

► Granby næringsområde - flomvurdering og bekkeomlegging



Bilde av tomten tatt 02.07.2021 av Pro Invenia.

B03	2022-08-23	Revidert etter tilbakemelding fra Selbu kommune	Katherine Aurand	Anne Veia	Katherine Aurand
B02	2022-05-13	For kommentar fra oppdragsgiver	Katherine Aurand	Anne Veia	Katherine Aurand
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

Sammendrag/konklusjon

Det er utført en flomvurdering av nedbørfelt til Granby næringsområde for en 200-årsflom med klimapåslag. Vurderingen er utført for den nordlige delen av reguleringsområdet. Denne delen har avrenning til bekk som drenerer gjennom kulvert under fylkesvei 705. Feltet som inngår i flomvurderingen er delt i tre mindre felt: omlagt bekk, avrenning fra selve næringsområdet og en bekk i nord som har samtløp rett oppstrøms kryssing under fylkesveien. Geometrien til det omlagte bekkeløpet er dimensjonert. Enkle snittegninger er inkludert, med forslag til erosjonssikring. Nødvendig avledningskapasitet under fylkesvei 705 er dimensjonert til et Ø1800 rør.

Den sørlige halvdel av Granby næringsområde vil ikke ha avrenning til bekken, og tomtene ligger ikke innenfor bekkens flomsone. Denne delen av området omfattes derfor ikke av flomvurderingen.

Innhold

1	Bakgrunn og hensikt	4
2	Flomberegninger	5
2.1	Feltbeskrivelse	5
2.2	Vurdering av årsavløp	7
2.3	Nasjonalt formelverk/NIFS	8
2.4	Nedbør-avløpsmodell/PQRUT	9
2.4.1	Nedbørdata	9
2.4.2	Konsentrasjonstid	10
2.4.3	Resultater	11
2.5	Rasjonal metode	13
2.6	Sammenligning mot flomfrekvensanalyse	13
2.7	Erfaringstall fra NVE	14
2.8	Klimapåslag	14

2.9	Endelig valg av flomstørrelser	14
3	Flomvannstand i Selbusjøen	15
4	Hydraulisk beregning av omlagt bekk	17
4.1	Dimensjonering av bekketverrsnitt	17
4.2	Flomsone ved flom fra bekk	20
4.2.1	Resultater	20
4.2.2	Usikkerheter	22
5	Dimensjonering av ny kulvert under fylkesveien	22
6	Erosjonssikring	22
6.1	Avsperring av eksisterende bekkeløp	23
6.2	Erosjonssikring av bekkeløp	23
6.3	Kommentar til utførelse	25
7	Vassdragsteknisk påvirkning på miljø	25
8	Referanser	28
9	Vedlegg	28
	Vedlegg 1: NEVINA og Scalgo analyser	29
	Vedlegg 2: Tverrprofiler langs omlagt bekk	33

1 Bakgrunn og hensikt

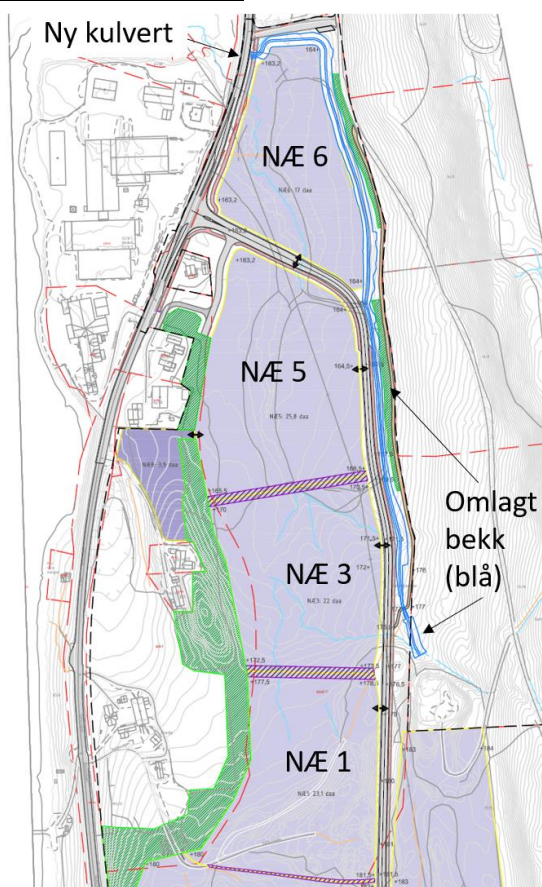
I forbindelse med regulering av et næringsområde på Granby er det behov for å legge om en bekk slik at den ledes rundt næringstomtene. Dette notatet vurderer flomfare knyttet til bekken.

Reguleringsområdet er på ca. 200 dekar ved Granby i østenden av Selbusjøen. Tomtene etter utbygging vil ligge på ca. kote 163 -185, avgrenset av bebyggelse/jorder på vestsiden og bratt skrent på østsiden. Avrenning fra tomtene i sør ledes ikke til bekken, men mot Selbusjøen under fylkesveien i sør. Den sørlige halvdel av reguleringsområdet omfattes derfor ikke av dette notatet.

Avrenning fra tomt NÆ 1, 3, 5 og 6 ledes til bekkeløpet og ut via en ny kulvert under fylkesveien. Totalt areal for næringstomtene, der avrenning ledes til bekken, er på 88 daa (Tabell 1 og Figur 1) per 27.04.2022.

Tabell 1. Tomteareal som ledes til omlagt bekk, fra 27.04.2022.

Tomt	Areal (daa)
NÆ1	23,1
NÆ3	22,0
NÆ5	25,8
NÆ6	17,0



Figur 1. Plankart for den delen av Granby næringsområde som har avrenning til bekken, 27.04.2022.

Området ligger innenfor flom aktsomhetsområde fra Selbusjøen. Området omfattes av flom på NVEs flomsonekart for Selbu Innbygda grunnet vannstandsstigning i Selbusjøen.

Terrengmodellen som er lagt til grunn er basert på NDH Selbu 2 pkt 2015 (flystripe fra 29.10.2015), med manuelle endringer for å få med det nye bekkeløpet og utfylling på næringsområde (basert på informasjon fra prosjektering).

Beregning av nytt bekkeløp med erosjonssikring er basert på litteratur fra NVE («Vassdragshåndboka», «Sikringshåndboka» og «Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer med stein»).

2 Flomberegninger

2.1 Feltbeskrivelse

Granby ligger i Selbu kommune i Trøndelag fylke. Feltet ligger i vassdragsområde 123, og er et lite sidefelt til Selbusjøen. Området deles i tre nedbørfelt for denne analysen: nedbørfeltet til omlagt bekk, bekk i nord som har samløp med omlagt bekk rett oppstrøms fylkesveien og nedbørfelt på selve Granby næringsområde (Figur 2).

Nedbørfeltarealet til omlagt bekk og til bekk i nord er beregnet i ArcGIS Pro fra terrengmodellen til henholdsvis 0,65 km² og 0,51 km² (Figur 2). Det forutsettes at framtidig næringsområde er 100 dekar for denne analysen, og at avrenningen blir ledet til bekkeløpet. Maks. og median høyde for næringsområdet er litt høyere enn prosjektert per april 2022 for å ta hensyn til eventuelle endringer.

Feltene består hovedsakelig av skog og noe myr, med eksisterende jordbruk nederst i feltet der næringsområdet etableres. Løsmassene i feltet til omlagt bekk og bekk i nord består hovedsakelig av morenemateriale, mens næringsområdet består av elveavsetninger (sand og grus) og har god infiltrasjonsevne ifølge NGUs løsmassekart (Figur 3). Nøkkeldata fra en Nevina og Scalgo analyse for nedbørfeltene til omlagt bekk og bekk i nord er gitt i Tabell 2. Nevina og Scalgo rapportene finnes i Vedlegg 1. Nøkkeldata for nedbørfeltet Granby næringsområde er estimert ut ifra prosjekteringsgrunnlag fra februar/mars 2022.

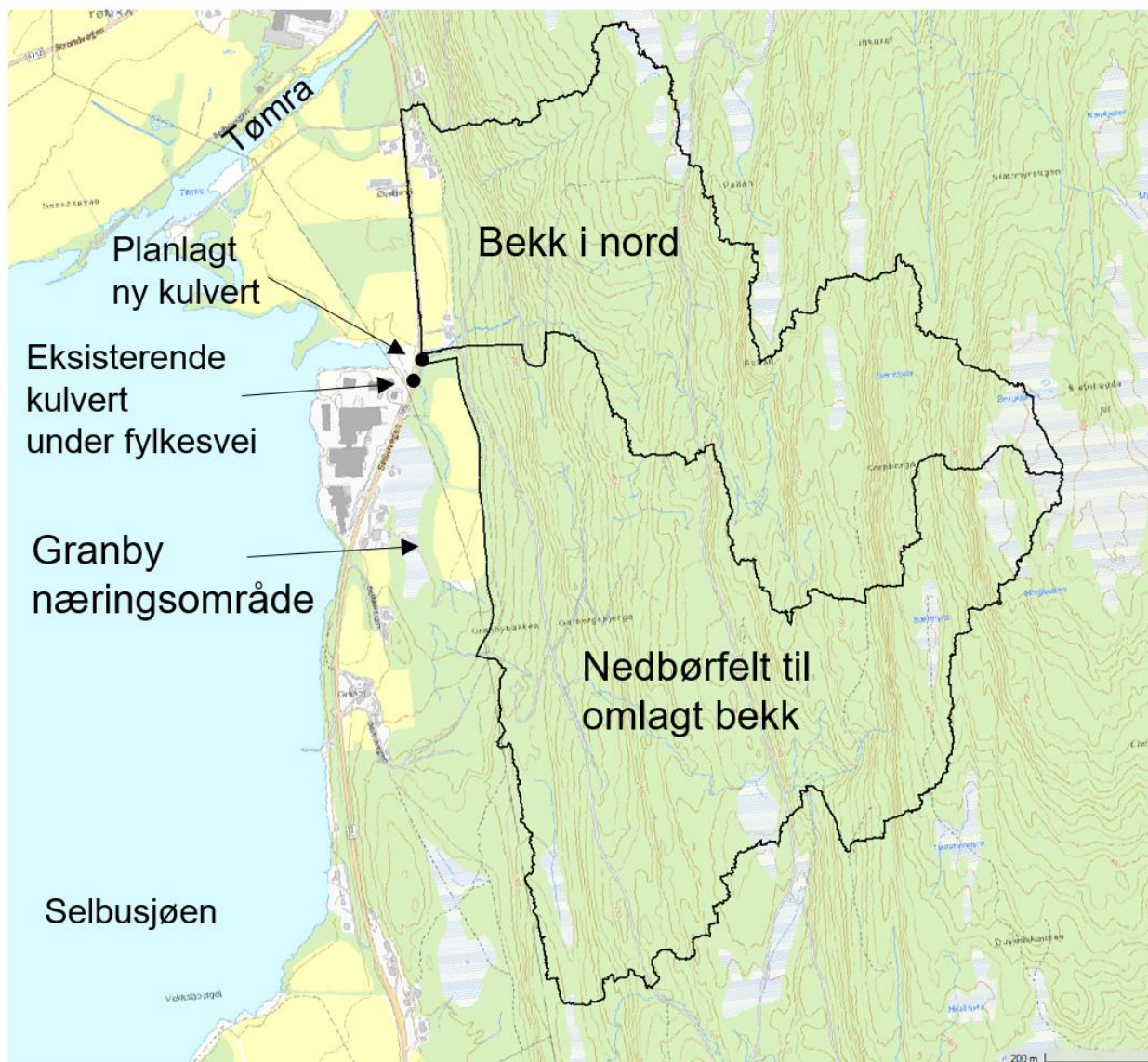
Flomepisoder er forventet å bli forårsaket av intens nedbør i form av regn, gjerne i kombinasjon med snøsmelting. Avrenningen til elva antas å være rask med spisst forløp. Snøsmelting er ikke lagt til ifm. beregning av flomstørrelsen i nedbør-avløpsmodell, fordi eventuell snøsmelting forventes å gi et beskjedent bidrag til flomvannføringen sammenliknet med bidrag fra regn. Snøsmelting er hensyntatt gjennom flomfrekvensanalyse, som er basert på målt historikk fra vannmerker i området.

Tabell 2 Nøkkeldata nedbørfelt.

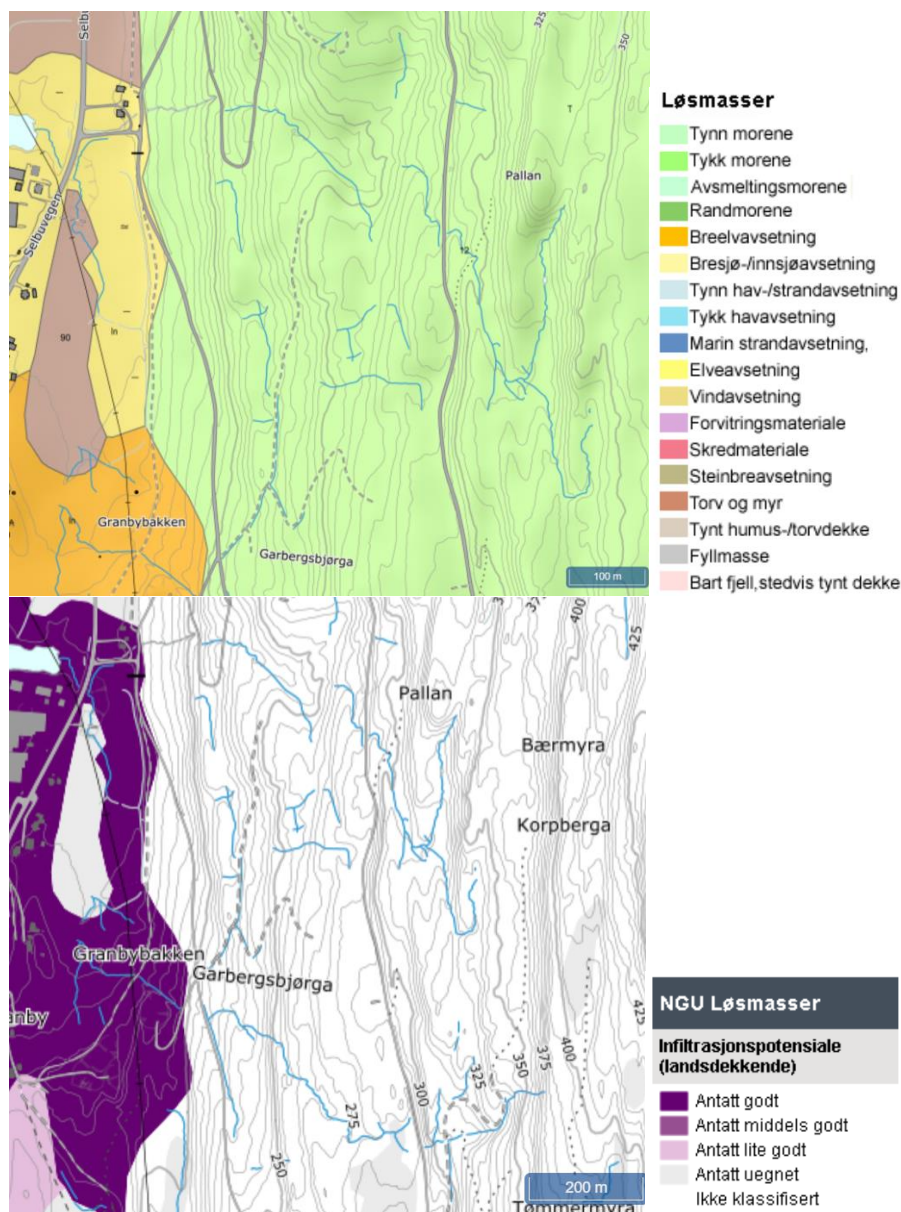
	Areal km ²	Eff.sjøandel %	Høyde (H ₁₀₀ -H ₅₀ -H ₀) moh.	Normaltilsig l/(s*km ²)	Feltlengde km
Nedbørfelt omlagt bekk	0,65	0,0	504-265-160	15.2*	2.0
Bekk i nord	0,51	0,0	495-301-160	16.4	1.6
Nedbørfelt Granby næringsområde	0,10	0,0	185-173-160	12**	0.7

*middelavrenning, perioden 1961-1990.

