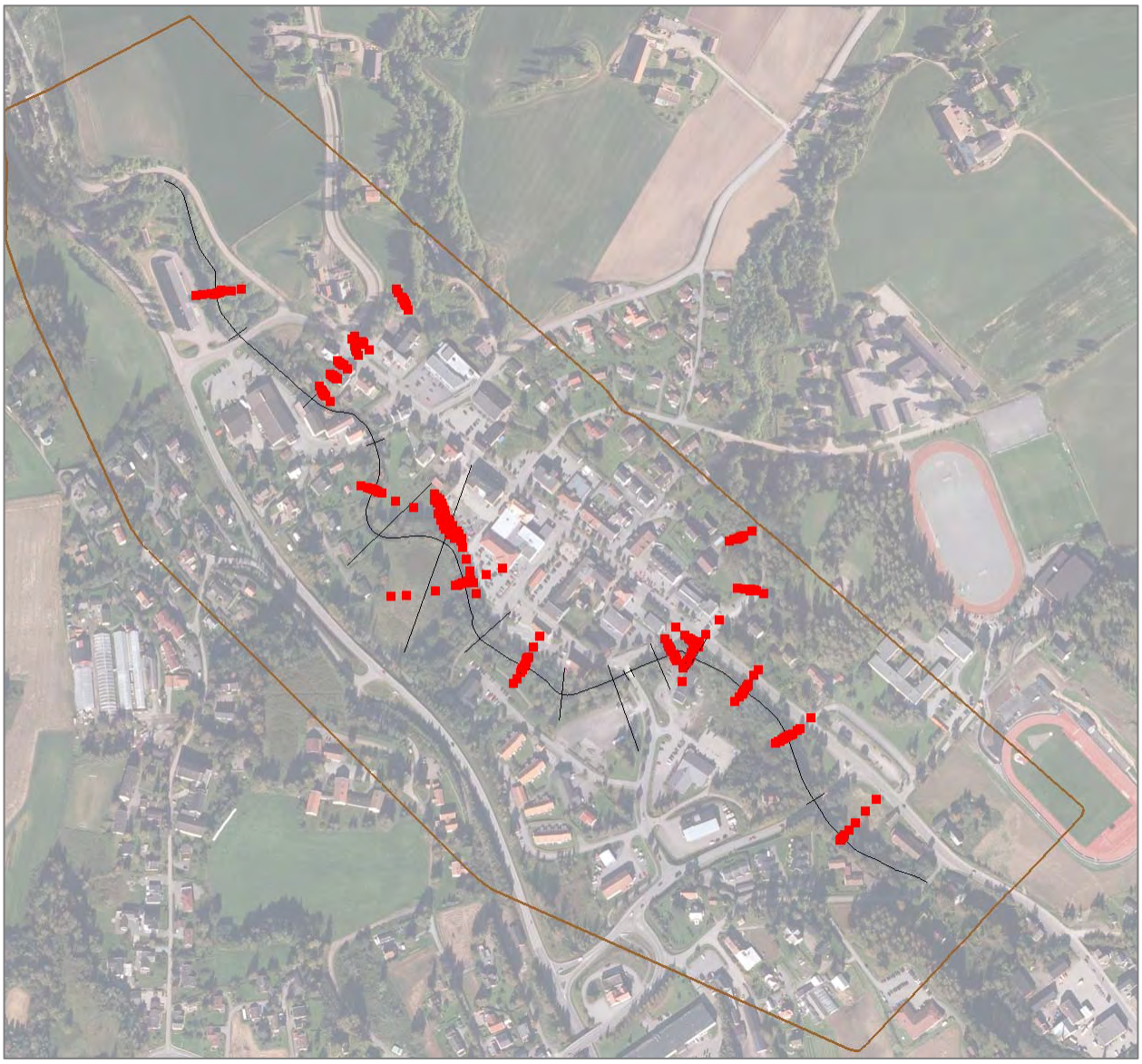
2.2.3 Sikringstiltak

Den hydrauliske modellen ble oppdatert med endringene i terrenget, konstruksjonene og elvebunnen på grunnlag av digitale terrengmodeller, som ble satt opp i forbindelse med planleggingen av tiltakene. Den siste versjonen av tegningene som er lagt til grunn for bygging av tiltakene er fra 12.09.2021. Vedlegg 2 gir en oversikt over alle utførelsestegninger; for de enkelte tegningene henvises det til flomsikringsprosjektet.

Etter at flomsikringen var ferdig bygd om våren 2022 ble en del av sikringstiltakene målt inn. Som bygd-dataene ble sammenlignet med terrengmodellen av den hydrauliske modellen og det viste seg at dataene stemmer godt overens.

---

[5] *Flomsikring Brandbu Gran kommune – Revisjon og utvidelse av sikringskonseptet, rapport datert 29.01.2014, Eching am Ammersee, Tyskland*



Figur 2.4 Innmålte tverrprofiler i Vigga, Eggeelva og Gullåa februar 2008 (røde prikker) og profiler fra HEC-RAS-modellen målt inn i forbindelse med flomsonekartleggingen desember 2005 (svarte linjer på tvers av Viggas elveakse).

2.2.4 Kalibreringsdata

Observerte vannstander og tilhørende vannføringer er gitt i NVEs flomsonerapport (tabell 2.5).

Tabell 2.5 Utdrag av kalibreringsvannstander og tilhørende kulminasjonsvannføringer i Vigga i november 2000. Kilde: NVEs flomsonerapport[3].

Profil / sted*	Observert vannstand moh, NN 1954**	Vannføring m^3/s
P3 – ved Eggeelva	163,40	43
P4 – Augedalsbru	163,94	32
P7 – Gangbru	164,20	32
P9 – Veibru ved brannstasjon	164,94	32

* Tilsvarer følgende steder: P3 nedstrøms samløp med Eggeelva, P7 Torgbrua, P9 Orhagavegen bru

** 0,2 m lavere enn høydesystemet NN 2000

2.2.5 Andre data

- AR5 for arealbruk
- FKB-data for bruddkanter
- Ortofotoer (prosjektnavn Hadeland 2010)

3. Hydrauliske beregninger

3.1 Modellering

De hydrauliske beregningene ble utført med programvaren HYDRO_AS-2D. Programmet er en numerisk modell for todimensjonale, hydrodynamiske vannspeilberegninger, som benytter finite volum-metoden og «shallow water equations». Ligningene er basert på tredimensjonale kontinuitetsligninger og Navier-Stokes-ligningene, midlet over dybden for et inkompressibelt fluid med hydrostatisk trykkfordeling.

HYDRO_AS-2D benytter et beregningsnett som kombinerer tre- og firkantede elementer. Det kombinerte nettet gjør det lettere å tilpasse modellen til topografiske og hydrodynamiske forhold. På den måten kan strømninger, voller og veier avbildes med tilstrekkelig nøyaktighet, mens antallet elementer reduseres.

Beregningsnettet skapes ved hjelp av programmet LASER_AS-2D, på grunnlag av lasermålte terrengdata og terrestriske oppmålinger. Programmet reduserer datamengden, samtidig som nøyaktigheten av terrengmodellen opprettholdes ved identifisering av høybrekk i terrenget og tilpasset variasjon av elementstørrelsen. På den måten avbildes strukturer som veier, voller og omriss av bygninger. For elve- og bekkeløp brukes det oppmålte tverrprofiler, siden lasermålte høydedata ikke gjengir formen av elveleiet og konstruksjoner langs elva med tilstrekkelig nøyaktighet. Et optimert beregningsnett som avbilder terreng og elvebunn med tilstrekkelig nøyaktighet er avgjørende for nøyaktig modellering av strømningsprosesser og vannstander på lange elvestrekninger.

Alle data som er brukt til å sette opp modellen, er i eller ble konvertert til høydesystemet NN 2000. I analyseområdet er høyder i NN 2000 0,2 m høyere enn i NN 1954.

Beregningsnettet ble satt opp på grunnlag av terreng- og bunndata fra flere kilder (jf. kapittel 2.2). Elveløpet ble tatt fra den hydrauliske modellen som ble satt opp i prosjektet «Flomsikring Brandbu»[1] i 2014. Bunnen i den opprinnelige modellen for tilstanden før flomsikringstiltak er satt opp på grunnlag av tverrprofiler i Vigga, Eggeelva og Gullåa. Tverrprofilene ble målt opp i forbindelse med tidligere flomsonekartlegging gjennomført av NVE ved hjelp av en éndimensjonal hydraulisk modell. Beregningsnettet ble oppdatert med endringene i terrenget, konstruksjonene og elvebunnen på grunnlag av digitale terrengmodeller som ble utarbeidet i forbindelse med planleggingen av flomsikringstiltakene. Elveløp ble modellert med firkantede elementer med et areal på ca. 1 m^2.

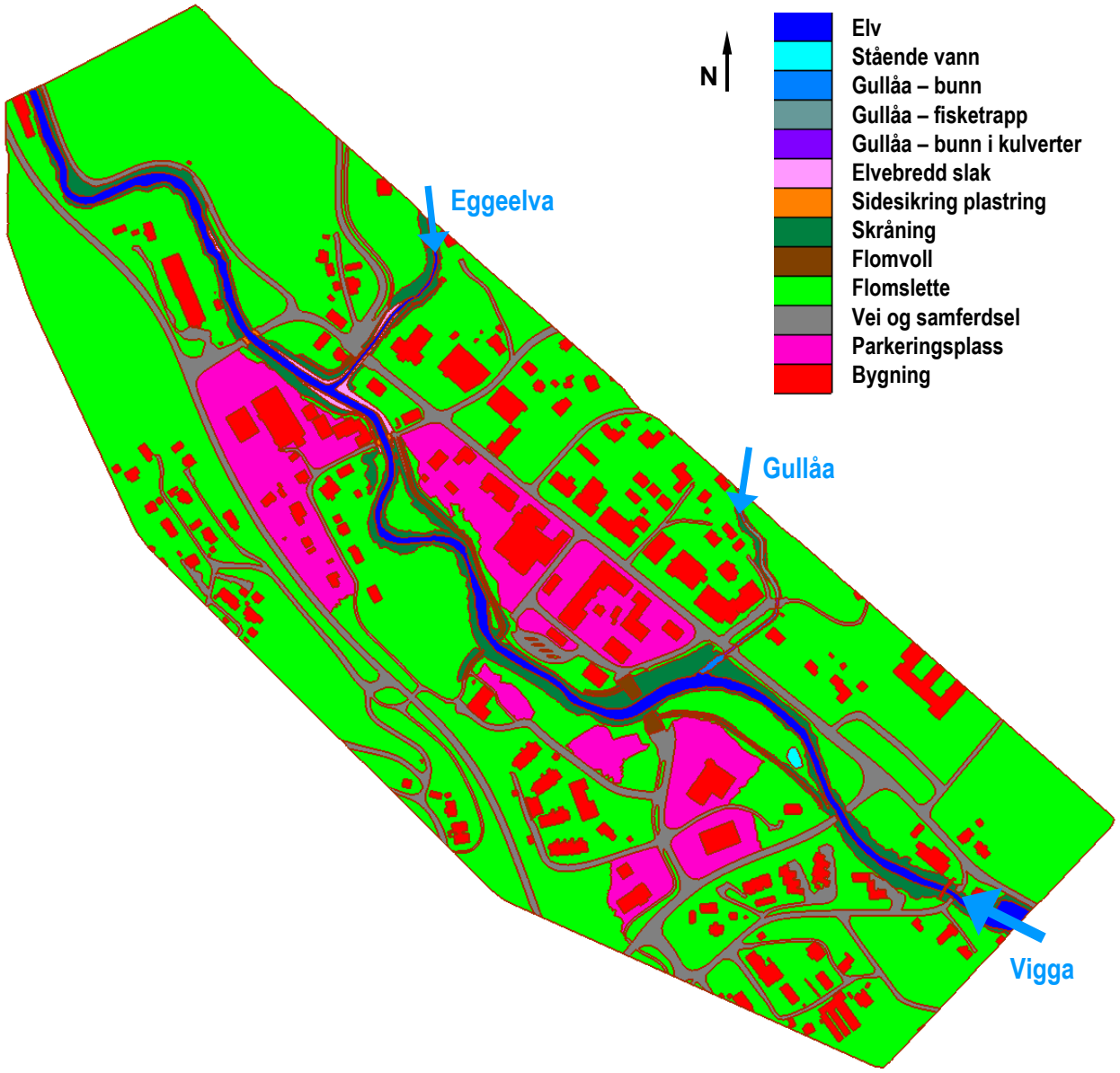
Elvesletter og øvrig terreng er basert på lasermålte terrenghøyder fra Høydedata.no. Punktskyet ble konvertert til et raster med avstand på 0,5 m.

