

Overvannsplan med tiltaksbeskrivelse – flomsikringskonsept for Jørpeland og Tau

Strand kommune

Foreløpig versjon uten flomsikringskonsept for Tau

27.05.2022

Oppdragsgiver: Strand kommune

Rådhusgaten 2
4100 Jørpeland

Forfatter:

Dr. Blasy - Dr. Øverland
Ingenieure GmbH
Moosstraße 3 82279 Eching am Ammersee
Tel. +49 8143 997-100 info@blasy-overland.de
Fax +49 8143 997-150 www.blasy-overland.de

ea-Strand-001.01/saut

Dokumentoversikt

Rapport

Vedlegg 1: Tegninger

Vedlegg 2: Nedbørdata

Vedlegg 3: Innmålte byggverk

Vedlegg 4: Kapasitet til bekker

Vedlegg 5: Lengdeprofiler tiltak ledningsnett

Vedlegg 6: Kostnadsestimat

Rapport

1.	Prosjektansvarlig	1
2.	Innledning	1
2.1	Bakgrunn	1
2.2	Formål	1
2.3	Fremgangsmåte	1
3.	Undersøkt område.....	3
3.1	Delområder.....	3
3.1.1	Tau	3
3.1.2	Jørpeland	3
3.2	Vassdrag	5
3.3	Vannkraft	11
3.4	Byutvikling	13
4.	Datagrunnlag	15
4.1	Nedbør	15
4.1.1	Nedbørserier	15
4.1.2	Målestasjoner og nedbørdata for ekstremnedbør	15
4.1.3	Konklusjon for nedbørdata	19
4.2	Klimapåslag	21
4.2.1	Nedbør	21
4.2.2	Flom	21
4.2.3	Konklusjon for klimapåslag.....	21
4.3	Havnivå	22
4.3.1	Ekstremvann	22
4.3.2	Havnivåstigning	22
4.4	Terreng, bunnhøyder og byggverk	22
4.5	Ledningsnett.....	23
4.6	Grunnkart	23

5.	Nedbør-avløps-modell	24
5.1	HEC-HMS.....	24
5.2	Hydrologisk inndeling	25
5.3	Beregning av flomdemping i innsjøene	26
5.4	Kalibrering og parametervalg	32
6.	Hydraulisk modell	34
6.1	HYDRO_AS-2D og modelloppsett	34
6.2	Ruhet.....	34
6.3	Nedbør og avrenningskoeffisienter	38
6.4	Grensebetingelser	38
6.5	Begrensninger	39
6.6	Dimensjonerende varighet for overvannsflom	40
6.7	Sensitivitet på ruhet.....	40
7.	Koblet ledningsnettmodell	42
7.1	Ledningsnettmodell HYSTEM-EXTRAN	42
7.2	Oppsett av ledningsnettmodell	42
7.3	Kobling til hydraulisk modell	46
7.4	Simuleringsscenarier	47
8.	Dimensjonering av flomtunnel	49
9.	Resultater	50
9.1	Nedbør-avløps-modell.....	50
9.2	Koblet ledningsnettmodell	53
9.2.1	Eksisterende tilstand Tau	53
9.2.2	Eksisterende tilstand Jørpeland	53
9.3	Kapasitet til bekker i eksisterende tilstand	60
9.3.1	Bekk fra Nordvatnet.....	60
9.3.2	Fjellsåna	60
9.3.3	Skolebekken	61
9.3.4	Fiskåna	61
9.4	Flomsikringskonsept – generelt og lokale forhold	63
9.5	Flomsikringskonsept Tau	65

9.5.1	Tiltak i ledningsnettets.....	65
9.5.2	Tiltak for sikring mot 200-årsflom	65
9.5.3	Simuleringsresultater planlagt tilstand Tau	65
9.6	Flomsikringskonsept Jørpeland.....	66
9.6.1	Tiltak i ledningsnettets.....	66
9.6.2	Tiltak for sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak.....	81
9.6.3	Simuleringsresultater planlagt tilstand Jørpeland.....	101
9.6.4	Tiltak for sikring mot 200-årsflom ved avskjæringer	109
9.6.5	Vurdering av de alternative løsningene	116
10.	Prioritering av tiltak.....	118
10.1	Prioritering av tiltak i Tau	118
10.2	Prioritering av tiltak i Jørpeland	118
11.	Byggekostnader	121
11.1	Kostnadsoverslag for tiltak i Tau	121
11.2	Kostnadsoverslag for tiltak i Jørpeland	121
12.	Oppsummering	123
12.1	Tau	123
12.2	Jørpeland	123

1. Prosjektansvarlig

Prosjektansvarlig er: Strand kommune
Rådhusgaten 2
4100 Jørpeland

2. Innledning

2.1 Bakgrunn

Strand kommune har utfordringer med overvannshåndtering i sammenheng med klimaendringer og medfølgende, mer intens nedbør. Det er større og flere mindre vassdrag i tettstedene Tau og Jørpeland. Intens nedbør, særlig i noen av de mindre nedbørfeltene som har bekker delvis lagt i rør, har medført skade på bebyggelse. 26. september 2018, for eksempel, førte kraftig regn til tilstopping av to bekkeinntak i Jørpeland. Overvannet fant nye veier og skadet rundt 25 hus. Også i november 2005 oppstod det skader i Jørpeland i forbindelse med uværet Loke.

Kommunen har derfor gitt i oppdrag å kartlegge flomfaren i Tau og Jørpeland, og å utarbeide et konsept for tiltak som reduserer faren.

2.2 Formål

Overordnede mål med prosjektet er å kartlegge faren for overvannsflom og flom i vassdrag i tettstedene Tau og Jørpeland, og å utarbeide et flomsikringskonsept med tiltak som reduserer flomfaren. Prosjektets delmål er følgende:

- Hente inn nødvendige data som grunnlag for analysene (se kapittel 3 og 4).
- Sette opp hydrologiske og hydrauliske modeller og gjennomføre simuleringer for å beregne blant annet flomvannføringer, avrenningslinjer, vannstander, vanndybder og ledningsnettkapasitet (se kapittel 5, 6 og 7).
- Kartlegge kritiske steder i forhold til fare for overvannsflom og flom i vassdrag og identifisere mulige flomtiltak (se kapittel 9.2 og 0).
- Utarbeide et flomsikringskonsept som beskriver tiltak for å redusere flomfaren (se kapittel 9.4 til 9.6).
- Anslå kostnader for flomsikringstiltakene og lage en prioritering

2.3 Fremgangsmåte

I hovedsak blir det brukt tre forskjellige modelleringsverktøy for å undersøke flom- og overvannssituasjonen i Tau og Jørpeland: En hydrologisk modell (nedbør-avløps-modell, NA-modell, se kapittel 5), en hydraulisk modell (todimensjonal, hydrodynamisk modell, se kapittel 6) og en ledningsnettmodell (se kapittel 7). Ledningsnettmodellen kobles til den hydrauliske modellen,

slik at det tas hensyn til både de hydrauliske forholdene i ledningsnett, avrenningen på terrenget og vann som renner fra terrenget ned i ledningene og omvendt.

Nedbør-avløps-modellen settes opp for nedbørfelt som er for store til å modellere hele nedbørfeltene med hydraulisk modell. Nedbørmengder eller -tidsserier regnes om til andelen av nedbøren som renner av (effektiv nedbør). NA-modellen brukes for å beregne hydrogrammer (vannføringsserier, flomforløp) ved overgangen til den hydrauliske modellen oppstrøms tettstedene Jørpeland og Tau. Hydrogrammene eller flomvannføringene settes som oppstrøms grensebetingelser i den hydrauliske modellen.