**estimert fra NVE Atlas.



Figur 2 Nedbørfelt



Figur 3 Løsmassekart og infiltrasjonskart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU)

2.2 Vurdering av årsavløp

Det er gjort en vurdering av middeltilsiget som fremkommer i NVEs avrenningskart basert på omkringliggende vannmerker, vist i Tabell 3. Alle måleseriene i Tabell 3 har noe høyere årsmiddeltilsig enn det NVEs avrenningskart 1961-90 tilsier, men forskjellen er ca. 10 %. Verdiene fra NVEs avrenningskart virker derfor å være rimelige i regionen. Det nærmeste vannmerket til Granby er 123.31 Kjelstad i Garbergelva, som har et mye større nedbørfelt, og som viser et avvik/økning på om lag 25 %. Gjennomsnittlig forskjellen er 11% for alle måleserier. Vi har derfor valgt å gi verdien fra NVEs avrenningskart et tillegg på ca. 11 % i videre analyser i videre analyser (Tabell 4).

Tabell 3 Vannmerker benyttet for kontroll av årsavløp

Målestasjon / felt	Areal (km ²)	Eff.sjø (%)	Høyde (moh.) (min-med-max)	Skog (%)	NVE ₆₁₋₉₀ (l/s/km ²)	Obs. ¹ (l/s/km ²)
Granby (omlagt bekk)	0.65	0.0	504-265-160	95	15.2	-
Granby (bekk i nord)	0.51	0.0	495-301-160	90	16.4	-
Granby (næringsområde)	0.10	0.0	185-173-160	0	12.0	-
122.16 Gaue	80.4	0.01	84-450-968	75	24	26
123.28 Hokfossen	8.06	1.24	246-336-512	76	28	28
123.29 Svarttjørnbekken	3.43	0.85	280-340-512	82	28	29
123.30 Øvre Hestsjøbekk	1.77	0	306-358-512	68	30	32
123.31 Kjelstad i Garberg	143	0.12	200-578-1166	42	37	50
124.15 Børstad	48.4	0.18	13-156-438	60	26	30
Middel, vannmerker					28.8	32.5

Tabell 4 Justerte avrenningsverdier

Felt	Areal (km ²)	NVE ₆₁₋₉₀ (l/s/km ²)	Justert qN (l/s/km ²)
Granby (omlagt bekk)	0.65	15.2	16.9
Granby (bekk i nord)	0.51	16.4	18.2
Granby (næringsområde)	0.10	12.0	13.3

2.3 Nasjonalt formelverk/NIFS

I forbindelse med NIFS-prosjektet (Etatsprogrammet Naturfare, Infrastruktur, Flom og Skred, 2012-2015) ble et nasjonalt formelverk for flomberegninger i små felt etablert. Formelverket beregner middelflom og vannføringer ved flommer, direkte på kulminasjonsverdier, for små (< ca. 50 km²) uregulerte nedbørfelt i Norge. For videre beskrivelser av formelverket henvises det til *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt* (NVE, 2015). Norconsult har erfaring med at NIFS gir rimelige resultater i denne regionen. Beregningen for Granby gir resultater som vist i Tabell 5.

¹ Gjelder observert årsmiddeltlig i perioden med observasjoner.

Tabell 5 Flomberegning ved bruk av nasjonalt formelverk/NIFS

	Omlagt bekk	Bekk i nord	Næringsområde
Areal (km ²)	0.65	0.51	0.1
q _N (l/s/km ²)	16.9	18.2	13.3
Eff sjø %*	0	0	0
k	-0.19	-0.19	-0.19
q _N (l/s/km ²)	16.90	18.20	13.30
Q _N (m ³ /s)	0.01	0.01	0.001
Q_M (m³/s)	0.4	0.3	0.06
Q₂₀₀ (m³/s)	1.1	0.9	0.18

* Den er satt til 0,001 internt i beregningene

2.4 Nedbør-avløpsmodell/PQRUT

Som en kontroll på flomstørrelsene beregnet med nasjonalt formelverk, er det også utført flomberegninger for Granby ved bruk av NVEs nedbør-avløpsmodell PQRUT.

Den beste måten å bestemme modellparameterne til PQRUT er ved kalibrering mot observerte data med fin nok tidsoppløsning. Da slike data ikke finnes, er parameterne som inngår i PQRUT beregnet med formelverket i NVEs retningslinjer, basert på feltparametere for nedbørfeltet. Vi har benyttet ligningssettene fra 2016 for å estimere modellparameterne i PQRUT for Granby. PQRUT beregner flomforløpet med tidskritt på en time, og det er fare for at den ikke fanger momentanverdien når konsentrasjonstiden er mindre enn 2 timer. I så fall kan den underestimere kulminasjonsflommen.

I det etterfølgende redegjøres kort for de viktigste forutsetningene for flomestimatene beregnet med PQRUT. Øvrige forutsetninger, tabeller, datagrunnlag og beregninger er vedlagt.

2.4.1 Nedbørdata

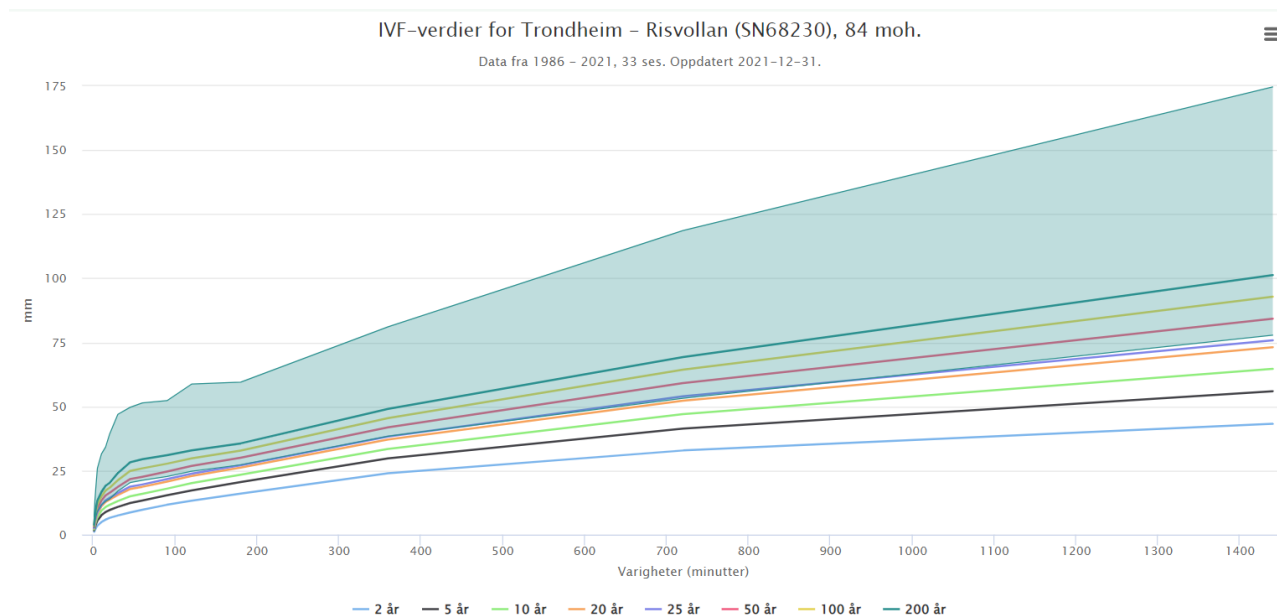
Som et utgangspunkt for nedbørdata har vi benyttet IVF-kurven ved Risvolla i Trondheim (Figur 4), og nedbørdata fra nedbørmåleren ved *Selbu II* (SN68290) som ligger om lag 7 km sørvest for Granby.

Det er utført en frekvensanalyse på døgnnedbør ved Risvolla (1987-2021) og Selbu II (periode 2008-2021). Frekvensanalysen for døgn-nedbør med 200-års gjentaksintervall (GUMBEL fordeling) gir et forholdstall mellom nedbøren ved Selbu II/Risvolla $\approx 0,97$. Da målestasjonen Selbu II har en kort serie (14 år) og gir omtrent samme døgn-nedbør for en 200-års gjentaksintervall, er det valgt å benytte serien fra Risvolla videre uten skalering.

Fra IVF-kurven til Risvolla er det satt opp et nedbørforløp som inneholder alle varigheter og intensiteter, for 24 timer. Den høyeste nedbørverdien er plassert midt i forløpet (etter 12 timer), og øvrige nedbørintensiteter plassert slik at nedbørsummen for alle varigheter og intensiteter inngår i forløpet.

Benyttede nedbørforløp er vist sammen med beregningsresultatene i Figur 5 og Figur 6.

Da feltene til Granby er små har vi ved oppsettet av nedbørforløpene sett bort fra arealreduksjonsfaktor for nedbøren.



Figur 4 IVF-kurve for Risvollan, med 95% konfidensintervall for 200-årsnedbør.

Årsnedbør inngår i beregning av terskelverdien i PQRUT modellen. Gjennomsnittlig årsnedbør fra målestasjon Selbu II er 780 mm, og maks årsnedbør var 980 mm i observasjonsperioden (2008-2021, 14 år). Årsnedbør beregnet fra NEVINA analysen er på ca. 930 mm. Årsnedbør på 930 mm er brukt videre for bestemmelse av terskelverdien da den er basert på en lengre serie enn årsnedbør fra Selbu II.

2.4.2 Konsentrasjonstid

Konsentrasjonstiden til feltet er beregnet etter formler gjengitt i *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt* (NVE, 2015). Det er benyttet følgende ligninger (L =lengste dreinsveg i feltet [m], H = høydeforskjell i feltet [m], E_{ff} . sjø% = effektiv sjøprosent, L_F = Feltaksens lengde [km], V_{avg} = anslått gjennomsnittlig vannhastighet [m/s]):

- $T_{CSVV} = 0,6 \cdot L \cdot H^{-0,5} + 30 \cdot E_{ff} \cdot \text{sjø\%}$ [minutter]
- $T_{CPRAG} = L_F / V_{avg}$ [timer]

Feltlengdene er målt / estimert til 2,0 km, 1,6 km og 0,7 km for nedbørfeltene til omlagt bekk, bekk i nord og på næringsområde. Gjennomsnittlig vannhastighet er anslått som 1,5 m/s. Dette gir resultatene vist i Tabell 6.

Tabell 6 Konsentrasjonstid

Nedbørfelt	Omlagt bekk	Bekk i nord	Granby næringsområde
Konsentrasjonstid, T_{CSVV} (timer)	1,1	0,9	1,4
Konsentrasjonstid, T_{CPRAG} (timer)	0,4	0,3	0,1

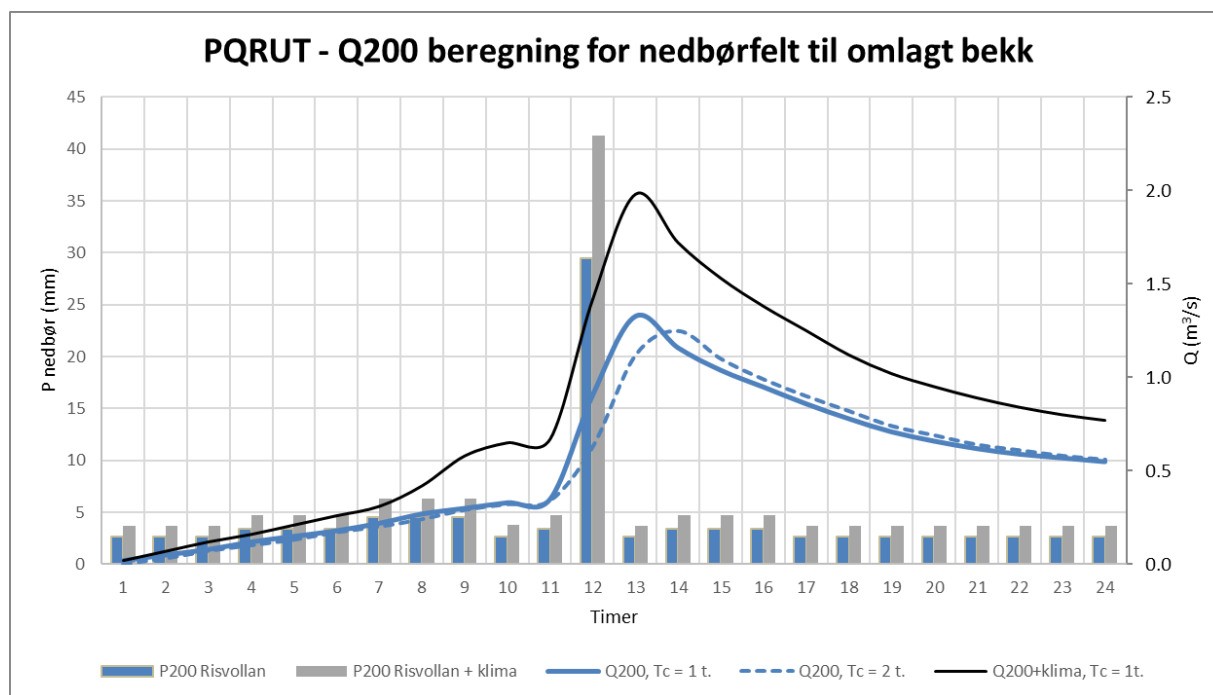
PQRUT krever at konsentrasjonstid oppgis i hele timer. Vi velger derfor 1 time som konsentrasjonstid for feltet til omlagt bekk og næringsområde, men sjekker også for konsentrasjonstid lik 2 timer. Vi velger 1 time som konsentrasjonstid for bekk i nord. Et 40% klimapåslag på nedbørsdata er også lagt til etter anbefalinger fra Norsk klimaservicesenter (Risvollan, felt med konsentrasjonstid mellom 1 og 3 timer).

2.4.3 Resultater

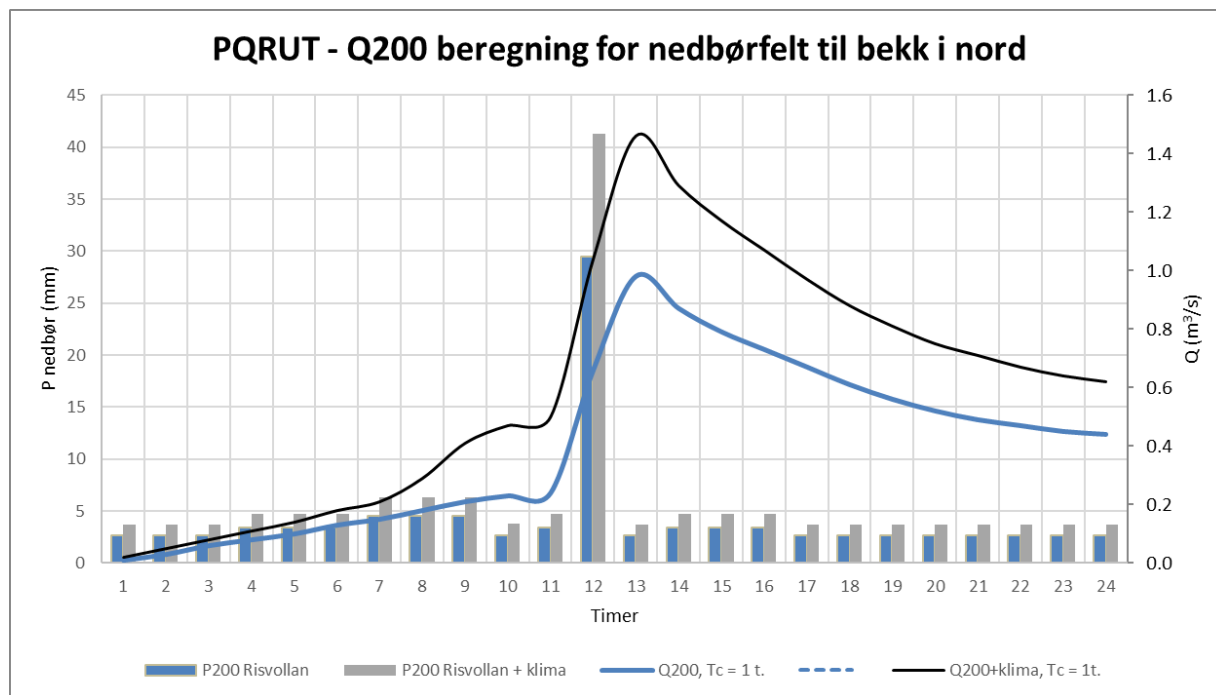
Beregningene med PQRUT gir resultater som vist i Tabell 7 og Figur 5 til Figur 7 og for Granby.

