

► Øyrabekken - flomvurdering

Sammendrag/konklusjon

Norconsult AS er engasjert av Kvam Herad for å gjøre en flomvurdering av den nedre strekningen av Øyrabekken som ligger i Øystese, Vestland fylke. Vurderingen dekker nedre ca. 300 m av Øyrabekken, fra omtrent der bekken svinger østover ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger, og videre ned til utløp i Hardangerfjorden. Den nederste delen av bekken, en strekning på omtrent 200 m, renner i lukket rør (Ø800 mm).

Det er utarbeidet flomsonekart for 20-, 200- og 1000-årsflommen i et endret klima i år 2100. Små og bratte nedbørfelt er spesielt sårbare for økninger i intensiv nedbør. NVE anbefaler derfor at en legger til grunn minimum 20 % økning i flomvannføringene, for alle nedbørfelt som er mindre enn 100 km² samt større nedbørfelt som reagerer raskt på intensiv nedbør, fram mot år 2100. Det velges imidlertid å benytte en høyere verdi på 30 %, siden terrenget i nedbørfeltet til Øyrabekken er meget bratt og feltet vil reagere raskt på nedbør.

Alle topografiske data er oppgitt i UTM-sone 32 og høydereferanse NN2000. Grunnlaget for flomsonekartene er terrengmodell, oppmåling av lengdeprofil og representative tverrsnitt langs den aktuelle strekningen, flomberegninger, vannlinjeberegninger og kartanalyser.

Den hydrauliske modellen har aktuell vannstand for 1-års stormflo (med klimapåslag) i Hardangerfjorden som nedre grensebetingelse. Øvre grensebetingelse er aktuell vannføring for de ulike gjentakintervallene.

Nedbørfeltet til Øyrabekken dekker et område på 0,61 km² som består i hovedsak av skog (66%), jordbruk (18%), bebyggelse og samferdsel (11%) og åpen fastmark (4%). Høyeste punkt i nedbørfeltet er rundt 294 moh. (Hellestveitåsen) og laveste punkt er ca. 6 moh.

Endelige tall for beregnet vannføring i Øyrabekken er oppsummert i tabellen nedenfor.

Endelig flomvannføring (kulminasjonsvannføring) for Øyrabekken

Returperiode (år)	Vannføring (m ³ /s)	Vannføring inkl. 30 % klimapåslag (m ³ /s)
20	1,3	1,7
200	2,2	2,9
1000	2,7	3,5

Følgende simuleringer/situasjoner er satt opp og vurdert i modellen:

1. Dagens situasjon, uten tilstopping ved innløp til OV røret
2. Dagens situasjon, med 100 % tilstopping ved innløp til OV røret
3. Situasjon med flomvoll ovenfor omsorgsboliger og 100% tilstopping ved innløp til OV røret

Alle situasjonene er vurdert for 20-, 200- og 1000-årsflom inkludert klimapåslag.

Øyrabekken er en relativt liten bekk med lite nedbørfelt som responderer raskt på nedbør og den hydrauliske modellen viser oversvømmelse allerede ved en 20-årsflom. Flomproblemene oppstår grunnet utilstrekkelig

kapasitet i bekken og i overvannsrøret (Ø800 mm) som Øyrabekken renner inn i. Flomsonene påvirker Mikkjelsflaten omsorgsboliger og et større bebygget område øst for Mikkjelsflaten, inkludert Hardangerfjordvegen (Fv 79). Det påpekes at utførte simuleringer ikke klarer å ta hensyn til erosjon som kan forekomme under flom. Under store flomhendelser kan erosjon være omfattende, og det vil alltid være en risiko for at eiendommer eller bygninger tett på bratte vassdrag blir berørt.

I samråd med kommunen er det bestemt at den dimensjonerende flomsonen for Øyrabekken, til bruk i arbeid ifm. reguleringsplan, bør være situasjonen med 100 % tilstopping av innløpet til overvannsrøret (situasjon 2). Dette er begrunnet med stor sannsynlighet for at bekkeinntaket går tett eller at inntaket ikke har tilstrekkelig kapasitet og dette utgjør dermed en fare som må tas hensyn til i plan- og byggesaker.

Utført vurdering av usikkerhet tilsier at vannføringen bør økes med 40% for å ta hensyn til usikkerheten i flomberegningen og modelleringen. Dette er vurdert i den hydrauliske modellen til å resultere i et vertikalt sikkerhetspåslag på 0,20-0,25 m. Det påpekes at modellresultatene (flomsonene) som er vist ikke inkluderer det vertikale sikkerhetspåslaget og dette må vurderes enkeltvis i byggesaker og utarbeidelse av tiltaksutvikling.

Muligheter for flomsikringstiltak er vurdert på skisse-stadiet og innebærer forhøyning av terrenget ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger (flomvoll) og gjenåpning av Øyrabekken gjennom Mikkjelsflaten og Øysteseparken.

J04	2023-11-27	Oppdatert etter kommentarer fra oppdragsgiver	Julsco	DBFos	Julsco
J03	2023-10-26	Oppdatert etter kommentarer fra oppdragsgiver	Maralf/Julsco	DBFos	Julsco
C02	2023-10-10	For gjennomgang hos oppdragsgiver	Maralf/Julsco	DBFos	DBFos
A01	2023-09-20	For intern gjennomgang og fagkontroll	Maralf/Julsco		
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.

1 Innledning

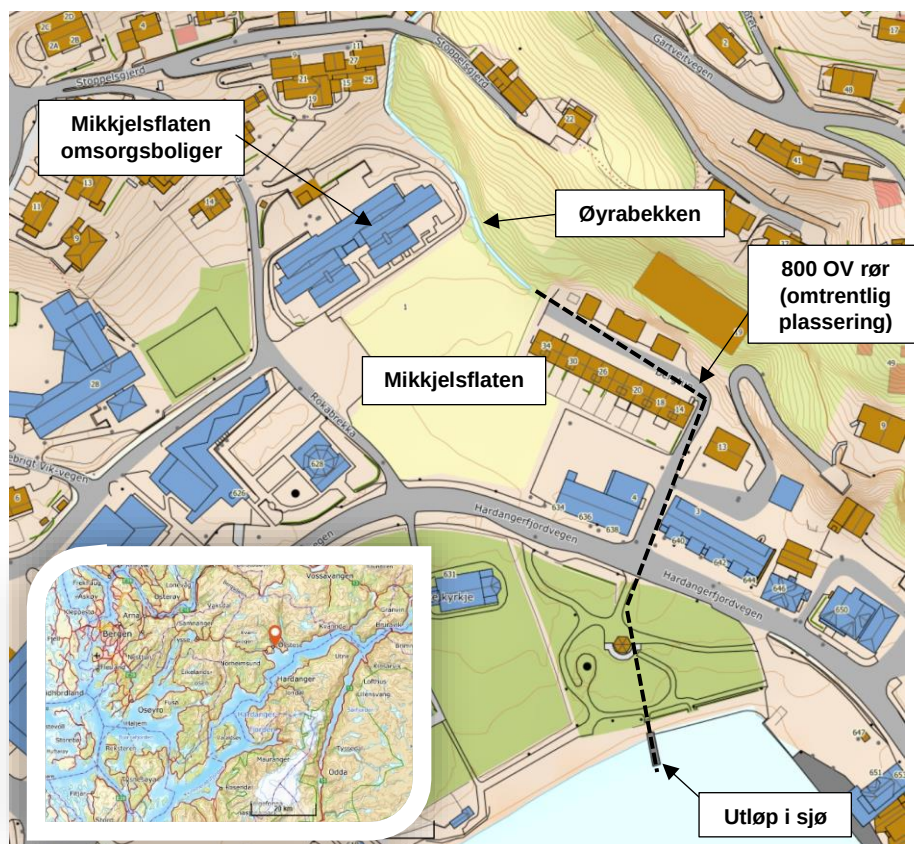
1.1 Beskrivelse av oppdrag

Norconsult AS er engasjert av Kvam Herad for å gjøre en flomvurdering av den nedre strekningen av Øyrabekken som ligger i Øystese, Vestland fylke. Vurderingen dekker nedre ca. 300 m av Øyrabekken, fra omtrent der bekken svinger østover ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger, og videre ned til utløp i Hardangerfjorden, se Figur 1-1. Den nederste delen av bekken, en strekning på omtrent 200 m, renner i lukket rør (Ø800 mm). Flomvurderingen dekker flommer med gjentaksintervaller 20, 200 og 1000 år (pluss klimapåslag).

1.2 Bakgrunn

Kvam Herad jobber for tiden med en områdeplan for Øystese sentrum. Øyrabekken renner øst i planområdet og i forbindelse med planarbeidet har det kommet opp et ønske om å vurdere muligheter for gjenåpning av den nedre strekningen av Øyrabekken, som i dag går i rør. I den forbindelse var det ønskelig å vurdere dagens situasjon i henhold til flomrisiko, og deretter bruke det hydrologiske og hydrauliske grunnlaget til å vurdere mulighetene for bekkeåpningen. Vurdering av bekkeåpningen er beskrevet i en egen rapport, utarbeidet av Norconsult, 'Gjenåpning av Øyrabekken – Vurdering av muligheter og kostnadsestimat' [1].

Øyrabekken, som renner gjennom Skårdalen, er lokalt også kjent som Skårdalsbekken, men det er valgt å bruke navnet Øyrabekken i dette notatet som samsvarer med navnet brukt av kommunen.



Figur 1-1. Oversiktskart over Øyrabekken.

1.3 Formål og omfang

Denne rapporten beskriver flomberegningen og flomsonekartleggingen som har blitt foretatt, inkludert overordnede forslag til flomsikringstiltak basert på resultater fra den hydrauliske modellen.

Grunnlaget fra denne flomvurderingen har også blitt brukt for å vurdere muligheter for gjenåpning av Øyrabekken, og det henvises til rapporten utarbeidet av Norconsult [1] for videre beskrivelser av dette.

1.4 Tilgjengelig informasjon og datagrunnlag

To høydegrunnlag basert på LiDAR data er tilgjengelig for området rundt Øyrabekken, fra flyskanninger utført i 2011 og 2022. Høydegrunnlaget fra 2022 var ikke ferdigstilt og kontrollert av Kartverket da modellen for Øyrabekken ble satt opp (april 2023), så det ble valgt å bruke grunnlaget fra 2011 for å opprette terrengmodellen.

Terrengmodellen ble supplert med oppmålinger av bekken som ble utført av Norconsult i mai 2023. Det ble oppmålt en lengdeprofil langs senterlinjen av bekken i tillegg til fire representative tverrsnitt langsmed bekkeløpet.

Koordinatsystem benyttet i dette prosjektet er UTM32N.

Alle høyder som er lagt til grunn refererer til høydegrunnlaget NN2000 hvis ikke annet er spesifisert.

1.5 Hensyn til sikkerhetsklasser i Byggeteknisk forskrift (TEK 17)

I henhold til Byggeteknisk forskrift (TEK 17) § 7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo, skal nye tiltak plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med bestemte gjentakintervall. Hvilket gjentakintervall som blir dimensjonerende for bygg avgjøres av konsekvensomfanget som skade på bygget vil medføre. En oversikt over sikkerhetsklassene med tilhørende krav til gjentakintervall er vist i punktlisten under.

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

Omsorgsboligen som ligger nord-vest for Mikkjelsflaten er valgt å defineres som et F3 bygg. Norconsult sin forståelse er at alle andre bygg innenfor det aktuelle området er definert som enten kategori F1 eller F2 per dagens situasjon, men fremtidig utvikling av Mikkjelsflaten skal holdes åpen for mulige F3 bygg. Flomfare har derfor blitt utredet for alle gjeldende gjentakintervaller jf. TEK 17; 20-, 200- og 1000-årsflom.

2 Flomberegning

Ulike metoder kan benyttes for beregning av flomverdier i små felt. De mest anvendte er:

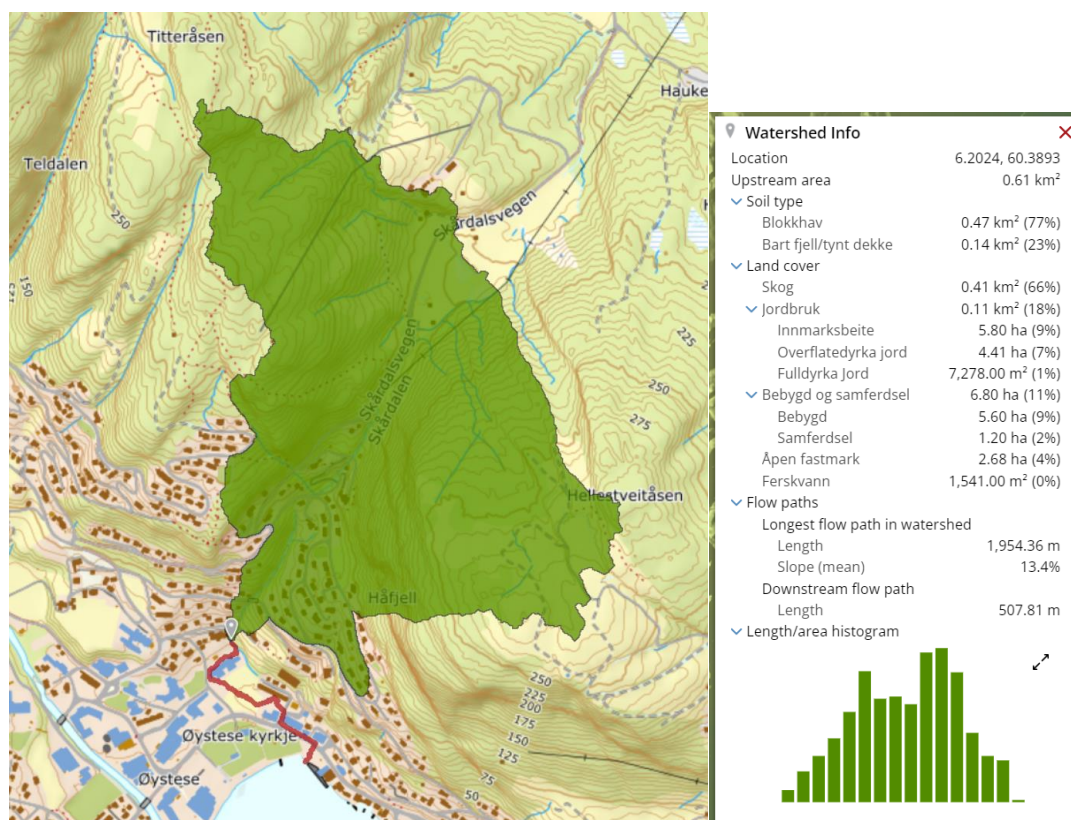
- Naturfare, infrastruktur, flom og skred (NIFS)-formelverk
- Rasjonell metode
- Flomfrekvensanalyse på nærliggende vannføringsstasjoner

Vanligvis beregnes flomverdier ved bruk av to eller flere metoder for å sammenligne og kvalitetssikre resultatene. I denne vurderingen er det benyttet NIFS-formelverk og rasjonell metode.

