

Oppdragsgiver: **Byggmester Tommy Jensen AS**

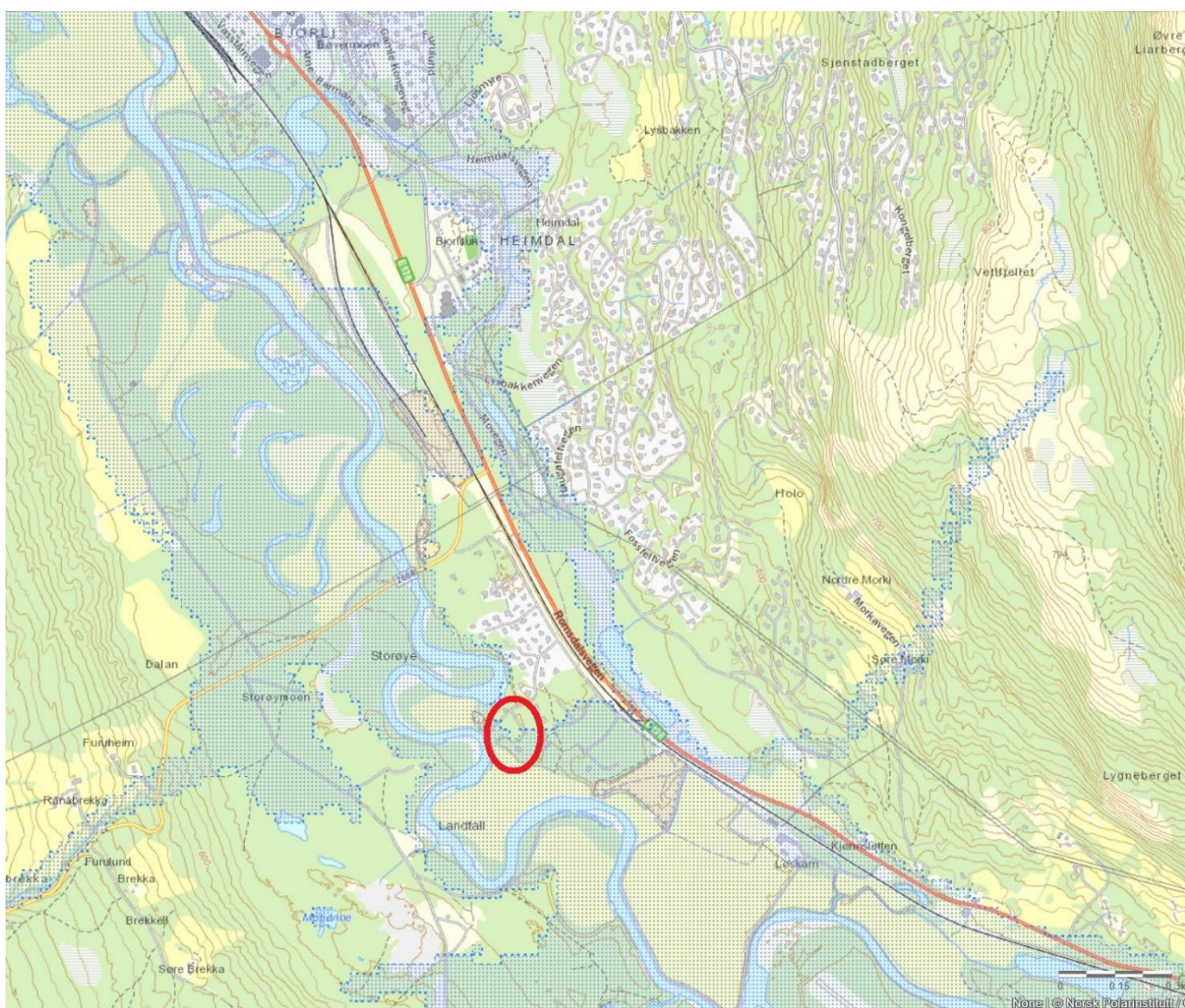
Oppdragsnr.: **5200133** Dokumentnr.: **01**