Tabell 7 Resultater PQRUT med 200-årsnedbør fra Risvollan.

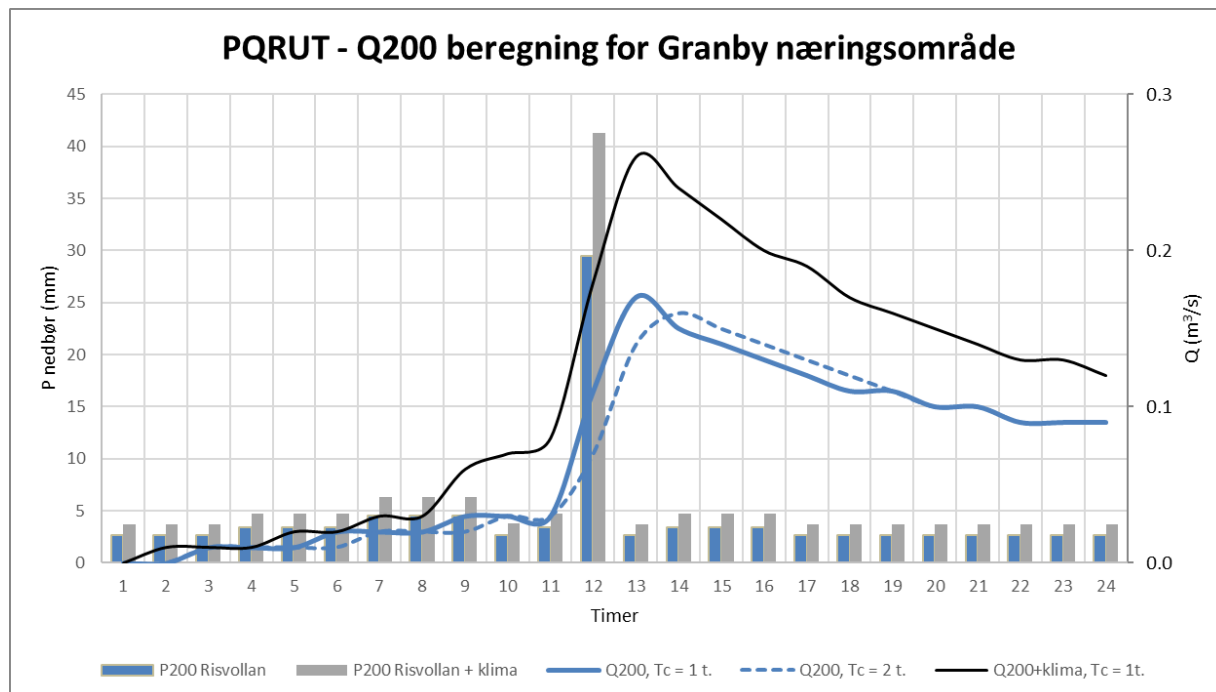
Nedbørfelt og nedbørforløp	T _c (timer)	Q ₂₀₀ momentan (m ³ /s)	Q ₂₀₀ døgn (m ³ /s)	q ₂₀₀ momentan (l/s*km ²)	q ₂₀₀ døgn (l/s*km ²)	Q _{mom} /Q _{døgn}
Omlagt bekk, 200-års	1	1.33	0.53	2046	821	2.49
Omlagt bekk, 200-års	2	1.25	0.52	1923	803	2.40
Omlagt bekk, 200-års + 40% klimapåslag	1	1.98	0.80	3046	1227	2.48
Bekk i nord, 200-års	1	0.98	0.40	1922	789	2.43
Bekk i nord, 200-års + 40% klimapåslag	1	1.46	0.61	2863	1188	2.41
Næringsområde, 200-års	1	0.17	0.07	1700	704	2.41
Næringsområde, 200-års	2	0.16	0.07	1600	688	2.33
Næringsområde, 200-års + 40% klimapåslag	1	0.26	0.11	2600	1096	2.37



Figur 5 Resultater PQRUT 200-årsflom, nedbørfelt til omlagt bekk.



Figur 6 Resultater PQRUT 200-årsflom, nedbørfelt til bekk i nord.



Figur 7 Resultater PQRUT 200-årsflom, Granby næringsområde.

2.5 Rasjonal metode

Feltene til Granby er innenfor størrelsesorden der den rasjonale metoden kan brukes. Resultatene fra metoden er svært sensitive for valg av inngangsparametere. Feltene til omlagt bekk og bekk i nord er dog forholdsvis homogent (over 90% angis som skogkledt), og vi har derfor valgt å gjøre en overslagsberegning av flomstørrelsene også ved den rasjonale metode.

Avrenningskoeffisienten for skog angis i litteraturen normalt å ligge mellom 0,1 og 0,5, som er et relativt stort intervall. NGUs løsmassekart angir tynn morene i store deler av feltene, og feltene er ikke spesielt bratte. Med en konsentrasjonstid på 1-2 timer virker en avrenningskoeffisient på 0,35 rimelig. Det er forutsatt en avrenningskoeffisient på 0,7 for Granby næringsområde, som lagt til grunn i VA-rapporten for Granby næringsområde (PUMN, 2021).

Inngangsparametere og resultater er vist i Tabell 8 nedenfor.

Tabell 8 Inngangsverdier og resultater (kulminasjonsverdier), Rasjonal metode

Nedbørfelt	Areal (km ²)	Avrenningskoeffisient	T _c (minutter)	I (l/s/ha)	Q (m ³ /s)
Omlagt bekk	0.65	0.35	65	78.0	1.8
Bekk i nord	0.51	0.35	52	93.3	1.7
Granby næringsområde	0.1	0.7	84	62.3	0.4

2.6 Sammenligning mot flomfrekvensanalyse

Norconsult gjorde i 2018 en flomfrekvensanalyse for vannmerkene som er vist i Tabell 3. Resultatet av denne analysen gjengis kun kort her, som et sammenligningsgrunnlag. Verdiene er oppdatert tom. 2021 for målestasjoner Svarttjørbekken, Kjelstad i Garberg og Børstad. Døgnmiddelverdier fra stasjonene er vist i Tabell 9.

Tabell 9 Flomfrekvensanalyse for årsflommer, døgnmiddel (l/s/km²)

Målestasjon	Ant.år	q _M	q ₂₀₀	Tilpasning
122.16 Gaua	42	253	871	Visuell
123.28 Hokfossen	38	306	744	Gumbel
123.29 Svarttjørbekken	49	323	761	Gumbel
123.30 Øvre Hestsjøbekk	30	628	1051	Gumbel
123.31 Kjelstad i Garberg	89	460	1103	Gumbel
124.15 Børstad	29	385	977	Gumbel
Middel		393	918	

Av vannmerkene beskrevet i Tabell 3 og Tabell 9 er det Øvre Hestsjøbekk som ligner mest på feltene til Granby, med et lite feltareal (1,77 km²) og ingen effektiv sjøprosent. Likevel er midlere avrenning en god del høyere for alle vurderte målestasjoner sammenlignet med nedbørfeltene vurdert i denne rapporten (Tabell 3).

2.7 Erfaringstall fra NVE

NVEs veileder for flomberegninger (NVE, 2011) gir erfaringstall for døgnmiddelverdier for q_{1000} (spesifikk 1000-årsflom) for små felt ($<50 \text{ km}^2$) i Trøndelag. Normalt ligger disse mellom $850\text{--}2000 \text{ l/s/km}^2$, med avtagende flomstørrelser østover. Ved å anta at forholdet $Q_{200}/Q_{1000} \approx 0,85$ for årsflommer, gir dette et intervall på ca. $720\text{--}1700 \text{ l/s/km}^2$.

2.8 Klimapåslag

Ifølge klimaprofil for Sør-Trøndelag er det forventet at nedbørsmengden øker i alle sesonger, men høyere temperatur og dermed økt fordampning fører til en forholdsvis liten økning i gjennomsnittlig årlig vannføring (Norsk klimaservicesenter). NVEs veileder for klimaendringer i Norge (NVE, 2016) antyder en økning på minst 20% i alle nedbørfelt med areal $< 100 \text{ km}^2$ og andre mindre nedbørfelt som reagerer raskt på styrtregn.

For IVF kurven ved Risvolla anbefaler klimaservicesenteret et klimapåslag på 40% på nedbør med varighet 1-3 timer. En kontroll beregning med PQRUT der nedbøren økes som angitt over, gir en økning i avløpet (maksverdi) på ca. 45-50 % ved 200-årsflom.

Som et samlet estimat for usikkerhet og klimapåslag foreslås 40% for Granby.

2.9 Endelig valg av flomstørrelser

De fleste av de beregnede flomstørrelsene gir momentanflom direkte. Resultatene fra flomfrekvensanalysen er gitt som døgnmiddelverdier, og forholdet mellom momentanflom og døgnmiddelflom må derfor bestemmes for å kunne sammenligne de beregnede størrelsene. For feltene til Granby gir NVEs ligning for momentanfaktor (høstflommer) $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}=2,3\text{--}2,5$, mens beregningene med PQRUT gir også verdier for $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ i intervallet ca. $2,3\text{--}2,5$. I sammenstillingen av flomverdiene beregnet med ulike metoder (unntatt PQRUT), vist i Tabell 10 til Tabell 12, har vi benyttet momentanfaktoren fra NVEs ligning for omregning mellom momentan- og døgnflom.

Tabell 10 Oppsummering beregnede flomstørrelser for 200-årsflom, omlagt bekk.

Metode	$Q_{200} \text{ (m}^3\text{/s)}$ Momentan	$q_{200} \text{ (l/s/km}^2\text{)}$ Døgnmiddel	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	Merknad
NIFS	1.10	723	2.34	Beregnet med nasjonalt formelverk
PQRUT	1.33	821	2.49	Nedbør fra Risvolla, $T_c = 1$ time
FFA	1.40	918	2.34	Fra flomfrekvensanalyse, gj.snitt
RASJONAL	1.77	1164	2.34	Nedbør fra Risvolla

Tabell 11 Oppsummering beregnede flomstørrelser for 200-årsflom, bekk i nord.

Metode	$Q_{200} \text{ (m}^3\text{/s)}$ Momentan	$q_{200} \text{ (l/s/km}^2\text{)}$ Døgnmiddel	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	Merknad
NIFS	0.94	778	2.37	Beregnet med nasjonalt formelverk
PQRUT	0.98	789	2.43	Nedbør fra Risvolla, $T_c = 1$ time
FFA	1.11	918	2.37	Fra flomfrekvensanalyse, gj.snitt
RASJONAL	1.67	1382	2.37	Nedbør fra Risvolla

Tabell 12 Oppsummering beregnede flomstørrelser for 200-årsflom, Granby næringsområde.

Metode	Q ₂₀₀ (m ³ /s) Momentan	q ₂₀₀ (l/s/km ²) Døgnmiddel	Q _{mom} /Q _{døgn}	Merknad
NIFS	0.18	698	2.58	Beregnet med nasjonalt formelverk
PQRUT	0.17	704	2.41	Nedbør fra Risvollan, T _c = 2 timer
FFA	0.24	918	2.58	Fra flomfrekvensanalyse, gj.snitt
RASJONAL	0.44	1705	2.58	Nedbør fra Risvollan

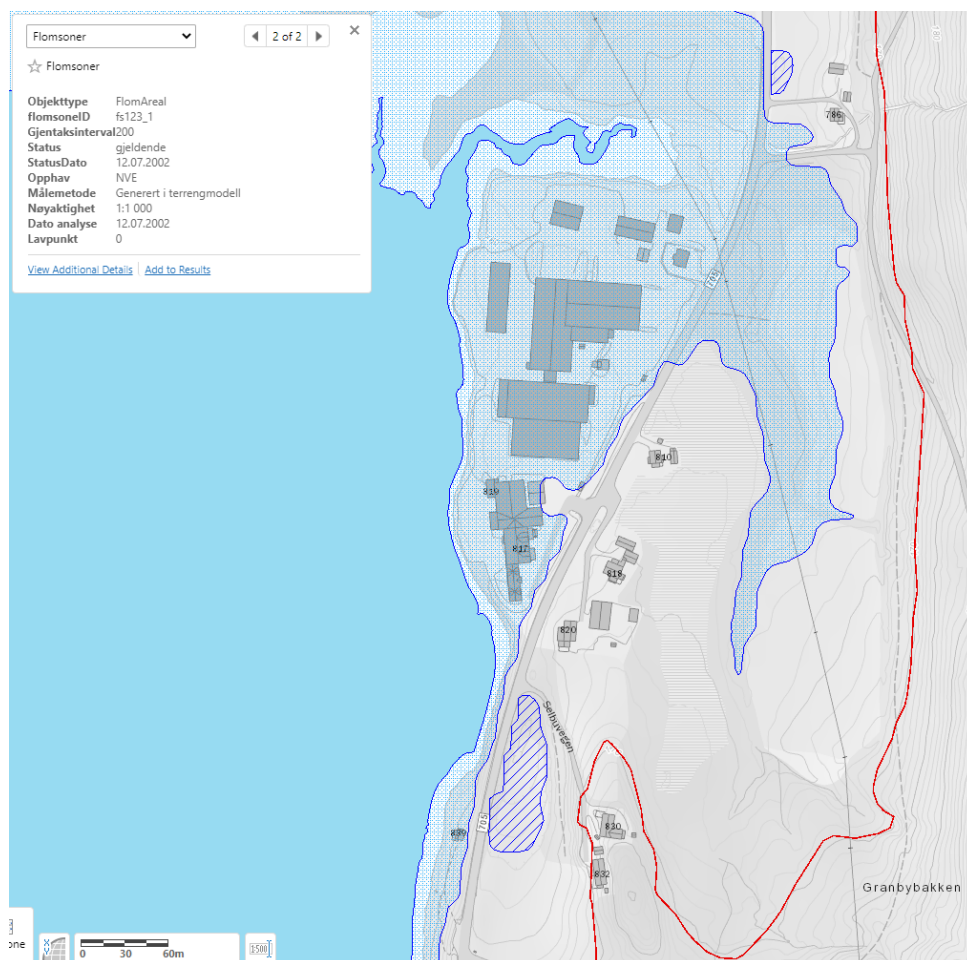
NIFS og PQRUT gir relativt sammenfallende resultater, som stemmer også overens med FFA for feltene til omlagt bekk og bekk i nord. Den rasjonale metoden gir mye høyere verdier for alle felt, og den har flere usikkerhetsmomenter. Det er lagt vekt på resultatene fra NIFS, PQRUT og FFA, med en døgnmiddelverdi på ca. 900 l/s/km² for alle felt. Dette stemmer godt med erfaringstall fra NVE. Det virker også rimelig at flomverdien ved Granby skal være litt lavere enn ved vannmerke 123.30 Øvre Hestsjøbekk i nærheten, hvor årsmiddeltilsiget er høyere, men feltegenskapene ellers er godt sammenliknbare. Derfor velges flomstørrelser som vist i Tabell 13, med og uten klimapåslag.

Tabell 13 Resultattabell flomverdier for 200-årsflom, Granby

Nedbørfelt	Momentanflom (Q ₂₀₀) uten klimapåslag (m ³ /s)	Momentanflom (Q ₂₀₀) med 40% klimapåslag (m ³ /s)
Omlagt bekk	1.40	1.96
Bekk i nord	1.10	1.54
Granby næringsområde	0.25	0.35
Sum (kulvert under fylkesvei)	2.75	3.85

3 Flomvannstand i Selbusjøen

En del av næringsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssone for flom (NVE Atlas, Figur 8). NVE utførte en flomvurdering for Selbusjøen i 2002. Selbusjøen har et areal på ca. 60 km². Utløpet er ved reguleringsdammen Hyttfossen, men vannstand i Selbusjøen er kontrollert av et hydraulisk begrensende snitt ved Trangfossen, som ligger ca. 600-700 m oppstrøms dammen. Vassdraget til Selbusjøen er sterkt regulert og det forutsettes at NVEs flomvannstander fortsatt er gjeldende. De fleste store flommer opptrer i mai- juni i forbindelse med snøsmelting. Større flommer kan også forekomme i forbindelse med regn om høsten, da reguleringsmagasinene i vassdraget er som regel relativt fulle (NVE, 2001).