2.1 Beskrivelse av nedbørfelt og vassdraget

Nedbørfeltet til Øyrabekken er hentet fra SCALGO Live (Figur 2-1) og dekker et område på 0,61 km² som består i hovedsak av skog (66%), jordbruk (18%), bebyggelse og samferdsel (11%) og åpen fastmark (4%). Høyeste punkt i nedbørfeltet er rundt 294 moh. (Hellestveitåsen) og laveste punkt er ca. 6 moh.

Øyrabekken er omtrent 1,1 km lang og renner først bratt nedover Skårdalen før den slakker ut den siste strekningen på ca. 300 m. Bekken går inn rør ved Mikkjelsflaten og renner under Hardangerfjordvegen (Fv79) før den ender i utløp i Hardangerfjorden, på sørsiden av Øysteseparken.



Figur 2-1: Nedbørfeltet til Øyrabekken, hentet fra SCALGO Live

2.2 NIFS-formelverk

Middelflommen for små felt kan beregnes ved bruk av formelverket utarbeidet i forbindelse med NIFS-prosjektet og beskrevet i «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt» [2].

$$Q_M = 18,97 \times Q_N^{0,864} e^{-0,251\sqrt{A_{SE}}}$$

der, Q_M = middelflom, kulminasjonsverdi (m^3/s)

Q_N = midlere avrenning (m^3/s)

A_{SE} = effektiv sjøprosent (%)

Øyrabekken er ikke tilgjengelig i NVE sin karttjeneste NEVINA for å generere midlere avrenning (Q_N) for bekken. Det er derfor valgt å bruke et utsnitt av årsavrenning ($mm/år$) fra NVE Atlas som gir q_N på 2581 $mm/år$ eller 81,8 $l/s \cdot km^2$.

For Øyrabekken får vi en kulminasjonsvannføring for middelflommen på:

$$Q_M = 18,97 \times (12,9 \times 2,84 \div 1000 \text{ l})^{0,864} e^{-0,251\sqrt{0}} = 1,42 \text{ m}^3/s$$

For å regne om middelflommen til flommer for spesifikke gjentakintervall benyttes vekstkurvene fra NIFS [3] som gir følgende for 200-årsflom:

$$\frac{Q_{200}}{Q_M} = 2,5 \rightarrow Q_{200} = 2,5 \times 1,42 = 3,55 \text{ m}^3/s$$

For 1000-års vannføring benyttes det erfaringstall for forhold mellom $Q_{200}/Q_{1000} = 0,82$. Tabell 2-1 oppsummerer de beregnede vannføringene ved bruk av NIFS-formelverk.

Tabell 2-1: Oppsummering av beregnet vannføring for ulike gjentakintervaller ved bruk av NIFS-formelverk

Gj.intervall (T)	Q_T (m^3/s)	q_T ($l/s \cdot km^2$)
20	2,29	3761
200	3,55	5823
1000	4,33	7101

2.3 Rasjonell metode

Den rasjonelle metoden er en forenklet metode for beregning av avrenning direkte fra en IVF-kurve (intensitet-varighet-frekvens), som er basert på observerte nedbørdata. Kulminasjonsvannføring for en returperiode (T) er beregnet med følgende formel:

$$Q_t = C_t i_t A$$

Der C_t er avrenningsfaktor for flom med returperiode T (-), i_t er dimensjonerende nedbørintensitet med returperiode T ($l/s \cdot ha$), A er feltareal (ha) og Q er flomvannføring (m^3/s).

Avrenningsfaktor C_t er avhengig av nedbørfeltets arealtype, der f.eks. tettbygde områder gir høyere avrenning sammenlignet med skog og dyrket mark. For Øyrabekken består nederste del av feltet hovedsakelig av bebyggelse og veier, mens øvre del består av skog- og beiteområder, se flyfoto av nedbørfeltet til Øyrabekken i Figur 2-2.



Figur 2-2: Flybilde fra Scalgo over Øyrabekkens nedbørfelt

Ifølge Høydedata.no har øvre del av bekken en helning på ca. 15 %, som ifølge tabell 13 fra 'Veileder for flomberegninger' [4] gir en avrenningsfaktor for skogsområder på $C_t = 0,20$ og dyrket mark på $C_t = 0,35$. Nedre del av nedbørfeltet har en helning på ca. 30 % som ifølge samme tabell gir en avrenningsfaktor på $C_t = 0,6$ for et moderat tettbygd boligområde. Dette gir en vektet avrenningsfaktor for hele feltet på $C_t = 0,27$.

I tillegg til bruk av en vektet avrenningsfaktor, anbefaler NVE å benytte en korreksjonsfaktor, F_c , som er avhengig av returperiode, se Tabell 2-2.

Tabell 2-2: Korreksjonsfaktor for forskjellige returperioder

Returperiode	F_c	C_T
20	1,1	0,30
200	1,3	0,35

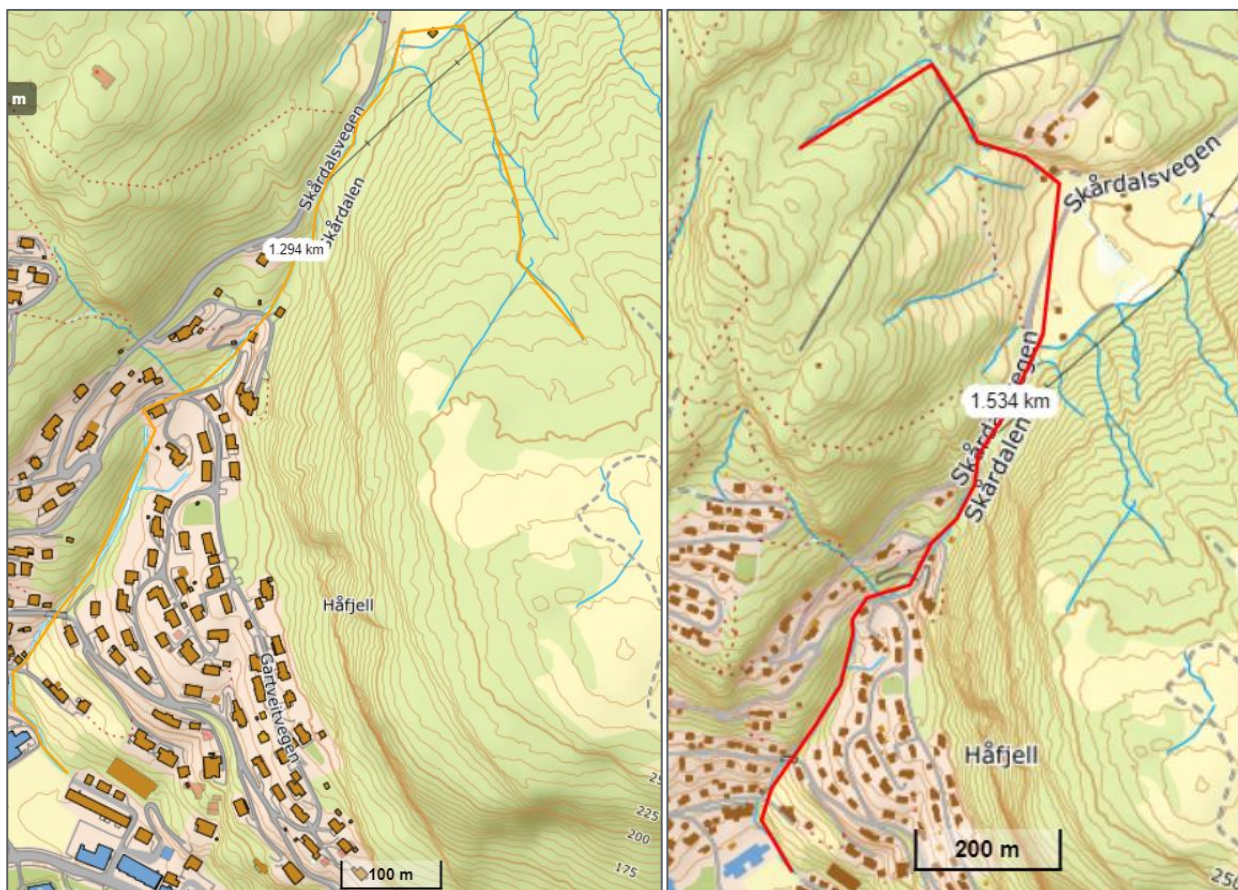
Dimensjonerende nedbørintensitet, i_t , baseres på IVF-kurve for Bergen-Sandsli som er nærmeste nedbørstasjon med god kvalitet, og som vurderes mest representativ for Øyrabekken.

For å estimere konsentrasjonstid, det vil si tiden det tar før nedbøren kulminerer som avløp, benyttes formelen for et naturlig felt:

$$T_c = 0,6 L H^{-0,5} + 3000 A_{se}$$

Der L er feltlengde (m), H er høydeforskjell (m) og A_{se} er effektiv sjøprosent (%).

Det fremkommer fra Scalgo at lengste vannvei, L, er ca. 1955 m. Vannveien er imidlertid ikke godt definert i terrenget i den øvre delen. Det er derfor gjort en sensitivitetsanalyse iht. bruk av kortere vannveier. Dersom vannveien er ca. 25% kortere strekker den seg fortsatt opp i terrenget på både øst- og vest-siden, se henholdsvis venstre og høyre kartutsnitt i Figur 2-3.



Figur 2-3: Feltlengde for øst (venstre figur) og vest (høyre figur) del av nedbørfelt

Høyeste punkt i nedbørfeltet er ca. 300 moh. og lavest punkt er ca. 5 -10 moh. Det gir en konsentrasjonstid på 68,9 minutter og en 25 % kortere vannvei gir konsentrasjonstid på ca. 54 minutter. Det er derfor valgt en gjennomsnittlig konsentrasjonstid på 60 minutter.

Nedbørintensiteter for de forskjellige returperiodene er oppsummert i Tabell 2-3 og flomvannføringerne er oppsummert i Tabell 2-4.

Tabell 2-3: Nedbørintensitet for forskjellige returperioder.

Returperiode	I _c (l/s ha) - 60 minutter
20	69,2
200	103,8

Tabell 2-4: Resultater av flomberegning for forskjellige returperioder

Returperiode (år)	C _t	I _c (l/s ha)	A (ha)	Q (l/s)	Q (m ³ /s)
20	0,30	69,2	61	1 266	1,3
200	0,35	103,8		2 216	2,2
1000					2,7*

*Ettersom IVF-kurven for Sandsli ikke inkluderer data over 200-års gjentaksintervall benyttes erfaringstall for skaleringsfaktor mellom 200-årsflom og 1000-årsflom på $Q_{200}/Q_{1000} = 0,82$.

2.4 Endelig valg av flomstørrelse

Det er generelt god overensstemmelse mellom resultatene for NIFS-formelverk og rasjonell metode, som ga hhv. 3,6 m³/s og 2,2 m³/s for kulminasjonsvannføring for en 200-årsflom. Resultatene fra NIFS-formelverk gir imidlertid en spesifikk kulminasjonsvannføring for en 200-årsflom på ca. 5800 l/skm², noe som erfaringsmessig vurderes meget høyt for et felt som ligger over 70 km inn fra kysten. Det velges derfor å vektlegge resultatene fra den rasjonelle metoden.

Ifølge [5] anbefales det å benytte minst 20 % klimapåslag på vannføringen i mindre bekker og elver. Det velges imidlertid å benytte en høyere verdi på 30 %, siden terrenget er meget bratt og feltet vil reagere raskt på nedbør. Endelige tall for beregnet vannføring i Øyrabekken er oppsummert i Tabell 2-5.