Avrenningen på terrenget simuleres med den hydrauliske modellen. På den måten rutes flommer gjennom vassdrag og mengden av lokalt fritt rennende vann på terrenget bestemmes ved overgangen til ledningsnettmodellen, f.eks. ved inntak til ledningsnett. Resultatene brukes som grensebetingelser i ledningsnettmodellen.

Ved hjelp av ledningsnettmodellen beregnes strømmingen i ledninger, kummer og andre konstruksjoner i overvannsnett, som overløp, utløp, magasiner, osv. For att vann kan renne til ledningsnett fra terrenget via kummer, og omvendt, vann kan renne ut av kummer og videre på terrenget når ledningsnett går fullt, kobles den hydrauliske modellen med ledningsnettmodellen (koblet ledningsnettmodell). Den koblede ledningsnettmodellen benyttes til å påvise effekten av flomsikringstiltak.

På grunnlag av simuleringsresultatene fra modellene utarbeides det et flomsikringskonsept:

- Først kartlegges kritiske steder i forhold til fare for overvannsflom og flom i vassdrag for eksisterende tilstand (simuleringer av eksisterende tilstand)
- Nedbørfeltene, vassdragene og kritiske steder i forhold til flom og overvannsflom befares
- Mulige flomtiltak identifiseres
- Det blir foreslått ulike løsninger for å redusere flomfaren
- Virkningen av tiltakene kontrolleres ved bruk av modellene (simuleringer av planlagt tilstand)
- Til slutt velges de mest egnede tiltakene og det endelige flomsikringskonseptet utarbeides.

3. Undersøkt område

Det undersøkte området ligger i Strand kommune i Rogaland, nord-øst for Stavanger på østsiden av Idsefjorden. Analysene er gjennomført for de to største tettstedene i kommunen, Tau og Jørpeland. Hovedsenteret i kommunen er Jørpeland med rundt 6000 innbyggere. I Tau bor det ca. 3000 mennesker.

3.1 Delområder

3.1.1 Tau

Tettstedet Tau ligger ved Idsefjorden, i den vestlige enden av en langstrakt dal. Langs den nordlige kanten av Tau er det til dels bratt terreng og fjell med høyde på opptil over 200 moh (Figur 3.1). Selve tettstedet ligger på slakt terreng rundt innsjøer og langs Taelva, mens resten har kupert terreng.

Taelva renner gjennom Tau sentrum, fra Bjørheimsvatnet til Krossvatnet og videre ut i sjøen. Bekken fra Nordvatnet renner til Krossvatnet gjennom den nordlige delen av Tau. Sør for den sørlige kanten av tettstedet renner Strandåna fra øst til vest og ut i sjøen. Området mellom Taelva og Strandåna har ikke noen synlige bekkeløp, men før nedbygging ble dette området antakeligvis drenert via en bekk ved Gullbekkvegen og en bekk fra Prestatjørna mot vest.

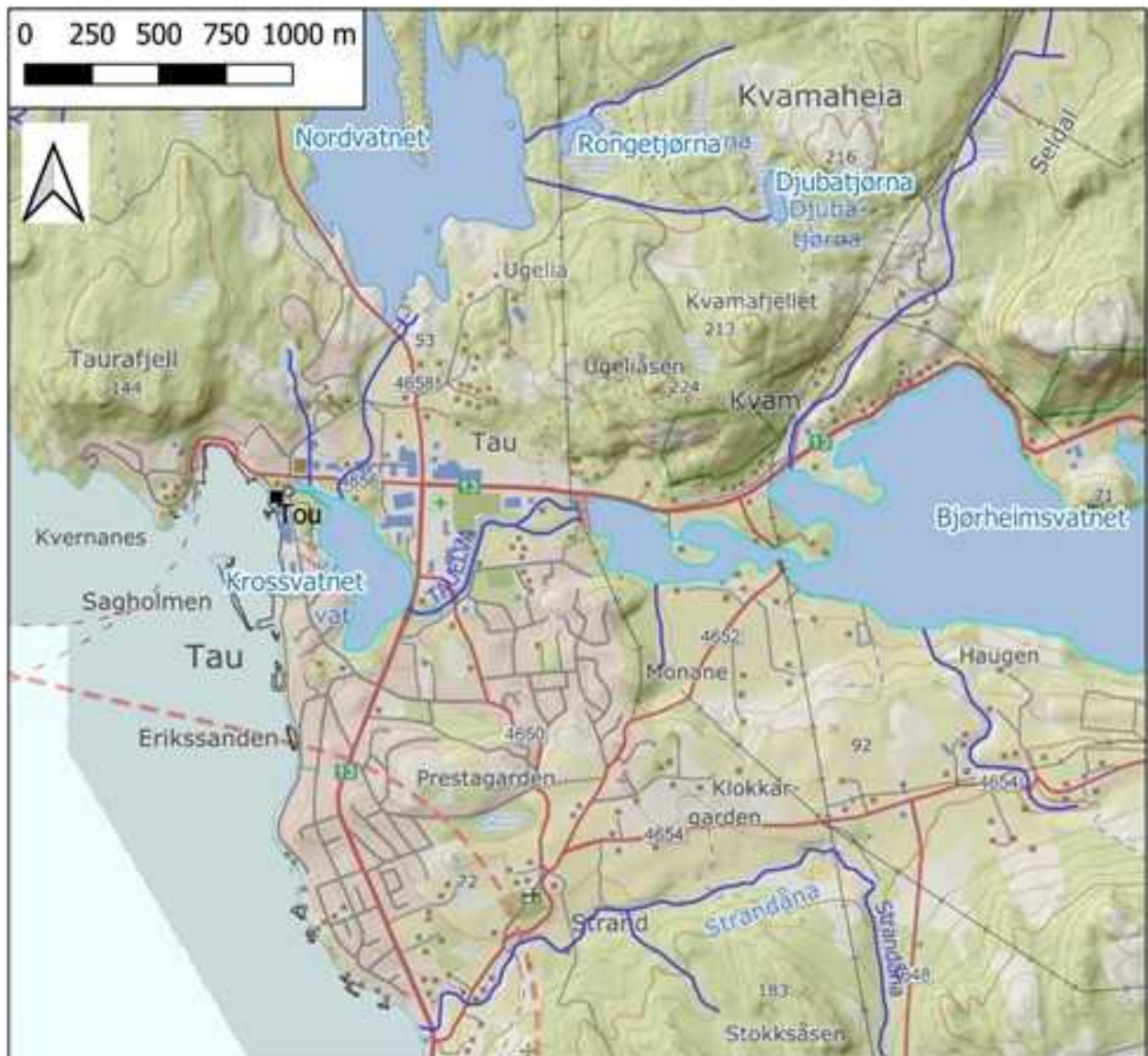
Det er en del skog mellom bebyggelsen i Tau. Nord og sør i området er det en god del jordbruk.