Figur 8 NVEs aktomhetssone for flom. Dette er utløst fra flomsonekartet for Selbusjøen, 200-årsflom (kilde: NVE Atlas).

Flomvannstander beregnet i NVE (2002) er gitt i høydesystemet NN54. En kontroll av de tre nærmeste landnettspunkter (G25N0105, G25T0338 og G25T0157) gir et gjennomsnittlig høydeavvik på 17,5 cm mellom NN54 og NN2000. Aktuelle flomvannstander er vist i Tabell 14.

Tabell 14 Flomvannstand i Selbusjøen, fra NVE (2002).

Gjentaksintervall	Flomvannstand i Selbusjøen, moh.	
	NN1954	NN2000
10 år	159.18	159.36
20 år	159.96	160.14
50 år	160.46	160.64
200 år	162.64	162.82

Grunnlagsmaterialet for flomvannstanden er vurdert som godt, men det er store vannstandsvariasjoner i Selbusjøen som dominerer (NVE, 2002). NVE anbefaler en 0,5 m sikkerhetsmargin. For å unngå flomskade må dreneringen til et bygg ligge slik at avløpet fungerer under flom. Dette gir en 200-årsflomvannstand på

ca. 163,14 moh (NN54) / 163,32 moh (NN2000). Denne høyden må legges til grunn for bygg på tiltaksområdet.

Det er anbefalt ingen klimapåslag på områder dekket av flomsonekart i Nea-Nidelva vassdrag, som inkluderer Selbusjøen, ifølge Norsk Klimaservicesenter (klimaprofil for Sør-Trøndelag). Derfor brukes det ingen klimapåslag for vurdering av 200-årsvannstand i Selbusjøen.

De laveliggende delene av feltene på næringsområdet må heves over dimensjonerende flomvannstand i Selbusjøen. Det bør tas hensyn til nødvendig høyde på avløpssystemet. Dimensjonering av avløpssystemet er utenfor omfang av denne rapporten. Påvirkning av heving av terrenget på flomvannstand i Selbusjøen er neglisjerbar, da det er kun noen få dekar som ligger under flomvannstanden, og dette er <0,1% av flomutsatt areal for en 200-årsflom, som er 10510 dekar for Selbusjøen (NVE, 2002).

4 Hydraulisk beregning av omlagt bekk

Omlagging av bekken omfatter følgende tiltak:

- Avsperring av eksisterende bekkeløp
- Utgraving / omlegging av ny bekketrasé
- Erosjonssikring av bekketrasé
- Utskifting av kulvert under fylkesvei 705

4.1 Dimensjonering av bekketverrsnitt

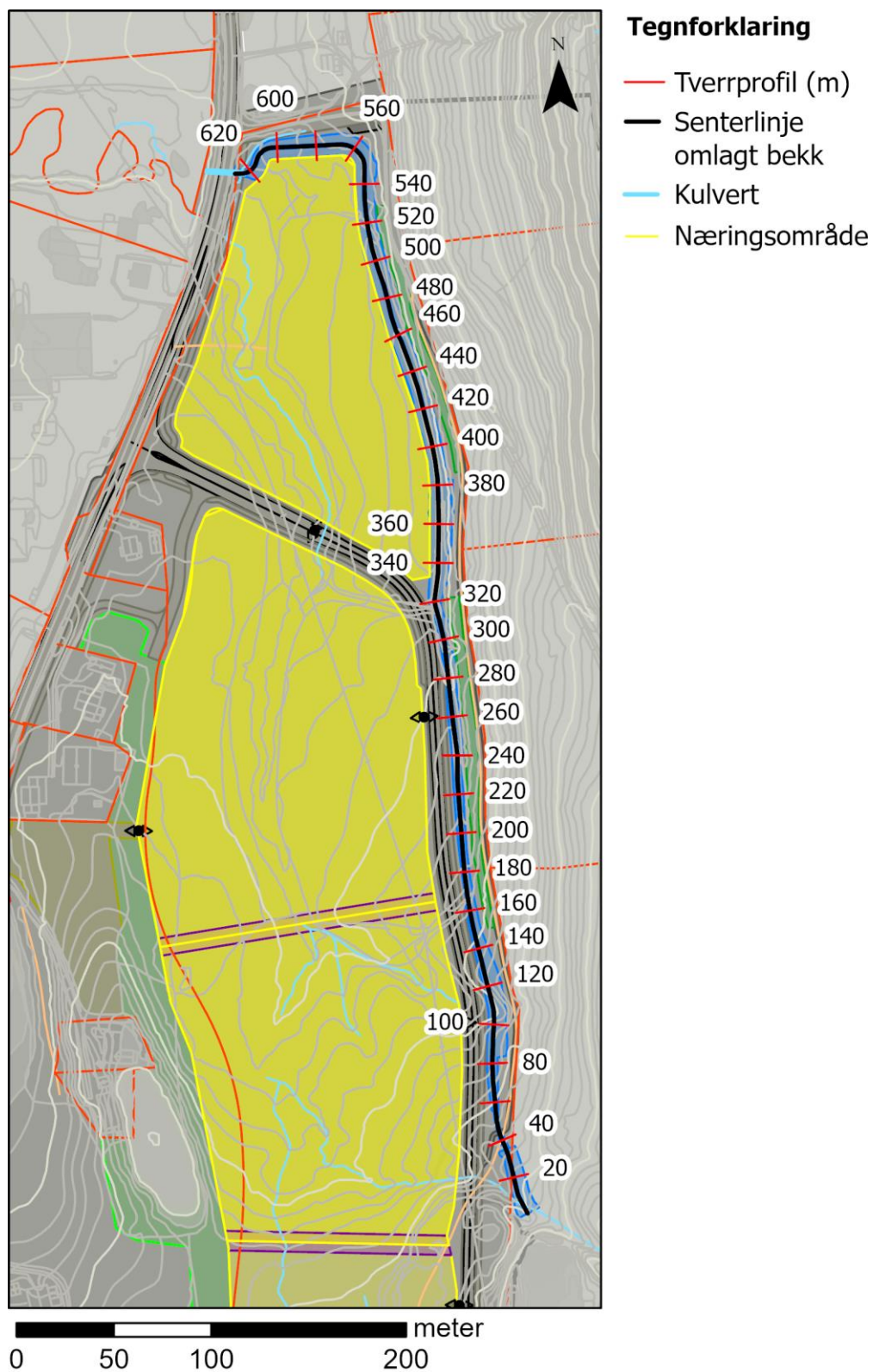
Bekkeløpet er dimensjonert med en bunnbredde på 1,5 m etter en vurdering av miljøforhold (se kap. 7). En meanderende djupål bør etableres i bekkebunnen, se kap. 7 for oppbygging. Sideskråninger er dimensjonert til 1:1,5, som er den bratteste som anbefales gitt bunnhelning og behov for erosjonssikring.

Det forutsettes at avrenning fra næringsområdet er lagt til ved starten av omlagt bekk som en konservativ antagelse. Dette er for å gi fleksibilitet under VA-prosjekteringen. Likevel anbefales det at avrenning ledes til bekkeløpet etter

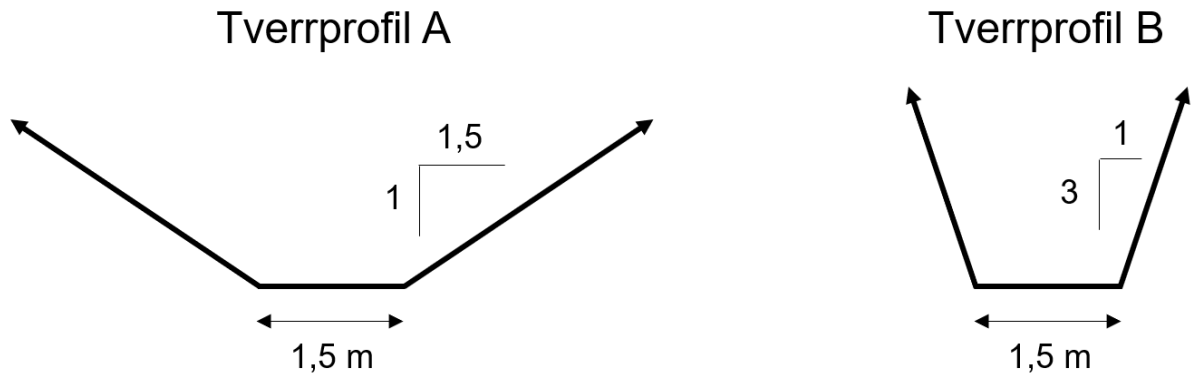
Forutsetninger

- $Q = 2,31 \text{ m}^3/\text{s}$ (200-årsflom med 40% klimapåslag, omlagt bekk og næringsområde)
- Trapesformet tverrsnitt med bunnbredde $B = 1,5 \text{ m}$.
- Sideskråning = 1:1,5 (vertikal:horisontal)

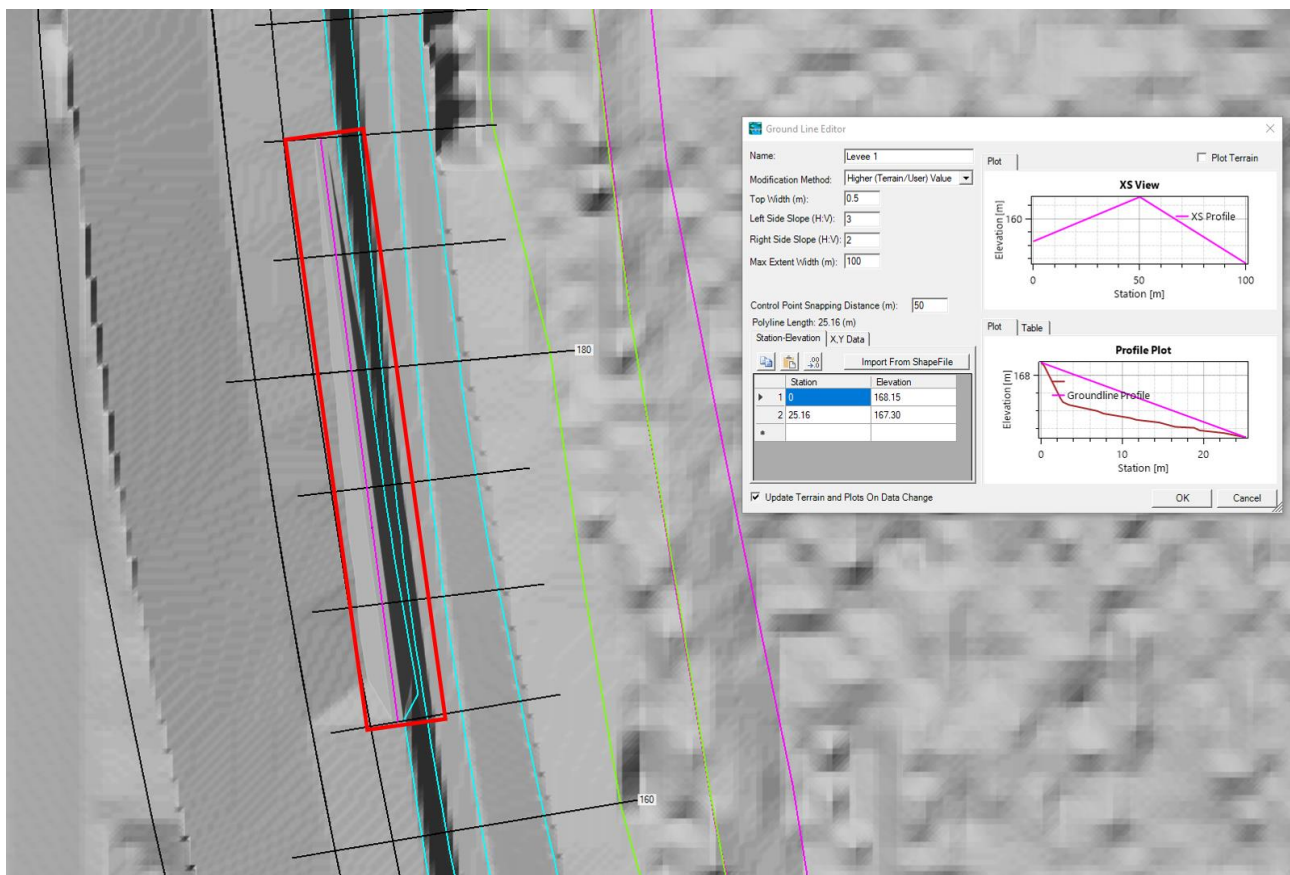
Bekkeløpet blir plassert som vist i Figur 9. Plasseringen tar hensyn til bl.a. planlagte grenser til tomtene, prosjekterte vei/fortau og bevaring av vegetasjon langs pilgrimsleden. Tverrprofiler langs bekketraseen er vist i Vedlegg 2. Figur 10 viser prosjektert tverrsnitt for omlegging av bekketraseen. Mellom profil 35 og 55 (en 20 m strekning) gjelder tverrprofil B i Figur 10 da det er plassmangel hvis tverrprofil A legges til grunn. En tørrmur må benyttes som erosjonssikring langs denne strekning, se kap. 6. En liten flomvoll eller oppbygging i terreng må etableres ved et lavbrekk mot fortauet mellom profil 165 og 190. Høyden er 35-40 cm på den høyeste (Figur 11).



Figur 9 Plassering av bekketraseen. Tverrprofiler er plassert hver 20 m, se Vedlegg 2.



Figur 10. Tverrprofiler for omlagt bekk. Tverrprofil B gjelder kun mellom profil 35 til 55. Ellers gjelder tverrprofil A.



Figur 11. Rød linje omringer en liten flomvoll / oppbygging i terrenng ved et lavbrekk mellom profil 165 og 190.

Bunnhellingen til omlagt bekk varierer i intervallet 0,028% til 9,18%.

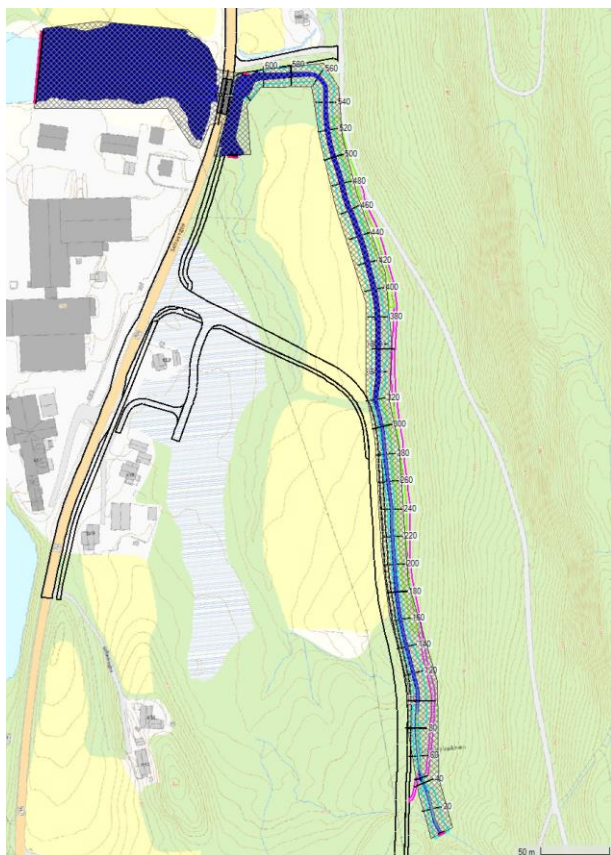
4.2 Flomsone ved flom fra bekk

En 2D hydraulisk modell (HEC-RAS v6.2) er også benyttet for å vurdere flomutbredelsen ved dimensjonerende flom i bekken.