Tabell 2-5: Endelig flomvannføring (kulminasjonsvannføring) for Øyrabekken

Returperiode (år)	Vannføring (m ³ /s)	Vannføring inkl. 30 % klimapåslag (m ³ /s)
20	1,3	1,7
200	2,2	2,9
1000	2,7	3,5

3 Vannlinjemodell (2D)

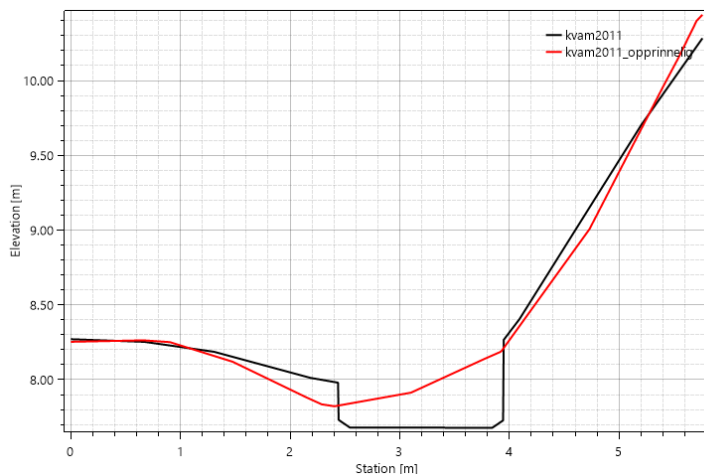
3.1 Beregningsmodell og datakvalitet

Beregning av flomvannstand gjøres på grunnlag av beregnet flomvannføring. For å kunne gjøre om vannføring til vannstand må flomvannføringen rutes gjennom en hydraulisk modell. I denne analysen er programvaren HEC-RAS benyttet. HEC-RAS kan beregne strømming i 2 dimensjoner, noe som er egnet for å vurdere flomsoner langs bekker og elver der flomvannføringen renner utenfor hovedløpet.

3.2 Terreng

Høydemodellen i beregningen er hentet fra www.hoydedata.no, der det foreligger en skanning over området fra 2011 med tetthet på 2 pkt./m², høyder i NN2000. Beregningsnett er satt til en oppløsning på 1 x 1 m samt supplert med bruddlinjer langs høybrekk og bekkeløp for å fange opp den underliggende geometrien best mulig.

Siden terrengdata ikke fanger opp bekkeløpet er det gjort oppmålinger fra nedstrøms Stoppelsgjerd bro til innløpet av røret og disse er lagt til terrenget ved bruk av en 'channel', se Figur 3-1.



Figur 3-1: Eksempel av bekkeløp terrengdata – rød strek viser opprinnelig terreng fra høydemodell og svart strek viser modifisert terreng hvor data fra oppmåling er lagt til.

3.3 Grensebetingelser og friksjonsforhold

Øvre grensebetingelse for den hydrauliske modellen er flomvannføring som beskrevet i kapittel 2. Nedre grensebetingelse satt til 1,57 moh. (1-års stormflo inkl. klimapåslag).

Beregningsområdet er satt fra nedstrøms den bratte strekningen som kommer ned fra Stoppelsgjerd bru til strandsonen sør for Øysteseparken, se Figur 3-2.



Figur 3-2: Oversikt over begrensning av modellen

Friksjonsforholdene i vassdraget er vurdert fra kartdata, flyfoto og bilder fra befarings. Langs bekkeløpet finnes det trær og lav vegetasjon, Mikkjelsflaten består hovedsakelig av gress og videre i området er det oppbygde områder med veier og bygninger.

Hver arealtype har sin egen ruhet som påvirker avrenning i modellen, for eksempel skog vil ha en lavere avrenning enn en glatt og ugjennomtrengelig overflate som asfalt. For å koble en arealtype til en ruhet, defineres dette i HEC-RAS ved bruk av Mannings verdi (n).

Friksjonsfaktoren i modellen varierer fra minsteverdi $n = 0,014$ der det er veger (høy avrenning), til $n = 0,0625$ i skogområdene (lav avrenning). Mannings verdi i bekkeløpet er satt til 0,04. Inndeling av arealsoner er basert på arealressurskart fra Statens kartverk, mens valg av Mannings verdi er gjort med utgangspunkt i erfaringstall fra Vassdragshåndboka til NVE [6]. Figur 3-3 gir en oversikt over Mannings verdier benyttet for hver arealtype i den hydrauliske modellen.

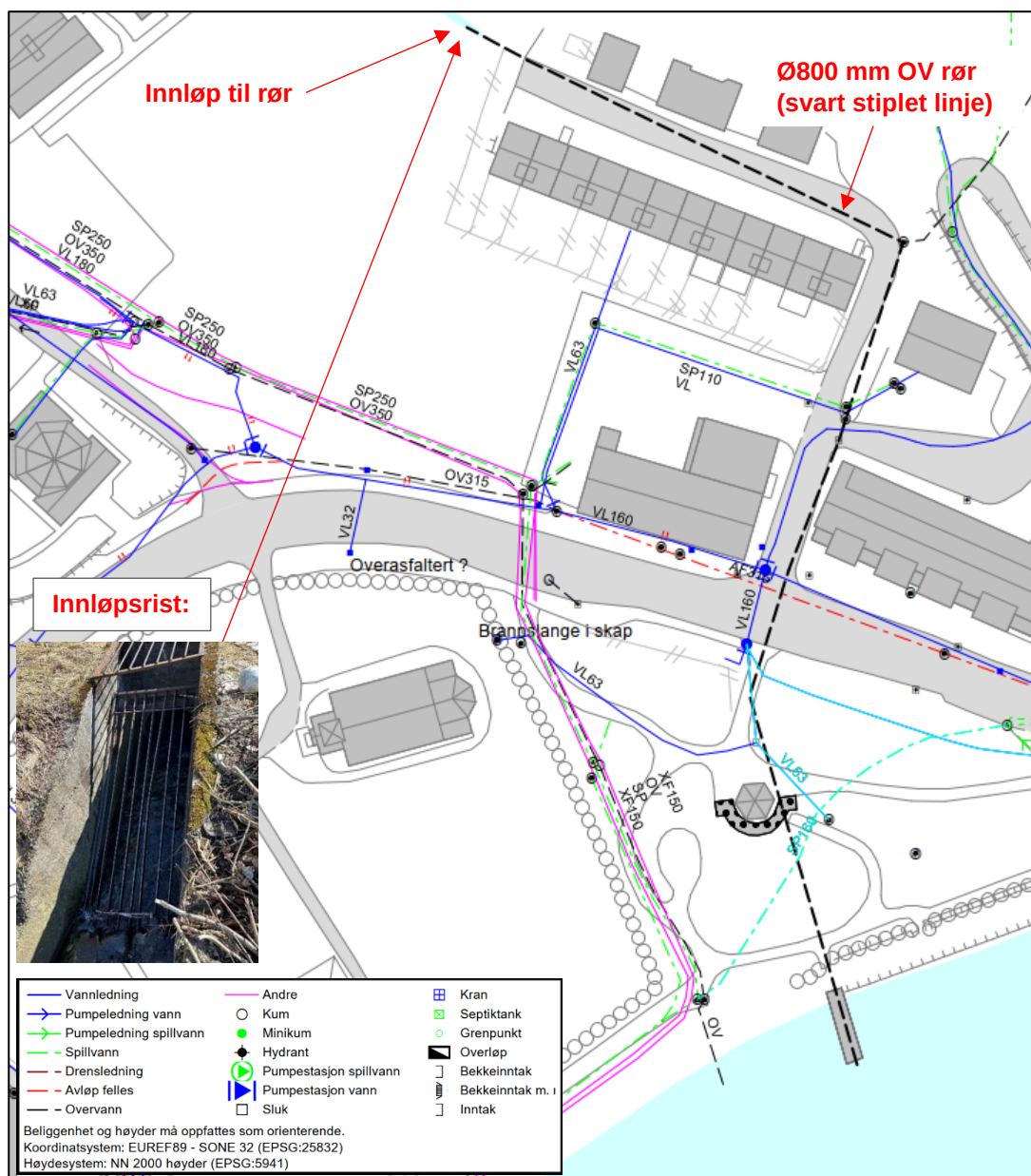


Figur 3-3. Oversikt over fordeling av Mannings tall i den hydrauliske modellen.

3.4 Hydrauliske konstruksjoner

3.4.1 Øyrabekken – Ø800 mm overvannsrør

Den nedre strekningen av Øyrabekken går i dag i et Ø800 mm overvannsrør som vist med svart stiplet linje på Figur 3-4. Røret har en lengde på omtrent 210 m. Innløpet til røret er installert med en skrå rist som fanger løv og kvist og lokal erfaring viser til at denne risten ofte går tett og forårsaker oversvømmelse under større nedbørshendelser. Innløpet til røret er simulert i modellen med og uten tilstopping for å vise hvordan dette evt. påvirker flomsituasjonen.



Figur 3-4. Utsnitt fra kommunens VA kart som viser dagens situasjon for Øyrabekken med Ø800 mm rør fra Mikkjelsflaten til utløp i Hardangerfjorden (kilde: Kvam herad geodata.avd)

4 Resultater

4.1 Simuleringer/situasjoner

Følgende simuleringer/situasjoner er satt opp og vurdert i modellen:

1. Dagens situasjon, uten tilstopping ved innløp til OV røret
2. Dagens situasjon, med 100 % tilstopping ved innløp til OV røret
3. Situasjon med flomvoll ovenfor omsorgsboliger og 100% tilstopping ved innløp til OV røret

Alle situasjonene er vurdert for 20-, 200- og 1000-årsflom inkludert klimapåslag. Det påpekes at utførte simuleringer ikke klarer å ta hensyn til erosjon som kan forekomme under flom. Under store flomhendelser kan erosjon være omfattende, og det vil alltid være en risiko for at eiendommer eller bygninger tett på bratte vassdrag blir berørt.

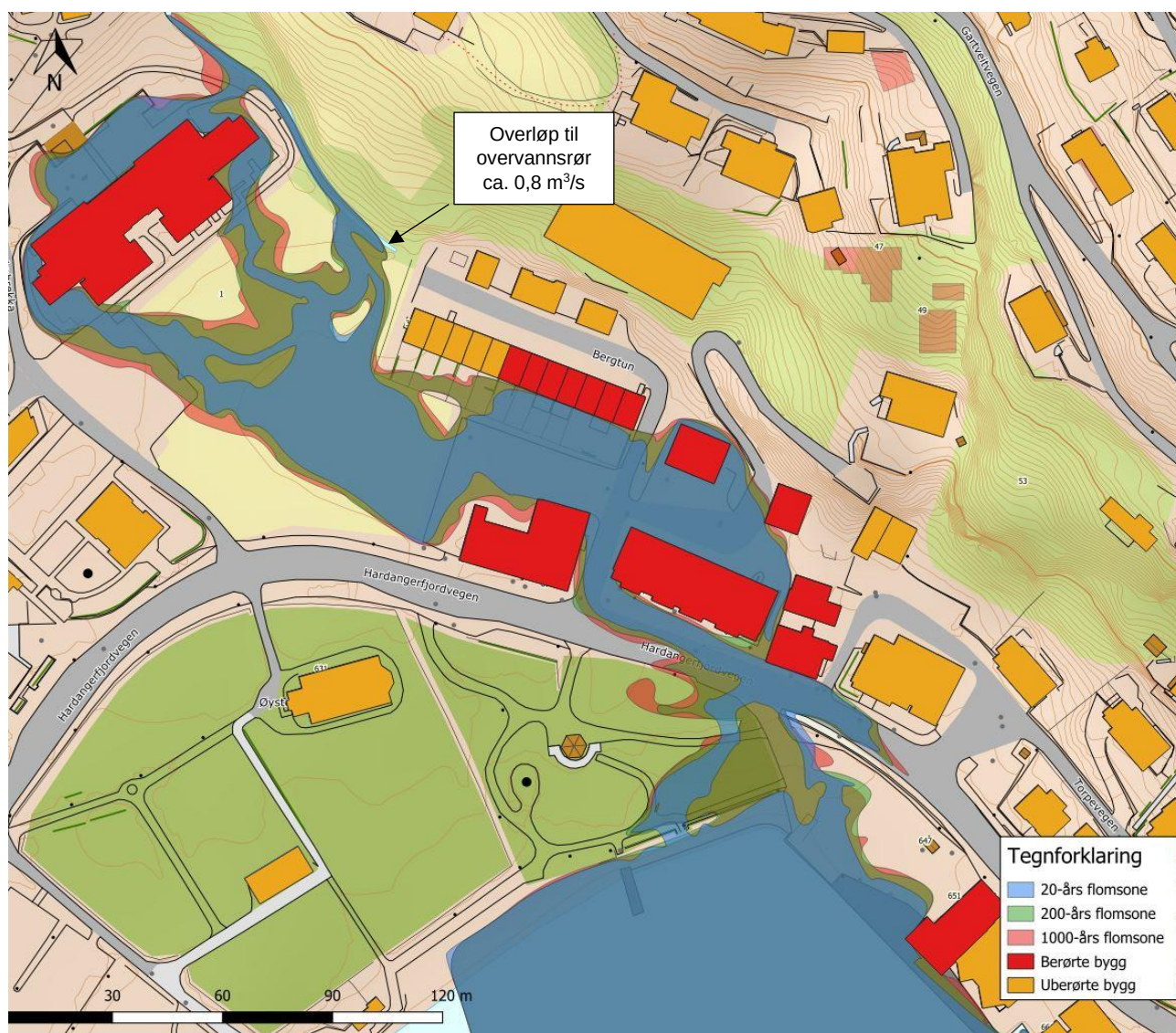
Et eksempel av modellresultatene for situasjon 2 med 200-årsflom inkludert klimapåslag er vist i Figur 4-1. De endelige flomsonene som er vist i figurene videre i rapporten og i vedleggene er bearbeidet i GIS programmer for å fjerne støy og gjøre flomsonene 'rundere' og dermed enklere for saksbehandlere å tolke.