Til: Byggmester Tommy Jensen AS

Fra: Steinar Myrabø og Kuganesan Sivasubramaniam

Dato: 2020-03-31

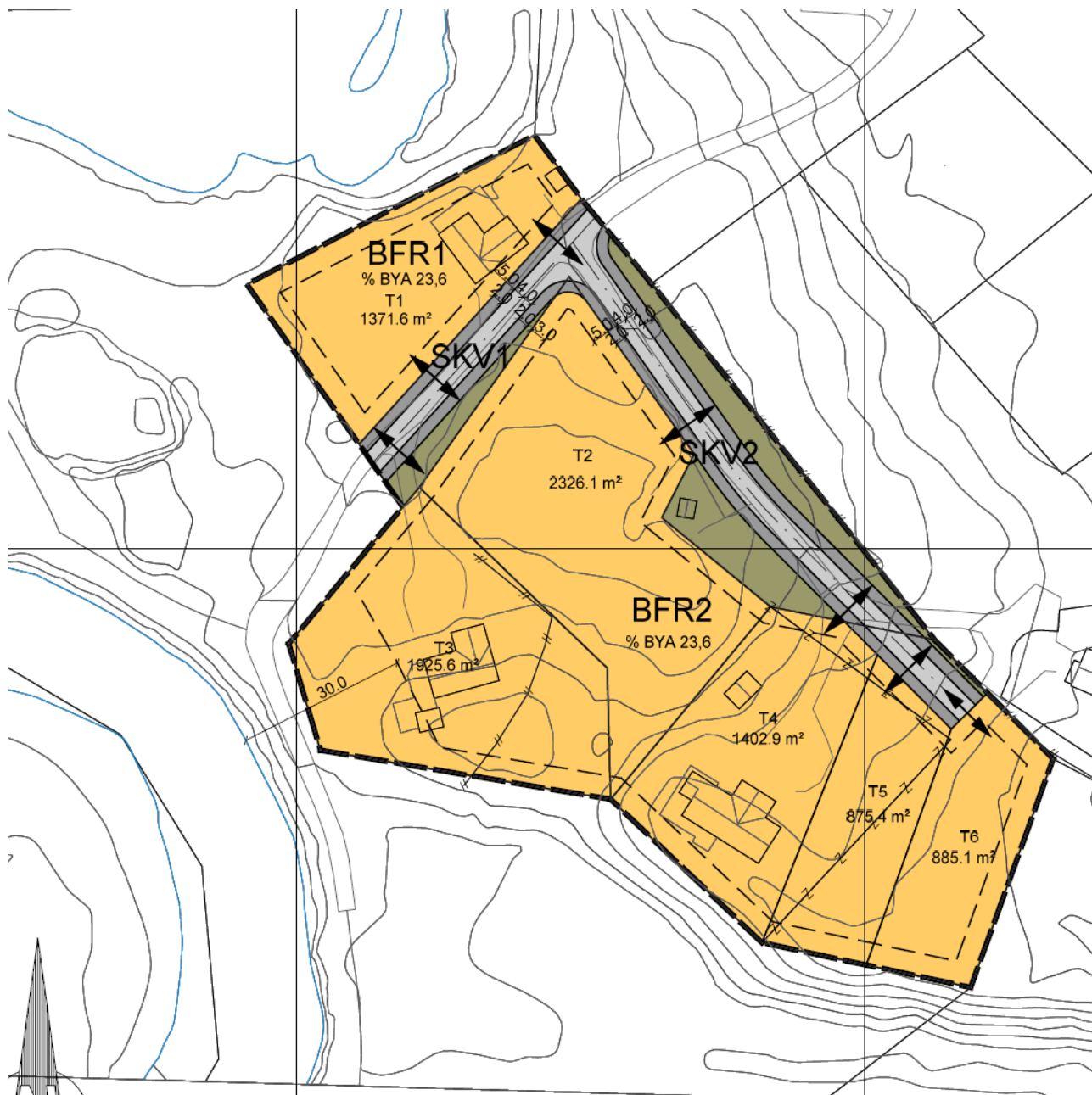
► Flomvurdering Løskam



Figur 1: Oversiktskart for planområdet (markert med rød ring), der blå skravur viser NVE's aktsomhetssone for flom.

Problemstilling

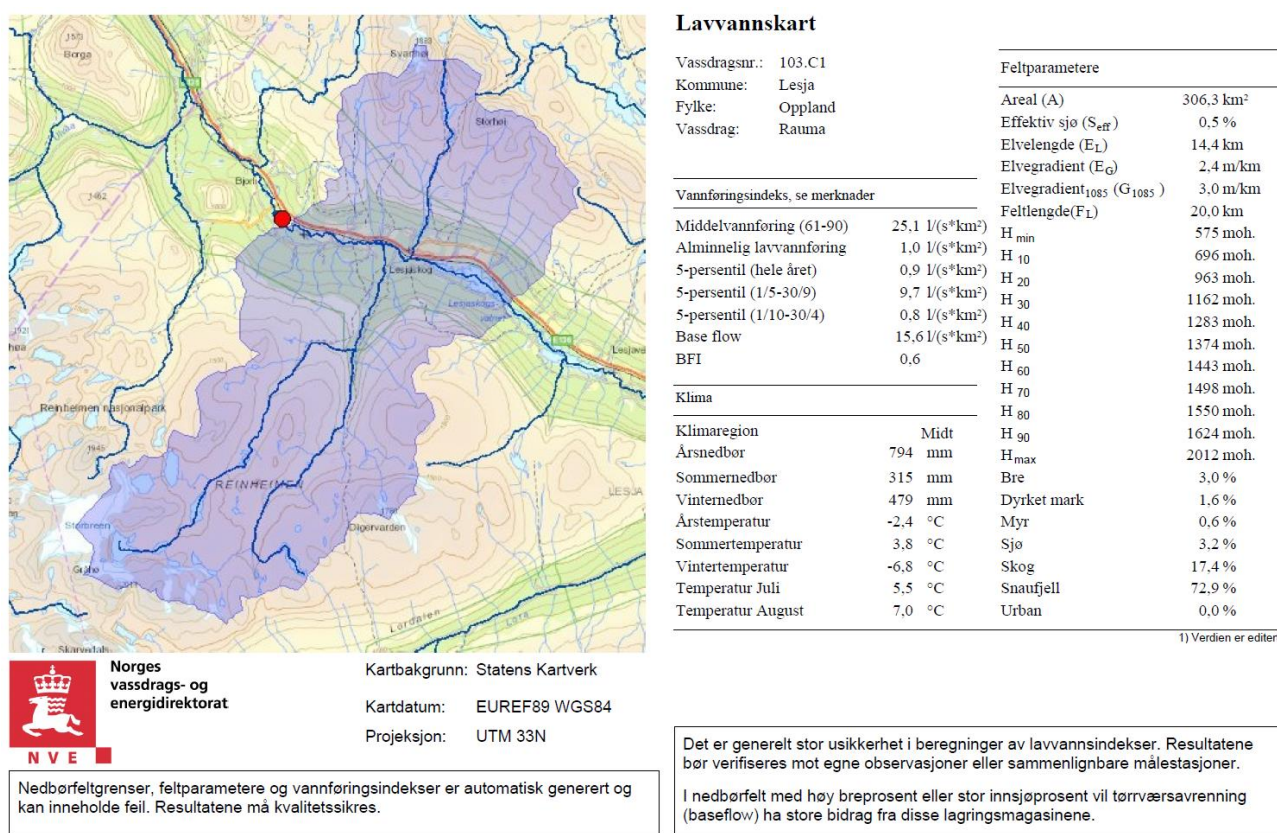
Mye av planområdet til et hyttefelt på Løskam, på Bjorli ved elva Rauma, ligger innenfor NVE's aktsomhetssone for flom (se Figur 1 – 2). Da må det først gjøres en flomberegning av vannføringen i elva ved planområdet og deretter en vannlinjeberegning for å finne høydenivået som er sikkert i forhold til en 200 års flom.



Figur 2: Plankart for detaljregulering av hytteområde på Løskam ved elva Rauma på Bjorli.

Feltbeskrivelse

Vassdraget Rauma ovenfor Bjorli ligger i Lesja kommune og drenerer ut fra Lesjaskogsvatn og fra sideelvene mot sør og nord. Lesjaskogsvatn ligger på vannskillet og har to utløp. Hvor stor andel av Lesjaskogsvatn som drenerer mot Rauma i forhold til mot Gudbrandsdalslågen er vanskelig å vite, så her er feltgrensene valgt ut fra det som NVE's analyseprogram NEVINA angir. Nedbørfeltet blir da litt over 300 km². Middeltilsig for 1961-1990 ligger på ca. 25 l/s/km². Høyden i nedbørfeltet fordeler seg mellom 575 og 2012 moh med medianhøyde 1374 moh. Alle feltparametrene sees i Figur 3.