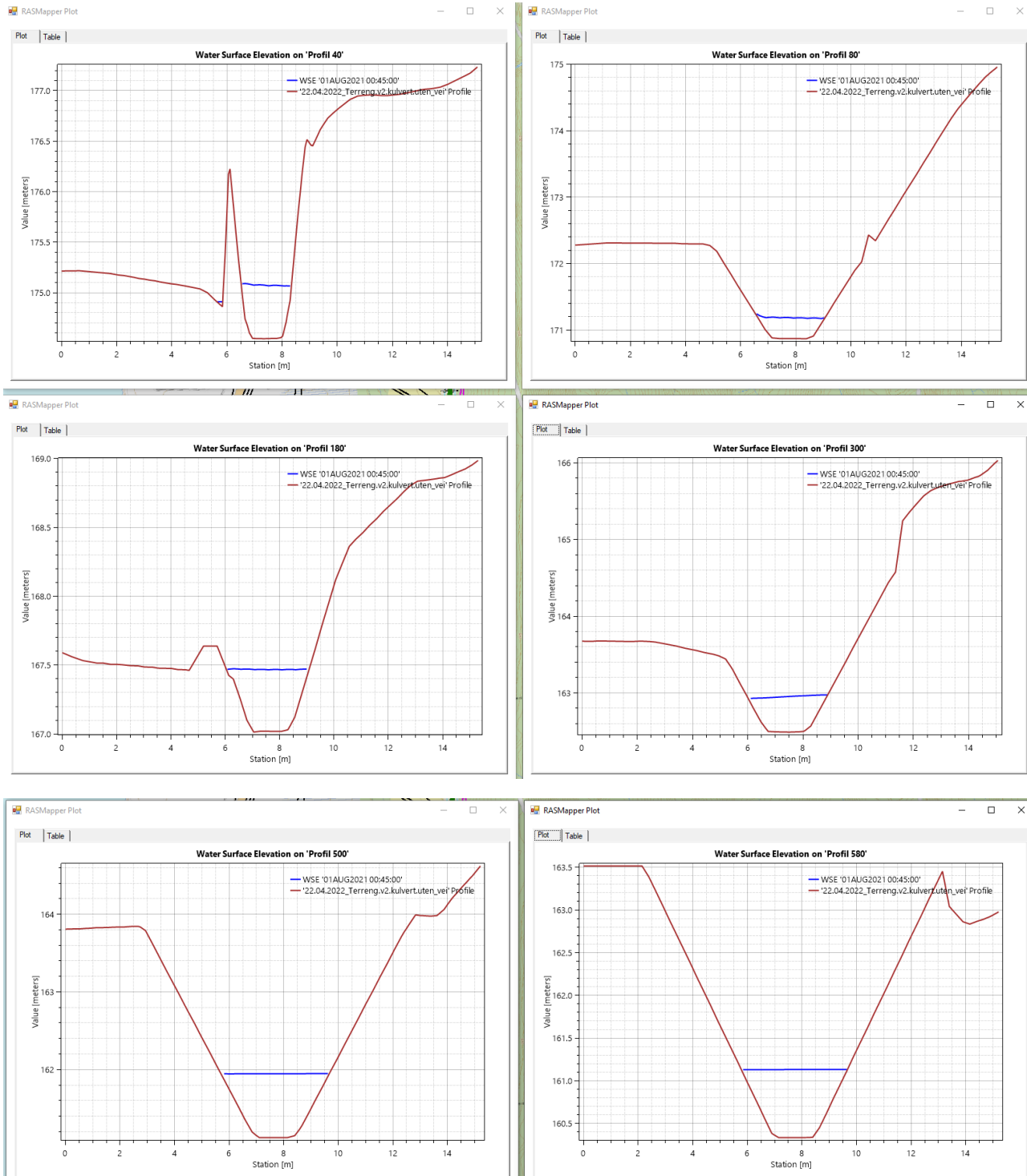
Beregningsmeshet er satt til en oppløsning på 0,5 m x 0,5 m oppstrøms fylkesveien og 2 x 2 m nedstrøms fylkesveien mot Selbusjøen. Mannings tall er satt til 30. Øvre grensebetingelse er konstant flomvannføring for en 200-årsflom med klimapåslag for omlagt bekk og avrenning fra Granby næringsområde (2,31 m³/s). Nedre grensebetingelse er satt til et konstant vannstands nivå i Selbusjøen for en 10-årsflom med 0,5 m sikkerhetsmargin (159,86 moh.). Det er usannsynlig med 200-års kulminasjonsflom samtidig i Selbusjøen og bekkene, derfor er det valgt lavere gjentakintervall. Konstant vannføring for bekken som renner inn i nordenden av feltet er satt inn som grensebetingelser direkte oppstrøms kyssing under FV705, som gir en total vannføring på 3,85 m³/s under fylkesveien (Tabell 13).

4.2.1 Resultater

Dimensjonert bekkeløp har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere dimensjonerende flom i bekken (Figur 12). Utløpssonen (nedstrøms kulverten) er oversvømt. Vannstanden ved utløpet er bestemt av nedre grensebetingelse; 10-års flomvannstand i Selbusjøen med sikkerhetsmargin. Ved 200-årsflom i Selbusjøen vil vannstanden være høyere i nederste del av området. Flomvannstand ved utvalgte profiler, som representerer de ulike bekkesegementer, er vist i Figur 13.



Figur 12 Modellgeometri med flomsone fra bekken ved 200-årsflom (inkl. klimapåslag), kombinert med 10-års flomvannstand (inkl. sikkerhetsmargin) i Selbusjøen.

*Figur 13 Tverrprofil med beregnet flomvannstand.*

4.2.2 Usikkerheter

Det vil alltid være usikkerhet beheftet med beregning av flomvannføring. Usikkerheten er søkt minimert ved å benytte flere ulike metoder for beregning av flomstørrelsen. Resultater i alle bekkesegmenter er kontrollert med håndberegninger med Mannings formel. Usikkerheten er størst i bestemmelsen av kulminasjonsflommens størrelse. En sensitivitetsanalyse med 20% økt vannføring gir en 5-10 cm økning i vannstand langs bekkeløpet, med unntak av nedstrøms samløp med bekk i nord, der vannstanden er økt med 20 cm sammenlignet med opprinnelig modell. Det er også kontrollert sensitivitet med hensyn på Mannings tall i den hydrauliske modellen, der et manningstall på 25 (-20%) gir en 1 – 5 cm økning i vannstand langs bekkeløpet. Det konkluderes med å legge til 10 cm usikkerhetspåslag på beregnet flomvannstand vist i Figur 12 og Figur 13. NVE retningslinje Flaum- og skredfare i arealplaner på generelt grunnlag anbefaler 0,3 – 0,4 m margin mhp. byggehøyde, for å dekke opp for usikre moment i beregningene.

5 Dimensjonering av ny kulvert under fylkesveien

Sum av vannføring fra alle nedbørfelt som drenerer til kulverten under fylkesveien er 3,85 m³/s (200-årsflom med klimapåslag, Tabell 13).

Fylkesvei 705 ligger på ca. 162,2 – 162,4 moh. (helning mot Selbusjøen). Fylkesveien blir derfor oversvømt ved flomvannstanden som NVE beregnet for en 200-årsflom i Selbusjøen, som er 162,82 moh. uten sikkerhetspåslag (kap. 3).

Eksisterende kulvert under fylkesveien ligger ca. 10,5 m sør for ny prosjektert plassering. Ifølge SVVs vegkart er den eksisterende kulverten bygget av naturstein med et rektangulært tverrsnitt, innvendig b x h = 1000 mm x 800 mm. Innløpet ble forlenget med et 600 mm plastrør i 2018. Innløpsrøret og kulverten har for liten kapasitet til å håndtere en 200-årsflom med klimapåslag.

Terrenget rett på vestsiden av veien ligger på ca. kote 159,5.

Det er vurdert nødvendig kulvertkapasitet fra nomogram for 200-årsflom med klimapåslag i bekkene og med en 10-årsflom i Selbusjøen. Flere type kulverter er vurdert, og det er konkludert at et rør (plast eller betong) med diameter 1800 mm er tilstrekkelig for å håndtere flomvannet. Det forutsettes at oppstrøms enden av kulverten legges med bunnsåle på 159,5 moh. Muffeende bør legges ved innløp. Inn- og utløpet til kulverten bør erosjonssikres. Detaljprosjektering av erosjonssikringen bør utføres i samråd med geotekniker på grunn av utfordrende grunnforhold. Det er ikke nødvendigvis 200-årsflom i bekken kombinert med 10-årsvannstand i Selbusjøen som gir størst belastning på sikringen. I detaljprosjektering bør man vurdere ulike gjentakintervall for flom i bekken i kombinasjon med lavere vannstand i Selbusjøen når dimensjonerende hastighet nedstrøms kulverten beregnes.

Kulvertkapasiteten er kontrollert med HEC-RAS beregningen beskrevet i kap. 4. Kulvertens lengde er på 13,45 m. Den kan justeres ut fra terreng på opp- og nedstrømside uten å ha stor betydning på kapasitet.

Mannings koeffisient på 0,015 er benyttet i beregningen, med et innløpstap på 0,5 og utløpstap på 1,0. Oppstrøms bunnsåle er satt på 159,55 moh., og nedstrøms bunnsåle er satt til 159,35 moh.

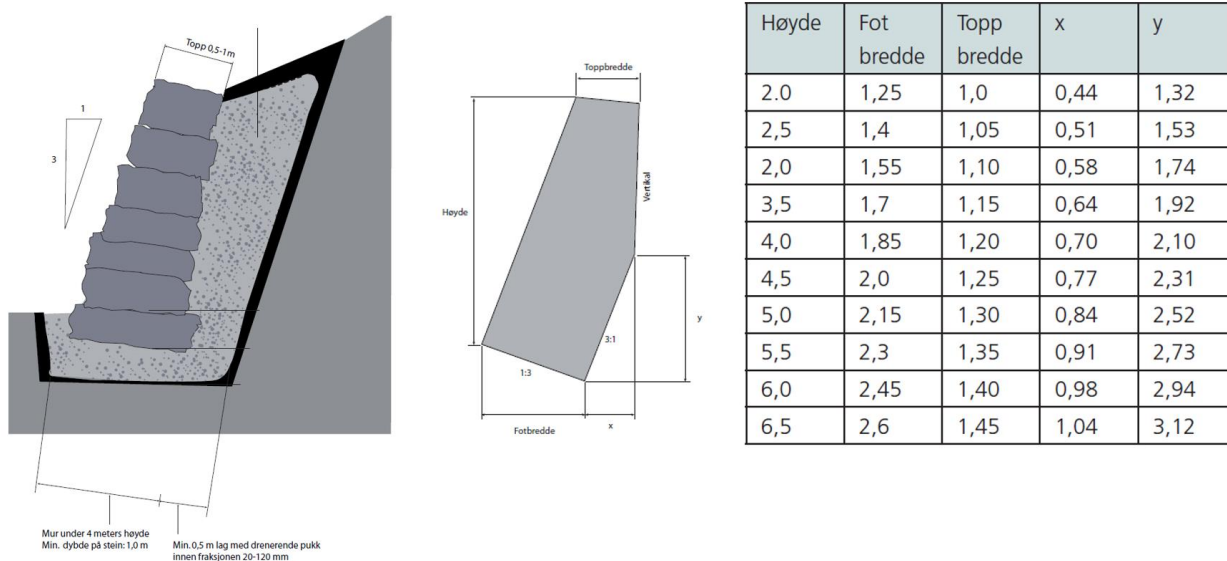
Resultater viser at oppstrøms vannstand er på 161,1 moh., med nedstrøms vannstand på 160,06 moh. Dette gir et ca. 20 cm fribord på oppstrømsenden under en 200-årsflom med klimapåslag og 10-års vannstand med 0,5 m sikkerhetsmargin i Selbusjøen.

6 Erosjonssikring

Generelt vil vi anbefale erosjonssikring av hele bekketraseen.

6.1 Avsperring av eksisterende bekkeløp

Avsperring av eksisterende bekkeløp utføres ved å etablere en tørrmur med motfylling. Den etableres opp til minst dagens terreng ved utsiden av eksisterende kanal og med minst 1,0 m høyde. Dimensjoner til avsperringsvullen kan tas fra dimensjonerings skjema i Figur 14. Steindimensjoner vurderes ut fra stabilitet, og det anbefales store stein. Et tett lag bør etableres bak filterlaget for å hindre vanngjennomstrømning ved yttersvingen.



Figur 14 Prinsippskisse og dimensjonerings skjema for tørrmur som sikringstiltak. Fra Vassdragshåndboka, 2010

6.2 Erosjonssikring av bekkeløp

Tabell 15 til Tabell 16 angir nødvendig steinstørrelse for bunn- og sidesikring for både rund stein (elvestein) og sprengstein. Elvestein (rund stein) bør ikke brukes for sideskråninger som er brattere enn 1:2 til 1:3, avhengig av belastningen den blir utsatt for og hvor rund steinene er ifølge *Veileder for dimensjonering av erosjonssikring av stein* (NVE, 2009). Det er vurdert at rund stein kan fungere for noen av bekkesegmenter.

I beregningene er det lagt til grunn at dimensjonerende bunnhelning er noe brattere enn prosjektert bunnhelning for å dekke endringer som evt. kan forekomme under detaljprosjekteringsarbeid. En sikkerhetsfaktor på 1,2 er benyttet etter anbefalinger fra NVE (2009).

Steinstørrelse for alle strekninger med bunnhelning > 2% er beregnet med Robinsons formel. Steinstørrelser for bunnhelning > 9% er også kontrollert med terskelkurver for ensgradert og samfengt sprengstein (fig. 91 og 92 på NVE 2009). Steinstørrelse for bunnhelninger < 2% er beregnet med Maynords metode.

Bekkesegment 35 – 55 m, hvor sideskråninger er 3:1, bør utformes som tørrmur som vist i Figur 14.

Tabell 15 Steinstørrelse for bunnsikring.

Segment, bekk	Bunnhelning, dimensjonerende	Type stein	D _{min} (mm)	D ₅₀ (mm)	D _{maks} (mm)	Min lag tykkelse (mm)
0-35, 55-90 m	9,5 %	Sprengstein	250	350	550	550
		Rundstein	350	450	700	700
90 - 323 m	4,0 %	Sprengstein	150	200	300	300
		Rundstein	200	250	400	400
323 - 554 m	0,5 %	Rundstein	55	100	175	300
554 - 603 m	2,5 %	Rundstein	150	200	250	300
603-628* m	1,5 %	Rundstein	200	350	600	600

* Beregnet med vannføring = 3,85 m³/s (inkl. vannføring fra bekk i nord)

Tabell 16 Steinstørrelse for sidesikring.