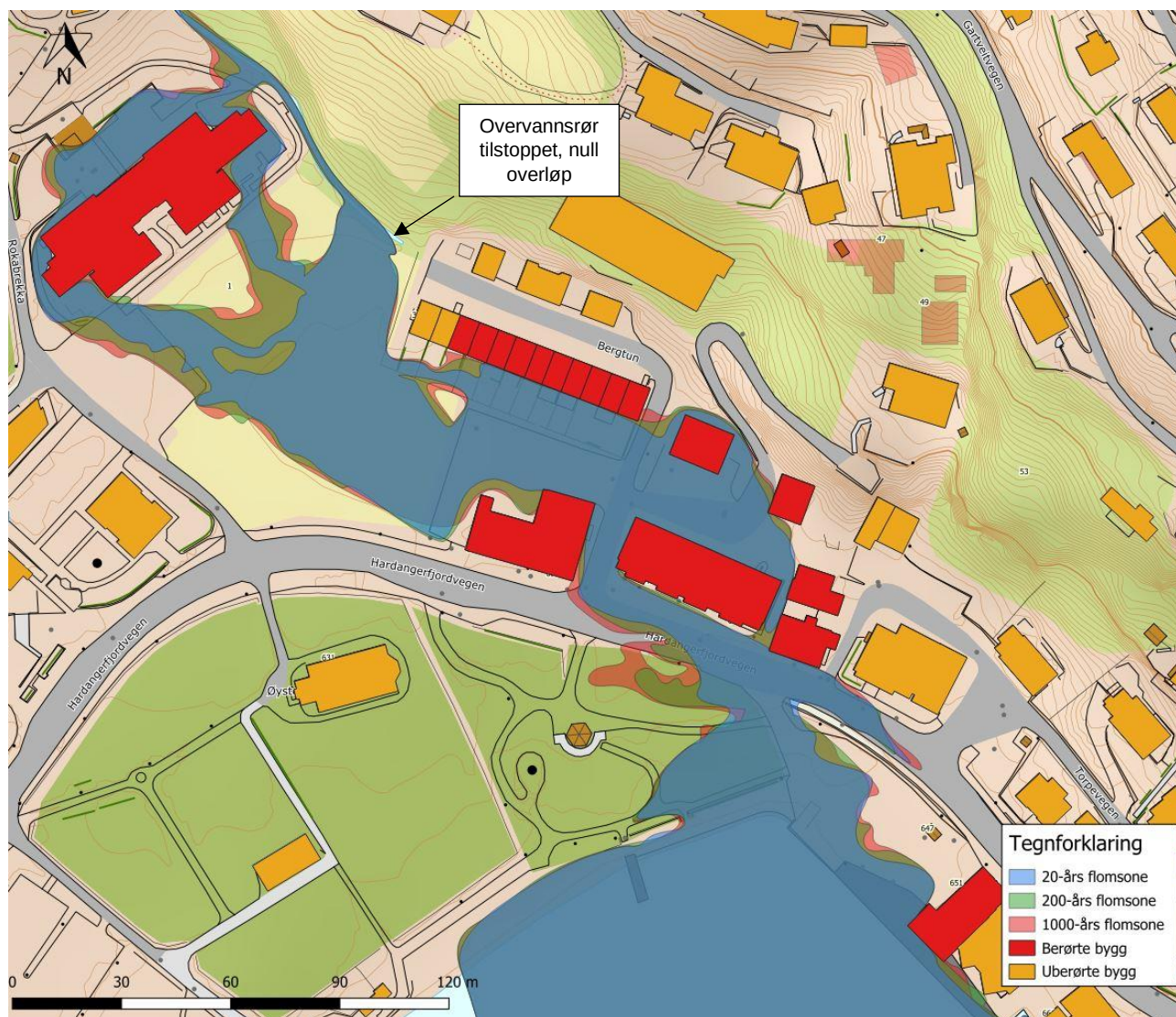
Figur 4-1. Modellresultat for dagens situasjon med 100 % tilstopping ved innløp til OV røret for 200-årsflom inkl. klimapåslag.

4.2 Dagens situasjon – med og uten tilstopping

Øyrabekken er en relativt liten bekk med lite nedbørfelt som responderer raskt på nedbør og modellen viser oversvømmelse allerede ved en 20-årsflom. Resultatene fra flomsonekartleggingen for dagens situasjon, uten og med tilstopping av overvannsrøret, er vist i henholdsvis Figur 4-2 og Figur 4-3.



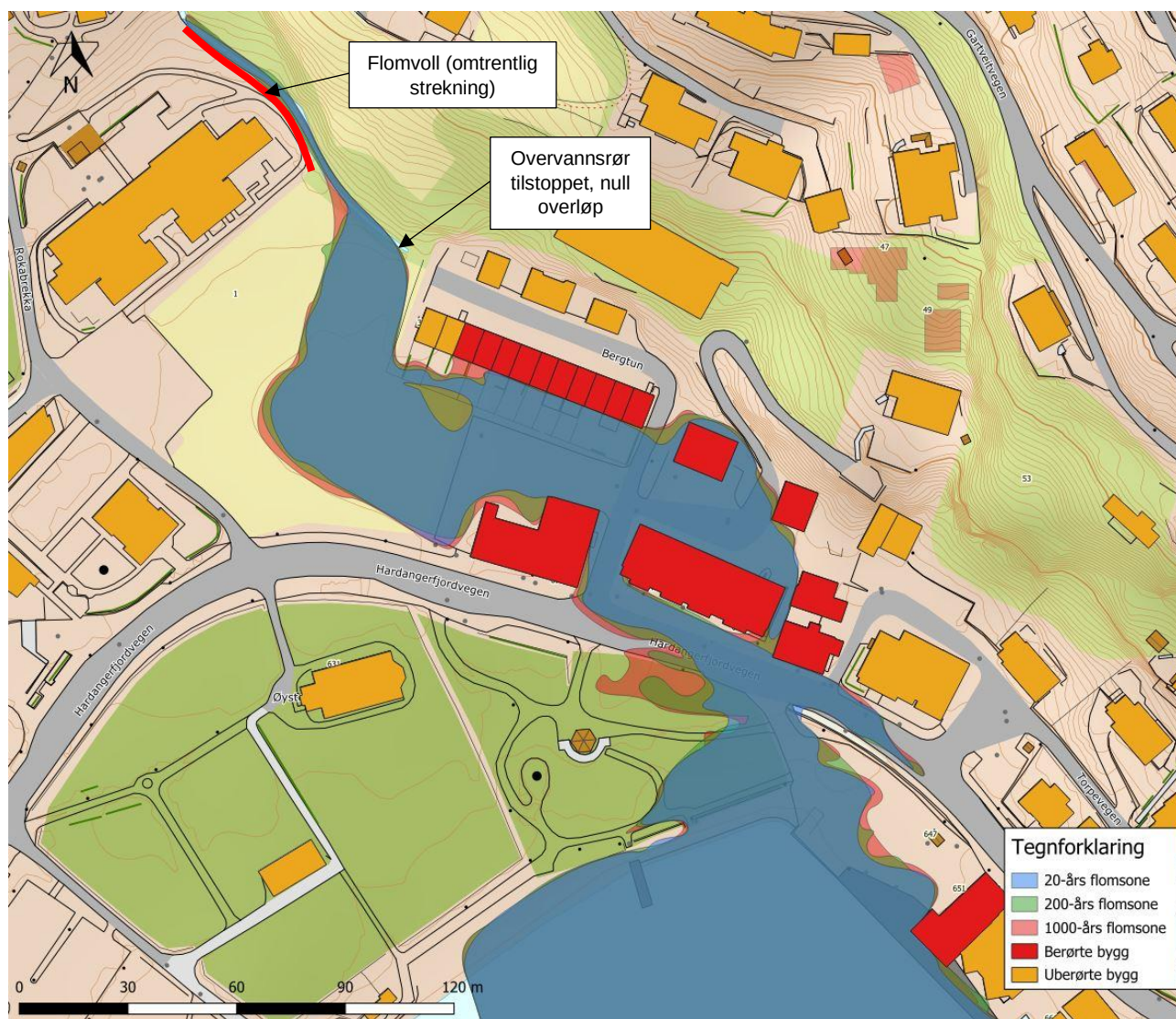
Figur 4-2. Flomsonekart for Øyrabekken - dagens situasjon uten tilstopping av røret med gjentaksintervaller 20-, 200- og 1000-år. Berørte bygg (røde) viser bygg berørt av 1000-årsflom.



Figur 4-3. Flomsonekart for Øyrabekken - dagens situasjon med tilstopning av røret med gjentakintervaller 20-, 200- og 1000-år. Berørte bygg (røde) viser bygg berørt av 1000-årsflom.

4.3 Situasjon med flomvoll ovenfor omsorgsboliger og 100% tilstopping

Den hydrauliske modellen ble brukt til å simulere en situasjon med flomvoll ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger og 100 % tilstopping av innløpet til overvannsrøret for å vurdere sikring av omsorgsboligene og om dette vil ha eventuelle følgeskader for områdene nedstrøms. Flomsonekartet for denne situasjonen er vist i Figur 4-4 og det kan ses at flomvollen ikke har særlig stor påvirkning på utbredelsen på flomsone nedstrøms innløpet til røret, sammenlignet f.eks. med flomsone vist i Figur 4-3.



Figur 4-4. Flomsonekart for Øyrabekken – situasjon med flomvoll ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger og tilstopping av røret med gjentaksintervaller 20-, 200- og 1000-år. Berørte bygg (røde) viser bygger berørt av 1000-årsflom.

4.4 Vurdering av usikkerhet og sikker byggehøyde

For alle byggesaker og arealplansaker bør det inkluderes et vertikalt sikkerhetspåslag som fastsettes ved å øke vannføringen med prosentvis påslag [4]. Størrelsen på dette påslaget avhenger av kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget og hvor bra kalibreringsdataene er. Forhold som styrer det vertikale sikkerhetspåslag er oppsummert i Tabell 4-1 og tilsier at vannføringen bør økes med 40% for å ta hensyn til usikkerheten i flomberegningen og modelleringen. Det betyr at det er forholdsvis store usikkerheter i grunnlaget.

Vannlinjemodellen er ikke kalibrert og havner i kvalitetsklasse E på en skala fra A-E (E er dårligst). Flomberegningen som er lagt til grunn vurderes å tilsvare kvalitetsklasse 3-4 på en skala fra 1-5. Det tilsier at det prosentvis påslaget på flomberegningen skal være i størrelsesorden 50-60%. Dette påslaget er redusert til 40% fordi benyttet flomberegning vurderes som konservativ.

Tabell 4-1. Forhold som styrer sikkerhetspåslag

Hva	Klasse/faktor/nivå
Klassifisering av kalibreringsnivå	E
Klassifisering av flomberegning	3-4
Prosentvis påslag på flomberegning	40%
Beregnet vertikalt sikkerhetspåslag	0,20-0,25 m

Bruk av det vertikale sikkerhetspåslaget må vurderes på situasjonsbasis, men kan brukes f.eks. til å sette sikkerhetsmarginer på sikringstiltak. Basert på en totalvurdering bør det anbefalte sikkerhetspåslaget i de fleste tilfeller være mellom 10 og 100 cm [4].

Modellresultatene (flomsonene) som er vist inkluderer ikke det vertikale sikkerhetspåslaget og dette må vurderes enkeltvis i byggesaker og utarbeidelse av tiltaksutvikling. Det påpekes at det vertikale sikkerhetspåslaget vil variere langsmed strekningen som følge av ulike hydrauliske forhold. Til eksempel vil den vertikale marginen vanligvis redusere mot nedstrøms ende hvor vannhastighetene blir lavere, og flomsonen brer seg utover et større område. Det anbefales at den hydrauliske modellen brukes for å vurdere forhold og sette sikker byggehøyde for enkeltvis saker som skal utredes.

4.5 Dimensjonerende flomsone

I samråd med kommunen er det bestemt at den dimensjonerende flomsonen for Øyrabekken, til bruk i arbeid ifm. reguleringsplan, bør være situasjonen med 100 % tilstopping av innløpet til overvannsrøret (situasjon 2). Dette er begrunnet med stor sannsynlighet for at bekkeinntaket går tett eller at inntaket ikke har tilstrekkelig kapasitet og dette utgjør dermed en fare som må tas hensyn til i plan- og byggesaker.

5 Problemområder

Det er utpekt hovedsakelig to problemområder:

1. Ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger
2. Ved innløpet til overvannsrøret (både med og uten tilstopping av innløpet)

Disse er beskrevet videre nedenfor.

5.1.1 Problemområde 1 – Mikkjelsflaten omsorgsboliger

Området ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger oversvømmer på grunn av utilstrekkelig kapasitet i bekken hvor vannet renner over på høyre bredde (sett medstrøms). Skråningen på venstre side kommer bratt ned til bekken og det er etablert en tørrmur langs deler av strekningen. Terrenget er lavere på høyresiden som forårsaker at vannet renner ut av bekken mot omsorgsboligene, se bilde med forklarende piler i Figur 5-1.