3.1.2 Jørpeland

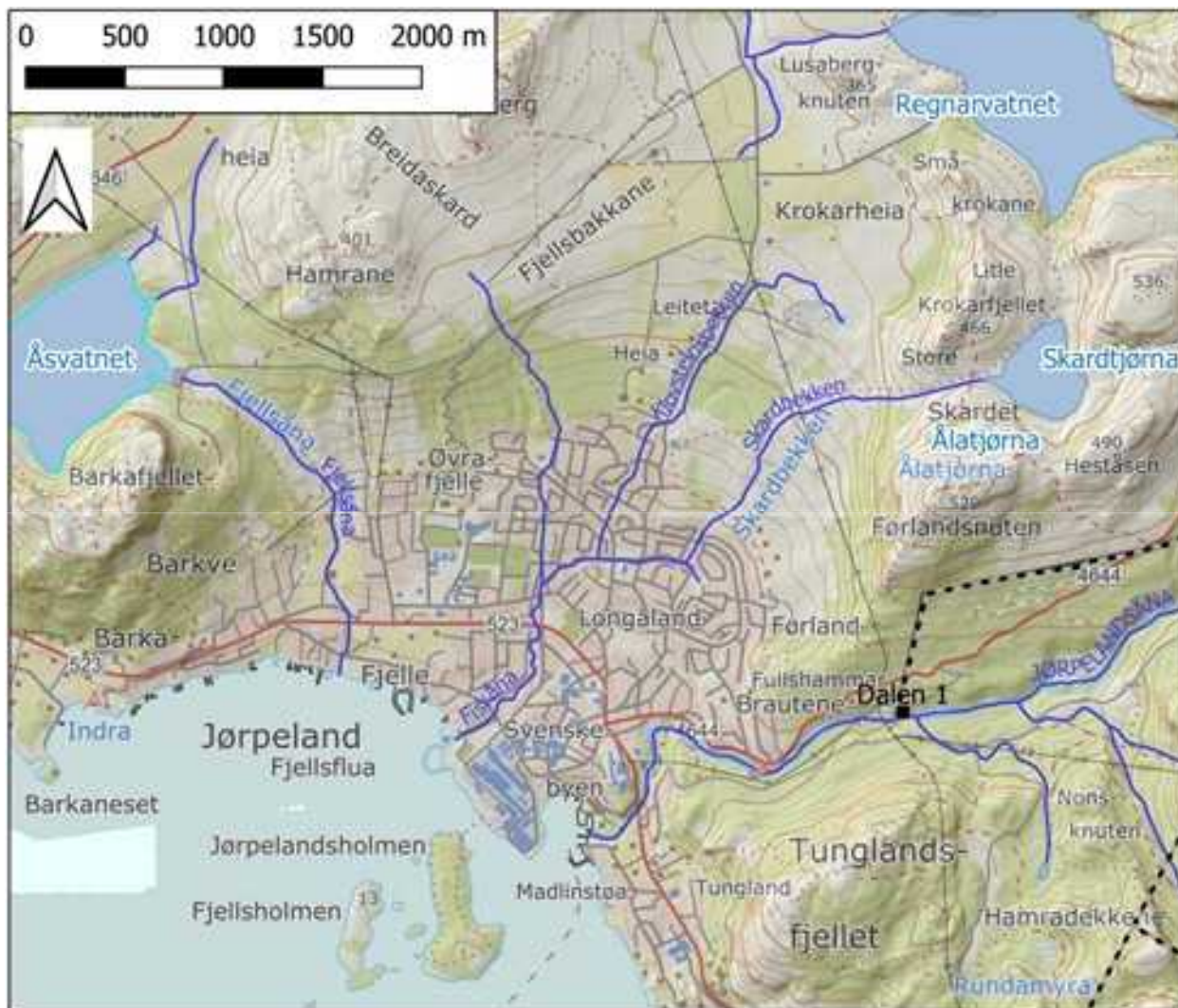
Tettstedet Jørpeland ligger sør-øst for Tau, ca. 10 km langs kysten. Byen er omgitt av fjell i vest, nord og øst, med høyde på opptil 520 moh (Figur 3.2). Terrenget er utformet som en trakter og har helning mot byen. Fjellsidene er bratte, og bebyggelsen i de øvre delene av Jørpeland ligger på terreng med helning opptil 25 grader.

Området dreneres til flere bekker som har utløp til sjøen gjennom eksisterende bebyggelse. Det er bygd tett innpå bekkeløpene, bekkene er delvis lukket og det er mange kulverter og bruer i forbindelse med veikryssinger. Elva Jørpelandsåna renner gjennom den sørlige delen av Jørpeland. På den nederste strekningen er elva innsnevret ved bruer. Flomsletten nede ved fjorden er delvis bebygd.

Ovenfor tettstedet, mellom bebyggelsen og fjellet, er det mye skog og åpen fastmark, og en del jordbruk.



Figur 3.1 Oversiktskart over delområdet Tau i Strand kommune. Magasiner er vist med lyseblå kant, vannkraftverk med svart firkant. Bakgrunnskart: Topografisk norgeskart og DTM, Kartverket; vannkraftdata: NVE.



Figur 3.2 Oversiktskart over delområdet Jørpeland i Strand kommune. Magasiner er vist med lysblå kant, vannkraftverk med svart firkant, vanntunnel med stiplet svart-grå linje. Bakgrunnskart: Topografisk norgeskart og DTM, Kartverket; vannkraftdata: NVE.

3.2 Vassdrag

Delområdet Tau ligger i fire nedbørfelt: Taelva, Strandåna og to kystfelt (Figur 3.3 og Tabell 3.1). Det største vassdraget er Taelva, som har sitt utspring i heiane rundt 20 km øst for Tau. Vannet fra heiane samles i Tysdalsvatnet, og derfra renner det videre i Bleiåna til Østrehusvatnet og Bjørheimsvatnet. Fra Bjørheimsvatnets utløp renner Taelva til Krossvatnet i Tau sentrum og ut i sjøen ved Tau Mølle. I tillegg går en kanal fra Krossvatnet ut i sjøen, sør for Tau Mølle. Taelva omfatter også bekken fra Nordvatnet til Krossvatnet nord i Tau. Bekken renner gjennom flere kulverter og er lukket i nedre del ved Ryfylkevegen. Vassdraget har en stor andel skog og snaufjell (Tabell 3.1). I nedstrøms del er det en del jordbruksareal. Den store andelen innsjø, med arealandel på ca. 13 % og sjøprosent på ca. 7 %, har flomdempende virkning. I tillegg er vassdraget regulert, hvor Tysdalsvatnet, Bjørheimsvatnet og Krossvatnet fungerer som

magasiner for Tou kraftverk (jf. kapittel 3.3). Tabell 3.2 gir oversikt over innsjøer og magasiner i vassdraget.

Strandåna har sitt utspring i Kjortåsdalen, rundt 4 km sør-øst for Tau (Figur 3.3 og Figur 3.4). Fra Nordlandsvatnet renner elva nordover til landbruksområdet sør for Tau. Derfra renner Strandåna mot vest langs den sørlige kanten av tettstedet og ut i sjøen. Arealbruken i dette vassdraget er hovedsakelig skog og jordbruk (Tabell 3.1).

De to kystfeltene har ikke noen synlige bekkeløp (Figur 3.4). Den øvre delen av T1 er en bratt fjellside av Taurafjellet og er dominert av skog og snaufjell, mens den nedre delen er bebygd med boliger. Nedbørfeltet T2 ligger mellom Taulva, Krossvatnet og Strandåna. Den øvre delen av feltet er preget av jordbruk, lett bebyggelse og noe skog. Resten av området langs fjorden er urbanisert. Øst for det urbaniserte arealet ligger Prestatjørna. Før utbygging av dette området var det antakeligvis et bekkeløp fra tjerna ned til fjorden. Også nord i feltet, i Gullbekkvegen, ble en bekk lagt i rør.