Byggverkene som ble erstattet eller endret i forbindelse med flomsikringen er oppdatert på grunnlag av tegninger av tiltakene. Nye bruer ble modellert uten underkant, siden høyden er dimensjonert med fribord slik at vannspeilet ikke når opp i bruene.

Beregningsnettet omfatter i alt omtrent 97 500 noder og 160 700 elementer. Den lokale tettheten av noder er avhengig av de enkelte områdenes lokale terrengforhold og betydning for de hydrauliske beregningene. I elveløpet, spesielt på strekninger med konstruksjoner eller

andre strukturer som påvirker strømningen, er beregningsnettet finere enn i ubebygde områder lenger unna elva.

For å bestemme ruhetsverdier i modellen ble det bestemt arealtyper for terrengoverflaten. De enkelte elementer i beregningsnettet fikk tildelt en ruhetskoeffisient etter Manning-Strickler i henhold til arealbruk (tabell 3.1). Det ble brukt kartdata, f.eks. veier, bygninger eller vassdrag, og flyfoto (figur 3.1).



Figur 3.1 Modellområdet med flater og tildelte ruhetskoeffisienter, og posisjoner av tilløp.

Tabell 3.1 Ruhetskoeffisienter etter Manning-Strickler brukt i den hydrauliske modellen.

Navn flate	Merknader arealbruk	k_{st} [$m^{1/3}/s$]
Elv	Bunn Vigga, Eggeelva og Gullåa	28
Stående vann	Innsjøer, tjern o.l.	30
Gullåa bunn	Ny bunn med terskler i nederste del av Gullåa	30
Gullåa fisketrapp	Ny bunn med terskler oppstrøms Parkvegen	22
Gullåa bunn i kulverter	Bunn i kulvertene med terskler	30
Elvebredd slak	Fornyet elvebredd langs Vigga og Eggeelva med slakere helning	20
Sidesikring plastring	Plastret sidesikring ved bruer	26
Skråning	Skråninger langs flomvollene	18
Flomvoll	Voller og terrenghevinger langs Vigga	40
Flomslette	Arealer utenfor elveløpet som ikke er tette	20
Vei og samferdsel	Veier, GS-veier o.l. tette flater	40
Parkeringsplass	Asfalterte flater	40
Bygg	ikke gjennomstrømbare elementer	-

3.2 Grensebetingelser

Oppstrøms grensebetingelser er vannføring i Vigga nedstrøms Skjerva, i Gullåa og i Eggeelva for aktuell flomstørrelse (tabell 2.4).

Alle modellberegninger ble gjennomført med konstante vannføringer.

Nedstrøms grensebetingelse er helningen av energilinjen lik helningen av elvebunnen ved nedstrøms kant av modellen.

3.3 Kalibrering

Den hydrauliske modellen som ble satt opp for prosjektet „Flomsikring Brandbu“[1] ble kalibrert ved hjelp av vannstander målt under flommen i november 2000, som ble brukt av NVE til kalibrering av 1D HEC-RAS-modellen i forbindelse med flomsonekartlegging (jf. tabell 2.5 i kapittel 2.2.4).

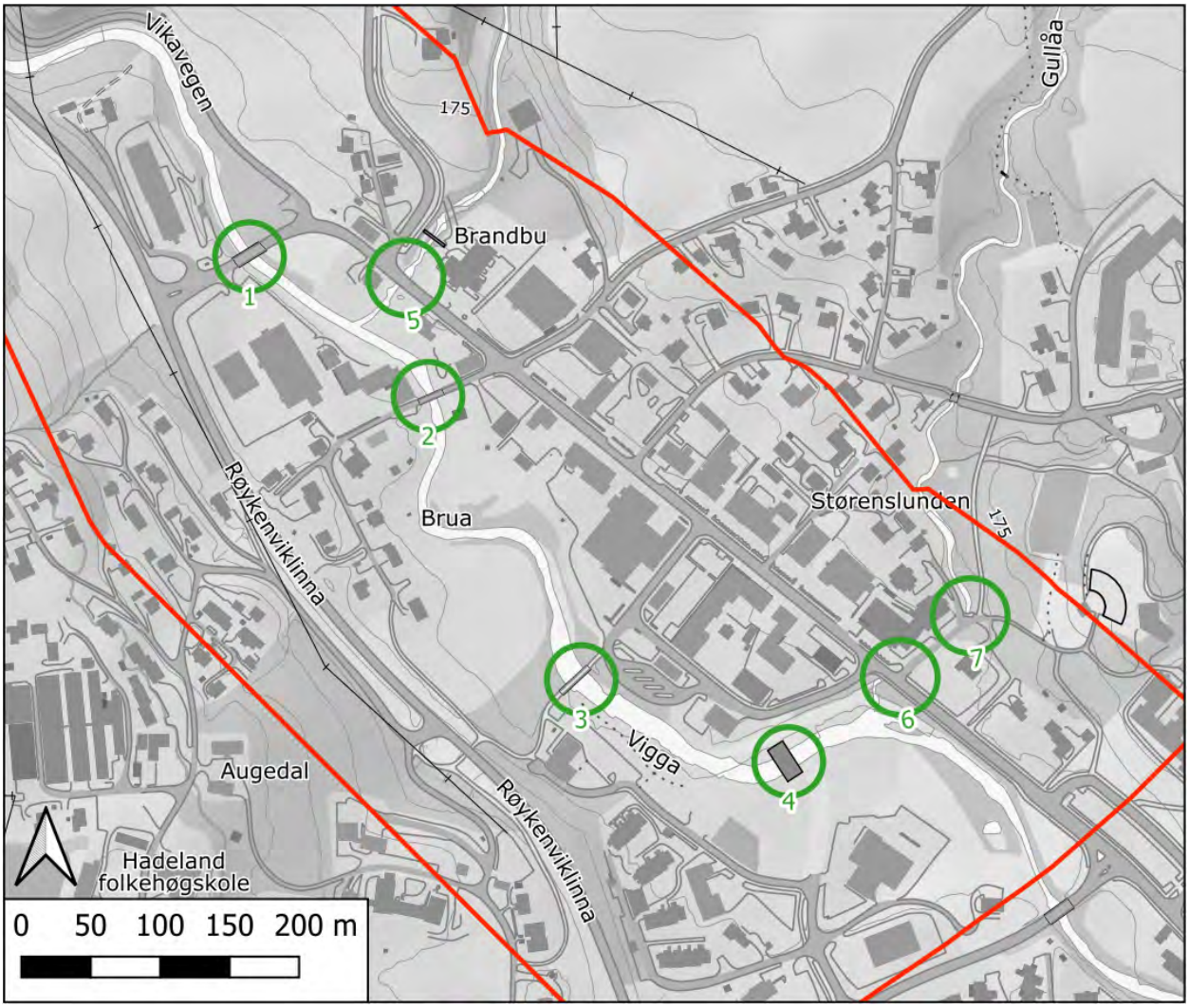
Ruhetskoeffisientene for elvebunnen i den todimensjonale hydrauliske modellen for opprinnelig tilstand før flomsikringstiltak ble endret, slik at avvikene mellom beregnede og observerte vannstander ble lik eller mindre enn resultatene fra kalibreringen av HEC-RAS-modellen (avvik innenfor -0,21 m til -0,02 m).

3.4 Særskilt om bruer og kulverter

Det er totalt fem bruer over Vigga og Eggeelva og to kulverter i Gullåa på de kartlagte elvestrekningene. Fem av byggverkene er nybygd i forbindelse med flomsikringen av Brandbu (tabell 3.2, figur 3.2). Kulvertene og bruene samt landkar er satt inn i modellen ved bruk av dimensjoner som er basert på innmålinger eller er hentet fra tegninger. For tre bruer er underkanten ikke modellert. Disse bruene ble nybygd og dermed dimensjonert for 200-årsflommen med klimapåslag, dvs. vannspeilet av den største modellerte vannføringen når ikke opp i bruunderkantene. Tabell 3.3 viser de høyeste vannstandene på tvers av elva beregnet like oppstrøms bruene for forskjellige flomvannføringer.

Tabell 3.2 Data for bruer og kulverter i det kartlagte området.

Bru	Sted [elve-km]	Vassdrag	Underkant bru (venstre / høyre) [moh]	Lysåpning [m]	Merknader
1	1+023	Vigga	164,57 / 163,94	15,2	Storlinna bru over Vigga
2	0+855	Vigga	164,76 / 164,76	16,5	Augedalsbrua
3	0+578	Vigga	ca. 165,50 ikke modellert	1,5 / 18,3 / 1,42	Torgbrua, nybygd, 2 pilarer med b = 0,4 m ca. 1,5 m fra landkarene, lysåpning mellom pilarene ca. 18,3 m
4	0+403	Vigga	ukjent ikke modellert	19,8	Orhagavegen bru, nybygd, 2 pilarpar, pilarene er ikke modellert
5	0+158	Eggeelva	ca. 164,80 ikke modellert	6,8	Storlinna bru over Eggeelva, nybygd
6	0+106	Gullåa	166,98 / 166,98	2,5	Storlinna, nybygd kulvert laget av betongferdigdeler med innbygde betongterskler (B x H = 2,5 m x 2,0 m)
7	0+040	Gullåa	168,16 / 168,16	2,5	Parkvegen, nybygd kulvert laget av betongferdigdeler med innbygde betongterskler (B x H = 2,5 m x 2,0 m)



Figur 3.2 Posisjoner av bruer over Vigga og Eggeelva, og kulverter i Gullåa (grønne ringer, numrene refererer til tabell 3.3) innenfor analyseområdet (rød linje). Bakgrunnskartet er ikke ennå oppdatert med flomsikringstiltakene. Bakgrunnskart: Topografisk Norgeskart, Kartverket.

Tabell 3.3 Beregnede flomvannstander like oppstrøms bruene over Vigga og Eggeelva og kulvertene i Gullåa.

Bru	Sted [elve-km]	Vassdrag	Q_{20} [moh]	Q_{200} [moh]	$Q_{200+klima}$ [moh]	Q_{1000} [moh]
1	1+023	Vigga	162,37	162,83	163,10	163,10
2	0+855	Vigga	162,99	163,48	163,76	163,76
3	0+578	Vigga	164,23	164,51	164,70	164,70
4	0+403	Vigga	164,96	165,31	165,52	165,52
5	0+158	Eggeelva	163,81	164,05	164,20	164,20
6	0+106	Gullåa	166,26	166,46	166,65	166,65
7	0+040	Gullåa	167,44	167,65	167,85	167,85

1 – Storlinna bru over Vigga

Brua ble ikke erstattet i forbindelse med flomsikringstiltakene, men sikringen av landkarene ble bygd nytt. Sikringen er laget av sikringssteiner lagt i betongmørtel (figur 3.3).

Ved 20-, 200- og 1000-årsflom samt 200-årsflom i endret klima er vannstanden lavere enn nivået av bruas laveste underkant i tverrsnittet minus et fribord på 0,5 m.

Figur 3.3 Storlinna bru over Vigga sett fra nedstrøms (venstre) og oppstrøms (høyre). Foto: H. Øverland

2 – Augedalsbrua

Brua ble ikke erstattet i forbindelse med flomsikringstiltakene, men sikringen av landkarene ble bygd nytt. Sikringen er laget av sikringssteiner lagt i betongmørtel (figur 3.4).