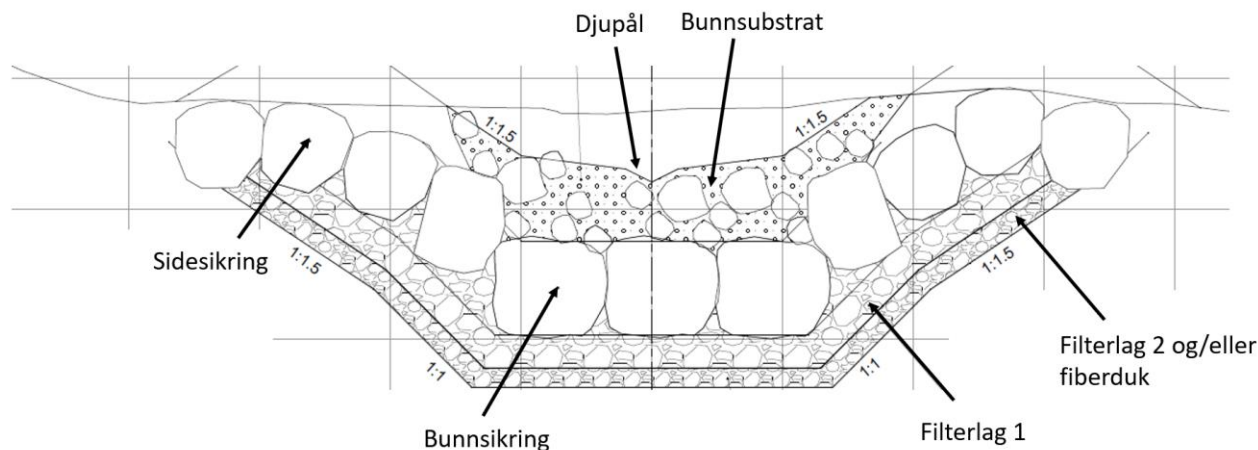
Segment, bekk	Bunnhelning, dimensjonerende	Type stein	D _{min} (mm)	D ₅₀ (mm)	D _{maks} (mm)	Min lag tykkelse (mm)
0-35, 55-90 m	9,5 %	Sprengstein	400	550	800	800
		Rundstein	500	700	1000	1000
90 - 323 m	4,0 %	Sprengstein	200	300	450	450
		Rundstein	300	350	600	600
323 - 554 m	0,5 %	Rundstein	75	110	200	300
554 - 603 m	2,5 %	Rundstein	200	250	400	400
603-628* m	1,5 %	Rundstein	250	425	650	650

* Beregnet med vannføring = 3,85 m³/s (inkl. vannføring fra bekk i nord)

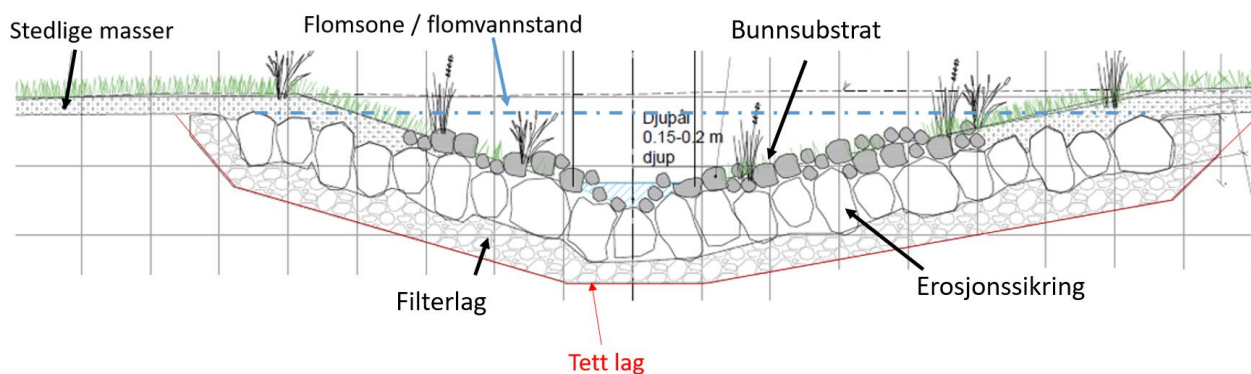
Et filterlag må etableres under erosjonssikringslaget. Det anbefales fraksjon 20/120 mm for bekkeselement 0 – 323 m og 554 – 628 m med min. lagtykkelse på 250 mm. Bekkeselement 323-554 kan ha en finere fraksjon, med D₅₀ på > 25 mm.

En fiberduk bør etableres under filterlag for å hindre gjennomstrømning til oppbygde tomter. Dette blir avhengig av endelig detaljprosjektering. Et overgangsfilerlag kan være nødvendig mellom hovedfilerlag og fiberduk, som f.eks. fraksjon 0/63 mm.

Når steinstørrelsen blir så stor som for bekkeselement 0 – 90 m, kan erosjonssikring utføres som skissert i Figur 15. Det anbefales at sikringslaget er tilbaketrasket i terrenget, og at stedegne bunnsstrat legges i bekkibunnen. Oppbygging av erosjonssikring for slakere bekkeselementer er vist i Figur 16.



Figur 15 Mulig skisse av erosjonssikring når steinstørrelsen er stor. Ikke i skala.



Figur 16 Bekketverrsnitt med erosjonssikring, prinsippssnitt med andre sidehelninger enn benyttet for dette prosjektet.

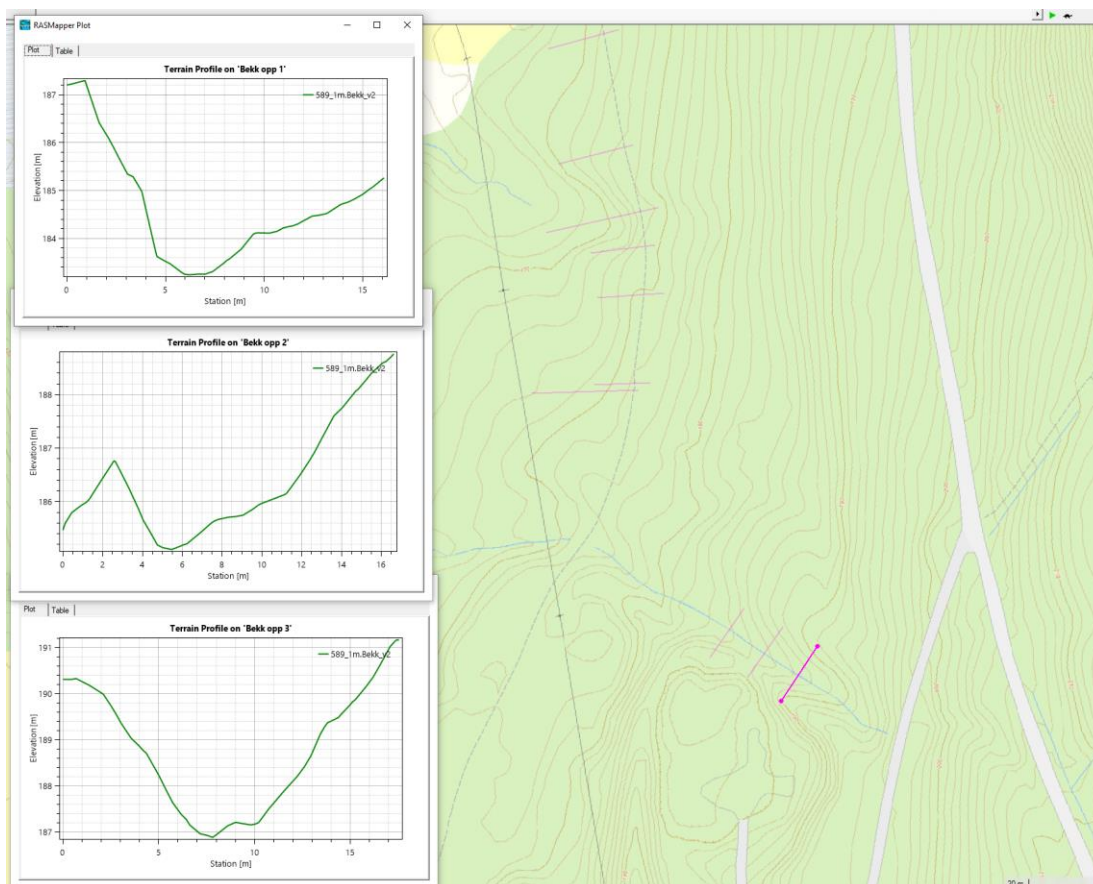
6.3 Kommentar til utførelse

- Utførelsen av sikringsarbeidet er avgjørende for stabiliteten av avsperringen. En entreprenør med erfaring fra flomsikringsarbeider bør derfor benyttes.
- Erosjonssikring bør legges fra nedstrøms til oppstrøms for å sikre god stabilitet.

7 Vassdragsteknisk påvirkning på miljø

Plassering av omlagt bekk tar hensyn til eksisterende vegetasjon langs pilgrimsleden.

Bekken er dimensjonert med en bunnbredde på 1,5 m og sideskråninger på 1:1,5. Bekkeløpet oppstrøms den omlagte delen har en bunnbredde på ca. 1 m ut ifra en vurdering av terrenggrunnlaget for tre tverrprofiler, se Figur 17. Sideskråninger langs disse tverrprofiler er på ca. 1:1,5 – 1:2. Dette sikrer at geometrien til den omlagte delen ikke har en negativ påvirkning på det naturlige bekkeløpet.



Figur 17 Tverrprofiler i eksisterende bekkeløpet oppstrøms bekketraseen som blir lagt om.

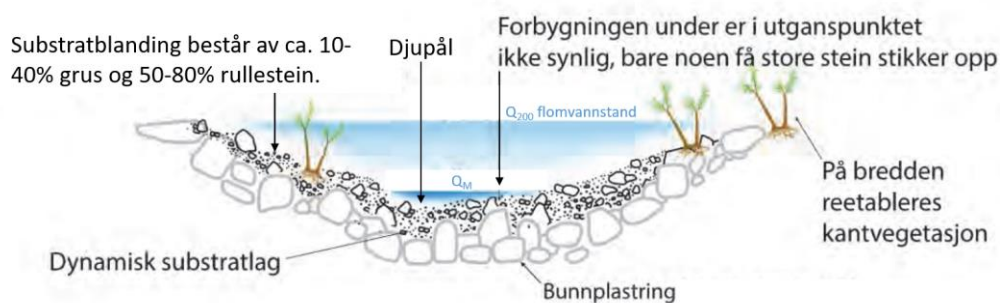
Det er viktig å etablere en meanderende djupål i bekkebunnen, som et «elv i elv»-konsept. Dette sikrer at vannføringen samler seg og lager en liten bekk, også når vannføringen er lav (Figur 18). Gjennomgående kant- og bunnplastring kan gjerne settes ru og uregelmessig, samt satt ut til sidene og gravd ned i bakken. Dette gir rom for naturtypiske elvebredder og substrat i bekken (Pulg et al., 2018). Et eksempel bilde er vist i Figur 19 med en tilhørende konsepttegning i Figur 20.



Figur 18. «Elv i elv» konsept med djupål. Figuren er fra Pulg et al, 2018.



Figur 19. Eksempelbildet fra anleggsområdet Tverrelvi i Flåm i 2016 (fra Pulg et al., 2018).



Figur 20. Eksempeltegning som viser oppbygging vist i Figur 19 (modifisert fra Pulg et al., 2018).

Kulverten under fylkesveien er ikke optimalisert mtp. fiskevandring. Hvis det er ønskelig å legge til rette for fiskevandring, bør det detaljprosjekteres etter grenseverdier vist i Tabell 17. Kulverten som er prosjektert i denne rapporten har en lengde på < 20 m og en gjennomsnittlig vannhastighet på ca. 1,5 m/s.

Tabell 17 Øvre grenseverdier for ulike egenskaper ved kulverter som ikke hindrer fiskeoppgang. Fra Direktoratet for naturforvaltning (2002).

	Små stasjonær ørret (15 cm)	Sjøørret (25-50 cm)	Smålaks (55 cm)
Maksimum vannhastighet for kulvertlengde <20 m (*)	1,25 m/s	1,6 m/s	2,5 m/s
Maksimum vannhastighet for kulvertlengde 20-30 m (*)	1,0 m/s	1,5 m/s	2,0 m/s
Maksimum vannhastighet for kulvertlengde > 30m (*)	0,8 m/s	1,25 m/s	1,75 m/s
Minste rørdiameter	0,3m	0,3m	0,5m
Minste vannndybde	0,1m	0,15m	0,3m
Maksimalt vannfall ved utløpet	0,2m	0,3m	0,3m
Minimum lysåpning i rist ved innløpet	0,05m	0,1m	0,2m

(*): gjennomsnittshastighet i tverrprofil

8 Referanser

Direktoratet for naturforvaltning (2002). Slipp fisken fram! Fiskens vandringsmulighet gjennom kulverter og stikkrenner. Håndbok 22-2002.

NVE (2001) Flomberegning for Nea-Nidelvvassdraget. NVE 5/2001.

NVE (2002) Flomsonekart Delprosjekt Selbu. NVE 5/2002.

NVE (2021) Sikringshåndboka. <https://sikringshandboka.nve.no/>

NVE (2010) *Vassdragshåndboka* 2. utgave.

NVE (2009) *Veileder for dimensjonering av erosjonssikring av stein*.

Pulg, U. mfl. (2018) Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. NORCE LFI rapport nr. 296. NORCE Bergen. ISSN 1892-8889.

Robinson & Rice (1993) *Stability of rock chutes*. First Int. Conference on Water Resources, San Antonio.

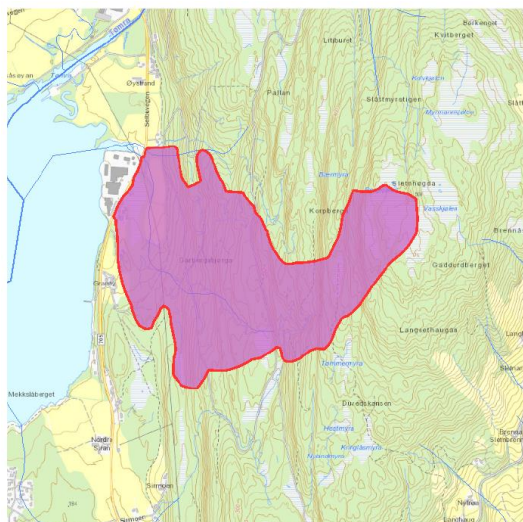
9 Vedlegg

Vedlegg 1: NEVINA og Scalgo analyser

Vedlegg 2: Tverrprofiler langs omlagt bekk

Vedlegg 1: NEVINA og Scalgo analyser

Nedbørfelt til omlagt bekk, inkludert noe av næringsområde pga. algoritmen i NEVINA



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregnpunkt: 303460 E
7022630 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 123.B82
Kommune.: Selbu
Fylke.: Trøndelag
Vassdrag.: Nidelvvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	0.8	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0	%
Elvleengde (E _L)	1.2	km
Elvegradient (E _G)	111.7	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	128.6	m/km
Helning	13.5	°
Dreneringstetthet (D _T)	1.7	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	1.3	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	3.5	%
Myr (A _{MYR})	7.2	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	87.7	%
Sjø (A _{SJO})	0	%
Snaufjell (A _{SF})	0	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	1.3	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	160	m
Høyde ₁₀	171	m
Høyde ₂₀	182	m
Høyde ₃₀	210	m
Høyde ₄₀	236	m
Høyde ₅₀	265	m
Høyde ₆₀	283	m
Høyde ₇₀	317	m
Høyde ₈₀	388	m
Høyde ₉₀	463	m
Høyde _{MAX}	504	m

Klima- /hydrologiske parametere

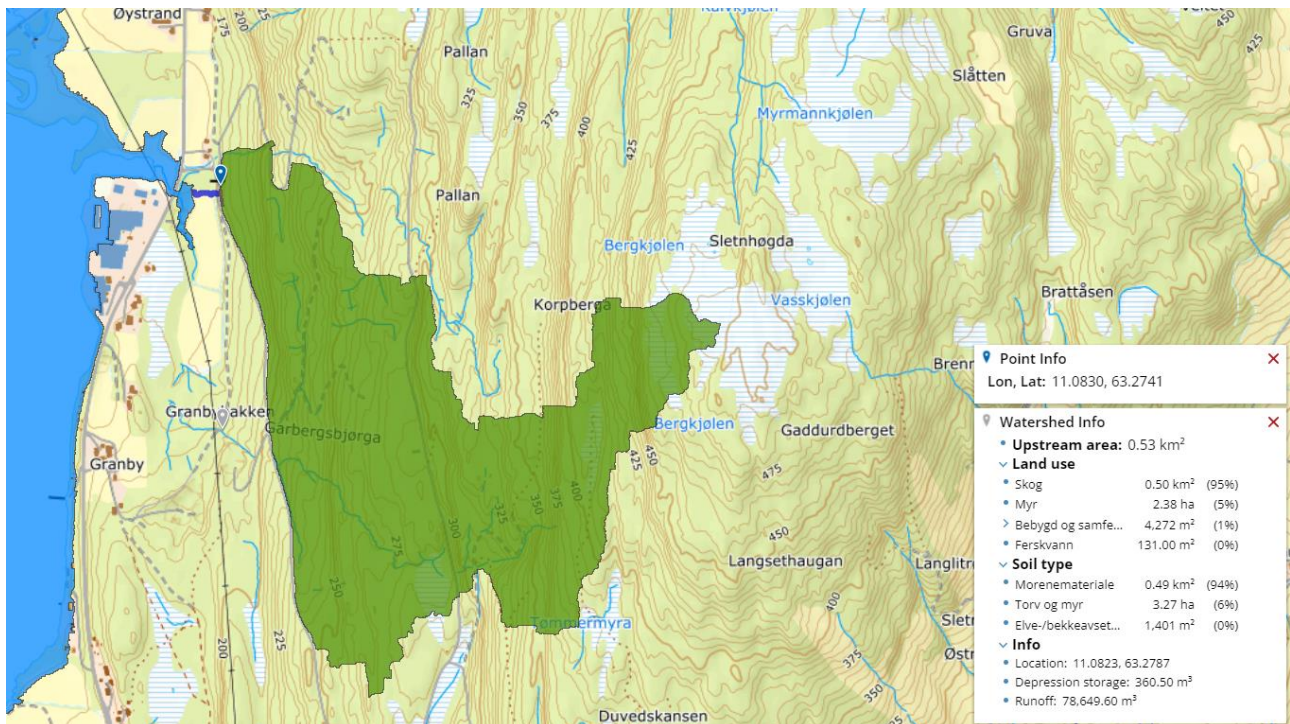
Avrenning 1961-90 (Q _N)	14.7	l/s*km ²
Sommernedbør	440	mm
Vinternedbør	486	mm
Årstemperatur	2.7	°C
Sommertemperatur	8.9	°C
Vintertemperatur	-1.7	°C