Figur 3.3 Oversiktskart over vassdrag i Tau og Jørpeland. Nedbørfelt er vist med svart kant, magasiner med lyseblå kant, vannkraftverk med svart firkant, vanntunnel med stiplet svart-grå linje. Bakgrunnskart: Topografisk norgeskart, Kartverket; vannkraftdata: NVE.

Tabell 3.1 Nedbørfeltkarakteristikk av elver og bekker i delområdene Tau og Jørpeland.
Andeler av arealtyper er hentet fra NEVINA¹ eller beregnet fra AR5 kart.

Vassdrag (overordnet nedbørfelt)	Feltareal [km²]	Dyrket [%]	Myr [%]	Sjø [%]	Skog [%]	Snauffjell [%]	Urban [%]
Tau							
Tauelva (Tauelva 032.4Z)	87,2	5,4	0,7	12,7	36,9	29,1	0,7
Strandåna (kystfelt 032.41)	4,8	21,1	0,4	2,4	51,2	5,1	0,3
T1 (kystfelt 032.42)	0,1	0,0	0,0	0,0	73,7	3,3	22,8
T2 (kystfelt 032.41)	1,0	20,2	0,0	0,1	10,9	0,0	62,5
Jørpeland							
Fjellsåna (kystfelt 032.3)	4,5	15,7	0,3	14,4	24,8	20,9	3,0
Skolebekken (kystfelt 032.3)	0,7	0,6	0,0	0,0	20,8	11,2	59,6
Fiskåna (kystfelt 032.3)	7,7	6,8	0,2	1,9	17,6	17,6	15,7
Jørpelandsåna (Jørpelandsåna 032.Z)	80,2	0,2	0,7	15,0	31,9	46,2	0,3
J1 (kystfelt 032.42)	1,0	9,6	0,0	0,0	67,3	14,9	21,3
J2 (kystfelt 032.3)	0,8	14,4	0,0	0,0	38,2	13,8	29,0
J3 (kystfelt 032.3)	0,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	90,4
J4 (kystfelt 032.20)	0,7	11,8	0,0	0,0	40,0	9,5	35,2

¹ <http://nevina.nve.no/> , Norges vassdrags- og energidirektorat

Tabell 3.2 Utvalg av innsjøer og magasiner i nedbørfeltene Taelva, Jørpelandsåna og kystfelt 032.3. Kilde: NVE.

Innsjø	Overflateareal [km²]
Taelva	
Bjørheimsvatnet (regulert)	3,87
Tysdalsvatnet (regulert)	3,79
Nordvatnet	0,60
Krossvatnet (regulert)	0,11
Jørpelandsåna	
Svortingsvatnet (regulert)	2,64
Krokavatnet	1,73
Liarvatnet (regulert)	1,14
Langavatnet (regulert)	0,73
Hengjandevatnet	0,63
Skivatnet	0,44
Holmavatnet	0,41
Svartavatn	0,39
Venavatnet	0,37
Dalavatnet (regulert)	0,30
Furenesvatnet	0,28
Stora Gamlestølstjørna	0,25
Larsgardtjørna	0,23
Kystfelt 032.3	
Åsvatnet	0,62
Skardtjørna	0,14

Delområdet Jørpeland ligger i åtte nedbørfelt: Fjellsåna (Tuåna i nedre del, videre gjennomgående betegnet som Fjellsåna), Skolebekken, Fiskåna (Sørskårbekken, Klovsteinsbekken og Skardebekken i øvre del), Jørpelandsåna og fire kystfelt (Figur 3.3 og Tabell 3.1). Det største vassdraget er Jørpelandsåna, som har sitt utspring i heiane nord for Lysefjorden, ca. 15 km øst for Jørpeland. Vann samles i flere innsjøer på fjellet (Tabell 3.2). Fra Svortingsvatnet og Liarvatnet renner vannet til Dalavatnet. Derfra renner Jørpelandsåna mot vest til Jørpeland og ut i fjorden. Ved den sør-østlige kanten av byen, nedstrøms Skjedhavn inntaksdam, ligger en foss. Elvestrekningen fra fossen ned til fjorden er relativt bratt, med mange strykpartier. Den største andelen av nedbørfeltet er snaufjell, skog og innsjø (Tabell 3.1). Vassdraget er regulert. Svortingsvatnet, Langavatnet, Liarvatnet og Dalavatnet fungerer som magasiner for Jøssang kraftverk (jf. kapittel 3.3). Innsjøene (sjøprosent på 2,6 %) og reguleringen av magasinene demper flommene i vassdraget.

I åsene nord-vest i delområdet Jørpeland samles vann i Åsvatnet (Figur 3.4). Innsjøen er et magasin til vannforsyning. Fra Åsvatnet renner Fjellsåna gjennom bratt terreng i et løp som er skært inn i terrenget. Terrenget er slakere før elva krysser Ryfylkevegen. På Fjellsånas strekning nedstrøms Ryfylkevegen ligger bebyggelsen tett inn på elva. Arealbruken i vassdraget er mest skog, snaufjell og jordbruk (Tabell 3.1). Åsvatnet har flomdempende virkning (arealandel på ca. 14 %, sjøprosent på ca. 10 %).

Skolebekken har et lite nedbørfelt som drenerer den bratte fjellsiden sør-øst for Hamrane (Figur 3.4). Vassdraget omfattes ikke av NVEs elvenett. Bekken renner gjennom skog og snaufjell til den møter den øvre kanten av Jørpeland. På strekningen derfra ned til fjorden er det bebyggelse tett inn på bekkeløpet. Det er delvis kanalisert og har mange innsnevringar ved bruer og kulverter. 60 % av Skolebekkens nedbørfelt er urbanisert.

Fiskåna drenerer den største delen av byen Jørpeland (Figur 3.4). Elven består av tre grener som drenerer bakkene ovenfor Jørpeland: Sørskårbekken i vest renner ned fra Fjellsbakkane og gjennom bebyggelsen til den har samløp med Klovsteinsbekken; Klovsteinsbekken har sitt utspring på Krokarheia og renner fra Velandsmyra til samløpet med Sørskårbekken; Skardbekken renner fra Skardtjørna gjennom bratt terreng og videre gjennom bebyggelsen til samløpet med Klovsteinsbekken. De tre bekkene og Fiskåna har mange kulverter og bruer, bebyggelsen går tett inn på bekkeløpene og delvis er de lukket. Fiskånas nedbørfelt har like andeler skog, snaufjell og urbanisert område, og noe jordbruk (Tabell 3.1).

De fire kystfeltene har ikke noen tydelige bekkeløp (Figur 3.4), men omfatter flere dreneringslinjer fra fjellsidene ovenfor Jørpeland. J1 ligger på sørsiden av Barkafjellet i bratt terreng, er mest snaufjell og skog, og arealene langs fjorden er urbanisert (Tabell 3.1). En dreneringslinje går til et bekkeinntak bak husene i Spøtahaugen. J2 drenerer sørsiden av Hamrane og Fjidlebakkane. Arealbruken er hovedsakelig skog og urban, samt noe snaufjell og jordbruk. Det er sannsynlig at en del av nedbørfeltet avledes til nabofeltet Fjellsåna ved kulverter som er gravd ned i jordbruksarealet på Fjidlebakkane. J3 ligger mellom Fiskåna og Jørpelandsåna og er fullstendig urbanisert, med både boliger og næringsbygg. J4 drenerer vestsiden av Tunglandsfjellet og den sørligste delen av Jørpeland. Feltet er preget av både skog og urbant areal.