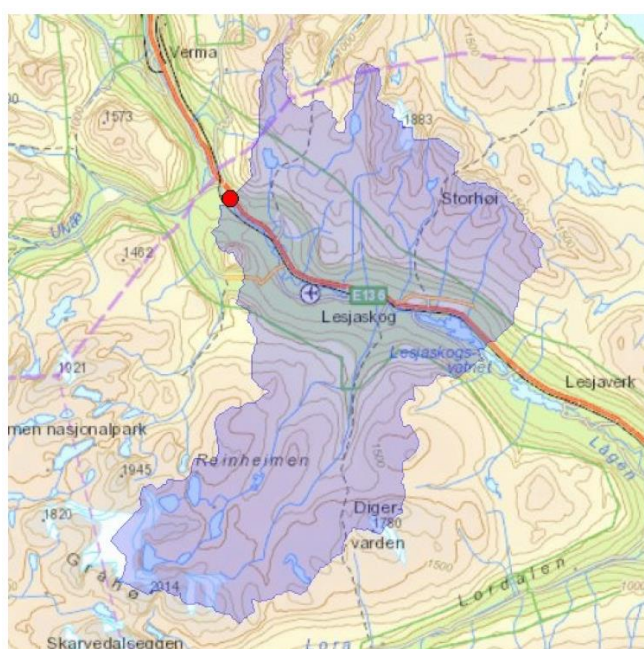


Figur 3: Nedbør-/avrenningsfeltet til Rauma ved Løskam; fra bruk av programmet NEVINA.

Flomberegninger

Dimensjoneringsgrunnlag

Det foreligger måledata for ulike tidsperioder fra vannføringsstasjonen 103.3.0 Stuguflåten (se Figur 4 og 5), som bare ligger et lite stykke lenger ned i vassdraget. Målestasjonen har samlet over 50 år med registrerte flomdata, der de største års flommene er benyttet til flomfrekvensanalyser. For å anslå flomverdiene i Rauma ved Løskam så nedskaleres en resultatene fra Stuguflåten.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 103.C21
Kommune: Lesja
Fylke: Oppland
Vassdrag: Rauma

Feltparametere

Areal (A)	378,2 km ²
Effektiv sjo (S_{eff})	0,3 %
Elvelengde (E_L)	22,4 km
Elvegradient (E_G)	4,0 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G_{1085})	2,1 m/km
Feltlengde (F_L)	24,3 km

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	27,6 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	1,2 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	1,1 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	10,1 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	0,9 l/(s*km ²)
Base flow	16,0 l/(s*km ²)
BFI	0,6

Klima

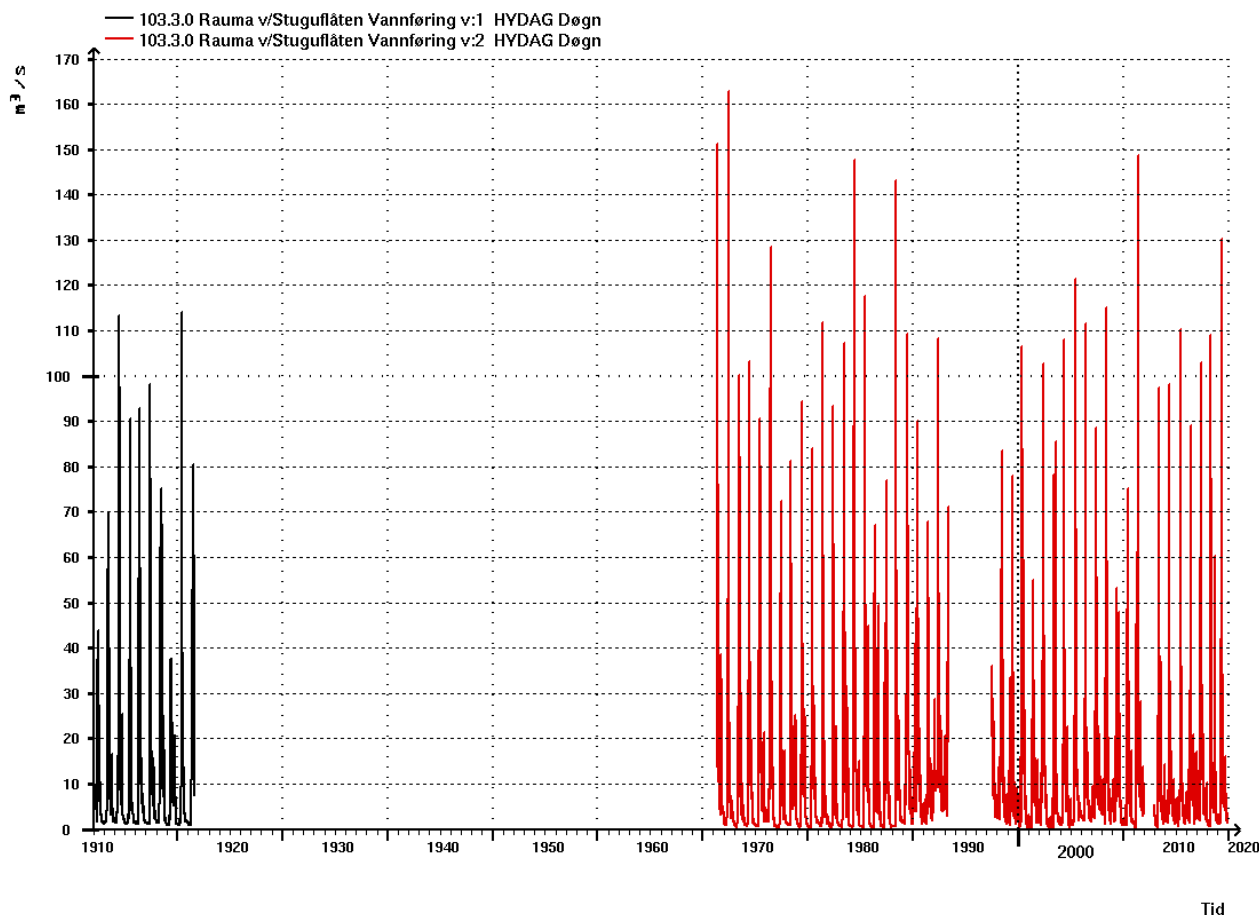
Klimaregion	Midt	H _{min}	520 moh.
Årsnedbør	786 mm	H ₁₀	661 moh.
Sommerbør	308 mm	H ₂₀	874 moh.
Vinterbør	478 mm	H ₃₀	1091 moh.
Årstemperatur	-2,1 °C	H ₄₀	1236 moh.
Sommertemperatur	3,9 °C	H ₅₀	1321 moh.
Vintertemperatur	-6,4 °C	H ₆₀	1401 moh.
Temperatur Juli	5,6 °C	H ₇₀	1476 moh.
Temperatur August	7,1 °C	H ₈₀	1534 moh.
		H ₉₀	1609 moh.
		H _{max}	2012 moh.
		Bre	2,4 %
		Dyrket mark	2,0 %
		Myr	0,7 %
		Sjø	3,2 %
		Skog	19,3 %
		Snau fjell	70,6 %
		Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