Ved 20-, 200- og 1000-årsflom samt 200-årsflom i endret klima er vannstanden lavere enn nivået av bruas laveste underkant i tverrsnittet minus et fribord på 0,5 m.

Figur 3.4 Augedalsbrua over Vigga, sett fra nedstrøms (venstre) og oppstrøms (høyre). Foto: H. Øverland

3 – Torgbrua

Gang- og sykkelbrua er nybygd i forbindelse med flomsikringen. Brua har to sylindriske pilarer tett inn til landkarene (figur 3.5). Sidesikringen er laget av sikringssteiner lagt i betongmørtel.

Figur 3.5 Torgbrua over Vigga, sett fra nedstrøms (venstre) og oppstrøms (høyre). Foto: H. Øverland

4 – Orhagavegen bru

Brua er nybygd i forbindelse med flomsikringen. Den har to pilargrupper med sylindriske pilarer tett inn mot landkarene (figur 3.6). Sidesikringen er laget av sikringssteiner lagt i betongmørtel.

Figur 3.6 Orhagavegen bru over Vigga, sett fra nedstrøms (venstre) og oppstrøms (høyre). Foto: H. Øverland

5 – Storlinna bru over Eggeelva

Brua er nybygd i forbindelse med flomsikringen. Landkarene er sikret med sikringssteiner lagt i betongmørtel (figur 3.7).

Figur 3.7 Storlinna bru over Eggeelva, sett fra nedstrøms (venstre) og oppstrøms (høyre). Foto: H. Øverland

6 – Storlinna kulvert i Gullåa

Kulverten er nybygd i forbindelse med flomsikringen. Den er laget av betongferdigdeler med innbygde betongterskler (figur 3.8).

Verken ved 20-, 200-, 1000-årsflom eller 200-årsflom i endret klima går kulverten fullt. Ved 1000-årsflom og 200-årsflom i endret klima er vannstanden beregnet til mer enn 30 cm under kulvertens underkant.

Figur 3.8 Storlinna bru over Gullåa, sett fra nedstrøms (venstre) og oppstrøms (høyre). Foto: H. Øverland

7 – Parkvegen kulvert i Gullåa

Kulverten er nybygd i forbindelse med flomsikringen. Den er laget av betongferdigdeler med innbygde betongterskler lik kulverten under Storlinna (figur 3.9).

Verken ved 20-, 200-, 1000-årsflom eller 200-årsflom i endret klima går kulverten fullt. Ved 1000-årsflom og 200-årsflom i endret klima er vannstanden beregnet til ca. 30 cm under kulvertens underkant.

Figur 3.9 Parkvegen bru over Gullåa, sett fra oppstrøms. Foto: H. Øverland

3.5 Flomsikring

De viktigste tiltakene for flomsikringen i Brandbu er kort beskrevet nedenfor. For en detaljert beskrivelse henvises det til rapporten fra flomsikringsprosjektet[1].

Viggas og Eggeelvas elvebunn ble senket og sidene ble sikret. Yttersvingen til Vigga nedstrøms Brandbu sentrum ble forbygd med plasserte sikringssteiner (figur 3.10). Det ble laget flere terskler i bunnen for å sikre på kritiske steder mot at elva graver seg ned (figur 3.11). Landkarene av bruene ble sikret med plastring (figur 3.3 og figur 3.4).

Figur 3.10 Erosjonssikring i Viggas yttersving nedstrøms Brandbu sentrum. Foto: H. Øverland

Mellom samløpet med Eggedalselva og Augedalsbrua ble det bygd flomsikringsmur på begge sider av elva (figur 3.4 og figur 3.11). Brandbu sentrum er sikret med henholdsvis flomvoll, terrengheving og flommur langs Viggas høyre bredd på strekningen oppstrøms Augedalsbrua (figur 3.12 og figur 3.13). Oppstrøms Orhagavegen ble det bygd tilbaketrukket flomvoll langs Viggas venstre bredd.

Figur 3.11 Flomsikringsmurer mellom samløpet med Eggeelva og Augedalsbrua og terskel i Viggas bunn nedstrøms Augedalsbrua. Foto: H. Øverland

Figur 3.12 Flomvoll på Viggas høyre bredd oppstrøms Augedalsbrua (venstre) og flommur langs høyre bredd oppstrøms Torgbrua. Foto: H. Øverland

Figur 3.13 Samløpet av Gullåa med Vigga, sett fra nedstrøms (venstre) og oppstrøms (høyre). Tilbaketrukket flomvoll langs Viggas venstre bredd frem til Orhagavegen. Foto: H. Øverland

Langs Eggeelva ble det bygd flomvoll, terrenget ble hevet / fylt opp og sidesikringen nedstrøms Storlinna bru er utformet som tørrmur (figur 3.14 og figur 3.7).

Figur 3.14 Flomvoll og terrengheving /-oppfylling langs Eggeelva, sett fra nedstrøms (venstre) og tørrmur nedstrøms Storlinna bru over Eggeelva (høyre). Foto: H. Øverland

Gullåa ble åpnet mellom Storlinna og Parkvegen (figur 3.15). Bekken ble utformet som kanal med tørrmur. Oppstrøms Parkvegen er bekken sikret med terskler.

Figur 3.15 Åpning (venstre) og sikring av Gullåa (høyre), sett fra nedstrøms. Foto: H. Øverland

3.6 Vannlinje

I motsetning til en endimensjonal hydraulisk modell, som beregner vannstander midlet over elvetverrsnitt og gir en vannlinje, beregner en todimensjonal modell vannstander, som varierer både i hovedstrømningsretningen og i elvetverrsnittet. De beregnede vannstandene er presentert som isolinjer med 0,5 m avstand.

3.7 Følsomhetsanalyse

3.7.1 Økning av vannføring

I den første delen av følsomhetsanalysen er vannføringsverdiene for 200-årsflommen økt med 20 %; dette tilsvarer vannføringene for 200-årsflommen i et endret klima. Sammenlignet med vannstandene ved 200-årsflommen er verdiene langs elvemidten av Vigga ca. 10 cm til 30 cm høyere. Vannstandsstigningen øker i nedstrøms retning frem til Storlinna bru.

Oppstrøms samløpet med Gullåa er vannstandene i Vigga stort sett rundt 10 cm til 20 cm høyere. Mellom samløpet med Gullåa og høyresvingen oppstrøms Augedalsbrua øker vannstandene stort sett med 20 cm, og ned til Storlinna bru med rundt 30 cm. Økningen er størst oppstrøms Augedalsbrua; rundt 40 cm i elva og opptil ca. 60 cm ved vestlige elvebredd. Nedstrøms Storlinna bru øker vannstandene mellom ca. 25 cm ved brua og ca. 15 cm ved modellens nordlige kant.

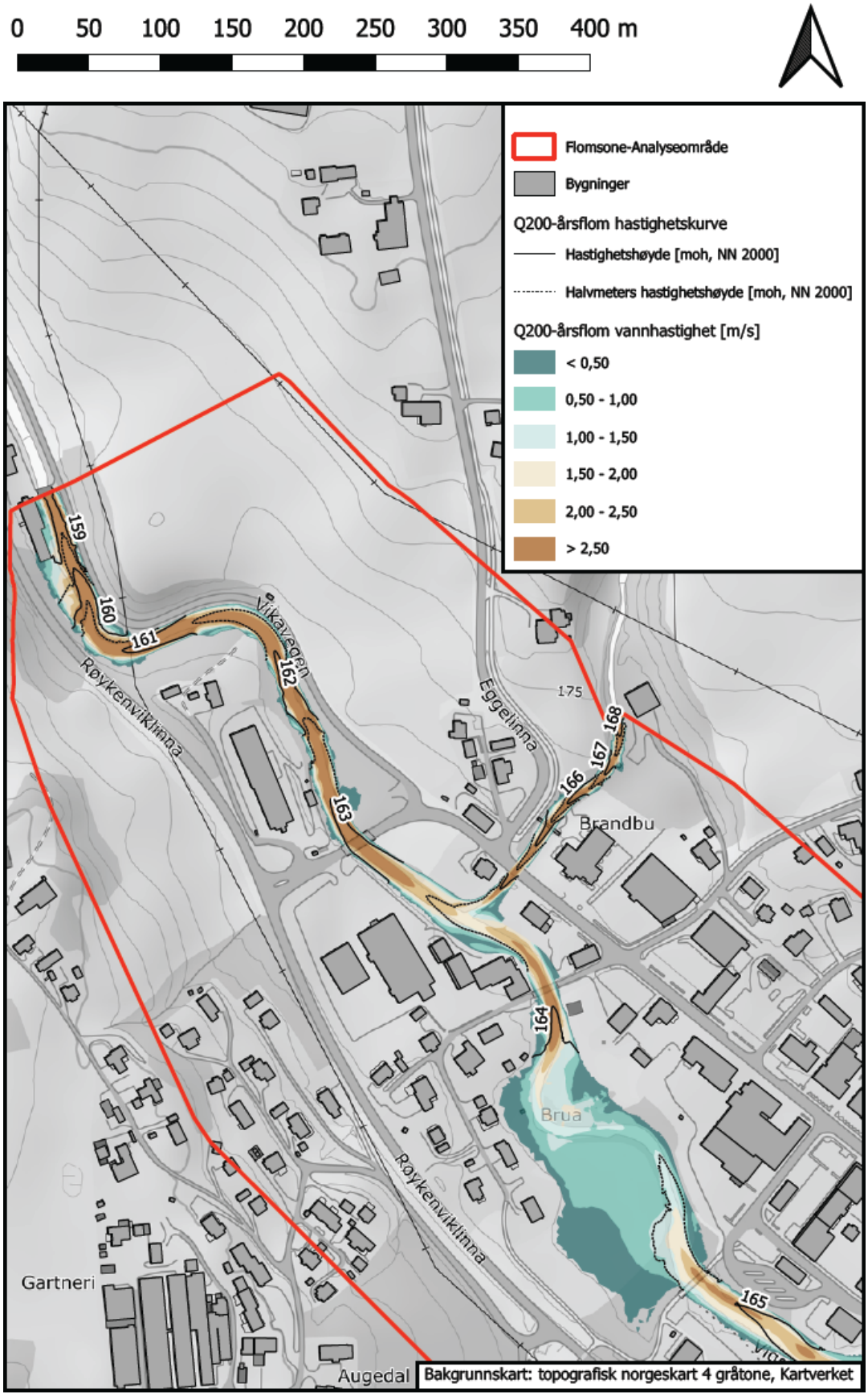
I Gullåa medfører 20 % høyere vannføring en vannstandsstigning på mellom 10 cm ved samløpet og på ca. 20 cm på strekningen med de nye kulvertene. I Eggeelva øker vannstandene med opptil 10 cm.