Den hydrologiske inndelingen av det undersøkte området finnes i et detaljert oversiktskart i vedlegg 1, tegning 100.



Figur 3.4 Vassdrag og nedbørfelt i Jørpeland og Tau.

3.3 Vannkraft

Tauelva og Jørpelandsåna er regulerte vassdrag. I Tauelva er det fem vannkraftverk, hvorav et er planlagt og et er under bygging (Figur 3.5, Tabell 3.3). Vannkraftverket med størst ytelse i vassdraget og som er i drift i dag er Tou kraftverk. Kraftverket ligger i Tou sentrum, tar vann fra Krossvatnet og har utløp til fjorden. Krossvatnet er demmet opp på to steder, Krossvatn inntaksdam og Engelen (Tabell 3.4). Tou kraftverk utnytter dessuten de to store magasinene Bjørheimsvatn og Tysdalsvatn. Slukeevnen er på rundt 10,5 m³/s.

Vannkraftverkene i Holta og Bjørheimsbygda er mikrokraftverk med liten ytelse (Figur 3.5).

I Holta er det planlagt et annet mikrokraftverk. Oppstrøms i vassdraget er Sagåna kraftverk under bygging.

I Jørpelandsåna er det to vannkraftverk. Det største er Jøssang kraftverk (Figur 3.5, Tabell 3.3). Kraftverket tar vann fra Dalavatn, men utnytter også magasinene Liarvatn, Svortingsvatn og Langavatn, samt vann fra nabovassdraget, Jøssongåna. Jøssang kraftverk har utløp til sjøen. Slukeevnen er på rundt 12 m³/s, hvor opptil 1,5 m³/s kommer fra Jøssongåna².



Figur 3.5 Vannkraftverk og vannveier i vassdragene. Bakgrunnskart: Topografisk norgeskart, Kartverket; vannkraftdata: NVE.

² Informasjon fra Lyse Produksjon, desember 2020

Tabell 3.3 Vannkraftverk i nedbørfeltene Taelva og Jørpelandsåna. Kilde: NVE

Kraftverk	Drift	Ytelse [MW]	Magasin
Taelva			
Tou	1987	1,1	Krossvatn, Bjørheimsvatn, Tysdalsvatn
Bjørheimsbygd	2006	0,9	-
Ottar Holta	1997	0,01	-
Holta mikrokraftverk	Planlagt	0,01	-
Sagåna kraftverk	Under bygging	3,3	-
Jørpelandsåna			
Jøssang	2010	34	Dalavatn, Liarvatn, Svortingsvatn, Langavatn
Dalen 1	2010	4,9	-

Tabell 3.4 Dammer i nedbørfeltene Taelva, Jørpelandsåna og kystfelt 032.3. Kilde: NVE

Dam	Formål	Bygd	Magasin	Vannkraft- verk	Regulerings- volum [Mill. m³]
Taelva					
Krossvatn inntaksdam	Kraftproduksjon		Krossvatn	Tou	-
Engelen	Kraftproduksjon		Krossvatn	Tou	-
Bjørheimsvatn dam I + II	Kraftproduksjon	1931, 1986	Bjørheimsvatn	Tou	2,0
Tysdalsvatn	Kraftproduksjon	1986	Tysdalsvatn		6,5
Jørpelandsåna					
Skjedhavn inntaksdam	Kraftproduksjon	1910	-	-	-
Storåsfoss inntaksdam	Kraftproduksjon	1920	-	Dalen 1	-
Dalevatn	Kraftproduksjon	1913	Dalavatn	Jøssang	0,35
Svortungsvatn	Kraftproduksjon	1915	Svortingsvatn	Jøssang	18,0
Liarvatn reguleringsdam	Kraftproduksjon	1935	Liarvatn	Jøssang	4,0
Vardhustjønn	Kraftproduksjon	1944	Langavatn	Jøssang	2,0
Kystfelt 032.3					
Åsvatn	Vannforsyning	1940	Åsvatn	-	-

Nedstrøms Dalavatn ligger kraftverket Dalen 1. Kraftverket tar vann fra en inntaksdam i elva (Tabell 3.4) og har utløp til Jørpelandsåna ved trafostasjonen oppstrøms Jørpeland.

Minstevannføringen i Jørpelandsåna mellom Dalavatn og Storåsfoss er 0,7 m³/s året rundt³. Fra Storåsfoss skal det slippes minst 0,5 m³/s hele året. Nedstrøms fossen i Jørpeland skal det være en vannføring på minst 2,1 m³/s fra mai til november, og på minst 1,6 m³/s fra desember til april. På til sammen 33 dager i perioden mai til oktober skal vannføringen ikke være mindre enn 4 m³/s.

3.4 Byutvikling

I Tau er følgende område under utbygging:

- Torgvegen 6, ny kirke og P-plasser med bekkeomlegging (Figur 3.6)

I Jørpeland er følgende områder under utbygging eller er planlagt utbygd:

- Ny Fjelltun skole bygges nord for Fjelltunvegen (Figur 3.6)
- Områdeplan Skarbekken: på fjellsiden øst for Klovsteinsbekken er det planlagt nye boligfelt (Figur 3.6)
- Øvre Barkvedvegen 236: et nytt hus bygges vest for Fjellsåna

³ Manøvreringsreglement for reguleringen av Jørpelandsvassdraget i Strand kommune, Rogaland. NVE



Figur 3.6 Situasjonsplan for Fjelltun skole (øverst på venstre), planområde Skarbekken (nederst på venstre) og plan for Tau kirke tomt (høyre). Kilder: Situasjonsplan Fjelltun skule, Rambøll 2020 / Planbeskrivelse Områdeplan for Skarbekken, Sweco 2020 / Intensjonsplan for kirke tomt, torg og bekk, asplan viak 2019.

4. Datagrunnlag

4.1 Nedbør

4.1.1 Nedbørserier

Følgende nedbørserie ble brukt ved oppsett av nedbør-avløps-modellen (Tabell 4.1).

Tabell 4.1 Nedbørserie brukt i nedbør-avløps-modellen.

Målestasjon	Periode	Intervall	Kilde
45530 LIARVATN	01.01.2011-31.12.2018	1 time	Klimaservicesenter.no

4.1.2 Målestasjoner og nedbørdata for ekstremnedbør

På Klimaservicesenter.no er det tilgjengelig data fra 7 målestasjoner i Rogaland med statistikk for ekstremnedbør. Intensitet-varighet-frekvens (IVF)-kurvene for disse 7 nedbørstasjoner ble sammenlignet med hverandre. Stasjonene er vist i tabell 4.2 og figur 4.1.