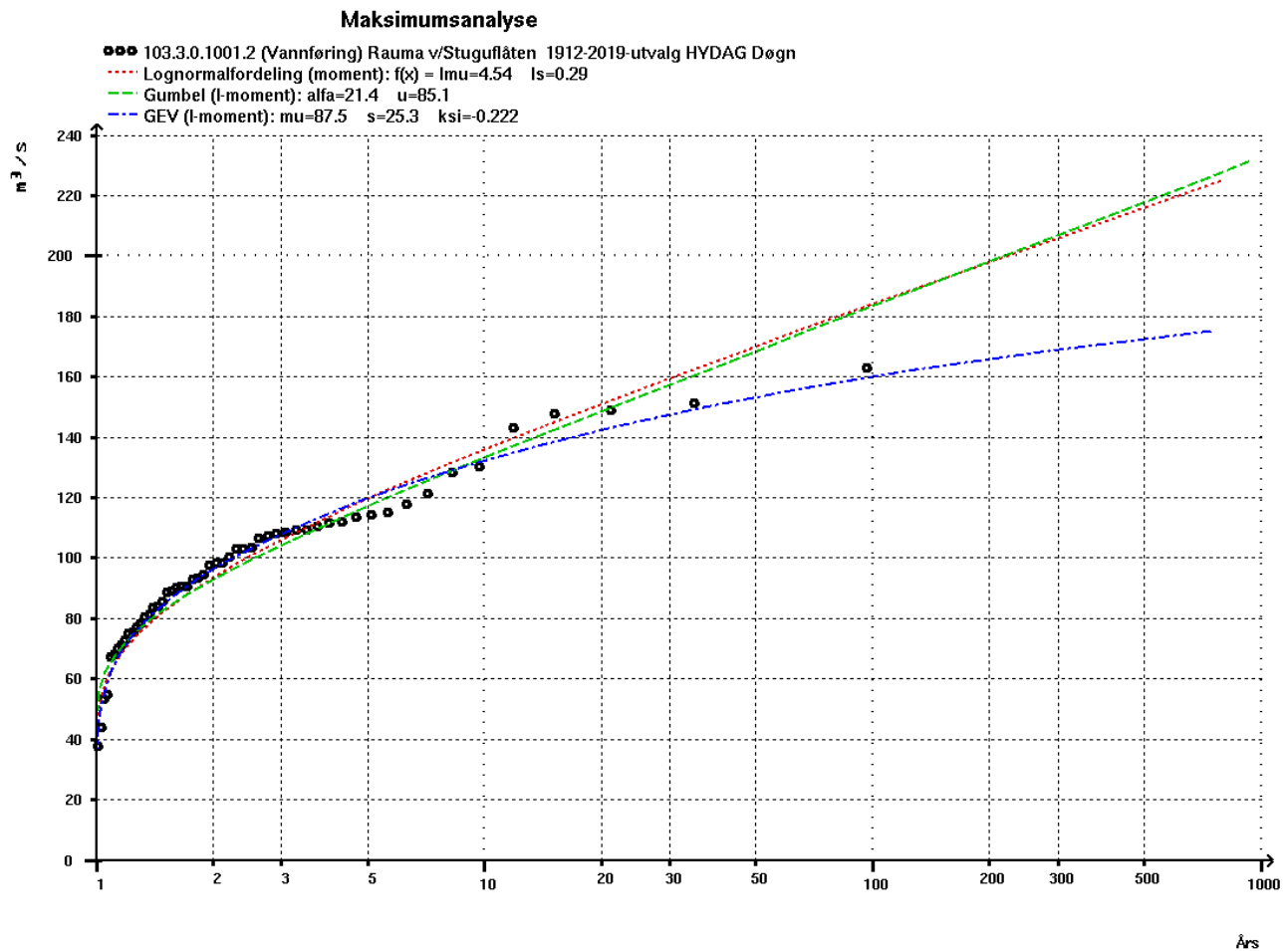
Figur 4: Nedbør-/avrenningsfeltet til Rauma ved vannføringsstasjonen 103.3.0 Stuguflåten; fra bruk av programmet NEVINA.