Figur 5-1. Bilde fra befaring av Øyrabekken ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger. Bildet er tatt omtrent i 'svingen' hvor bekken går fra bratt til slakere helning og viser skråning med tørrmur på venstre side (nord) og lavere terreng på høyre side (sør). Bilde: Norconsult

5.1.2 Problemområde 2 – Innløp til OV rør

Innløpet til røret er et kritisk punkt som ofte går tett og har ført til oversvømmelse ved flere anledninger ifølge kommunen. Den hydrauliske modellen viser også at innløpet fører til oversvømmelse, både med og uten tilstopping. Kapasiteten i røret som beregnes i modellen er omtrent 0,75 m³/s så røret har utilstrekkelig kapasitet for de beregnede flomvannføringene og vannet renner over bredden på høyre side (sett medstrøms) og ut over Mikkjelsflaten, se bilde med forklarende piler i Figur 5-2.



Figur 5-2. Bilde fra befaring av Øyrabekken ved innløpet til overvannsrøret. Bildet viser hvor Øyrabekken går inn i rør som danner et kritisk punkt som fører til at bekken renner ut på høyre bredde (sør) og ut over Mikkjelsflaten. Bilde: Norconsult

6 Anbefalte tiltak

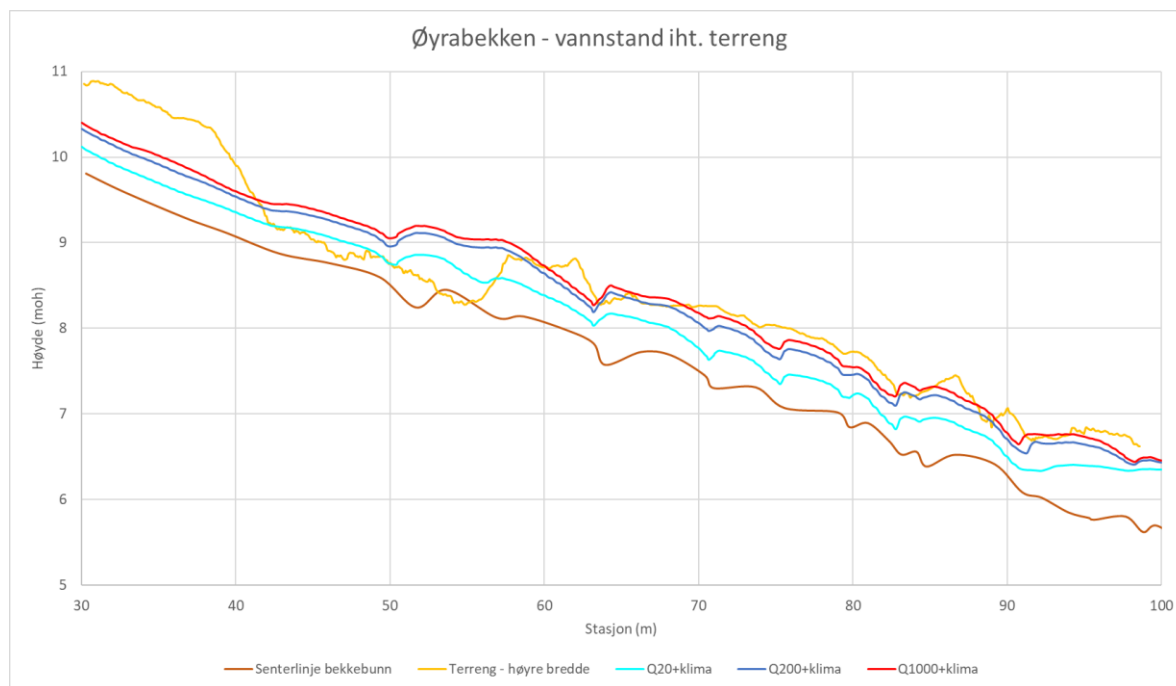
Som beskrevet i ovenforstående kapittel er det hovedsakelig to problemområder som må utredes i forbindelse med sikringstiltak langs den nedre strekningen av Øyrabekken. Forslag til mulige flomsikringstiltak har blitt utredet på skissnivå og er beskrevet i etterfølgende.

6.1.1 Problemområde 1 – Ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger

Det var tydelig under befaring at terrenget på høyre side av bekken har vært tilrettelagt og endret for utbygging av omsorgsboligene og relaterte gangveier, men det gjenstår en liten forhøyning i terrenget langs den høyre bredden. Det anbefales å heve det eksisterende terrenget med en flomvoll på høyresiden av bekken for å holde flomvannet innenfor bekkeløpet.

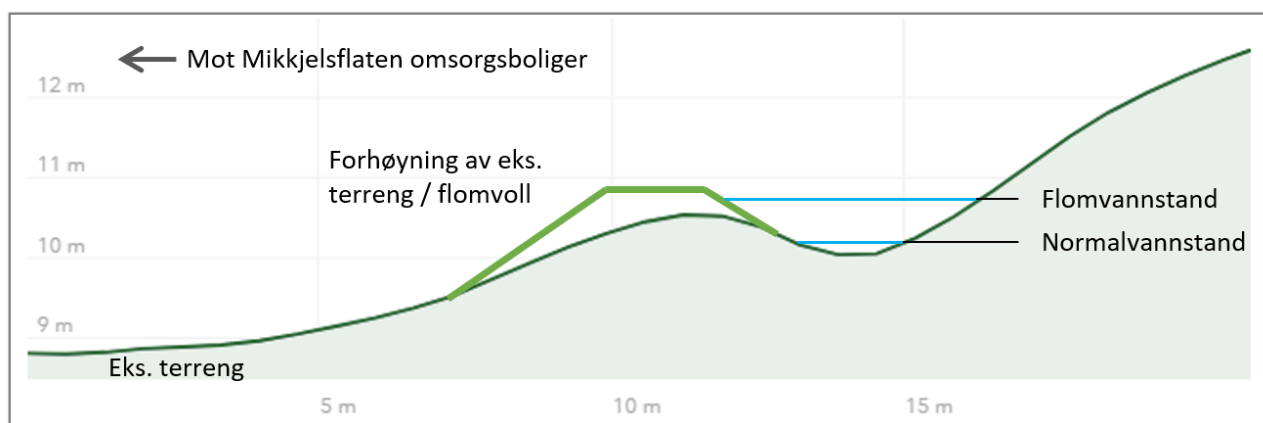
Figur 6-1 viser vannstander for de ulike gjentaksintervallene iht. terrengnivå (bekkebunn og terreng langs høyre bredde) langs den aktuelle strekningen. Ettersom det er ønskelig at strekningen skal sikres mot 1000-årsflom i forbindelse med omsorgsboligene vil det være nødvendig å forhøye terrenget med minimum 0,8 m enkelte steder (ikke inkludert sikkerhetsmargin) som vist rundt stasjon 55 hvor det er størst forskjell mellom terrengnivået på høyre bredd og vannstands nivå for Q_{1000} . Nødvendig utstrekning på flomvollen er omtrent

75 m. Endelig høyde og utstrekning på flomvollen må detaljeres i videre utredning av sikringstiltaket, inkludert bestemmelser rundt nødvendig fribord/sikkerhetsmargin.



Figur 6-1. Resultater fra den hydrauliske modellen som viser vannstand for ulike gjentakintervaller iht. terreng (bekkebunn og terrengnivå på høyre side av bekken).

Ettersom terrenget faller relativt raskt vekk fra kanten av bekken vil det ikke være hensiktsmessig å utføre flomvollen som en tilbaketrukket sikring. Derimot bør heller ikke flomvollen utføres på en måte som inngriper på kapasiteten i bekken. En illustrasjonsskisse av mulig utforming av flomvollen i henhold til bekken, og det omkringliggende terrenget, er vist i Figur 6-2. Merk at skissen viser tverrsnitt av bekken sett motstrøms, mens beskrivelser av høyre/venstre bredde i ovenforstående tekst refererer til medstrøms retning.



Kun skisse – nivåer er kun for illustrasjon og er ikke nøyaktige

Figur 6-2. Illustrasjon som viser skisse for utforming av terrengheving/flomvoll langs Øyrabekken ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger.

6.1.2 Problemområde 2 – inntak til overvannsrør

I den hydrauliske modellen er innløpet til overvannsrøret som Øyrabekken renner inn i simulert med og uten tilstopping. Innløpet er installert med en inntaksrist (se Figur 6-3), som skal forhindre at gjenstander ender opp i røret, men denne kan bidra til å skape tilstopping hvis den blir fylt opp med vegetasjon og annet rusk som blir liggende på risten.

Da Norconsult var på befaring i mars 2023 var det nylig utført opprydding og beskæring av vegetasjonen langs den aktuelle strekningen av Øyrabekken, men det er uvisst hvor ofte dette utføres. Kommunen har rutiner for regelmessig rensk av utvalgte kritiske punkt rundt om i kommunen ved varsel om store nedbørsmengder, og bekkeinntaket i Øyrabekken kan renskes flere ganger om dagen ved store nedbørsmengder om nødvendig. Likevel har det skjedd at bekkeinntaket har gått tett, så tilstoppingen kan skje veldig raskt.



Figur 6-3. Inntaksrist foran inntak til Ø800 mm overvannsrør som Øyrabekken renner inn i. Bilde: Norconsult

Uavhengig av tilstanden til inntaksristen er dette et kritisk punkt i en flomsituasjon ettersom røret (Ø800 mm) ikke har tilstrekkelig kapasitet for flomvannføringen. Den hydrauliske modellen viser at røret har en kapasitet på omtrent 0,75 m³/s som kun utgjør ca. 26 % og 21 % av vannføringen for henholdsvis 200- og 1000-års flommene (inkl. klimapåslag).

Løsninger for dette problemområdet går i hovedsak ut på å øke kapasiteten for strekningen nedstrøms eller redusere flomvannføringen ved fordrøyning. Tiltak som går på øking av kapasitet, som f.eks. øke størrelsen på røret eller bygge en kontrollert flomvei over terrenget, kan være mulige løsninger, men er relativt kostbare og innebærer store forstyrrelser av etablerte områder i forbindelse med oppgraving det eksisterende røret, inkludert kryssing av fylkesveien. Disse løsningene har heller ingen fordeler iht. å skape andre verdier for blant annet naturmiljø og landskap. Fordrøyning er ikke vurdert å være et aktuelt tiltak ettersom det ikke finnes tilstrekkelig areal i området for å lagre store vannmengder (antatt at Mikkjelsflaten skal utvikles).

Gjenåpning av Øyrabekken er vurdert å være en god løsning for flomproblematikken som skapes grunnet utilstrekkelig kapasitet i OV røret. Gjenåpning av bekken øker kapasiteten langs strekningen og vil ha positive ringvirkninger i henhold til økt habitat for fisk og andre landskaps- og naturforbedrende muligheter. Muligheter rundt gjenåpning av Øyrabekken er beskrevet videre i egen rapport utarbeidet av Norconsult [1]. Denne rapporten beskriver blant annet mulig utforming av bekkeåpnings traseen, og nødvendig kapasitet i bekken for de beregnede flomvannføringene. Rapporten gir et grovt kostnadsestimat på utføring av tiltaket.

7 Konklusjon

Det er utført en flomvurdering av nedre del av Øyrabekken, som ligger i Øystese, Vestland fylke. Vurderingen dekker nedre ca. 300 m av Øyrabekken, fra omtrent der bekken svinger østover ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger, og videre ned til utløp i Hardangerfjorden. Den nederste delen av bekken, en strekning på omtrent 200 m, renner i lukket rør (Ø800 mm).

Flomvurderingen var utført for flommer med gjentaksintervaller 20, 200 og 1000 år (pluss 30 % klimapåslag) iht. sikkerhetskategorier F1, F2 og F3 jf. TEK 17 § 7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo. Vurderingen har også tatt for seg tre forskjellige scenarier:

1. Dagens situasjon, uten tilstopping ved innløp til OV røret
2. Dagens situasjon, med 100 % tilstopping ved innløp til OV røret
3. Situasjon med flomvoll ovenfor omsorgsboliger og 100% tilstopping ved innløp til OV røret

Øyrabekken er en relativt liten bekk med lite nedbørfelt som responderer raskt på nedbør og modellen viser oversvømmelse allerede ved en 20-årsflom. To problemområder er fremhevet; ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger hvor terrenget på sørsiden av bekken er for lavt slik at vann renner ut, og ved innløpet til overvannsrøret hvor kapasiteten til røret ikke er tilstrekkelig til å håndtere store vannmengder, samtidig som innløpet ofte går tett.

I samråd med kommunen er det bestemt at den dimensjonerende flomsonen for Øyrabekken, til bruk i arbeid ifm. reguleringsplan, bør være situasjonen med 100 % tilstopping av innløpet til overvannsrøret (situasjon 2). Dette er begrunnet med stor sannsynlighet for at bekkeinntaket går tett eller at inntaket ikke har tilstrekkelig kapasitet og dette utgjør dermed en fare som må tas hensyn til i plan- og byggesaker.

Utført vurdering av usikkerhet tilsier at vannføringen bør økes med 40% for å ta hensyn til usikkerheten i flomberegningen og modelleringen. Dette er vurdert i den hydrauliske modellen til å resultere i et vertikalt sikkerhetspåslag på 0,20-0,25 m. Det påpekes at modellresultatene (flomsonene) som er vist ikke inkluderer det vertikale sikkerhetspåslaget og dette må vurderes enkeltvis i byggesaker og utarbeidelse av tiltaksutvikling.