Tabell 4.2 Oversikt over nedbørstasjoner med statistikk for ekstremnedbør i Rogaland. Kilde: Klimaservicesenter.no

Målestasjon	Periode	Antall sesonger	Høyde (moh)
44190 TIME - LYE	1981 - 2017	31	135
44580 STAVANGER - MADLA	1983 - 2014	24	15
44620 STAVANGER - TASTA	2000 - 2014	13	30
44640 STAVANGER - VÅLAND	1999 - 2017	17	72
44660 STAVANGER - HUNDVÅG	1982 - 2014	25	5
44730 SANDNES - ROVIK	1974 - 2017	34	19
47240 KARMØY - BREKKEVANN	1968- 2019	38	19

I tillegg ble en observert nedbørhendelse fra Vigrestad sammenlignet med IVF-kurvene (figur 4.2). Nedbørhendelsen ble målt den 7. august 2014. I figur 4.2 er det kun vist IVF-kurver for gjentaksintervall på 200 år. For 20-års gjentaksintervall har kurvene lignende forløp (se vedlegg 2).

Nedbørverdiene fra stasjon 44580 STAVANGER - MADLA virker usikre, siden stigningen i kurven minker og øker igjen for varighet mellom 30 og 120 minutter. Stasjonene 44620 STAVANGER - TASTA og 44640 STAVANGER - VÅLAND har et lavt antall sesonger (se tabell 4.2), som gir usikkert statistisk grunnlag. 44640 STAVANGER - VÅLAND virker usikkert pga. forløpet ved varighet lengre enn 360 minutter. 44660 STAVANGER - HUNDVÅG har et greit antall sesonger og ligger nærmest Tau og Jørpeland, men avviker med hensyn til topografien. 44730 SANDNES - ROVIK har et høyt antall sesonger og ligger topografisk sett lignende

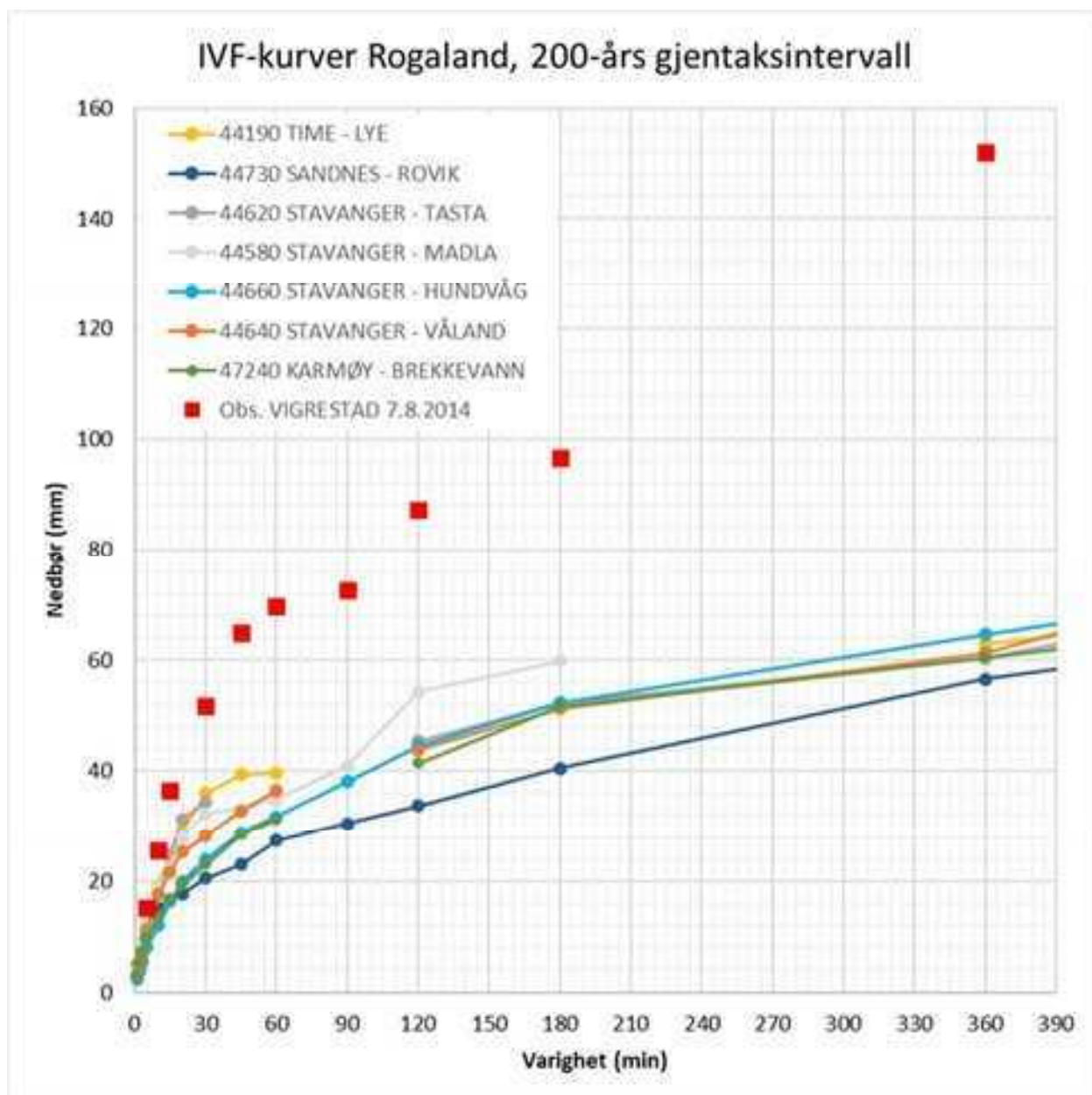
Jørpeland og Tau vest for fjell / noen høyder. Det legges merke til at IVF-kurvene for denne stasjonen har de laveste nedbørverdiene blant alle stasjoner i regionen for varigheter lengre enn 15 minutter. 47240 KARMØY - BREKKEVANN har høyest antall sesonger blant stasjonene, men ligger på en øy ute i havet og lengst unna Strand kommune. 44190 TIME – LYE har lignende topografisk beliggenhet, men ligger langt unna Strand kommune.

Observerte nedbørverdier fra Vigrestad viser betydelig høyere nedbørverdier og viser mulig størrelse av en ekstrem hendelse.

Utover IVF-statistikken tilgjengelig på Klimaservicesenter.no ble det sett på nedbørmengder målt ved to stasjoner øst for Jørpeland og Tau, Bjørheim og Liarvatn. Sammenligning av årsnedbøren for perioden 2012 til 2018 viser en stor gradient fra vest til øst med økende nedbørmengde mot øst (Tabell 4.3).



Figur 4.1 Oversikt over målestasjoner med IVF-kurver (røde stjerner) i nærheten av Strand kommune (stiplet linje: kommunegrense).



Figur 4.2 IVF-kurver fra nedbørstasjoner i nærheten av Strand kommune for 200-års gjentakintervall; kilde: Klimaservicesenter.no, data til og med år 2020. De røde prikkene viser observerte verdier fra en nedbørhendelse i Vigrestad.

Tabell 4.3 Årsnedbør i mm for perioden 2012 til 2018, målt ved Sandnes-Rovik, Bjørheimsvatn og Liarvatn. Kilde: Meteorologisk institutt⁵.

År	Sandnes-Rovik	Bjørheim	Liarvatn
2012	1691	2093	2854
2013	988	1664	2311
2014	1552	1774	2426
2015	1769	1522	3169
2016	860	839	2499
2017	1652	2567	3414
2018	1233	1476	2303
Middel	1392	1705	2711

4.1.3 Konklusjon for nedbørdata

For beregningene i prosjektet er det brukt IVF-kurver fra målestasjon 44730 SANDNES - ROVIK for områdene nær kysten, dvs. for områdene modellert med todimensjonal hydraulisk modell. Nedbørverdiene for gjentaksintervall på 2, 20 og 200 år er vist i Tabell 4.4, alle gjentaksintervall finnes i vedlegg 2. Stasjonen ligger i nærheten av Jørpeland og Tau, har et høyt antall sesonger, dvs. godt statistisk grunnlag, og har lignende topografiske forhold. Bruk av denne stasjonen er også anbefalt i VA-normen for kommunene i Rogaland⁴.