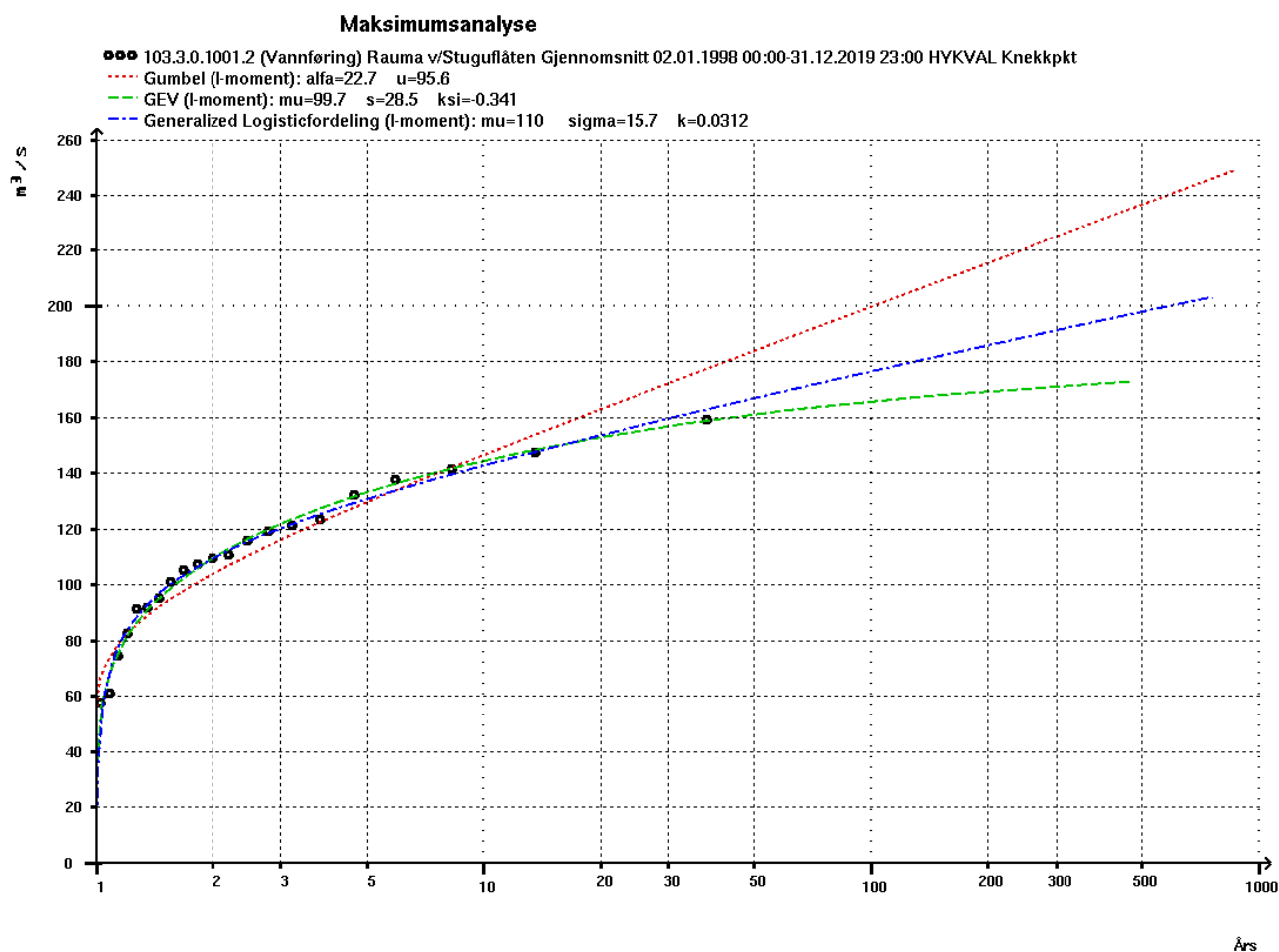
Figur 5: Vannføringsregistreringer fra målestasjonen 103.3.0 Stuguflåten.

Flomfrekvensanalyser

Beregningene er basert på bruk av NVEs programvare for flomfrekvensanalyse i DAGUT ved bruk av Gumbel (EV1), General Extreme Value (GEV) og Generalized Logistic fordelingene. Døgndataene fra 1912 til 2020 ble først benyttet i analysen. GEV-fordelingen er valgt her, da de to andre er urealistiske for høye flomverdier. Resultatet i figur 6 viser at 200 års flomverdi for døgndata er estimert til 166 m³/s. Fra 1998 ble det registrert knekkpunktverdier ved målestasjonen. Ved bruk av NVEs programvare for flomfrekvensanalyse i FINUT, med bruk av de samme fordelingene, ble resultatet med GEV-fordelingen 170 m³/s (se Figur 7). Denne analysen er noe mer usikker, da en bare har ca. 20 år med registrerte data. Den høyeste flomverdien på 163 m³/s i 1972 var døgnverdi. For den store skadeflommen i Gudbrandsdalen i 2011 var døgnverdien 149 m³/s, mens knekkpunktverdien var 159 m³/s. Her er knekkpunktverdien ca. 1,07 høyere enn døgnverdien. Hvis en justerer opp verdien i 1972 med tilsvarende så blir verdien ca. 174 m³/s. Når en tar hensyn til at den i analysene er estimert til en 100 års flom, så kan en ut fra vekstkurven anslå at 200 års kulminasjonsflommen ligger i nærheten av 180 m³/s.



Figur 6: Flomfrekvensanalyse for dataene fra målestasjonen 103.3.0 Stuguflåten.



Figur 7: Flomfrekvensanalyse for dataene med finoppløsning (knekkpunkt) fra målestasjonen 103.3.0 Stuguflåten.

På bakgrunn av alle usikkerhetene, så ble resultatet av 200 års kulminasjonsflomverdien anslått til 180 m³/s, som vist i tabell 1. Ved skalering anslås verdien for 200 års flom ved Løskam til i størrelsesorden 145 m³/s. Med klimapåslag blir resultatet ca. 175 m³/s, som tilsvarer 572 l/s/km².

Tabell 1: Resultat av flomberegningene; 200-års vannføringer i m³/s.