3.7.2 Økning av ruheten

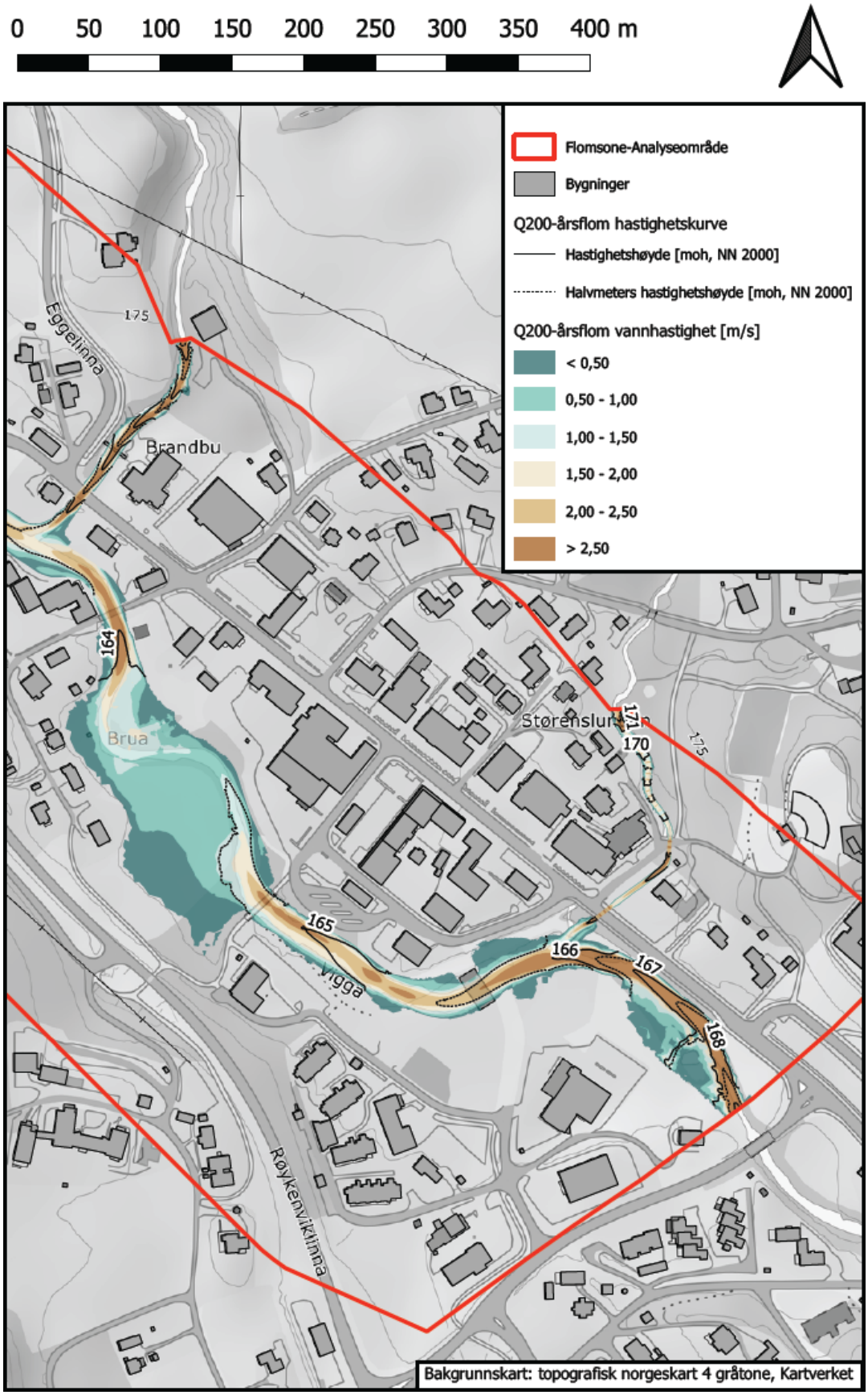
I den andre delen av følsomhetsanalysen er ruheten økt med 20 % for 200-årsflommen, dvs. ruhetskoeffisientene er redusert. Sammenlignet med vannstandene ved 200-årsflommen er verdiene langs elvemidten opptil 20 cm lavere. I svinger, ved fallendringer, innsnevringer og samløpene med sidevassdragene, hvor lavere vannhastigheter fører til oppstuving oppstrøms, er vannstandene opptil 30 cm høyere enn ved 200-årsflommen med glattere ruhetsverdier. De største økningene i vannstand opptrer oppstrøms samløpet med Gullåa og oppstrøms Augedalsbrua. Vannstandsendringene er minst ved de nybygde, rektangulære kulvertene i Gullåa: Mellom ingen endring nedstrøms kulvertene og opptil rundt 2 cm ved innløpene til kulvertene.

3.7.3 Hastighetshøyde

I forbindelse med fastsetting av sikkerhetsmargin for flomsonene ble hastighetshøyden beregnet for 200-årsflommen. Figur 3.16 og figur 3.17 viser vannhastigheter og isolinjer av energihøyden (vannstand pluss hastighetshøyde). Kritiske steder, dvs. steder med både høy vannhastighet og muligheten for at vannet bremses opp ved tilstopping, er bruene i Vigga og Eggeelva og kulvertene i Gullåa.



Figur 3.16 Vannhastigheter og isolinjer for energihøyden ved 200-årsflom, del 1.



Figur 3.17 Vannhastigheter og isolinjer for energihøyden ved 200-årsflom, del 2.

4. Flomsonekart

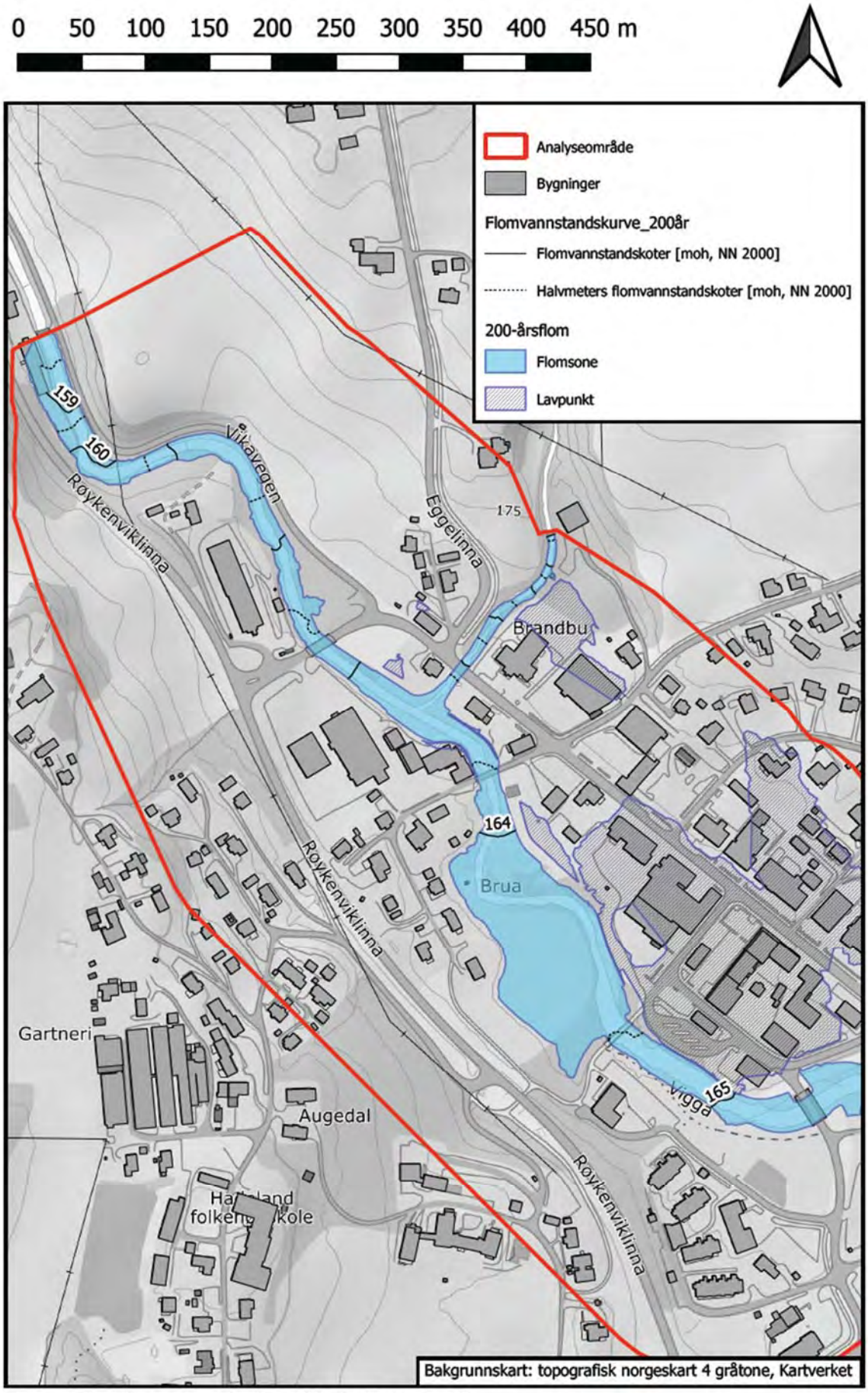
Resultater fra flomsoneanalysen er beskrevet i etterfølgende avsnitt. Flomsonekartet for 200-årsflommen er presentert nedenfor, mens kartene for alle andre flomvannføringer finnes i vedlegg 3.

4.1 20-årsflom

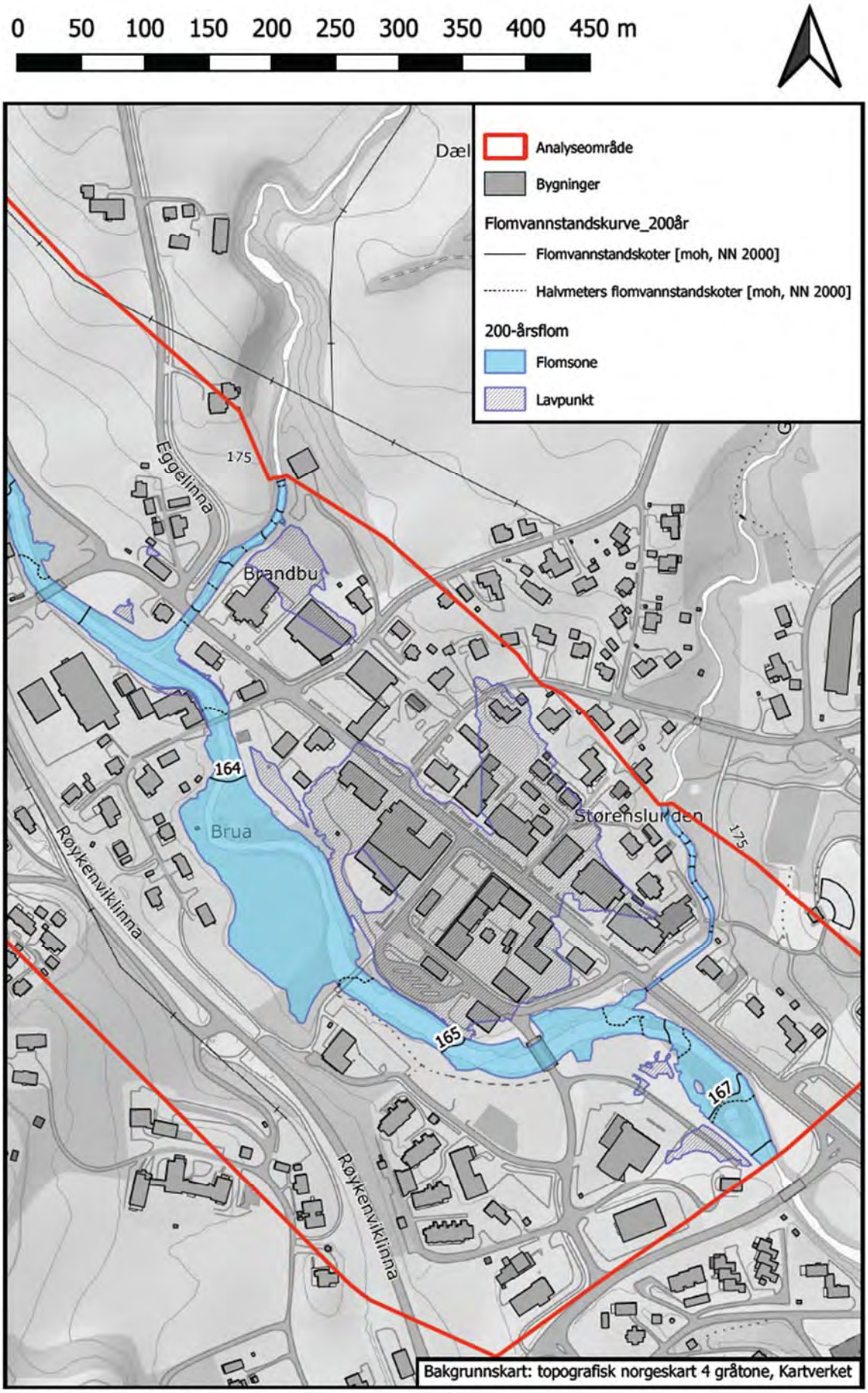
Ved 20-årsflom dekker vannet en del av flomsletten oppstrøms samløpet med Gullåa og mellom Torgbrua og Augedalsbrua. Nord i analyseområdet trekker vannet inn mot næringsbygningen på vestsiden av elva, Vikavegen 4.