1) Verdien er editert

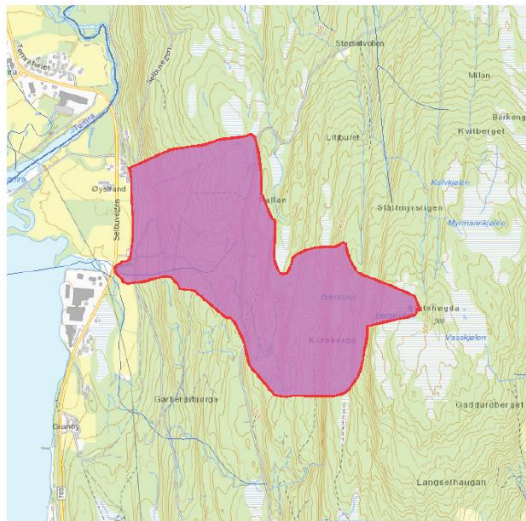
Rapportdato: 3/25/2022

© nevina.nve.no

Nedbørfelt til omlagt bekk, noe redusert pga. algoritmen i Scalgo



Nedbørfelt til bekk i nord, NEVINA analyse



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 303463 E
7022674 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 123.B82
Kommune.: Selbu
Fylke.: Trøndelag
Vassdrag.: Nidelvvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	0.5 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0 %
Elvleengde (E _L)	0.5 km
Elvegradient (E _G)	206.2 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	237.1 m/km
Helning	17.7 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.0 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	1.2 km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	1.2 %
Myr (A _{MYR})	4.2 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %
Skog (A _{SKOG})	93.3 %
Sjø (A _{SJO})	0 %
Snøfjell (A _{SF})	0 %
Urban (A _U)	0 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	0 %

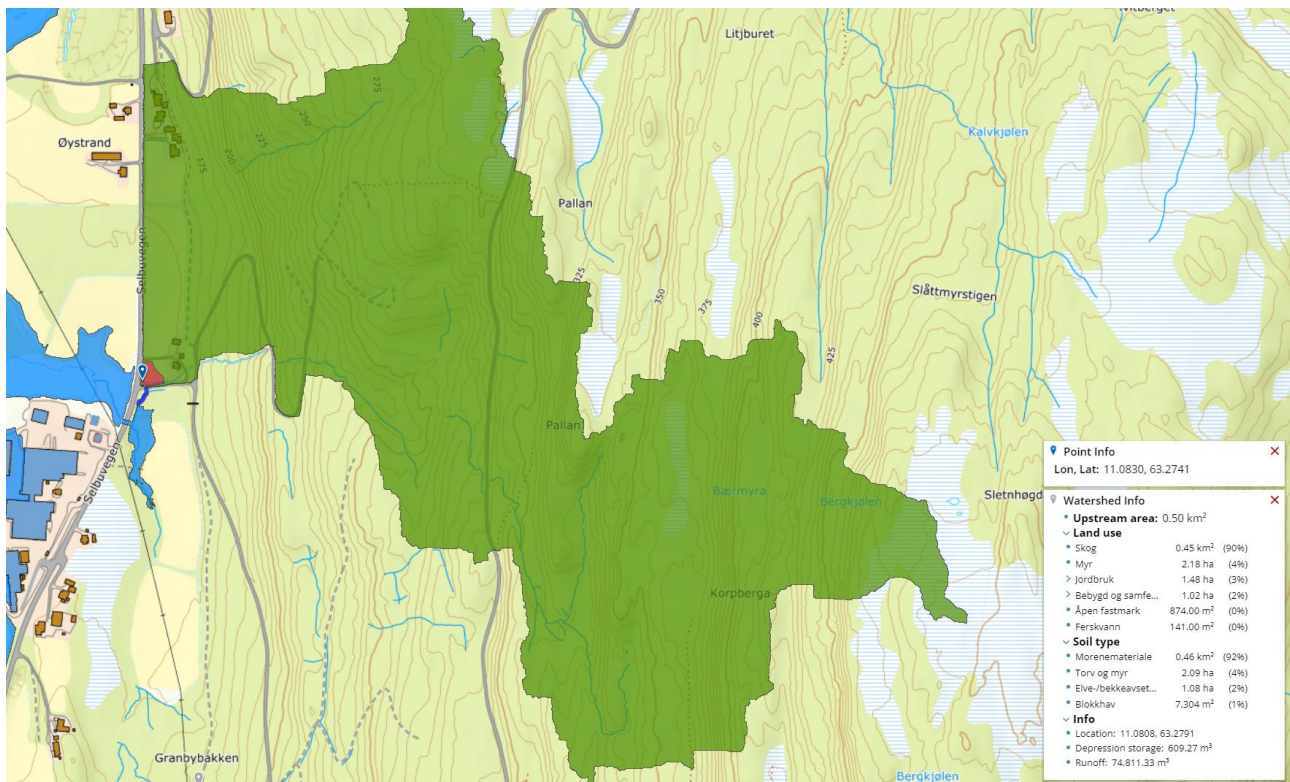
Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	160 m
Høyde ₁₀	212 m
Høyde ₂₀	244 m
Høyde ₃₀	267 m
Høyde ₄₀	286 m
Høyde ₅₀	301 m
Høyde ₆₀	324 m
Høyde ₇₀	350 m
Høyde ₈₀	384 m
Høyde ₉₀	426 m
Høyde _{MAX}	495 m

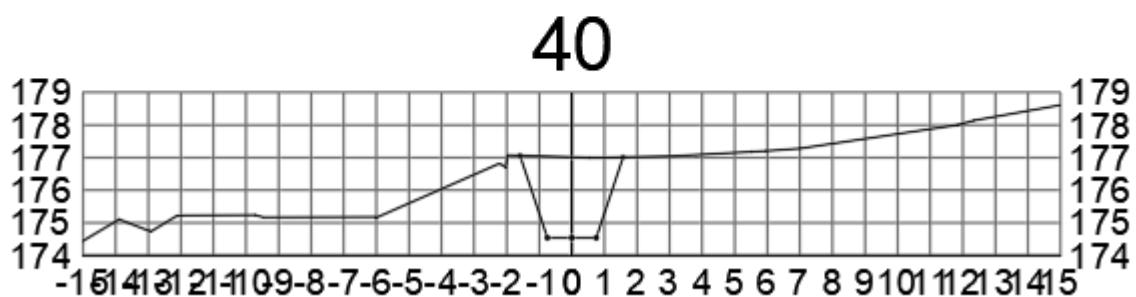
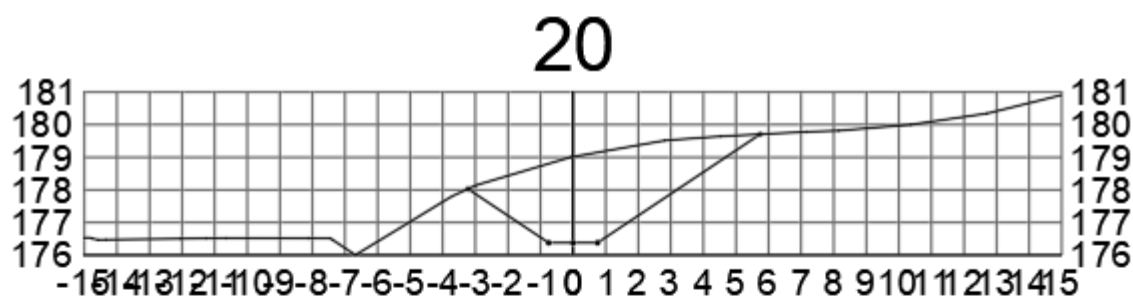
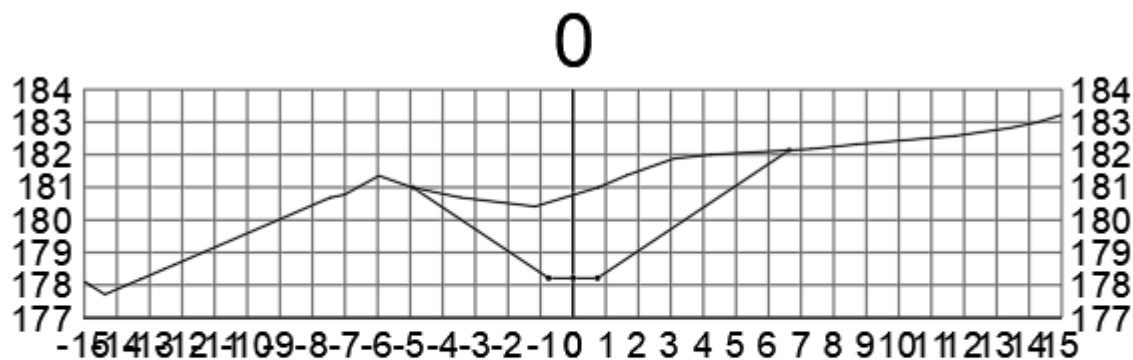
Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	16.4 l/s*km ²
Sommernedbør	441 mm
Vinternedbør	492 mm
Årstemperatur	2.6 °C
Sommertemperatur	8.8 °C
Vintertemperatur	-1.9 °C

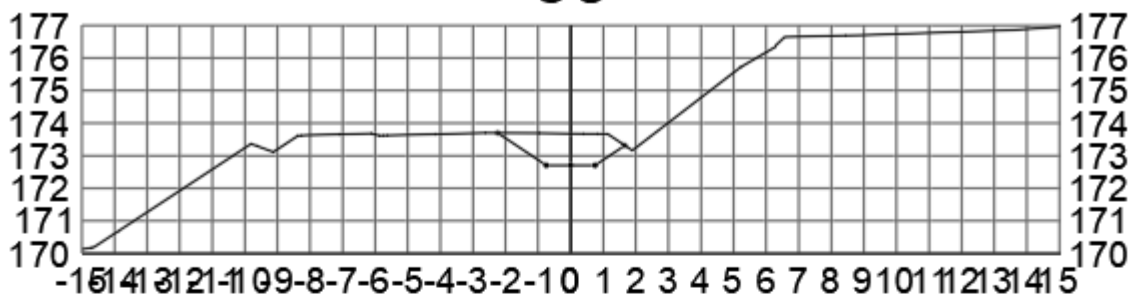
Nedbørfelt til bekk i nord, Scalgo analyse



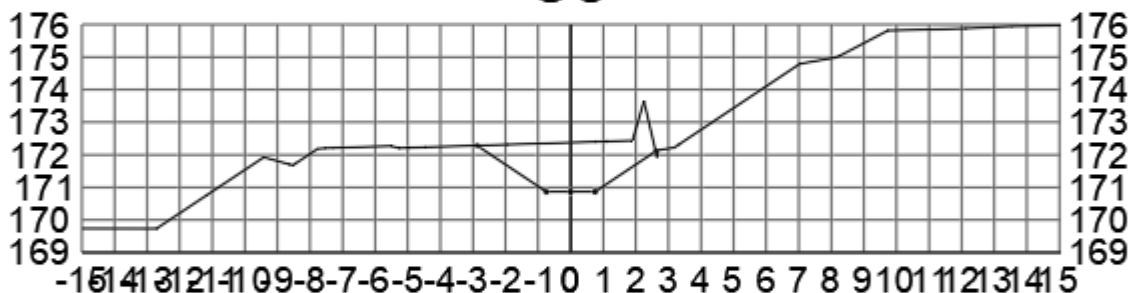
Vedlegg 2: Tverrprofiler langs omlagt bekk



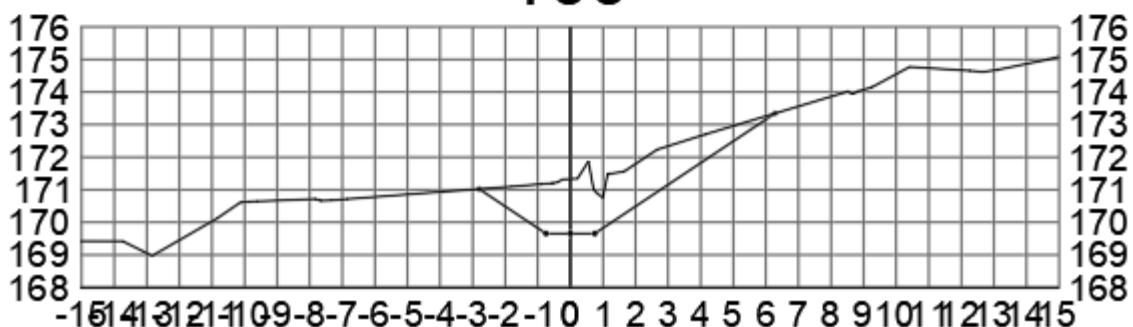
60

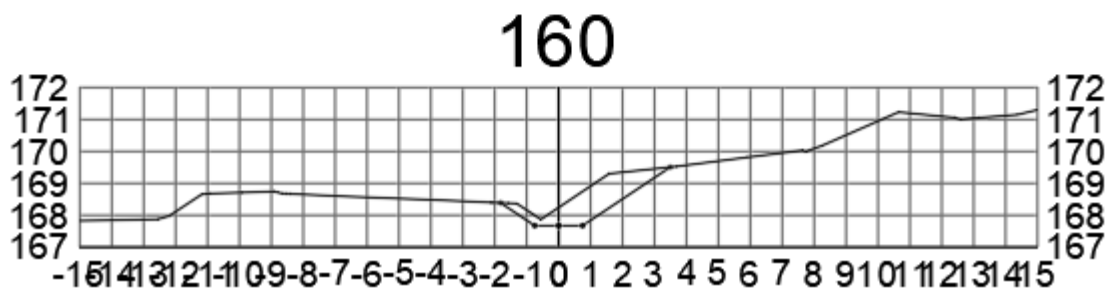
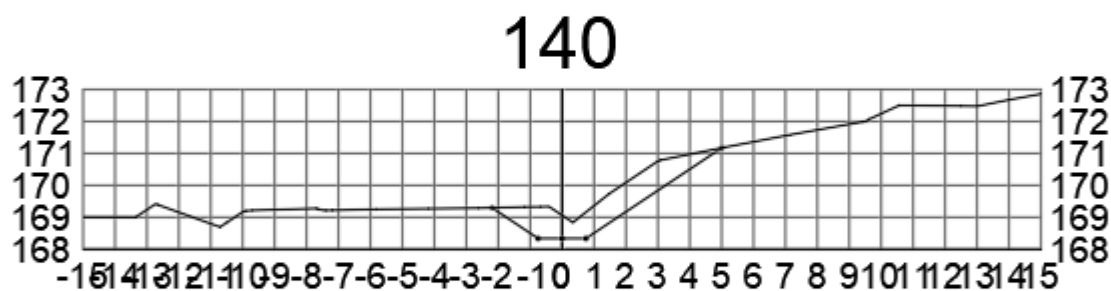
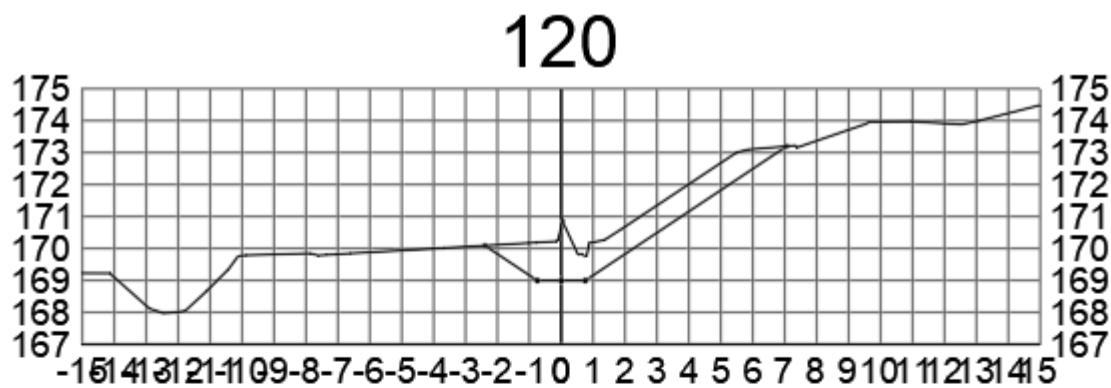