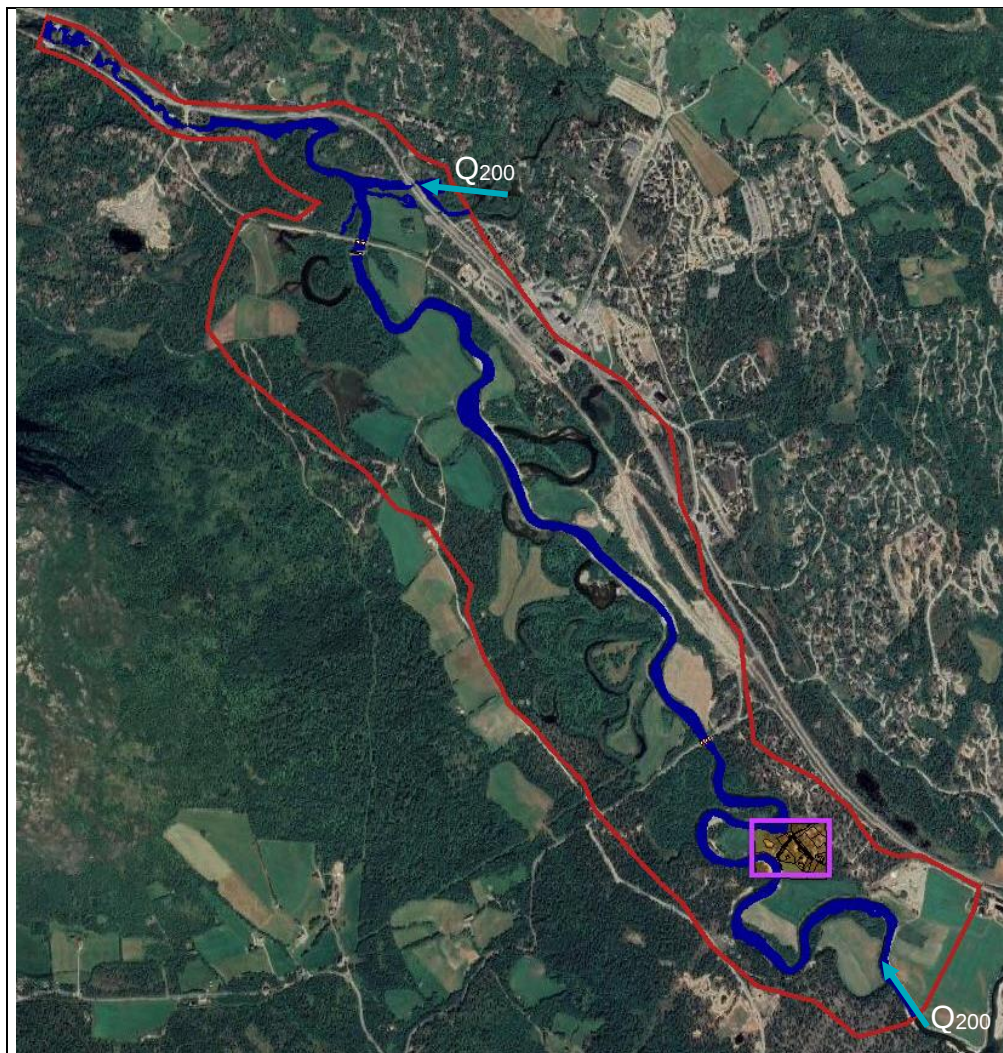
	Rauma ved Stuguflåten	Rauma ved Løskam
Q ₂₀₀	180	145
Q ₂₀₀ inkl. 20% klimapåslag	216	175

Beregning av 200-års vannstand

200-års vannstand ved Løskam på Bjorli er beregnet ved hjelp av en 2-dimensjonal hydraulisk modell laget i dataprogrammet HEC-RAS. Modellen beregner vannets strømning i 2 dimensjoner, der resultatet er beregnet vannhastighet, og vannivå for et definert beregningsgrid (celler i et beregningsmesh). Ved å benytte en 2D-modell får vi en bedre representasjon av hvordan vannet vil bre seg utover flomsletten enn ved å benytte en 1D-modell.

Terrengmodell

Grunnlaget for modellen er laserdata over området fra 2013 (Nord-Gudbrandsdalen 2013) hvor nøyaktigheten / tettheten er 5 pkt. per kvadratmeter [5]. Høydene i modellen refererer til høydedatum NN1954. Kartgrunnlaget for utbyggingsområdet er FKB-data oversendt fra oppdragsgiver. I Figur 8 er beregningsstrekningen og utbyggingsområdet vist. Modellen er satt opp for Løskam fra like nedstrøms Bjorli flyplass og er avsluttet før Rauma renner ut mot Kvernhusfossen. Gridstørrelsen i modellen er satt til 4x4 meter i elven og områdene tett på. Områder med mindre krav til stor nøyaktighet har gridstørrelse på 8x8 meter.



Figur 8: Kartutsnitt over modellert område. Utbyggingsområdet er markert med lilla.

Grensebetingelser

2D-modellen er satt opp med en øvre og nedre grensebetingelse hvor oppstrøms grensebetingelse er flomvannføring inn på beregningsstrekningen, og satt til 200-årsflom uten og med klimapåslag som utregnet ovenfor. Ca. 4,0 km nedstrøms utbyggingsområde får Rauma bidrag fra sidebekken, Bøvre. Flomvannføringen ved Bøvre (feltareal ca. 50 km²) er beregnet ved arealskalering; se Tabell 2.

Tabell 2: 200-års vannføringer

	Ved Rauma	Bidrag fra Bøvre
Q ₂₀₀	145	24
Q ₂₀₀ inkl. 20% klimapåslag	175	29

Terrengmodellen er beregnet på grunnlag av en kartlegging der det er en viss vannføring i elva. Skanningen var utført i perioden fra 19.05.2013 til 10.09.2013 [2]. I denne perioden varierte vannføringen i Rauma, og i gjennomsnitt var den 15 m³/s. I modellberegningen er dette fratrasket oppgitte flomvannføringer. Dette vil være noe konservativt, da friksjonen fra elvebunnen gradvis vil reduseres ved større vannføring. Vi har lagt til grunn vannføringer for oppstrøms og intern grensebetingelse som vist i Tabell 2, og markert i Figur 8. Legg merke til at vannføringen i Rauma og i Bøvre i realiteten ikke vil kulminere på samme tidspunkt (Bøvre kulminerer tidligere). Det er derfor vurdert rimelig å anta samme spesifikke vannføring i Bøvre som i Rauma.

Nedstrøms grensebetingelse er satt til normaldybde, og er plassert like nedstrøms et parti der elva faller 3-4 m over en strekning på ca. 100 m (jf. Figur 8). For å oppnå denne nedstrøms grensebetingelsen er modellen forlenget mot nedstrøms.