4.2 200-årsflom

Ved 200-årsflom strekker vannet seg noen meter lengre ut i flomsletten. Oppstrøms Orhaga-vegen bru renner vann inn i park- / lekeplassområdet på nordsiden av elva og i flomsletten sør for elva. Næringsbygningen på vestsiden av elva nord i analyseområdet er stort sett under vann.



Figur 4.1: Flomsonekart for 200-årsflom, del 1



Figur 4.2: Flomsonekart for 200-årsflom, del 2

4.3 1000-årsflom

Ved 1000-årsflom er store deler av flomsletten oversvømt frem til flomverkene. Oppstrøms Orhagavegen bru er tilnærmet hele park- / lekeplassområdet oversvømt. Næringsbygningen på vestsiden av elva nord i analyseområdet er fullstendig under vann.

4.4 200-årsflom med klimapåslag

Ved 200-årsflom med klimapåslag er flomsonen lik den for 1000-årsflommen.

4.5 Lavpunktanalyse

Lavpunktanalyse ble gjennomført for alle flomstørrelser. Store arealer av Brandbu sentrum ligger lavere enn flomvannspeilet og har ikke direkte forbindelse til elva. Lavpunktsonen i sentrum strekker seg fra parkeringsplassen ved Torgvegen til Nobels gate.

Ved 20-årsflom finnes det lavpunktsoner, i tillegg til den i sentrum, bak flomverket ved Storlinna 25, mellom Kjølvegen og Eggeelva, på hjørnet av Augedalsbrua 5 bak flomsikringsmuren og på sørsiden av elva nedstrøms Brandbuvegen bru ved Orhagavegen 11.

Ved 200-årsflom utvider seg lavpunktsonen i sentrum mot vest og strekker seg fra Parkvegen til pumpestasjonen oppstrøms Augedalsbrua. Nye lavpunkter opptrer bak flommuren på nordsiden av elva nedstrøms Augedalsbrua og nord og sør for Storlinna nedstrøms samløpet med Eggeelva.

Lavpunktsonene er større ved henholdsvis 1000-årsflom og 200-årsflom med klimapåslag, men ligger på de samme stedene som beskrevet ovenfor.

5. Usikkerhet

5.1 Flomberegning

NVE vurderte datagrunnlaget for beregningen av flomverdier for Vigga å være klasse 2 av 3, der 1 er den beste klassen[2]. I rapporten er det nevnt følgende kilder for usikkerhet:

- Vannføringsserien fra målestasjon 12.72 Jaren / 12.286 Jaren ndf. er ikke uten videre representativ for Vigga ved Brandbu
- Usikker vannføringskurve, ekstrapolasjon av store flomvannføringer
- Døgnmiddelvannføring knyttet til kalenderdøgn; største kalenderdøgnmiddel er mindre enn største 24-timersmiddel. For eldre data representerer én måling per dag døgnmiddelverdien.
- Data med fin tidsoppløsning foreligger ca. 15 år tilbake, dvs. perioden er for kort for utføring av flomberegninger direkte på kulminasjonsvannføringer.

5.2 Hydrauliske beregninger

Bruk av hydrauliske modeller innebærer forenklinger og antakelser knyttet til inngangsdata, grensebetingelser og modelleringsmetoder. En todimensjonal, hydrodynamisk modell midler vanndybder og vannhastigheter i vertikal retning. Særlig i områder med kompleks strømning, f.eks. ved brupilarer, fosser eller blanding av ferskvann med saltvann ved utløp i sjøen, kan denne forenklete betraktningen medføre avvik av beregnede vannstander.

Feil kan oppstå blant annet som følge av

- numeriske metoder brukt av modellen,
- grensebetingelser som vannføring og vannstand,
- og andre inngangsdata, dvs. terrengmodell basert på lasermålte høydedata, oppmålte tverrprofiler eller oppmålte bunndata; konstruksjoner som bruer og kulverter; og ruhet basert på kart over arealbruk.

Nøyaktigheten i grensebetingelser og inngangsdata er vurdert å ha størst betydning. Totalt sett er nøyaktigheten av de beregnede vannstander estimert til +/- 0,2 m.

5.3 Flomsoner

Usikkerhet av flomsoner, dvs. usikkerhet av flomarealets utstrekning i horisontal retning, er i hovedsak knyttet til nøyaktigheten av vannstandsberegningene samt grensebetingelser og inngangsdata, og til nøyaktigheten av terrengmodellen (jf. usikkerhet av hydraulisk modell i forrige kapittel). I hvor stor grad avvik i terrenghøyder påvirker flomsonen avhenger av terrengets helning. I flatt område utgjør et lite avvik i terrenghøyder mer enn i brattere terreng.

Nøyaktigheten av de beregnede flomsoner er estimert til +/- 1 til +/- 2 m. I flatt terreng og rundt steder, hvor vannhastigheten er høy og hvor det er fare for at vannet bremses opp, kan unøyaktigheten være større.

6. Andre faremoment i området

6.1 Is og isgang

Det ble ikke registrert tegn på isgang i området som ble kartlagt i forbindelse med flomsonekartleggingen.

6.2 Erosjons- og sikringstiltak

De kartlagte elvestrekningene ble sikret ved tiltakene gjennomført i forbindelse med flomsikringen. Tiltakene omfatter blant annet bunnsikring, erosjonssikring, sidesikring, tørrmur og plastring av landkar. Det henvises til kapittel 3.5 for en kort beskrivelse av flomsikringstiltakene og til flomsikringsprosjektet[1] for en detaljert beskrivelse.

7. Sammendrag

I prosjektet er det kartlagt flomfare langs Vigga på strekningen fra ca. 300 m nedstrøms samløpet med Skjerva til ca. 450 m nedstrøms samløpet med Eggeelva, en strekning på totalt ca. 1250 m. Det kartlagte området ligger ved Brandbu i Gran kommune i Innlandet. Flomsone-kartet er oppdatert etter fullføring av flomsikringstiltak i Brandbu sentrum.

Vannstander og flomsoner er beregnet ved hjelp av en todimensjonal hydraulisk modell og er presentert i kart. Det er utarbeidet flomsonekart for 20-, 200- og 1000-årsflom samt 200-årsflom i et endret klima i år 2100. Alle topografiske data er oppgitt i UTM-sone 32 og høydesystem NN 2000.

Grunnlaget for flomsonekartleggingen er flomberegninger, detaljerte data for terreng og elvebunn, klimaframskrivinger for flom og data for de nye sikringstiltakene. Flomsikringen av Brandbu sentrum ble ferdig bygd om våren 2022.

Vigga er en del av Drammensvassdraget og har sitt utspring i skogsområdene sørøst for Roa i Lunner kommune i Viken. Elva renner nordvestover og munner ut i Randsfjorden ved Røyken-vik. Viggas nedbørfelt har et samlet areal på 181 km^2. Normalavrenningen i vassdraget er 14,9 $l/s/km^2$.

I modellen er det brukt helningen av energilinjen som nedstrøms grensebetingelse, og flom-vannføring for de aktuelle gjentaksintervallene som oppstrøms grensebetingelse. I analysene for et endret klima er det regnet på en økning i flomvannføring i henhold til NVEs anbefalinger. For Vigga er klimapåslaget 20 %.

Ved 20-årsflom dekker vannet en del av flomsletten oppstrøms samløpet med Gullåa og mellom Torgbrua og Augedalsbrua. Nord i analyseområdet trekker vannet inn mot næringsbygningen på vestsiden av elva, Vikavegen 4.

Ved 200-årsflom strekker vannet seg noen meter lengre ut i flomsletten. Oppstrøms Orhaga-vegen bru renner vann inn i park- / lekeplassområdet på nordsiden av elva og i flomsletten sør for elva. Næringsbygningen på vestsiden av elva nord i analyseområdet er stort sett under vann.

Ved 1000-årsflom er store deler av flomsletten oversvømt frem til flomverkene. Oppstrøms Orhagavegen bru er tilnærmet hele park- / lekeplassområdet oversvømt. Næringsbygningen på vestsiden av elva nord i analyseområdet er fullstendig under vann.

200-årsflommen med klimapåslag har samme flomvannføring som 1000-årsflommen og flomsonen er derfor lik den for 1000-årsflommen.

Eching am Ammersee, den 18.01.2023

Dr. Blasy – Dr. Øverland
Ingenieure GmbH

Julian Sauterleute
Dipl.-Ing.

Ladan Lesani
M.Sc.

Vedlegg 1

NEVINA flomindeks-rapporter for

Vigga nedstrøms Skjerva, Gullåa og Eggeelva

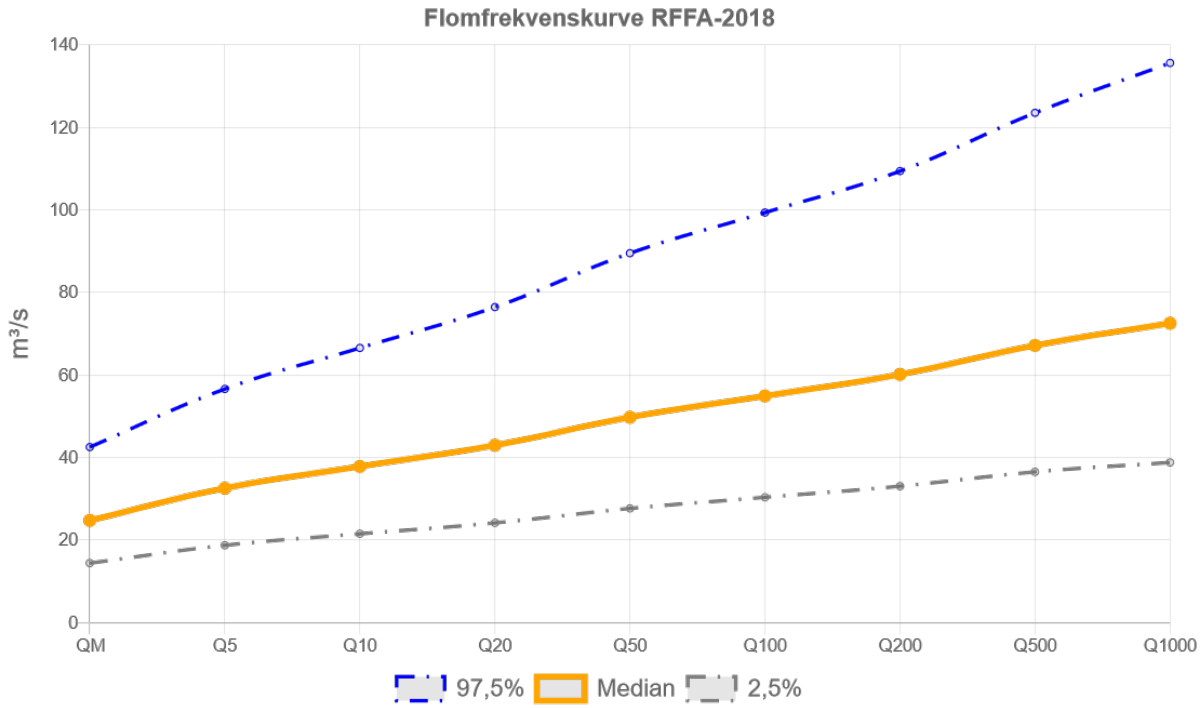
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.EBA1**
Kommune.:	**Gran**
Fylke.:	**Innlandet**
Vassdrag.:	**Vigga**
Nedbørfeltareal:	**143 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