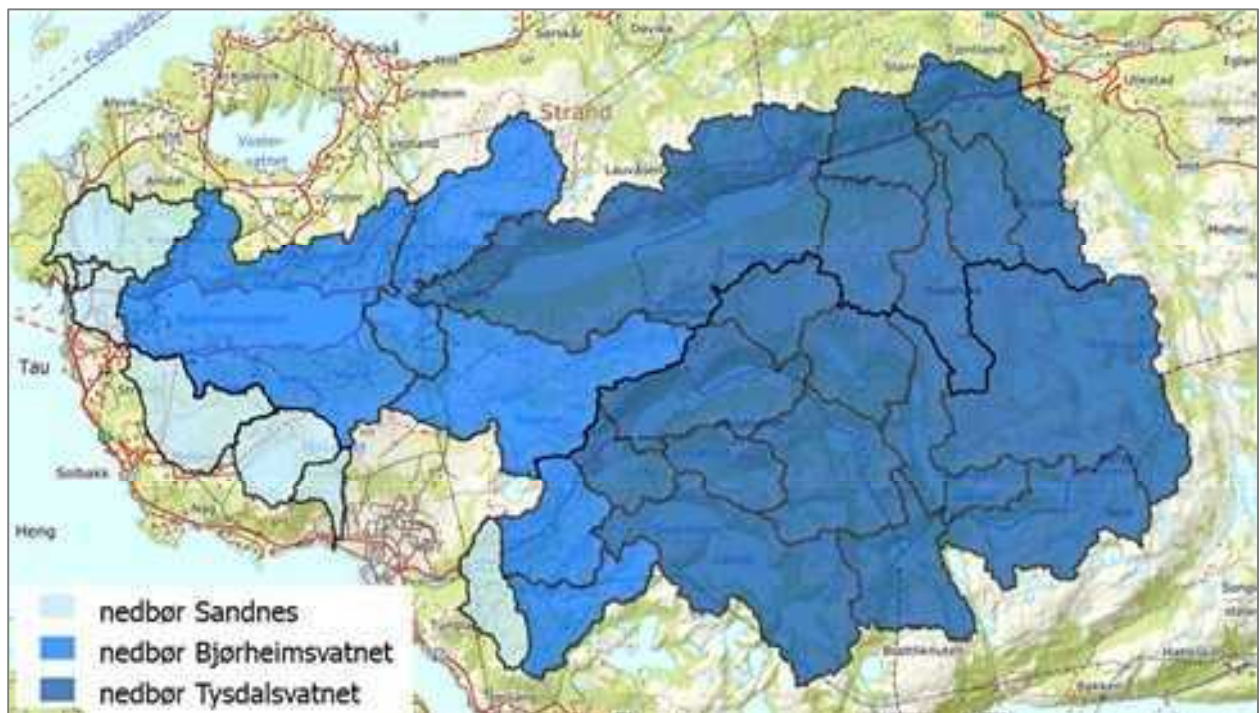
Denne stasjonen har de laveste nedbørverdiene blant alle stasjoner for varigheter lengre enn 15 minutter (se Figur 4.2 og vedlegg 2). For å ta høyde for dette legges det noe sikkerhetsmargin i valget av klimapåslaget (se kapittel 4.2.3). Etter behov kan det også være nyttig å analysere konsekvensene av en ekstrem hendelse lignende observert i Vigrestad, i tillegg til 20- og 200-års nedbør med klimapåslag (se Tabell 4.4 og vedlegg 2).

Tabell 4.4 Nedbørverdier (mm) for IVF-kurver fra nedbørstasjon 44730 SANDNES - ROVIK og for en nedbørhendelse observert i Vigrestad 07.08.2014. Kilde 44730 SANDNES - ROVIK: Klimaservicesenter.no, lastet ned 05.06.2020, antall sesonger 34.

	Varighet (minutter)															
År	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	1,9	2,7	3,5	4,7	6,6	7,9	8,7	10,2	11,9	13,3	15,2	17,6	21,5	30,7	40,2	51,8
20	3,3	4,1	5,2	7,7	11,2	12,6	13,5	15,7	17,8	20,7	23,3	26,1	31,5	44,3	60,0	73,4
200	4,7	5,3	6,8	10,4	15,2	16,7	17,7	20,5	23,1	27,4	30,5	33,7	40,5	56,6	77,3	92,4
VIG				15,2	25,6	36,5		51,7	64,9	69,7	72,5		96,7	152,0	161,8	162,9

⁴ Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg, Vedlegg 9 Overvannshåndtering, revidert 1.6.2017

På grunn av økende nedbørmengde med avstanden fra kysten innenfor nedbørfeltene Taelva og Jørpelandsåna ble det i tillegg til stasjonen Sandnes-Rovik brukt IVF-statistikken beregnet av Meteorologisk institutt i forbindelse med flomberegninger for Bjørheimsvatn og Tysdalsvatn⁵. Nedbørmengdene for Bjørheimsvatn og Tysdalsvatn ble lagt til grunn i nedbør-avløpsmodellene for Taelva og Jørpelandsåna i henhold til øst-vest-gradienten av nedbøren og de topografiske forholdene. Nedbørfeltene Taelva og Jørpelandsåna ble delt inn i tre soner med nedbør fra henholdsvis Sandnes-Rovik, Bjørheimsvatn og Tysdalsvatn fra øst til vest (Figur 4.3).



Figur 4.3 Inndeling av nedbørfeltene Taelva og Jørpelandsåna i tre soner med ulike grunnlagsdata for nedbør.

⁵ Norconsult: Flomberegning av Tysdalsvatn og Bjørheimsvatn. Oppdrag 5009352 – Rapport nr. 001; november 2008, revidert desember 2010

4.2 Klimapåslag

4.2.1 Nedbør

Norsk Klimaservicesenter (NCCS) har beskrevet klimaendringer for hver region i Norge. I Klimaprofil Rogaland⁶ er det vist en økning i årsnedbøren på 10 %, hvor økningen er størst om vinteren (20 %). Intensiteten for kraftig døgnnedbør er forventet å øke med 15 %. For nedbør med varighet kortere enn 3 timer foreslår NCCS et klimapåslag på minst 40 %. De siste anbefalingene skiller mellom gjentakintervall kortere og lik eller lengre enn 50 år og mellom ulike varighetsintervall⁷ (< 50 år: henholdsvis 40 % og 30 % for varighet på opptil 3 timer og 3 til 24 timer; ≥ 50 år: henholdsvis 50 %, 40 % og 30 % for varighet på lik eller mindre enn 1 time, 1 til 3 timer og 3 til 24 timer).

4.2.2 Flom

NVE har utgitt en rapport med anbefalinger for klimapåslag på flomvannføringer i elver⁸. For Rogaland anbefaler NVE et klimapåslag på 20 % for alle større nedbørfelt, og minst 20 % for alle mindre nedbørfelt (areal < 100 km²) og andre nedbørfelt som reagerer raskt på styrtregn. Verdien gjelder endringen i maksimal døgnmiddelvannføring, og er basert på endringer i 200-årsflom i perioden fra år 2071 til 2100, men gjelder også andre gjentakintervall.