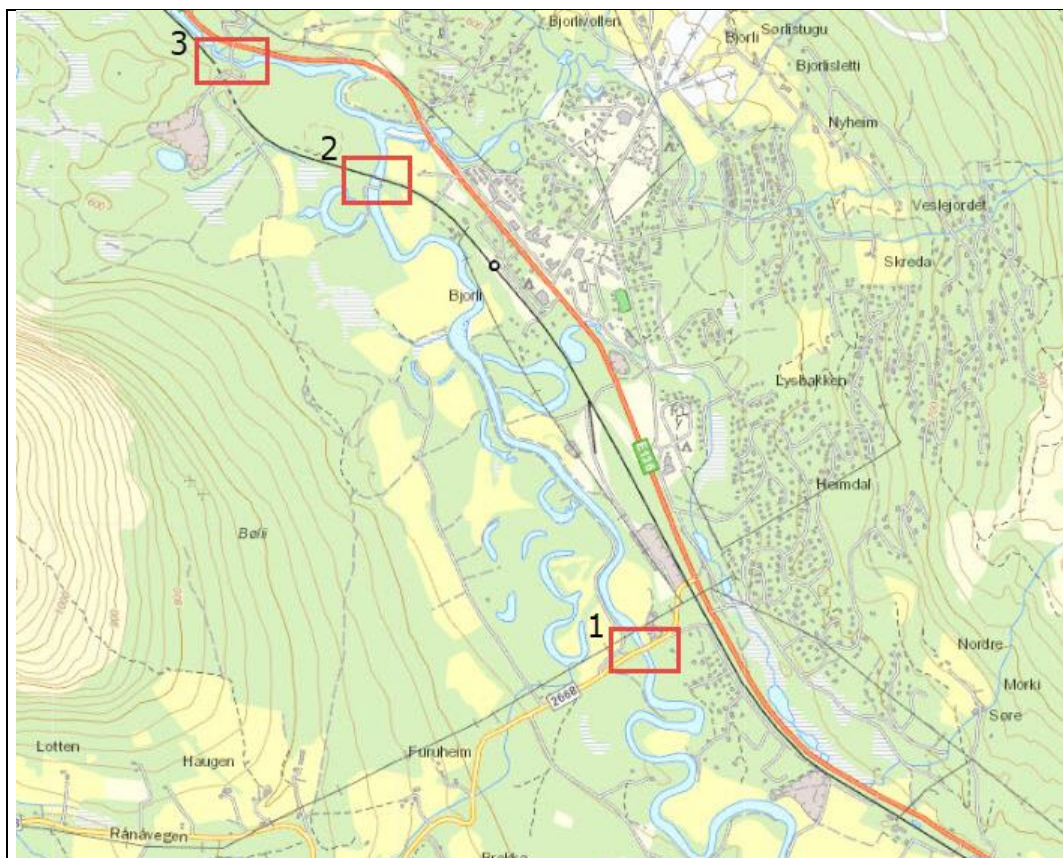
Det er ikke utført befaringsområde, så friksjonsforholdene er vurdert ut fra kart og bilder, samt erfaringstall fra litteratur knyttet til forskjellig arealbruk og utforming av elven. Modellert strekning består i hovedsak av skog og åpen fastmark. Det ser ikke ut til at elveløpet inneholder noe stein med særlig størrelse, men at det heller består av mer finkornede løsmasser. Friksjonsfaktoren for beregningsstrekningen er basert på Manningstall (n). I elveløpet er Manningstallet satt til 0,027, og ellers 0,05.

Infrastruktur i modellen

På beregningsstrekningen krysser elva under infrastruktur, og langs Rauma er det 4 bruer/kulverter i forbindelse med veger og jernbane. Bruene er markert på kart i Figur 9. Det er noe høydeforskjell fra prosjektområdet og nedover mot første bru (1,2 km nedstrøms utbyggingsområdet), men deretter relativt flatt ned mot jernbanebrua (3,8 km nedstrøms utbyggingsområdet). Ca. 40 meter oppstrøms jernbanebrua ligger ei gangbru. Jernbanebrua ligger nedenfor noen mindre stryk. Brua over Rånavegen (Bru 1, se Tabell 3) er innmålt av oppdragsgiver, og et notat med bilde og innmålinger av brua ligger vedlagt (vedlegg 1). Bruene nedstrøms Rånåbrua er basert på terrengmodellen. Modellen er kjørt med Rånåbrua, men uten brodekket på de andre broene. Som følge av avstanden til de nedstrøms broene, samt den store flomsletten, er dette ventet å ha neglisjerbar betydning for beregnede vannstander ved Løskam.

Tabell 3: Dimensjoner av infrastruktur i modellen

	Rånåbrua
Bredde B (m) (Mellom brukar inkl. 1,5m pilar)	37,0
Høyde, H (m) (til underkant brudrager)	4,5
Lengde Bru (m)	12,1
Bunnivå innløp (m o.h.)	570,31
Bunnivå utløp (m o.h.)	570,25
Mannings koeff., n	0,027