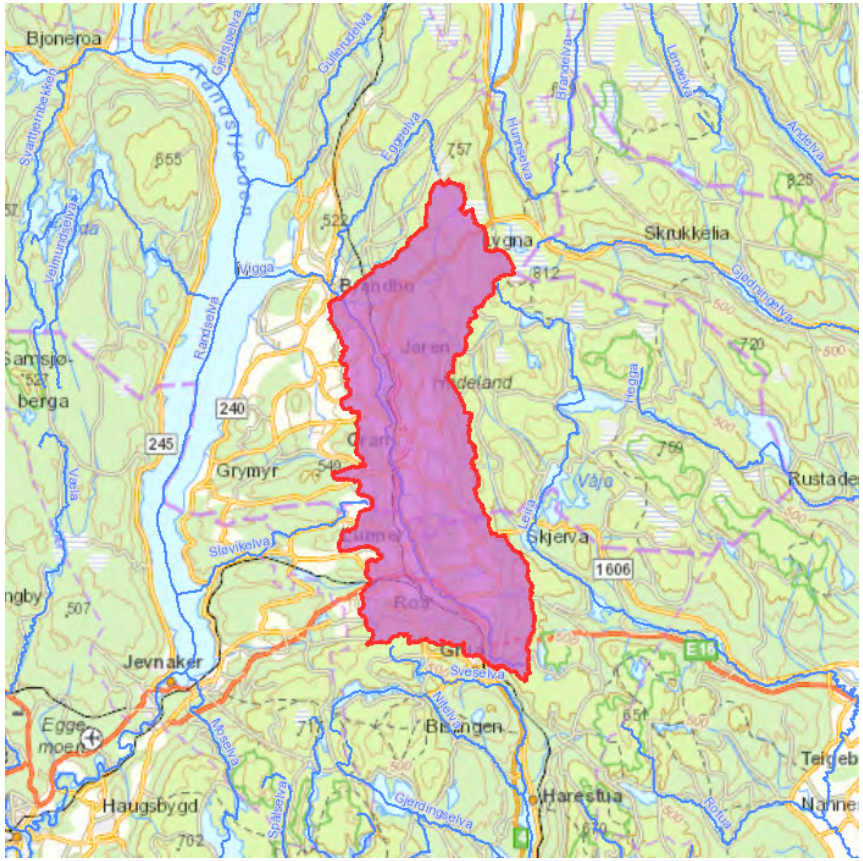


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	173	l/s*km²
Klimapåslag	20	%
Kulminasjonsfaktor	1.11	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km²
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-klima}}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)	1	1.32	1.53	1.74	2.01	2.22	2.43	2.72	2.93	-
Flomverdier, m³/s	24.7	32.5	37.8	42.9	49.7	54.9	60.1	67.1	72.5	72.1
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	42.5	56.6	66.5	76.4	89.5	99.4	109	124	136	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	14.4	18.7	21.5	24.1	27.6	30.3	33.0	36.5	38.8	-
NIFS (kulminasjon)	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km²									
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)										
Flomverdier, m³/s										
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s										
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

© nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	253073 E 6706333 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Feltparametere

Areal (A)	143	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.75	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	202.6	km
Elvegradient (E_G)	15.2	m/km
Elvegradent $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	3.8	m/km
Helning	7.5	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.5	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	21.2	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	32.7	%
Myr (A_{MYR})	1.2	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	53.6	%
Sjø (A_{SJO})	1.9	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	2.7	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	7.8	%

Hypsografisk kurve

$Høyde_{MIN}$	173	m
$Høyde_{10}$	240	m
$Høyde_{25}$	299	m
$Høyde_{50}$	389	m
$Høyde_{75}$	506.5	m
$Høyde_{MAX}$	766	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	14.8	l/s*km²
Nedbør juni	69	mm
Nedbør juli	83	mm
Regn og snøsmelting mai	202	mm
Regn og snøsmelting juni	78	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	86	mm
Regn og snøsmelting november	40	mm
Temperatur februar	-7.6	°C
Temperatur mars	-3.9	°C

© nevina.nve.no

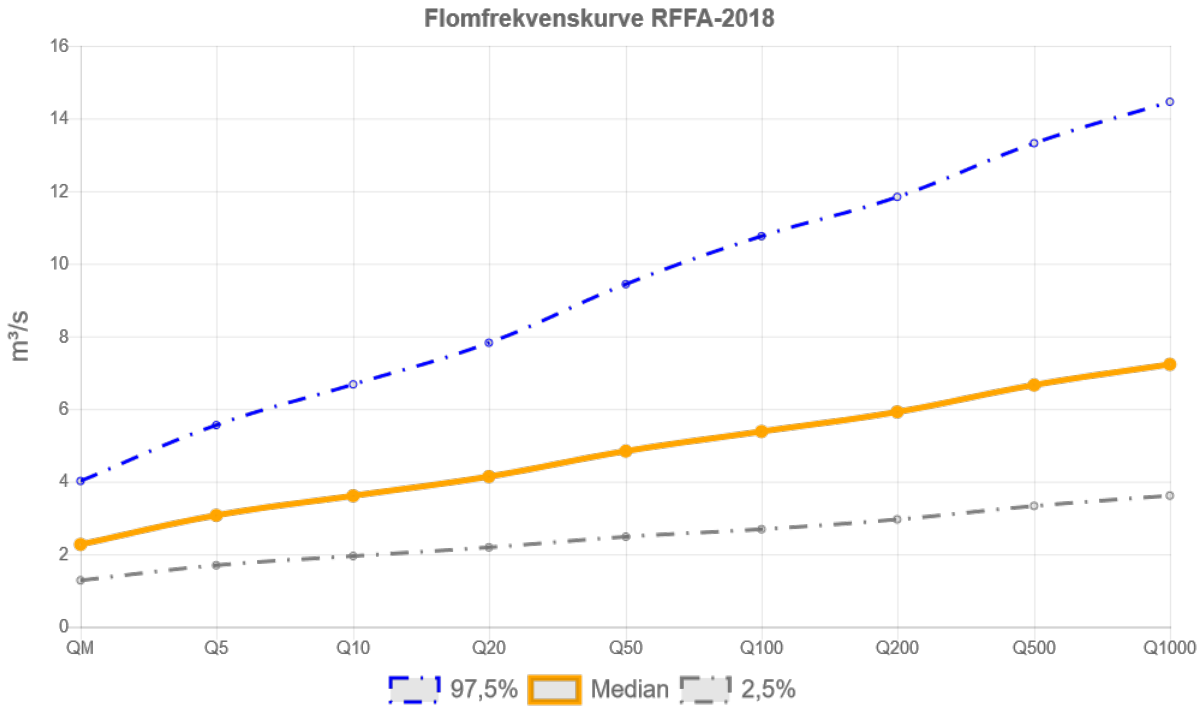
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 012.EBA22
Kommune.: Gran
Fylke.: Innlandet
Vassdrag.: Vigga
Nedbørfeltareal: 10.7 km²

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



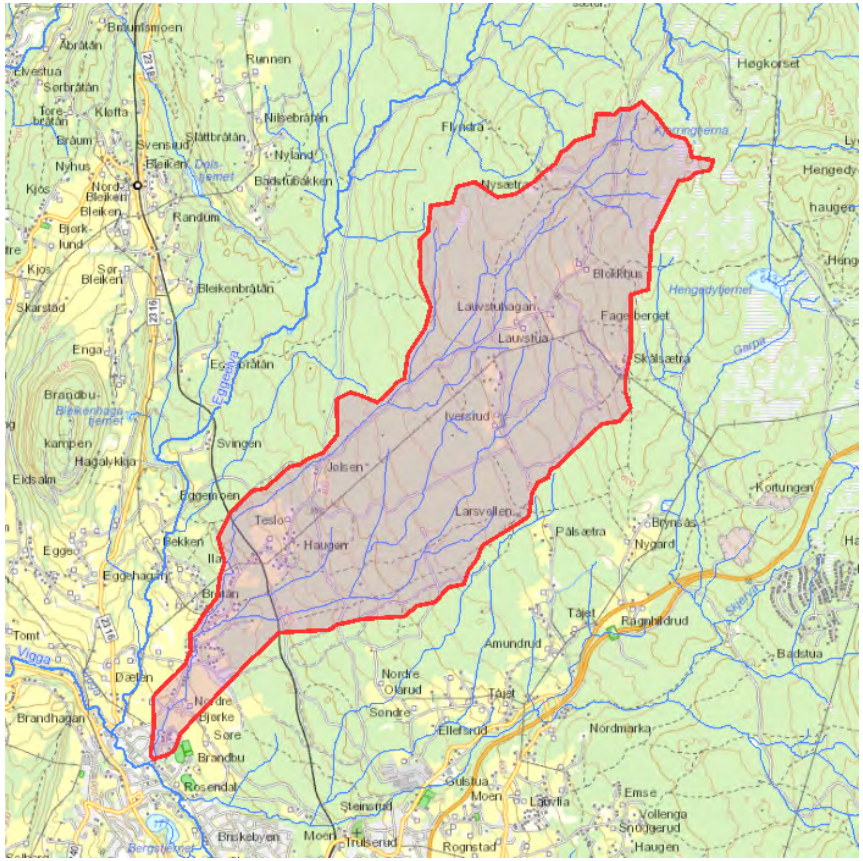
RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	212	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.44	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	369	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-klima}}$
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.35	1.59	1.82	2.13	2.37	2.61	2.93	3.19	-
Flomverdier, m³/s	2.3	3.1	3.6	4.1	4.8	5.4	5.9	6.7	7.2	8.3
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	4.0	5.6	6.7	7.8	9.4	10.8	11.8	13.3	14.5	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	1.3	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.3	3.6	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.27	1.51	1.77	2.16	2.50	2.88	3.47	3.99	-
Flomverdier, m³/s	4.0	5	6.0	7.0	8.5	9.9	11.4	13.7	15.8	15.9
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	7.0	9.1	11.0	13.2	16.6	19.7	22.8	27.4	31.6	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	2.2	2.8	3.2	3.7	4.4	4.9	5.7	6.9	7.9	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 26.1.2021

© nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	252887 E 6706667 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Feltparametere

Areal (A)	10.7	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%
Elvleengde (E_L)	8.7	km
Elvegradient (E_G)	60.0	m/km
Elvegradent $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	57.9	m/km
Helning	5.5	°
Dreneringstetthet (D_T)	2.7	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	7.6	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	6.0	%
Myr (A_{MYR})	0.7	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	90.3	%
Sjø (A_{SJO})	0	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	0.4	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	2.7	%

Hypsografisk kurve

Høyde $_{MIN}$	167	m
Høyde $_{10}$	303	m
Høyde $_{25}$	400.5	m
Høyde $_{50}$	489	m
Høyde $_{75}$	575.5	m
Høyde $_{MAX}$	711	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	15.2	l/s*km²
Nedbør juni	71	mm
Nedbør juli	84	mm
Regn og snøsmelting mai	230	mm
Regn og snøsmelting juni	79	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	86	mm
Regn og snøsmelting november	32	mm
Temperatur februar	-7.9	°C
Temperatur mars	-4.3	°C