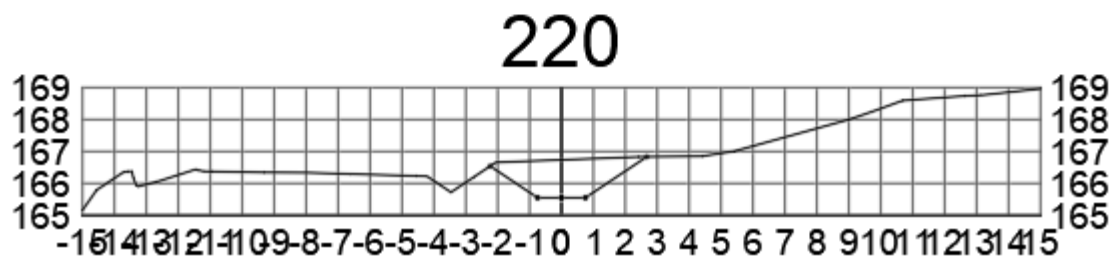
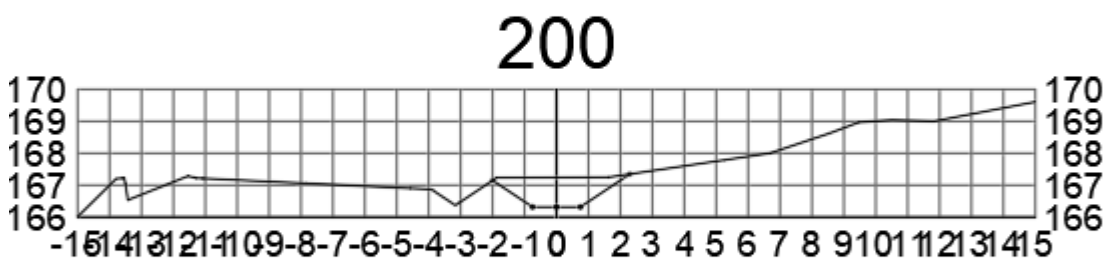
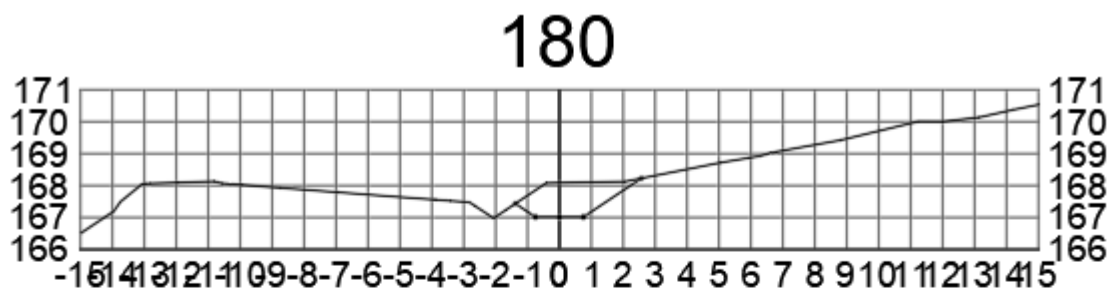
80



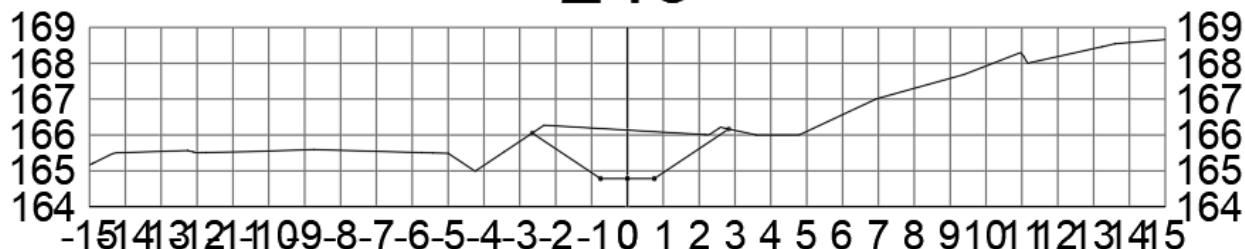
100



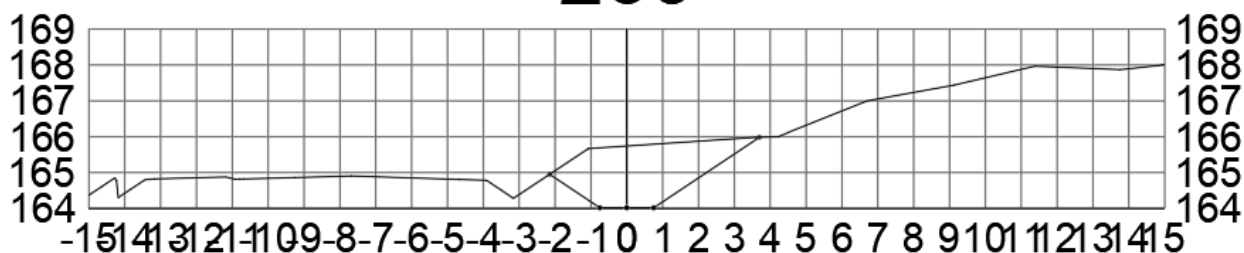




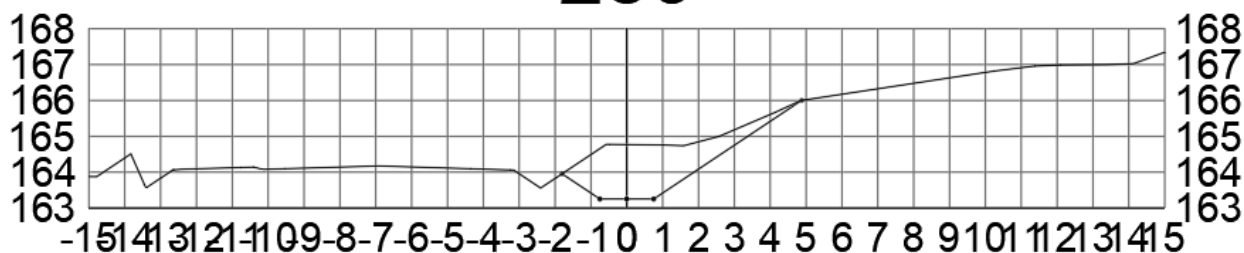
240

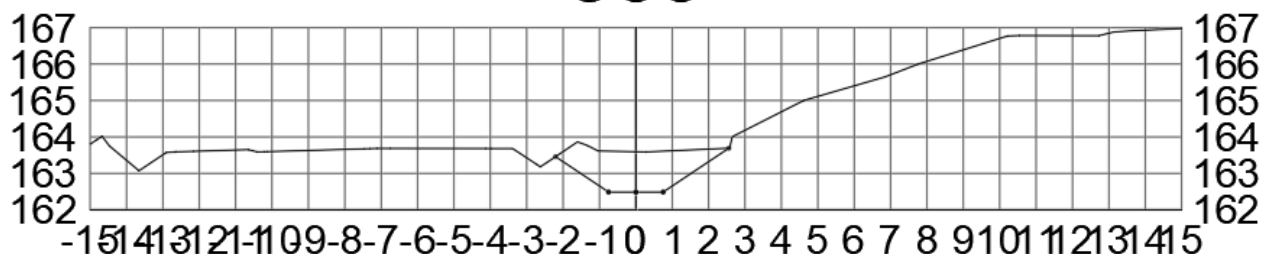
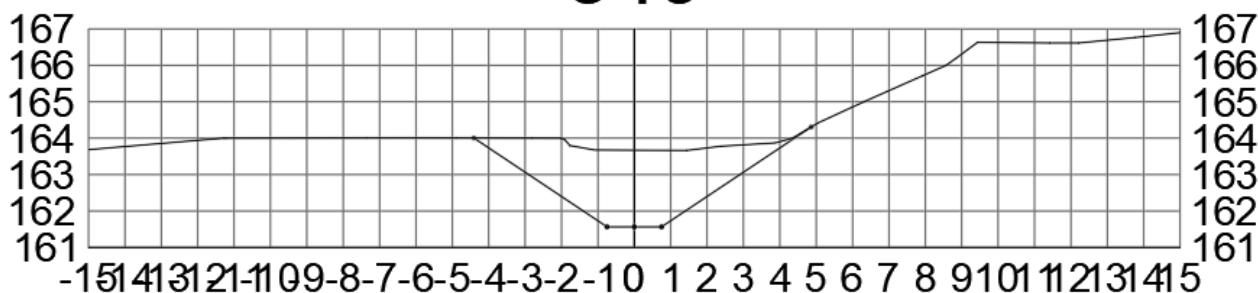


260

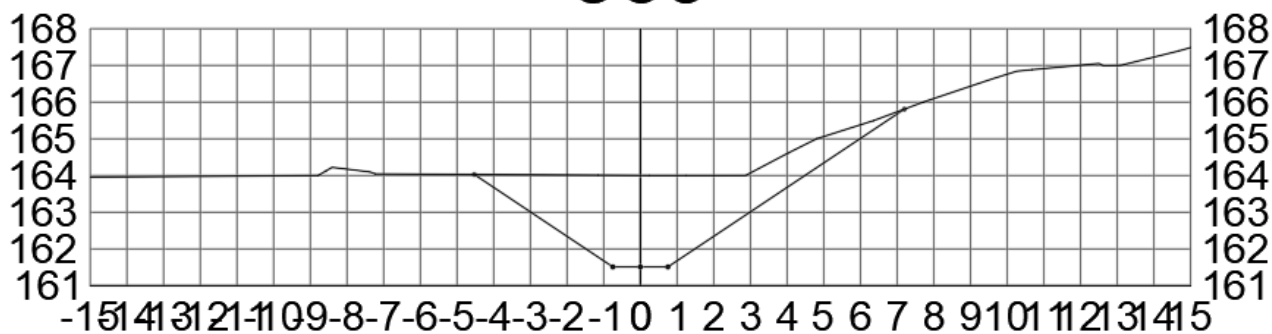


280

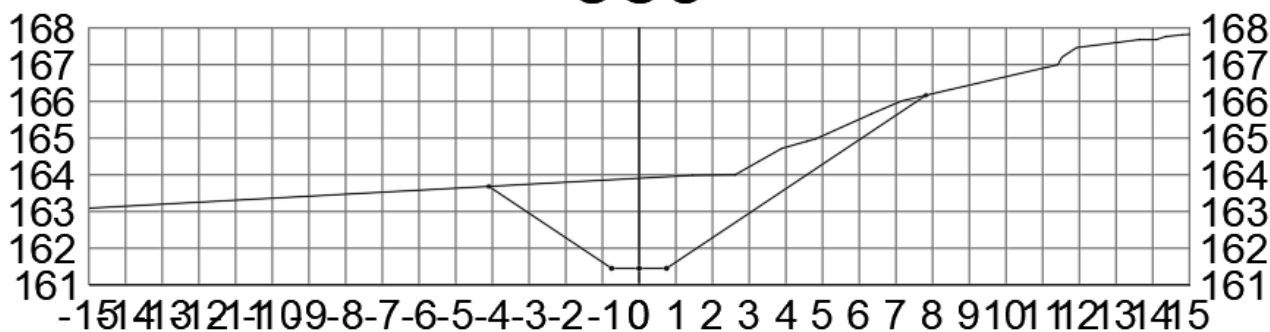


300**320****340**

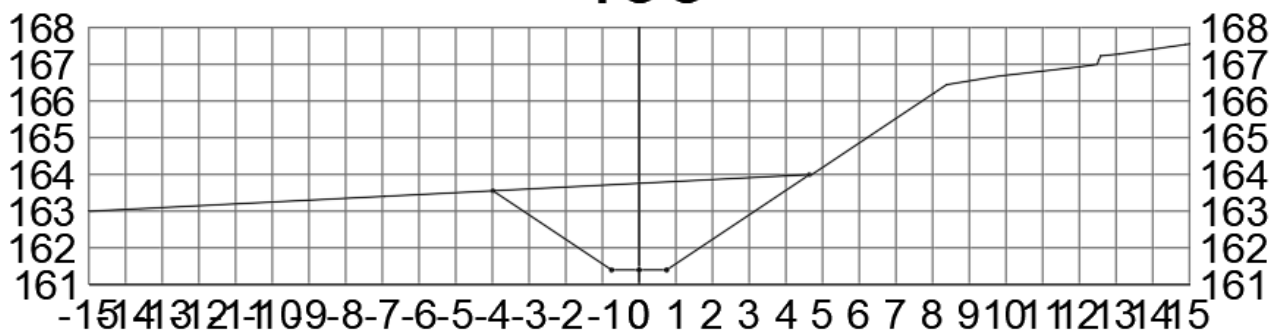
360



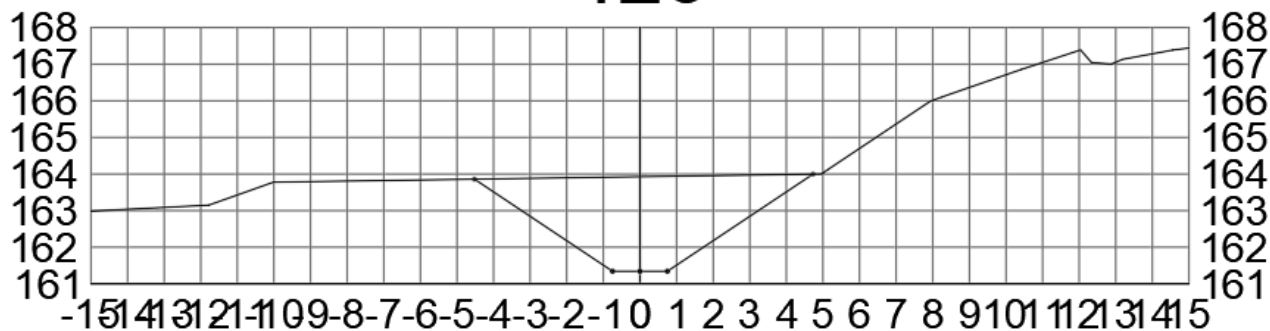
380



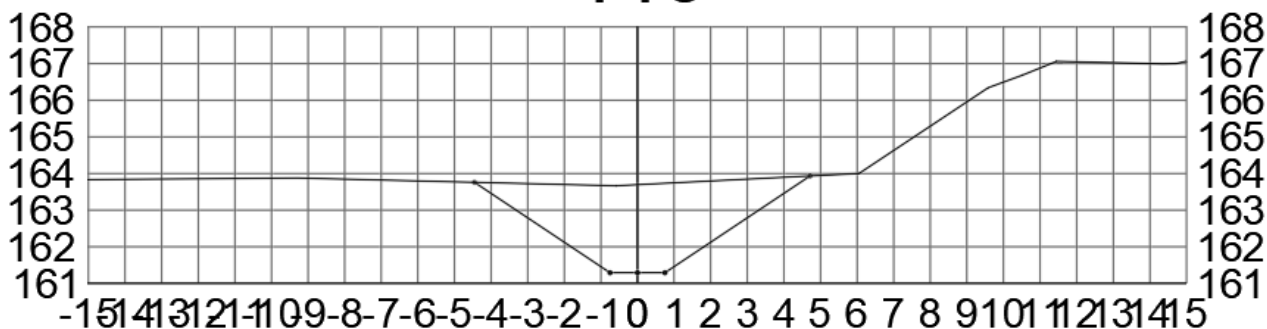
400



420



440



460