Figur 9: Oversiktskart med markering av bruer

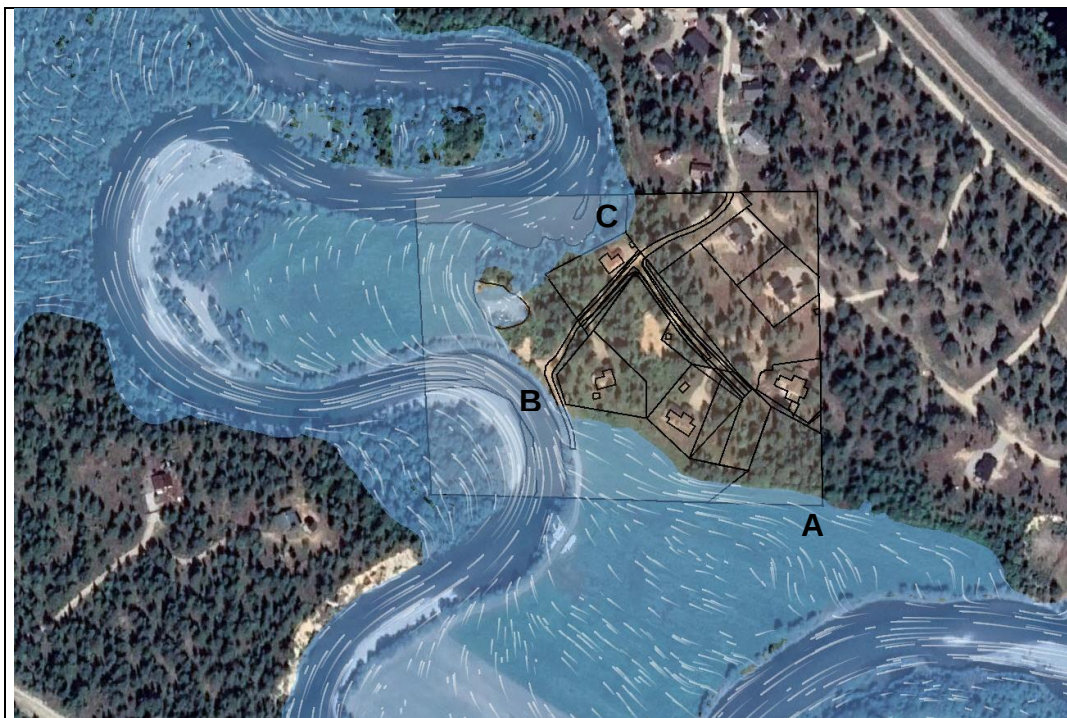
Resultat

Flomsonekart som viser flomutbredelse langs Rauma i utbyggingsområdet, ligger vedlagt (Vedlegg 2 og 3). Flomutbredelsen er vurdert for flom med gjentaksintervall på 200 år, samt 200 år i et fremtidig klima (200-årsflom inkludert 20 % klimapåslag). Tabell 4 viser beregnet vannstand ved 200-årsflom uten og med 20 % klimapåslag ved tre referansepunkter i utbyggingsområdet som vist i Figur 10 og Figur 11.

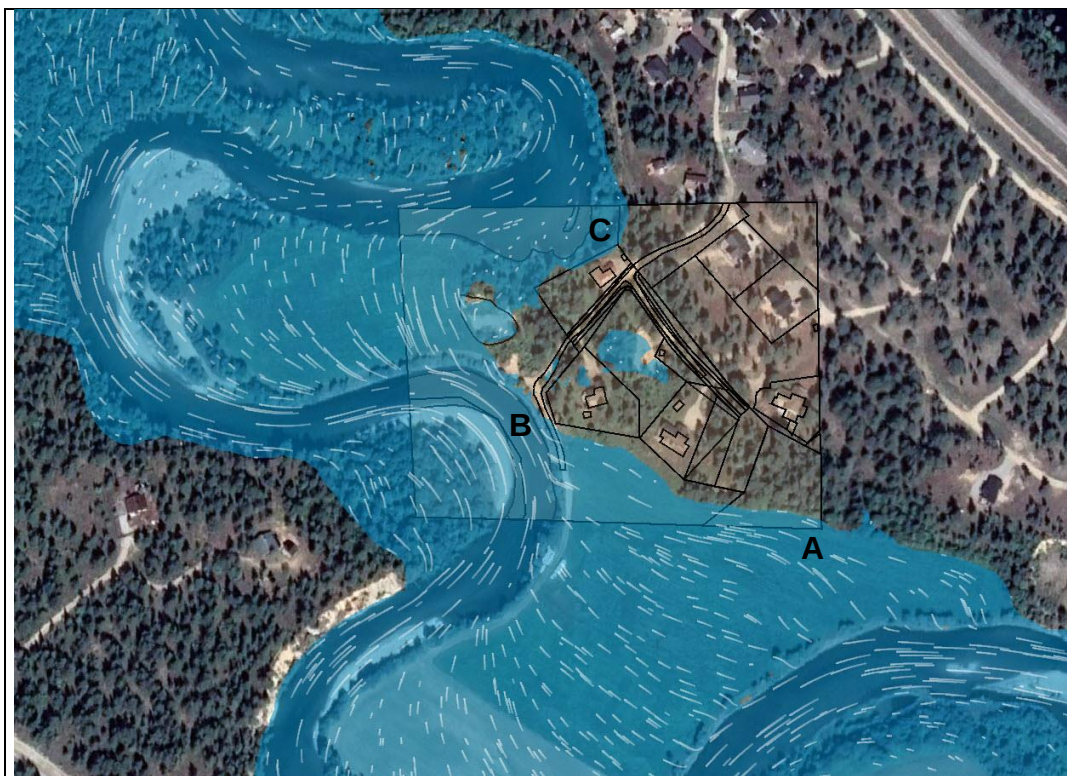
Figur 11 antyder at ved 200-årsflom i et fremtidig klima (200-årsflom inkludert 20 % klimapåslag) vil det kunne komme noe vann i terrenget, selv om vannføringen er neglisjerbar (Figur 11). En mindre heving av veien i dette området vil forhindre vann i terrenget.

Tabell 4: Beregnet 200-års vannstand ved utbyggingsområdet.

	Beregnet vannstand (m o.h.) (NN1954)		
	A	B	C
Q ₂₀₀	574,13	573,88	573,52
Q ₂₀₀ inkl. 20% klimapåslag	574,32	574,04	573,69



Figur 10: 200-års flomutbredelse i Rauma ved Løskam utbyggingsområde.



Figur 11: 200-års inkl. 20% klimapåslag flomutbredelse i Rauma ved Løskam utbyggingsområde.

Diskusjon og vurdering av resultat

Terrengmodellen som vannlinjemodellen er basert på, er laget med punktoppmåling registrert fra fly, og terrenget forutsettes å være slik som på befaringen. Erosjon etter scanningstidspunktet eller under en flomhendelse er ikke tatt høyde for. Punktoppmåling fra fly har i utgangspunktet høy nøyaktighet, men nøyaktigheten reduseres i områder med skog og der vanndybden er stor. Mer detaljert terrenggrunnlag vil kunne øke nøyaktigheten i beregningene.

Kulverten over Rånåvegen er innmålt av kunde, men har ikke nøyaktig høyde i bunn. I modellen er nå høyden lagt inn ut fra laserinnmålte terrengdata for bruene. Videre er ingen informasjon tilgjengelig for de nedstrøms bruene. I modellen er det antatt dimensjoner for de nedstrøms bruene basert på laserskanningen. Modellsimuleringen viser at nedstrøms brokryssinger har liten effekt på flomvannstand ved utbyggingsområdet. I beregningene er det forutsatt at alle bruene er åpne (ikke tilstoppet), og bildet fra Rånåbrua viser god lysåpning og liten sannsynlighet for tilstopping av trær her. Høy vannstand som følge av isgang er ikke vurdert. Eventuell tilstopping av bruene vil føre til høyere vannstand og større flomutbredelse sammenlignet med det flomsonekartene viser.

Referanser

[1] <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>

Vedlegg

1. Oppmålinger på Rånåbrua
2. Flomsonekart 200-årsflom for Løskam, Bjorli
3. Flomsonekart 200-årsflom inkl. klimapåslag for Løskam, Bjorli

B01	2020-03-31	Flomvurdering Løskam	Kuganesan Sivasubramaniam og Steinar Myrabø	Jon Olav Stranden	Steinar Myrabø
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.