Mulige flomsikringstiltak er skissert på overordnet nivå. Ovenfor Mikkjelsflaten omsorgsboliger er det anbefalt å heve det eksisterende terrenget med en flomvoll på høyresiden av bekken (sett medstrøms) for å holde flomvannet innenfor bekkeløpet. Ved innløpet til overvannsrøret er det anbefalt på dette stadiet å gjenåpne bekken. Traseen som foreløpig er vurdert går gjennom Mikkjelsflaten, under Hardangerfjordvegen (Fv 79) i en kulvert, og deretter videre ned til sjø gjennom Øysteseparken. En vurdering av muligheter for gjenåpning av Øyrabekken har blitt foretatt av Norconsult og er beskrevet i en egen rapport [1].

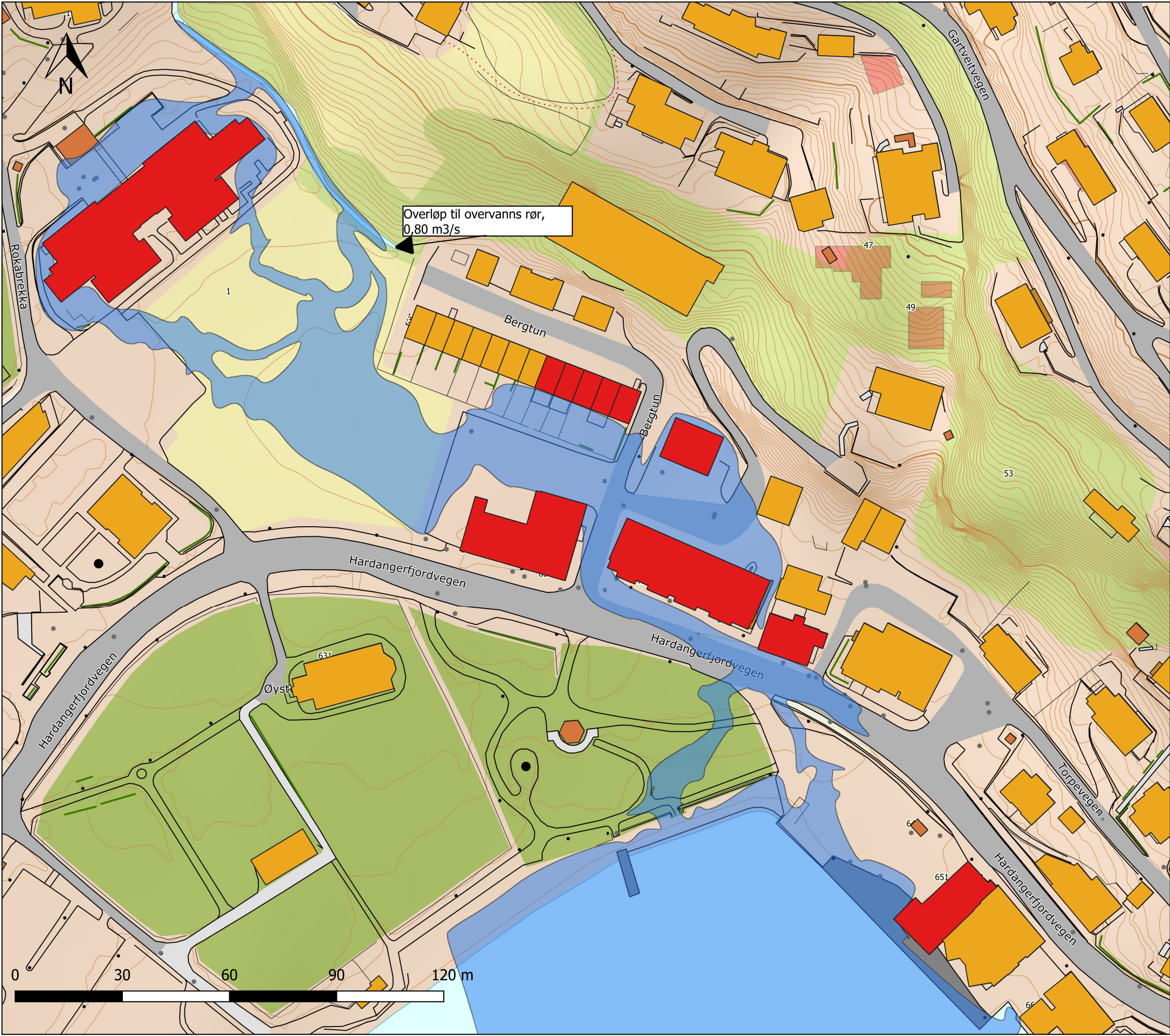
8 Referanser

- [1] Norconsult, «Gjenåpning av Øyrabekken - Vurdering av muligheter og kostnadsestimat,» 2023.
- [2] NVE, «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt, Rapport 7/2015,» 2015.
- [3] NVE, «Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt, Rapport 13/2015,» 2015.
- [4] NVE, «Veileder nr. 3/2022 - Sikkerhet mot flom,» 2022.
- [5] Norsk klimaservicesenter, «Klimaprofil Hordaland,» 18 04 2023. [Internett]. Available: <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/hordaland>.
- [6] T. Fergus, K. A. Hoseth og E. Sæterbø, Vassdraghåndboka, Trondheim: Tapir Akademisk Forlag, 2010.

9 Vedlegg

Flomsonekart

- 1. Dagens situasjon, uten tilstopping ved innløp til OV røret:
 - i. Q₂₀ + klima,
 - ii. Q₂₀₀ + klima,
 - iii. Q₁₀₀₀ + klima
- 2. Dagens situasjon, med 100 % tilstopping ved innløp til OV røret:
 - i. Q₂₀ + klima,
 - ii. Q₂₀₀ + klima,
 - iii. Q₁₀₀₀ + klima
- 3. Situasjon med flomvoll ovenfor omsorgsboliger og 100% tilstopping ved innløp til OV røret:
 - i. Q₂₀ + klima,
 - ii. Q₂₀₀ + klima,
 - iii. Q₁₀₀₀ + klima



Tegnforklaring

- Flomsone
- Berørte bygg
- Uberørte bygg

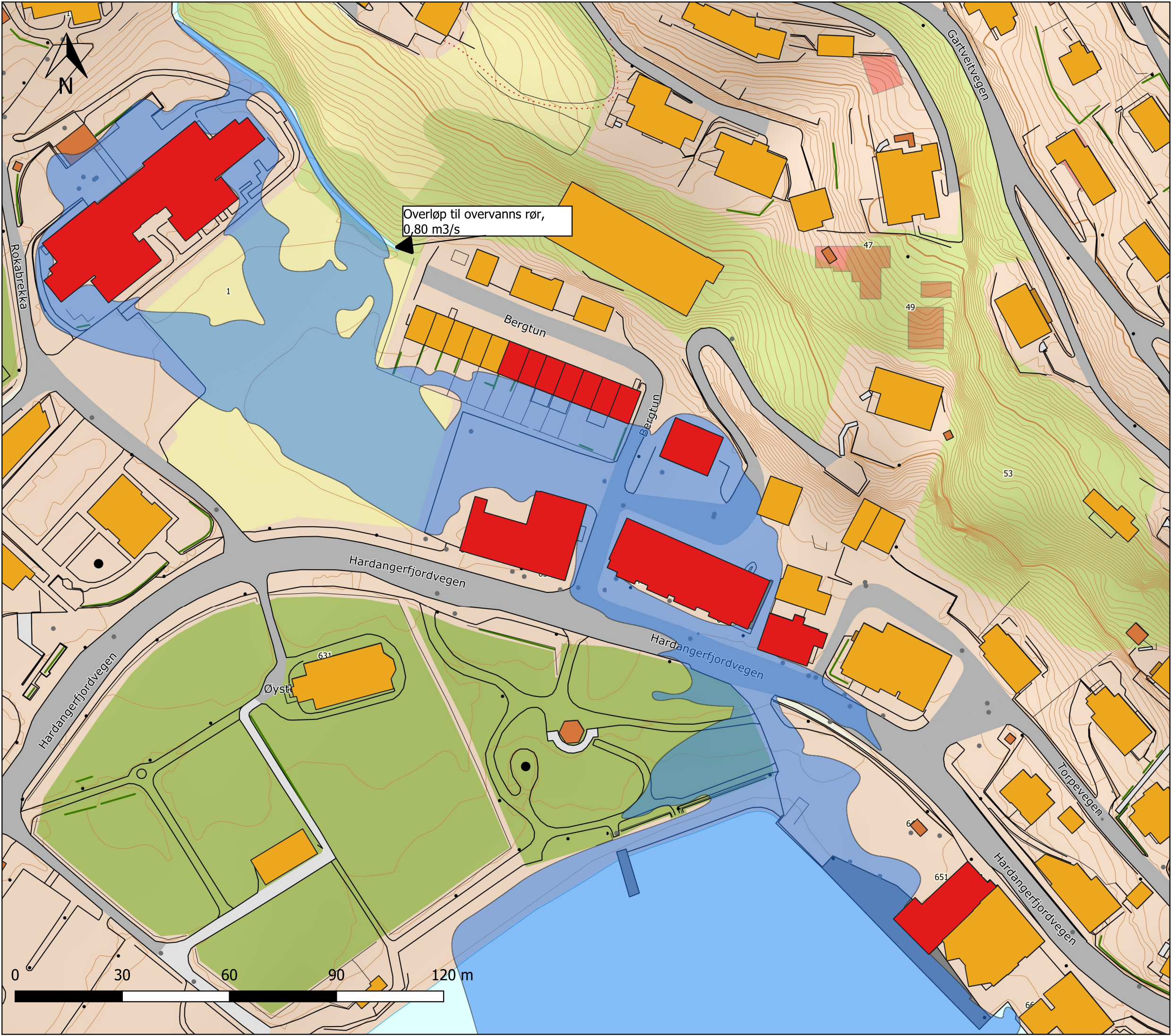
03/11/2023	MarAlf	DBFos	JulSco
Dato	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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.

Kvam Herad	Målestokk 1:1000 (A3)
------------	--------------------------

Flomsone Øyrabekken
Eksisterende situasjon (uten tilstopping av rør)
20-års flom inkl. klimapåslag

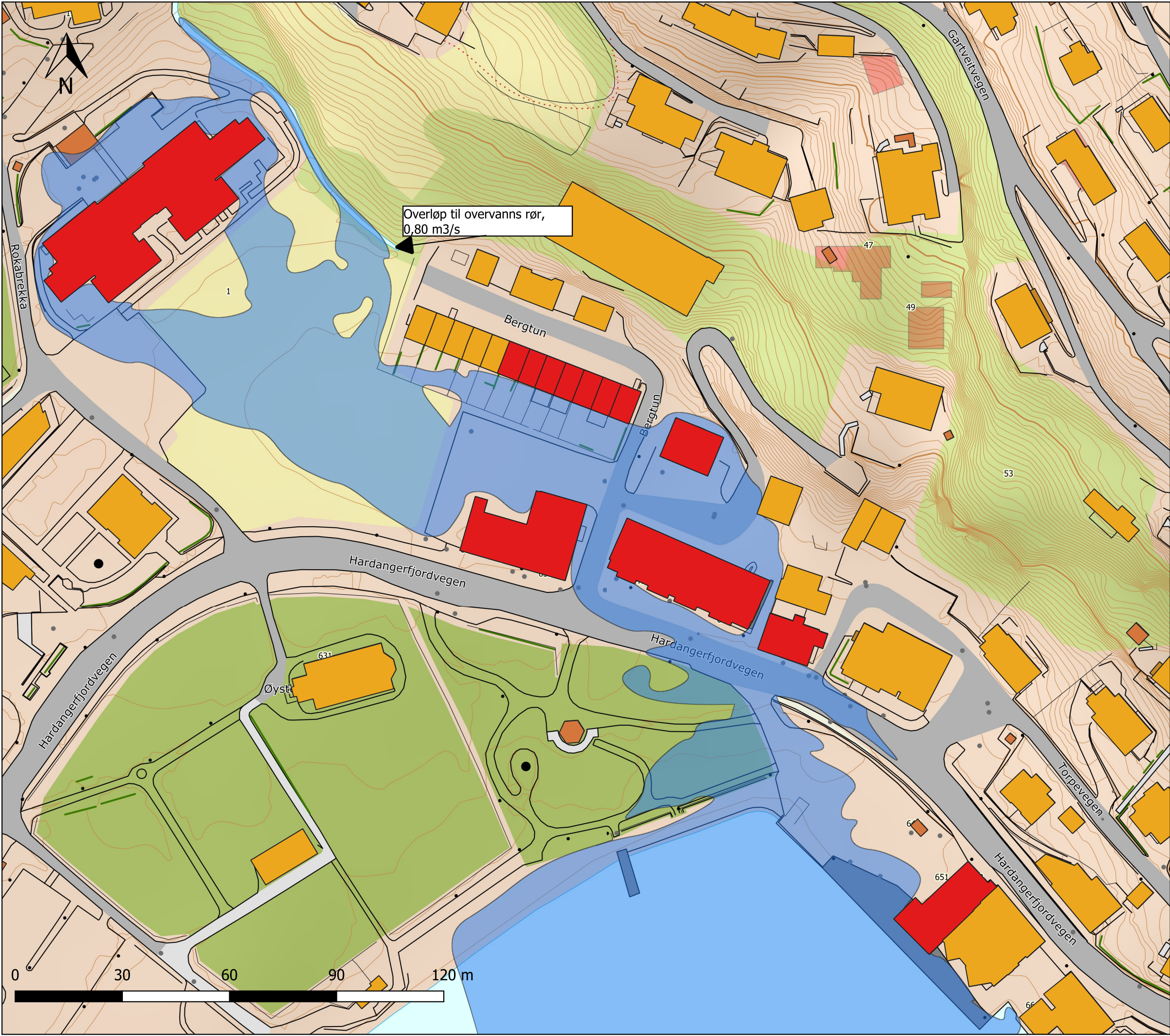
Norconsult	Oppdragsnummer 52301942	Kartnummer 1/9
------------	----------------------------	-------------------