© nevina.nve.no

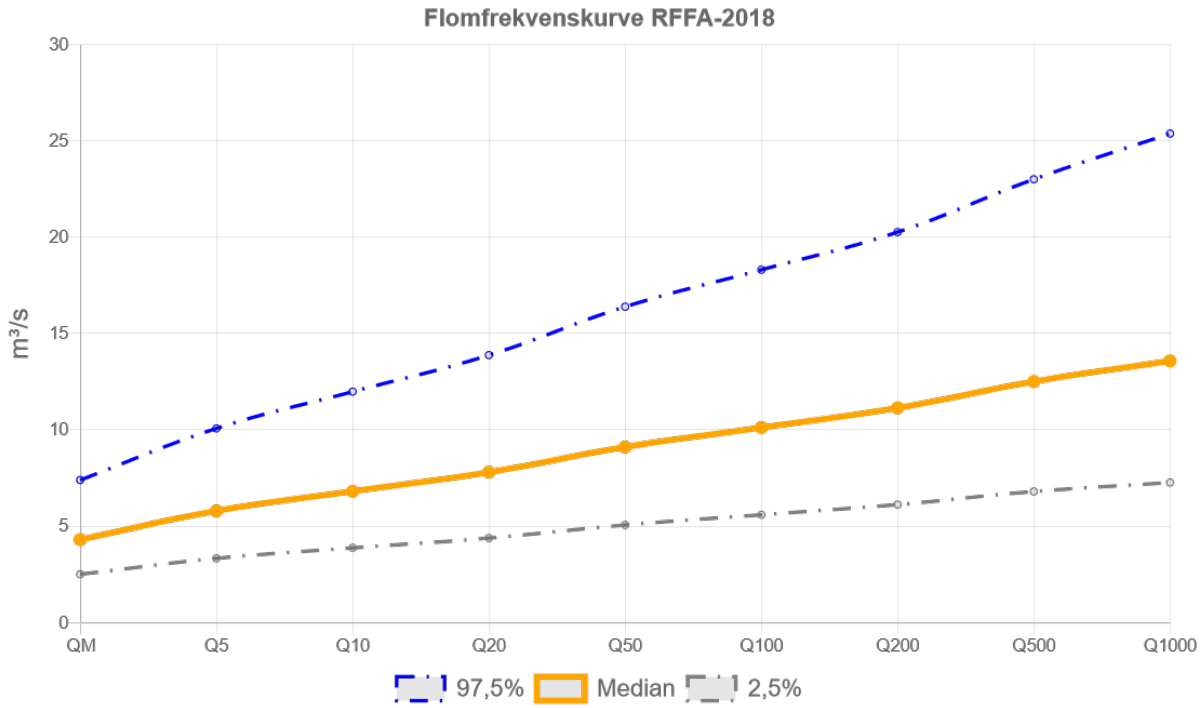
Regional flomberegning

Vassdragsnr.:	**012.EBA2Z**
Kommune.:	**Gran**
Fylke.:	**Innlandet**
Vassdrag.:	**Eggeelva**
Nedbørfeltareal:	**21.4 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

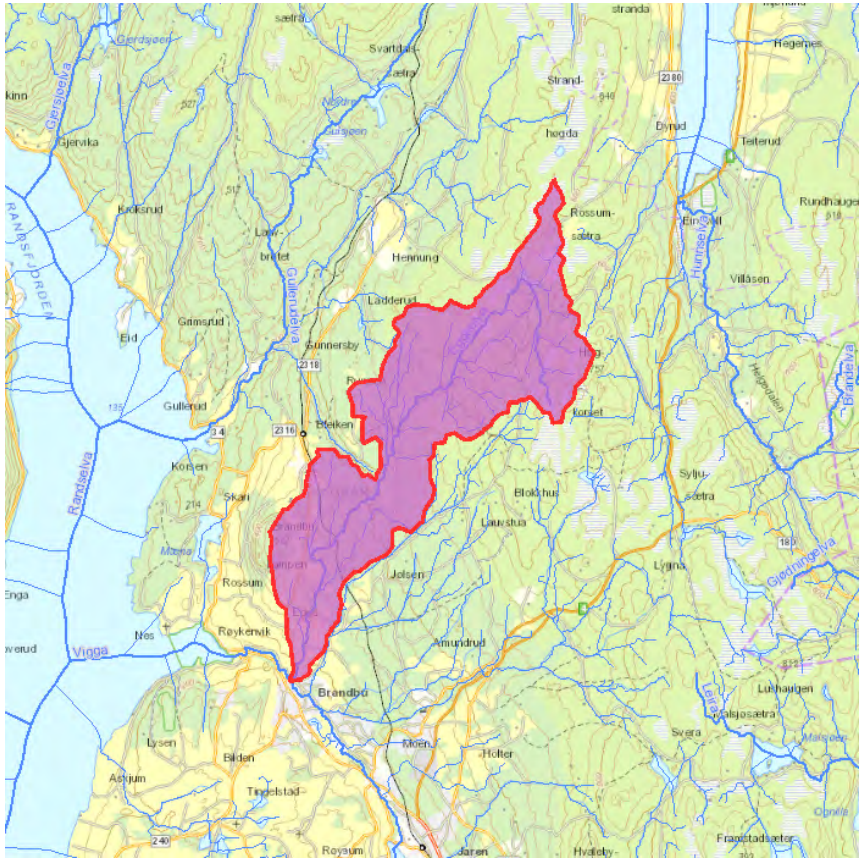


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	201	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.37	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	316	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-klima}}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)	1	1.35	1.58	1.81	2.12	2.35	2.59	2.91	3.16	-
Flomverdier, m³/s	4.3	5.8	6.8	7.8	9.1	10.1	11.1	12.5	13.6	15.6
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	7.4	10.1	12.0	13.9	16.4	18.3	20.3	23.0	25.4	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	2.5	3.3	3.9	4.4	5.1	5.6	6.1	6.8	7.3	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q_T/ Q_M)	1	1.27	1.51	1.77	2.16	2.5	2.88	3.48	4.00	-
Flomverdier, m³/s	6.8	8.6	10.2	12.0	14.6	16.9	19.5	23.5	27.1	27.3
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	12.0	15.5	18.9	22.6	28.5	33.8	39	47.0	54.1	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	3.8	4.7	5.5	6.3	7.5	8.4	9.8	11.8	13.5	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

© nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	252513 E 6706957 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Feltparametere

Areal (A)	21.4	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0.07	%
Elvleengde uten sjø ($E_{TL,net}$)	50.1	km
Elvegradient (E_G)	35.5	m/km
Elvegradent $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	30.8	m/km
Helning	5.8	°
Dreneringstetthet (D_T)	2.4	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	11.6	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	8.1	%
Myr (A_{MYR})	2.1	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	87.2	%
Sjø (A_{SJO})	0.5	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	0.1	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	2.1	%

Hypsografisk kurve

Høyde $_{MIN}$	162	m
Høyde $_{10}$	305	m
Høyde $_{25}$	388	m
Høyde $_{50}$	500	m
Høyde $_{75}$	579	m
Høyde $_{MAX}$	755	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q_N)	15.3	l/s*km²
Nedbør juni	72	mm
Nedbør juli	84	mm
Regn og snøsmelting mai	233	mm
Regn og snøsmelting juni	82	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	86	mm
Regn og snøsmelting november	31	mm
Temperatur februar	-7.9	°C
Temperatur mars	-4.4	°C

© nevina.nve.no

Vedlegg 2

Tegningsoversikt flomsikring Brandbu

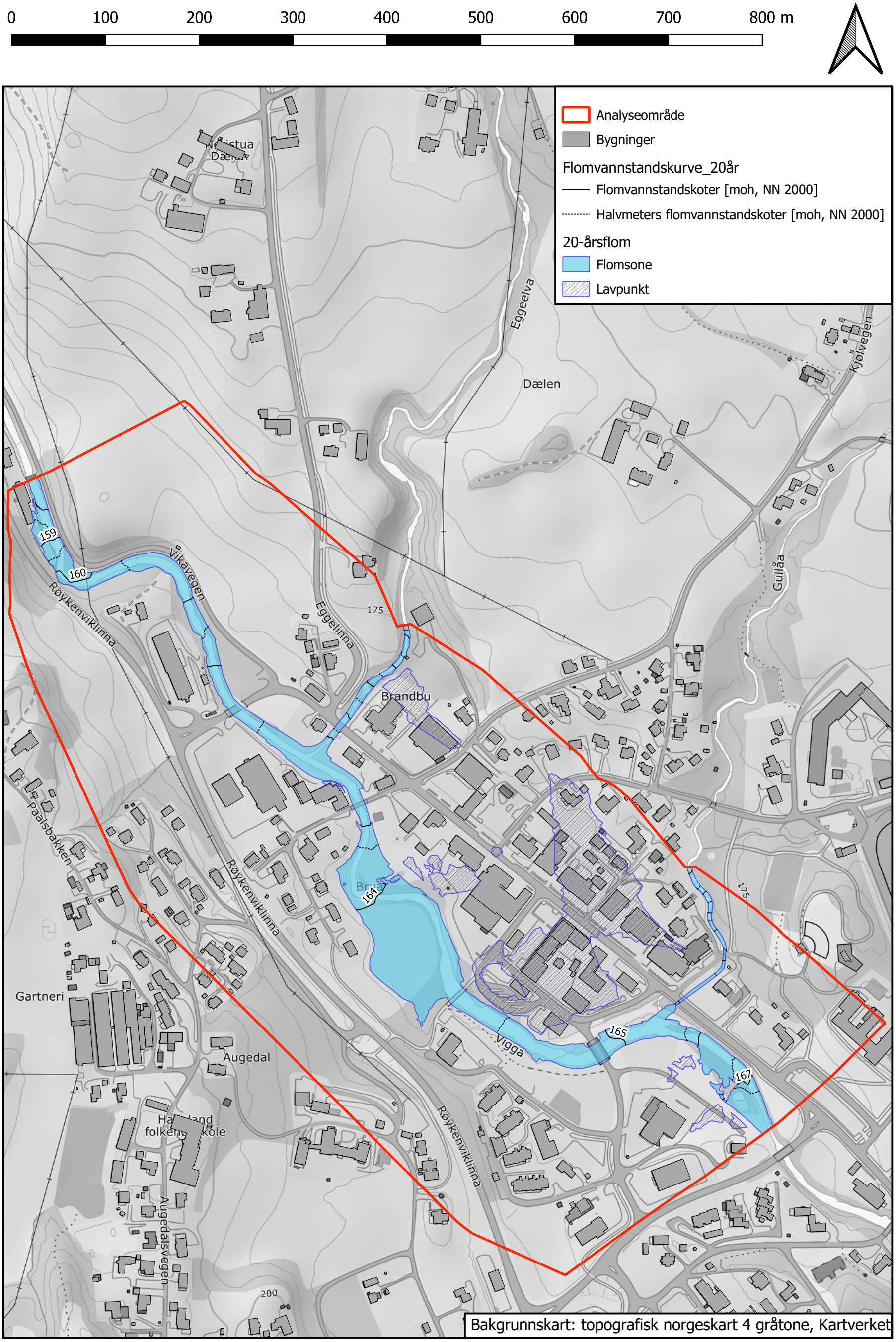
Oversikt over tegningene

Tegning	Forandring	Innhold	Målestokk	Dato
A 100		Oversiktskart – nåtilstand	1 : 2 000	28.02.2018
A 101	3	Oversiktskart – planlagte tiltak	1 : 2 000	01.07.2020
A 140	9	Detaljkart sør – planlagte tiltak	1 : 500	12.05.2021
A 141	10	Detaljkart midte – planlagte tiltak	1 : 500	09.10.2020
A 142	8	Detaljkart nord – planlagte tiltak	1 : 500	09.10.2020
A 144a	6	Eggeelva - planlagte tiltak alternativ 2 uten adkomstvei oversiktskart og tverrsnitt	1 : 500 1 : 100	09.10.2020
A 145	1	Detalj trapp i skråningen Vigga stasjon 1+171	1 : 100 1 : 50 1 : 25	10.11.2020
A 146	2	Detaljkart Gullåa – planlagte_tiltak	1 : 500	12.05.2021
A 150		Detaljkart sør – planlagte tiltak – bentonitmatte	1 : 500	29.01.2021
A 151	1	Detaljkart midte – planlagte tiltak – bentonitmatte	1 : 500	01.02.2021
A 201	5	Lengdeprofil av Vigga	1 : 1 000/50	09.10.2020
A 202	3	Lengdeprofil av Eggeelva	1 : 1:000/50	16.09.2020
A 203	6	Lengdeprofil av Gullåa	1 : 1 000/50 1 : 50	11.02.2021
A 211	1	Lengdeprofil flomtiltak på venstre bredd av Vigga	1 : 500/100	20.07.2020
A 212	1	Lengdeprofil flomtiltak på høyre bredd av Vigga	1 : 500/100	23.07.2020
A 213	3	Lengdeprofil flomtiltak langs Eggeelva	1 : 500/100	21.08.2020
A 214		Lengdeprofil Vei langs Eggeelva	1 : 250/100	12.05.2020
~~A 221~~		~~Lengdeprofil gang- og sykkelvei~~	~~1 : 250/50~~	~~28.02.2018~~
~~A 222~~		~~Lengdeprofil Storlinna~~	~~1 : 250/50~~	~~28.02.2018~~
A 231	1	Lengdeprofil av ledningskryss Vigga – stasjon 0+390	1 : 500/50 1 : 50	24.07.2020
A 241	1	Lengdeprofil transportledning: OVK1 til OVK9 og OVK10 til Vigga	1 : 500/100	23.07.2020
A 301	3	Tverrsnitt Vigga – stasjon 0+320 og 0+460	1 : 100	14.07.2020
A 302	4	Tverrsnitt Vigga – stasjon 0+520; 0+678 og 0+862	1 : 100	09.10.2020
A 303	7	Tverrsnitt Vigga – stasjon 0+880 og 0+970	1 : 100	13.04.2021
A 304	5	Tverrsnitt Vigga – stasjon 1+033, 1+130 og 1+280	1 : 100	09.10.2020
A 305	2	Tverrsnitt Vigga – stasjon 0+413 – Bru Orhagavegen	1 : 100	14.07.2020
A 306	2	Tverrsnitt Vigga – stasjon 0+448, 0+600, 0+820	1 : 100	14.07.2020
A 307	2	Tverrsnitt Vigga – stasjon 0+480, 0+570 og 0+584 Torgbrua	1 : 100	21.08.2020
A 308	2	Tverrsnitt Vigga – stasjon 0+620, 0+844 og 0+853	1 : 100	13.04.2021
A 309	4	Tverrsnitt Vigga – stasjon 0+900, 0+927 og 1+020	1 : 100	09.10.2020
~~A 311~~	~~1~~	~~Tverrsnitt Eggeelva – stasjon 0+150 og 0+197~~	~~1 : 100~~	~~26.04.2018~~
A 312	3	Tverrsnitt Gullåa – stasjon 0+080 og 0+103	1 : 50	18.06.2020
A 313	2	Tverrsnitt Gullåa – stasjon -0+043, 0+000, 0+010 og 0+030	1 : 50	12.05.2021