Tegnforklaring

- Flomsone
- Berørte bygg
- Uberørte bygg

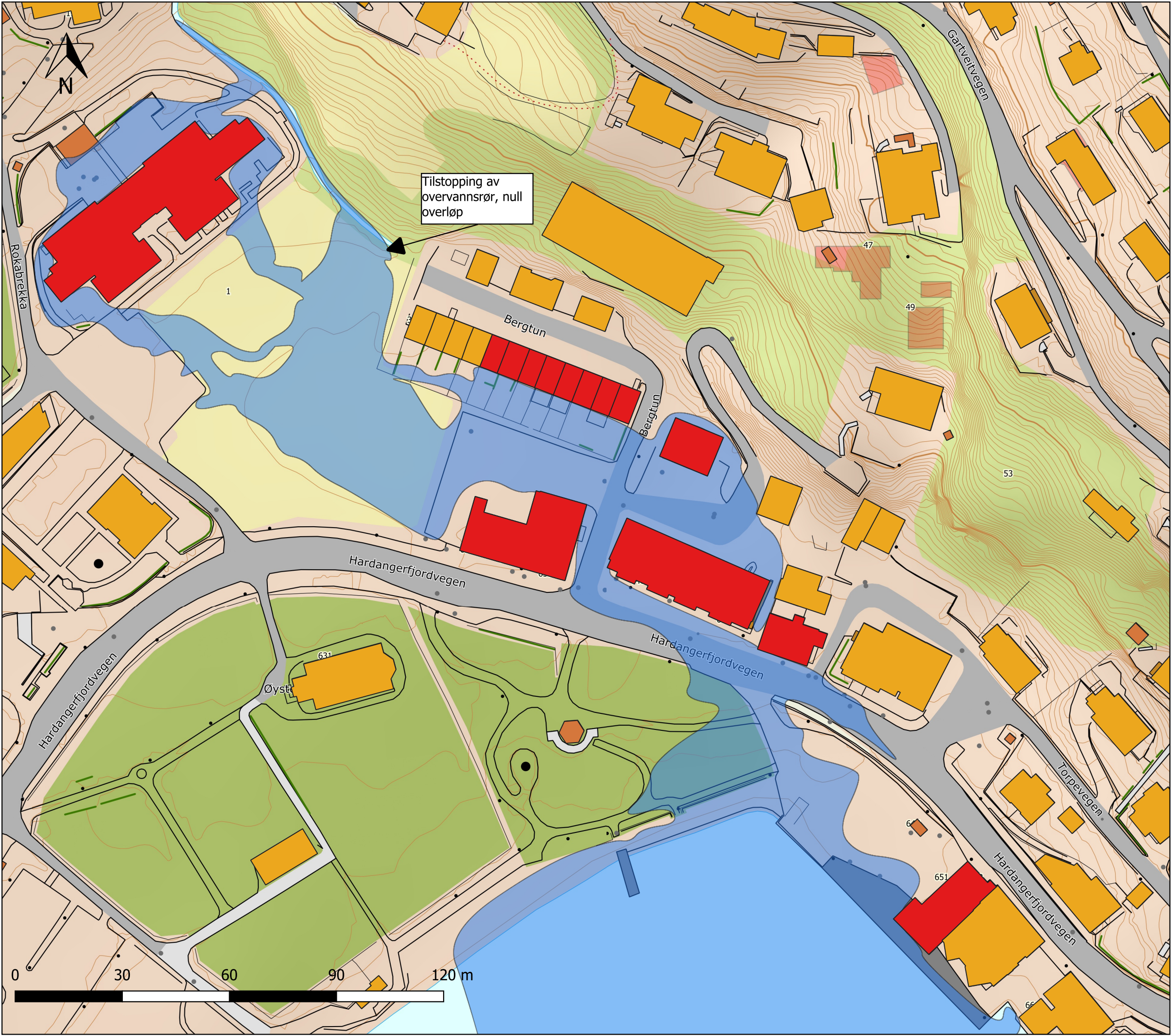
03/11/2023	MarAlf	DBFos	JulSco
Dato	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			
Kvam Herad			Målestokk 1:1000 (A3)
Flomsone Øyrabekken Eksisterende situasjon (uten tilstopping av rør) 200-års flom inkl. klimapåslag			
Norconsult	Oppdragsnummer 52301942	Kartnummer 2/9	



Tegnforklaring

- Flomsone
- Berørte bygg
- Uberørte bygg

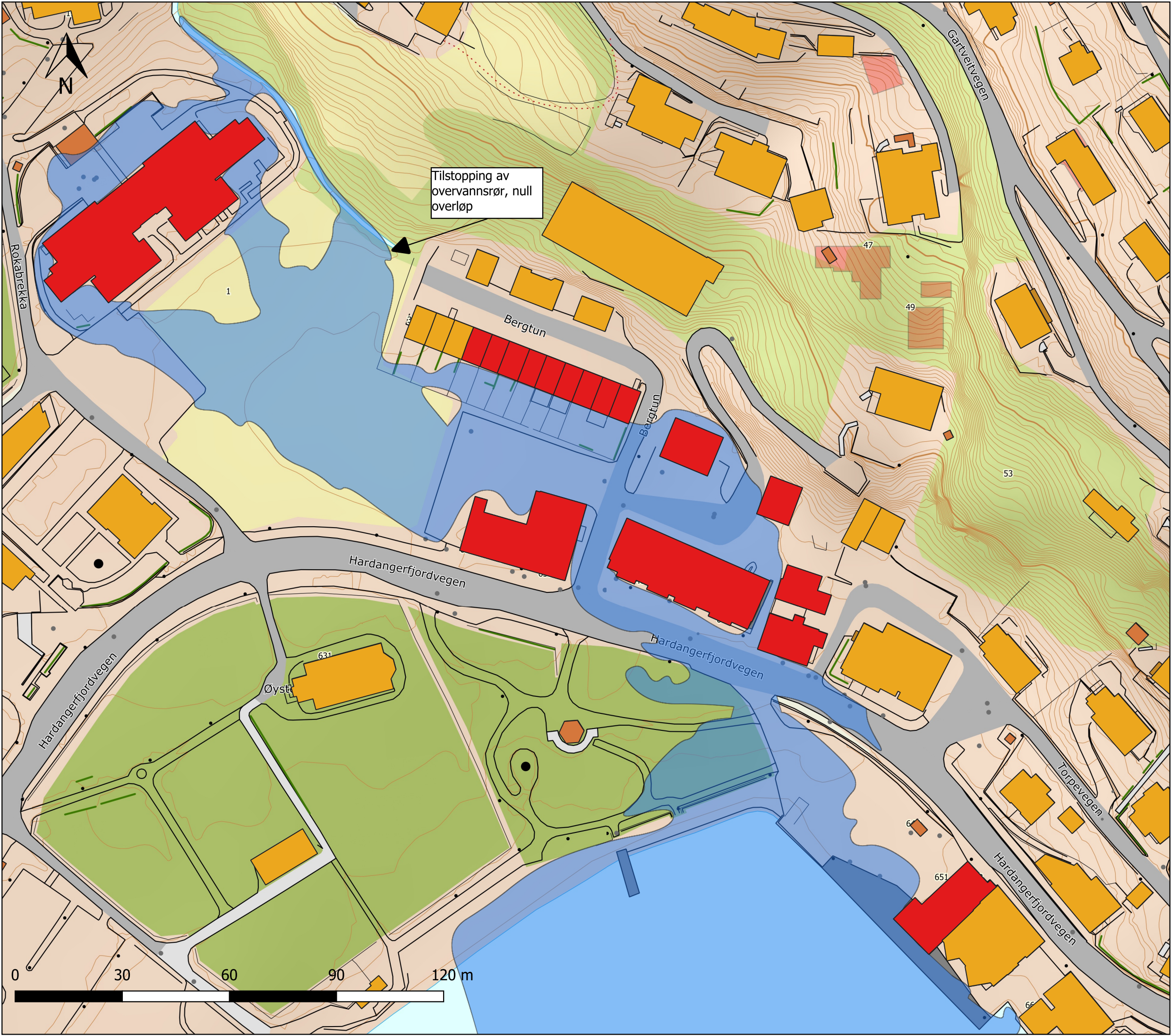
03/11/2023	MarAlf	DBFos	JulSco
Dato	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			
Kvam Herad			Målestokk 1:1000 (A3)
Flomsone Øyrabekken Eksisterende situasjon (uten tilstopping av rør) 1000-års flom inkl. klimapåslag			
Norconsult	Oppdragsnummer 52301942	Kartnummer 3/9	



Tegnforklaring

- Flomsone
- Berørte bygg
- Uberørte bygg

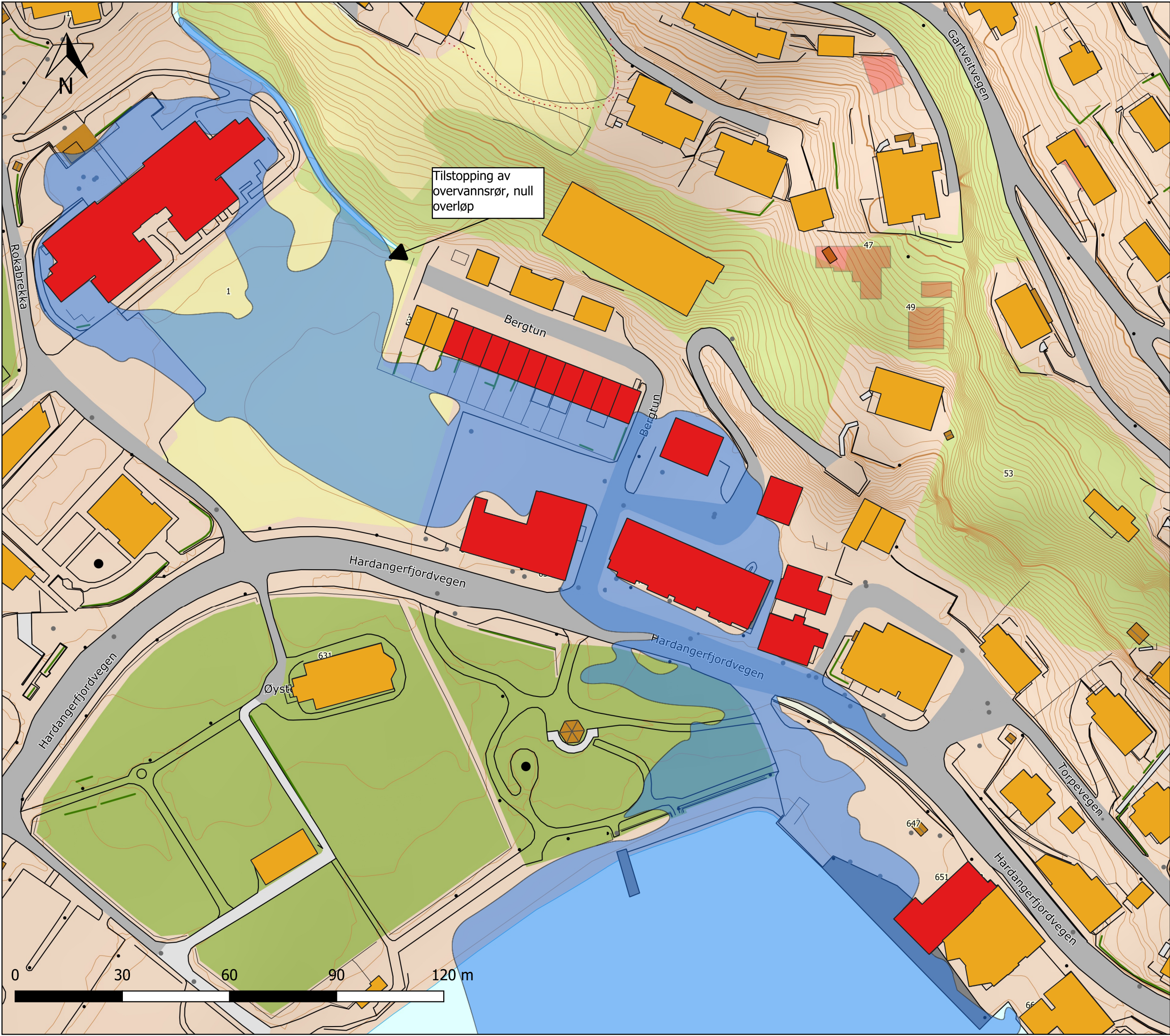
03/11/2023	MarAlf	DBFos	JulSco
Dato	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			
Kvam Herad			Målestokk 1:1000 (A3)
Flomsone Øyrabekken Eksisterende situasjon (med tilstopping av rør) 20-års flom inkl. klimapåslag			
Norconsult	Oppdragsnummer 52301942	Kartnummer 4/9	



Tegnforklaring

- Flomsone
- Berørte bygg
- Uberørte bygg

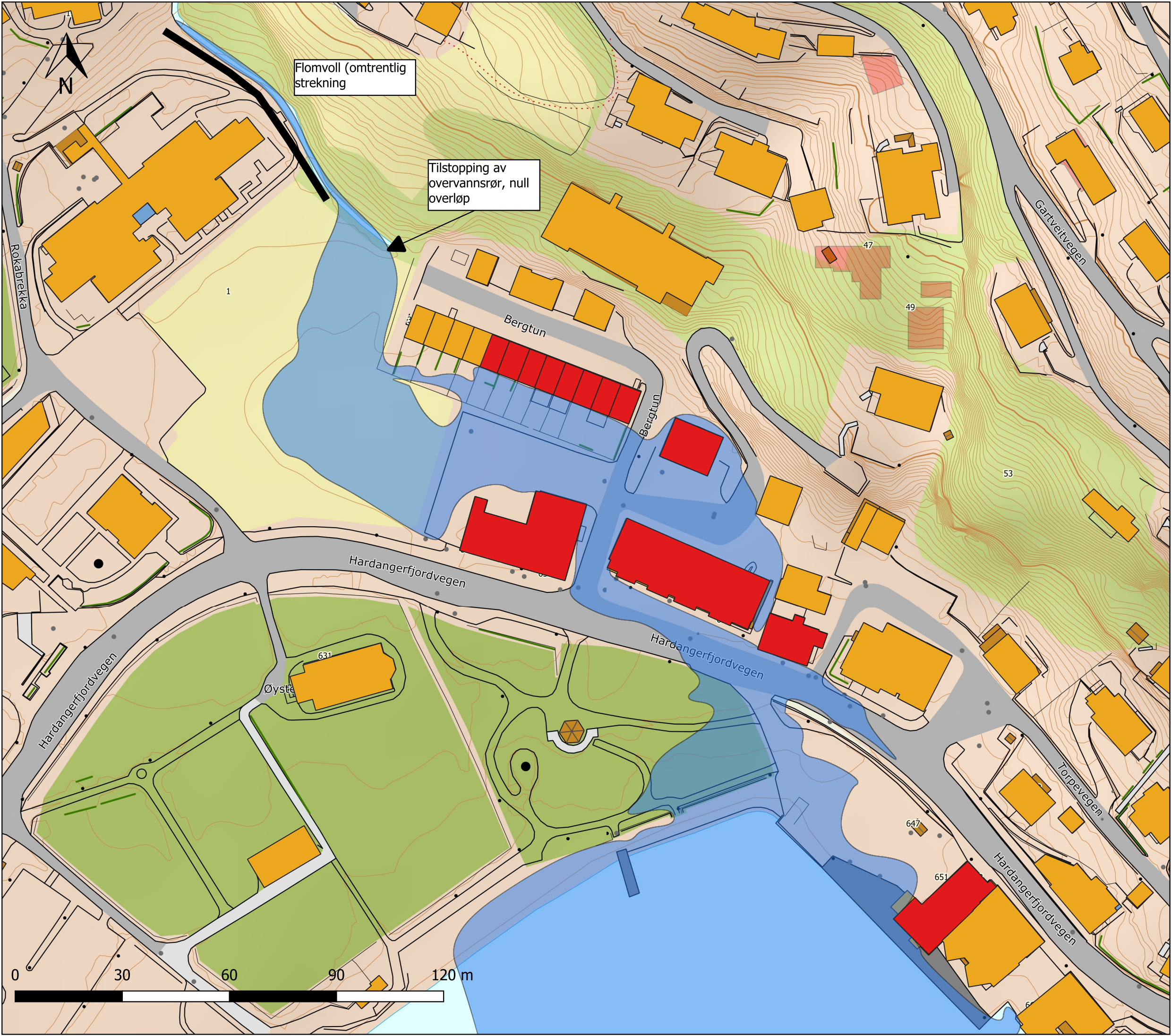
03/11/2023	MarAlf	DBFos	JulSco
Dato	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			
Kvam Herad			Målestokk 1:1000 (A3)
Flomsone Øyrabekken Eksisterende situasjon (med tilstopping av rør) 200-års flom inkl. klimapåslag			
Norconsult	Oppdragsnummer 52301942	Kartnummer 5/9	



Tegnforklaring

- Flomsone
- Uberørte bygg
- Berørte bygg

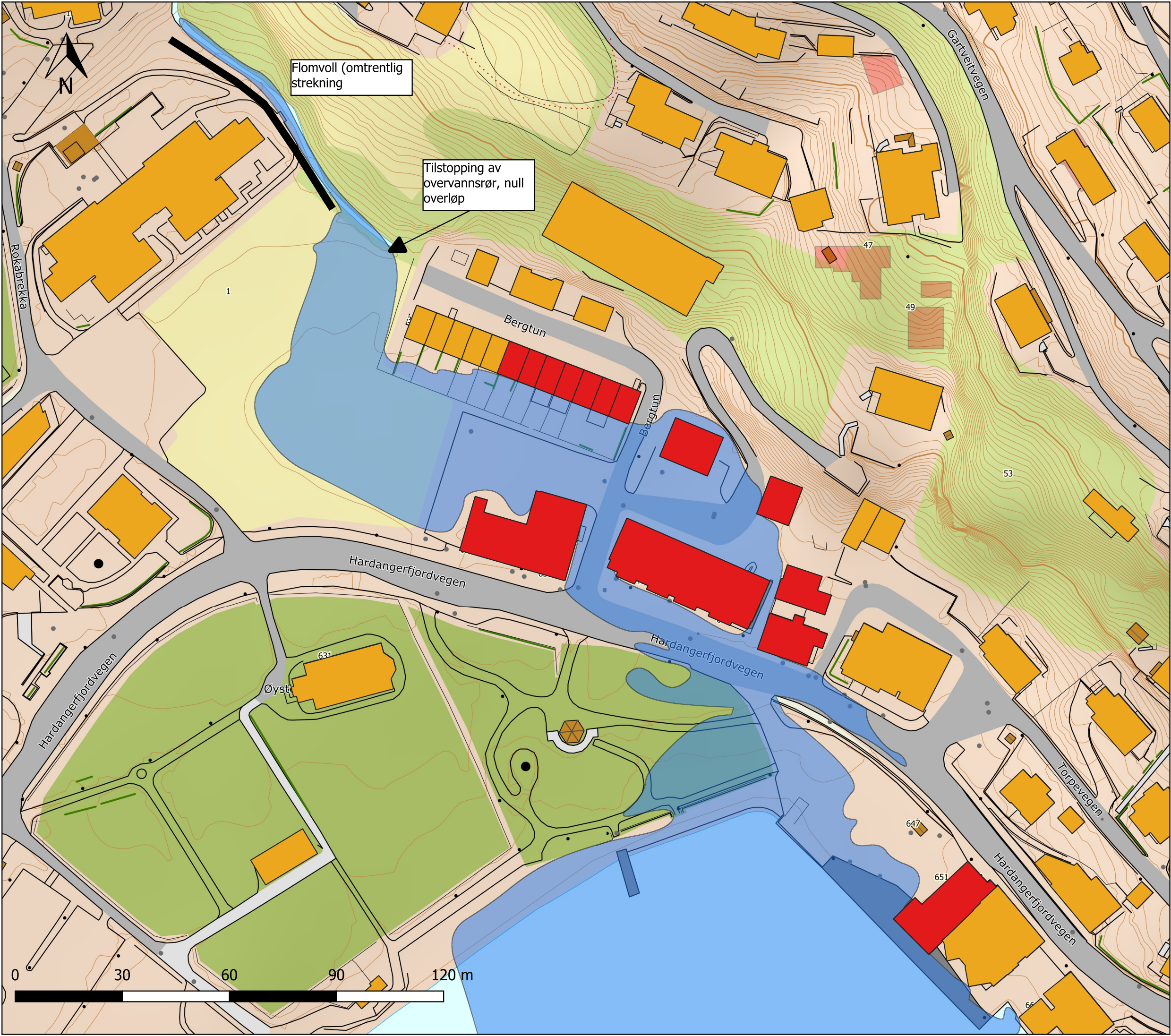
03/11/2023	MarAlf	DBFos	JulSco
Dato	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			
Kvam Herad			Målestokk 1:1000 (A3)
Flomsone Øyrabekken Eksisterende situasjon (med tilstopping av rør) 1000-års flom inkl. klimapåslag			
Norconsult	Oppdragsnummer 52301942	Kartnummer 6/9	



Tegnforklaring

- Flomsone
- Berørte bygg
- Uberørte bygg

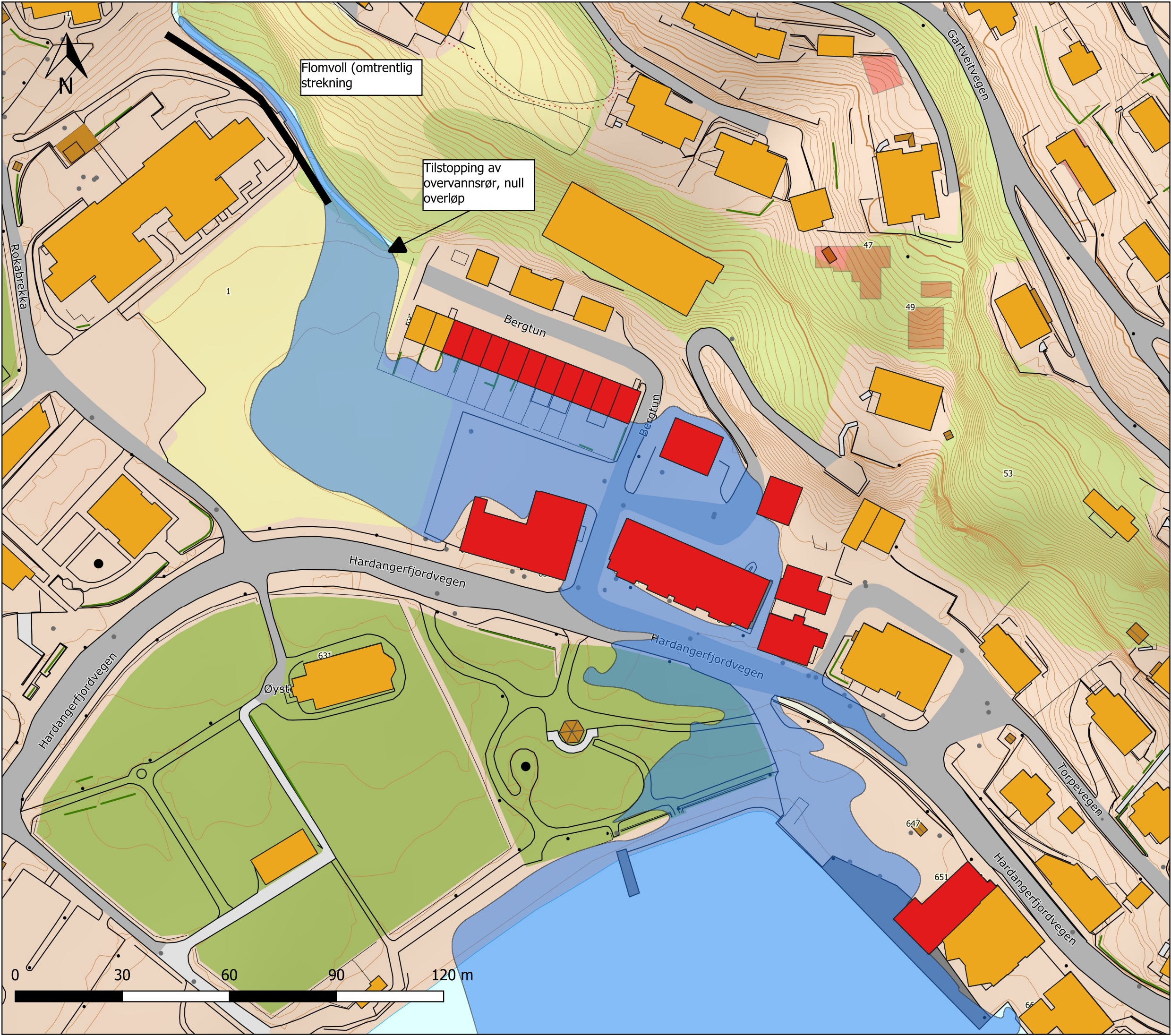
03/11/2023	MarAlf	DBFos	JulSco
Dato	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			
Kvam Herad			Målestokk 1:1000 (A3)
Flomsone Øyrabekken Situasjon med tilstopping av rør og flomvoll overfor omsorgsboliger 20-års flom inkl. klimapåslag			
Norconsult	Oppdragsnummer 52301942	Kartnummer 7/9	



Tegnforklaring

- Flomsone
- Berørte bygg
- Uberørte bygg

03/11/2023	MarAlf	DBFos	JulSco
Dato	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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.			
Kvam Herad			Målestokk 1:1000 (A3)
Flomsone Øyrabekken Situasjon med tilstopping av rør og flomvoll overfor omsorgsboliger 200-års flom inkl. klimapåslag			
Norconsult	Oppdragsnummer 52301942	Kartnummer 8/9	



Tegnforklaring

- Flomsone
- Berørte bygg
- Uberørte bygg

03/11/2023	MarAlf	DBFos	JulSco
Dato	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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.			
Kvam Herad			Målestokk 1:1000 (A3)
Flomsone Øyrabekken Situasjon med tilstopping av rør og flomvoll overfor omsorgsboliger 1000-års flom inkl. klimapåslag			
Norconsult	Oppdragsnummer 52301942	Kartnummer 9/9	