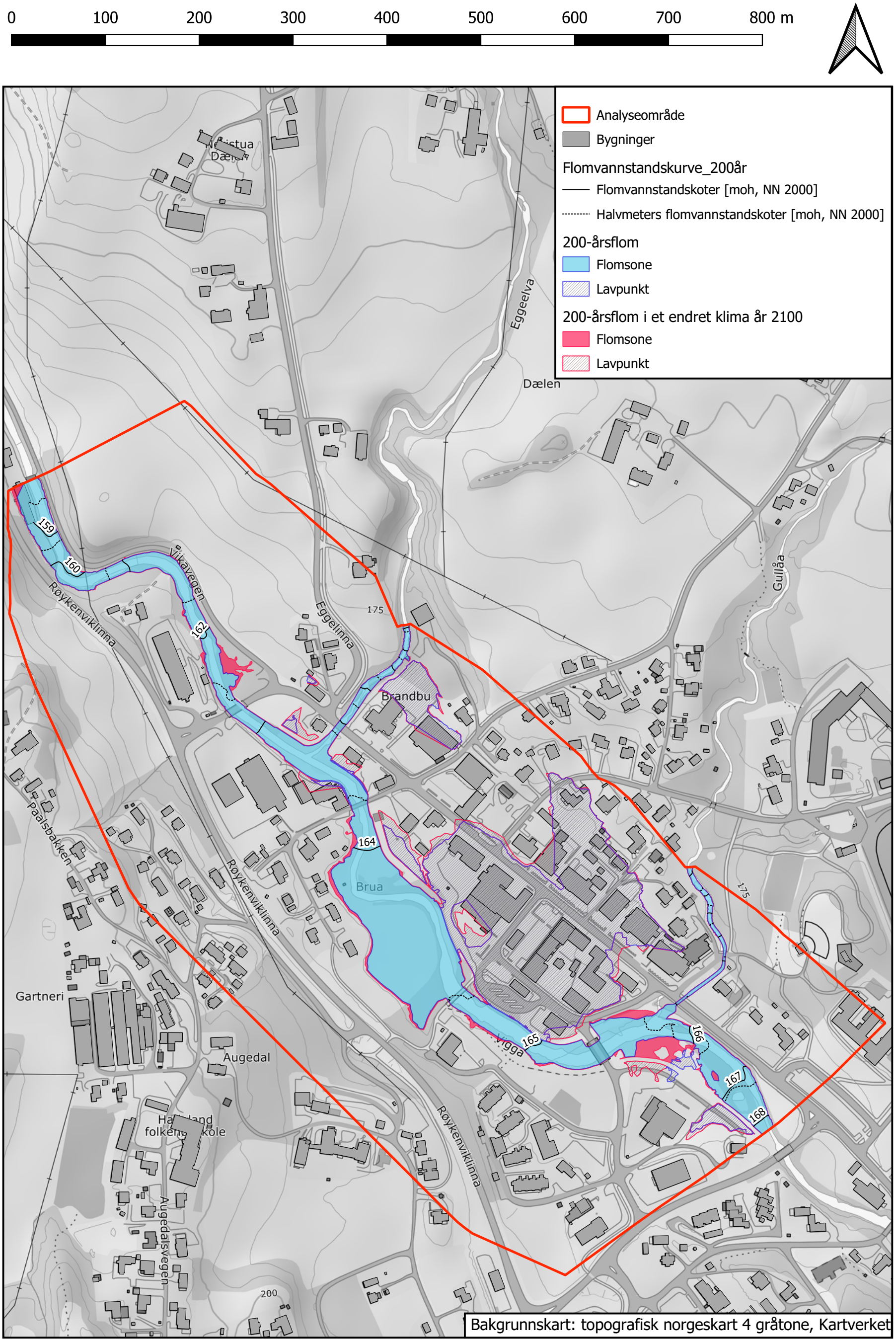
Tegning	Forandring	Innhold	Målestokk	Dato
~~A 401~~		~~Gang- og sykkelvei over Vigga, grunnriss og snitt~~	~~1 : 100~~ ~~1 : 50~~	~~28.02.2018~~
~~A 402~~		~~Veibru Storlinna over Eggeelva, grunnriss og snitt~~	~~1 : 100~~ ~~1 : 50~~	~~28.02.2018~~
A 411	1	Pumpestasjon 1, grunnriss og snitt	1 : 25	23.07.2020
A 412	2	Pumpestasjon 2, grunnriss og snitt	1 : 50	23.07.2020
A 413	2	Pumpestasjon 3, grunnriss og snitt	1 : 25	23.07.2020
A 414	2	Pumpestasjon 4, grunnriss og snitt	1 : 25	23.07.2020
A 421	1	Standardtegning: innløpskum og kontrollkum	1 : 25	23.07.2020
A 422	1	Koblingsbyggverk OVK9	1 : 25	23.07.2020
A 502		Standardtegning: terskel	1 : 100	28.02.2018
A 503		Detaljer fugetetning	1 : 5	21.02.2020
G 140	1	Detaljkart sør – planlagte tiltak – grå farge	1 : 500	24.07.2020
G 141	1	Detaljkart midte – planlagte tiltak – grå farge	1 : 500	24.07.2020
G 142	1	Detaljkart nord – planlagte tiltak – grå farge	1 : 500	24.07.2020
L 101	1	Lengdeprofil VA-ledninger ved Gullåa LP1-LP6	1 : 500/100	24.07.2020
L 102	1	Lengdeprofil VA-ledninger ved Vigga LP7-LP13	1 : 500/100	24.07.2020
L 103	1	Lengdeprofil VA-ledninger ved Vigga LP14-LP24	1 : 500/100	24.07.2020
L 104	1	Lengdeprofil VA-ledninger ved Eggeelva LP19-LP22	1 : 500/100	24.07.2020
L 105	1	Lengdeprofil VA-ledninger ved Vigga LP25-LP27	1 : 500/100	24.07.2020
L 106	1	Lengdeprofil Storlinna – Pumpestasjon 2 - Vigga	1 : 100	24.07.2020
L 107		Lengdeprofil VA-ledninger ved Vigga LP28	1 : 100	24.07.2020

Vedlegg 3

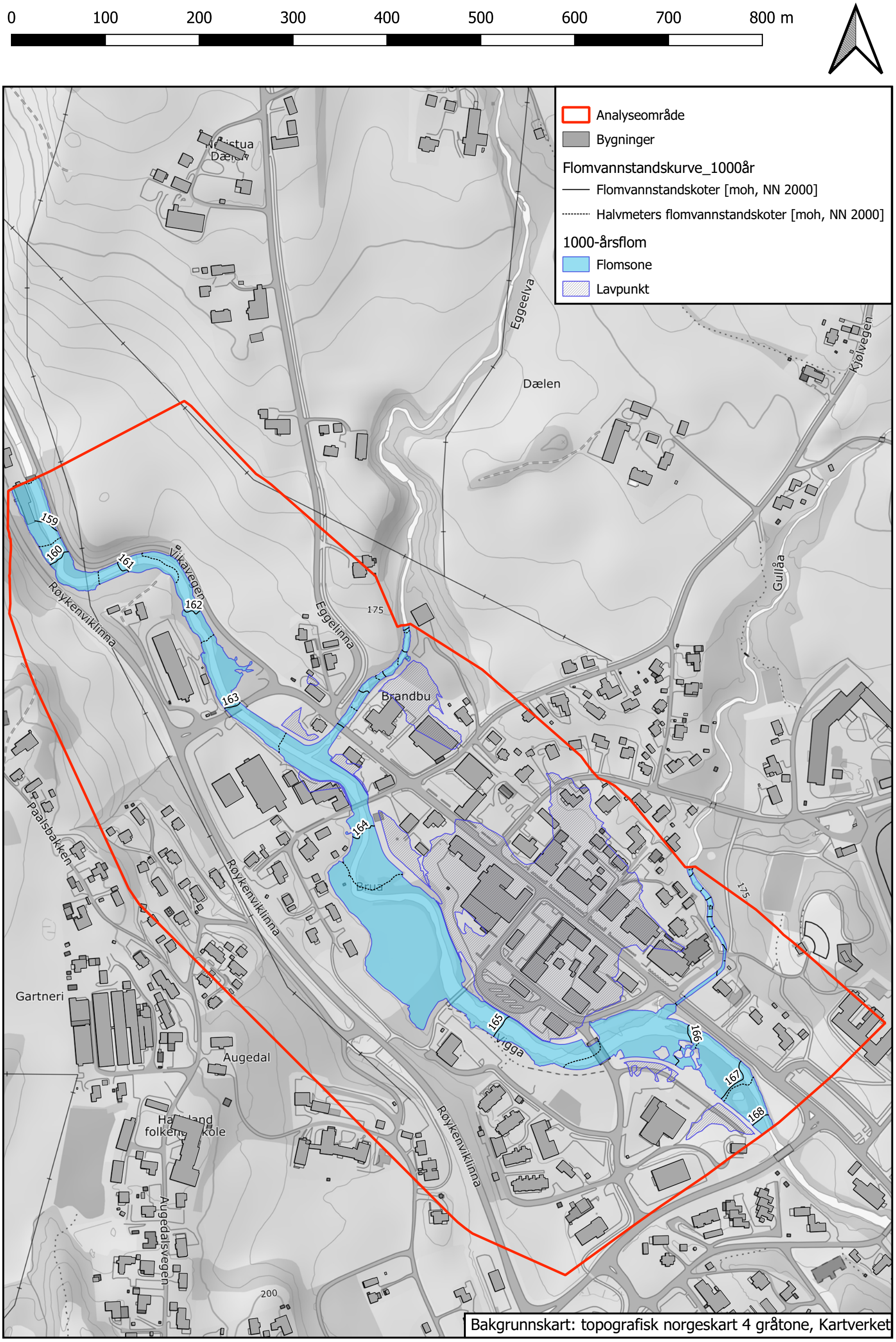
Flomsonekart



Flomsonekart for 20-årsflom



Flomsonekart for 200-årsflom og for 200-årsflom med klimapåslag



Flomsonekart for 1000-årsflom