4.2.3 Konklusjon for klimapåslag

I prosjektet utføres det hydrologiske og hydrauliske beregninger i nedbørfelt med areal mindre enn 100 km². Inngangsdata til modellene er nedbørdata for gitt gjentakintervall (200 og 20 år) og avgjørende varighet (forventet mellom 24 timer og ca. 10 minutter). For disse varighetene foreslår NCCS en økning i nedbør mellom ca. 15 % (døgnnedbør) og 50 % (varighet ≤ 1 time, gjentakintervall ≥ 50 år). NCCS forventer større økning i nedbør for korte nedbørhendelser enn det som tilsier økningen i flom anbefalt av NVE (minst 20 %).

Siden det utføres beregninger for små nedbørfelt og målestasjon 44730 SANDNES – ROVIK har de laveste nedbørverdiene sammenlignet med de øvrige stasjonene i regionen, velger vi å bruke klimapåslag i øvre enden av intervallet, som gitt av NCCS⁷ (tabell 4.5). Nedbørverdiene for gjentakintervall på 2, 20 og 200 år med klimapåslag er vist i Tabell 4.6, alle gjentakintervall finnes i vedlegg 2.

⁶ Klimaprofil Rogaland – Et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning. Norsk Klimaservicesenter januar 2017, oppdatert juli 2017

⁷ Klimapåslag for korttidsnedbør – Anbefalte verdier for Norge. Rapport 5/2019, Norsk Klimaservicesenter. <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/article.xhtml?uri=klimaservicesenteret/dimensjonerende-nedbør/fremtidig-utvikling>

⁸ Klimaendring og framtidige flommer i Norge. Rapport 81-2016, Norges vassdrags- og energidirektorat

Tabell 4.5 Klimapåslag for nedbør, avhengig av gjentakintervall og varighet. Kilde: NCCS⁷

Varighet	Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
> 1 til 3 timer	40 %	40 %
> 3 til 24 timer	30 %	30 %

Tabell 4.6 Nedbørverdier med klimapåslag (mm) for IVF-kurver fra nedbørstasjon 44730 SANDNES - ROVIK og nedbørverdier uten klimapåslag for en nedbørhendelse observert i Vigrestad 07.08.2014. Kilde 44730 SANDNES - ROVIK: Klimaservicesenter.no, lastet ned 05.06.2020, antall sesonger 34. Klimapåslag: 30 %, 40 % og 50 % i henhold til NCCS⁷.

	Varighet (minutter)															
År	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	2,7	3,8	4,9	6,6	9,2	11,1	12,2	14,3	16,7	18,6	21,3	24,6	30,1	39,9	52,3	67,3
20	4,6	5,7	7,3	10,8	15,7	17,6	18,9	22,0	24,9	29,0	32,6	36,5	44,1	57,6	78,0	95,4
200	7,1	8,0	10,2	15,6	22,8	25,1	26,6	30,8	34,7	41,1	42,7	47,2	56,7	73,6	100,5	120,1
VIG				15,2	25,6	36,5		51,7	64,9	69,7	72,5		96,7	152,0	161,8	162,9

4.3 Havnivå

4.3.1 Ekstremvann

Det brukes 1-års stormflo, som vanligvis kombineres med flom i elv. Da forutsetter en at sannsynligheten for at flom og stormflo med sjeldne gjentakintervall inntreffer samtidig, er liten. 1-års stormflo for Strand kommune ligger i dag på 0,71 m over NN 2000⁹.

4.3.2 Havnivåstigning

Havnivå i et endret klima er beregnet av NCCS¹⁰. For Strand kommune er havnivåstigningen anslått til 0,77 m frem til år 2100. Dette gir et havnivå på **1,48 m** over NN 2000 i 2100.

4.4 Terreng, bunnhøyder og byggverk

Som grunnlag for modellverktøyene for analysene i dette prosjektet ble det brukt både digitale terrengmodeller og innmålinger. Lasermålte høydedata ble hentet fra Høydedata.no¹¹ (Tabell

⁹ Se havniva.no <https://kartverket.no/til-sjos/se-havniva/resultat?id=25582#waterlevel-tab>

¹⁰ Sea Level Change for Norway - Past and Present Observations and Projections to 2100 (2015). Rapport M405, NCCS

¹¹ www.hoydedata.no, Kartverket, data lastet ned 31.01.2020 (dtm 0,25 m og 1 m) og 30.03.2020 (dtm 10 m)

4.7). Innmåling av tverrprofiler i elver og bekker og av byggverk, som bruer, kulverter og dammer, ble gjennomført av et lokalt innmålingsfirma.

I Tau og Jørpeland ble det målt inn henholdsvis 175 og 355 tverrprofiler. Kart i vedlegg 3 gir en oversikt over alle innmålinger.

Videre ble det registrert 4 dammer, 14 kulverter og 25 bruer i Tau, og 2 dammer, 30 kulverter og 55 bruer i Jørpeland. Kart og tabeller i vedlegg 3 gir en oversikt over alle innmålte og modellerte byggverk.

Tabell 4.7 Oversikt over terrengdata fra Høydedata.no

Høydedata-prosjekt	Dato	DTM 10 m	DTM 1 m	DTM 0,25 m Tau	DTM 0,25 m Jørpeland
NDH Rogaland 5pkt 2016	27.05.2016		x	x	x
NDH Strandlandet 5pkt 2018	25.05.2018		x		x
NDH Hjelmeland-Forsand 2pkt 2018	02.06.2018		x		
Nasjonal høydemodell	-	x			

4.5 Ledningsnett

Ledningsnettdata for de to delområdene ble levert av Strand kommune. Dataene ble gått gjennom for å bestemme hvilke deler av ledningsnettets som tas med i analysen. Ledninger, kummer, inntak, utslipp, osv. som manglet data ble identifisert. Kommunen målte inn manglende bunnhøyder og diametere, i Tau mellom juni og august 2020, i Jørpeland mellom august 2020 og mai 2021.

4.6 Grunnkart

For modeller, tegninger og analyser i prosjektet ble det lagt til grunn FKB-data for de to delområdene, mottatt av Strand kommune i mars 2020. Datasettet inkluderer all relevant infrastruktur som bygninger, veier og øvrige anlegg, konturer som kystkontur, voller, grøfter og lignende, og AR5 arealbruk.

Videre leverte kommunen flyfoto fra april 2017 og fra juni 2020 for de to delområdene.

5. Nedbør-avløps-modell

5.1 HEC-HMS

Nedbør-avløps-modellen HEC-HMS¹² ble brukt til å beskrive hydrologien av nedbørfeltene i Time kommune. Modellen omfatter en rekke hydrologiske metoder for en fullstendig beregning av hydrologiske prosesser i vassdrag. Vassdrag gjengis ved hjelp av elementer som delfelt, elveløp, samløp, magasiner, kilder og utløp.

Nedbørmengder eller -tidsserier regnes om til andelen av nedbøren som renner av. I neste omgang beregnes avrenningsprosessen, altså hvordan andelen av nedbøren som renner av direkte, konsentreres og samles ved et utløpspunkt. Til dette velges en av flere metoder for beregning av enhetshydrogrammer. I tillegg til andelen av nedbøren som renner av direkte, tas det hensyn til grunnvannstilsgiet («base flow»). For modellering av avrenningsprosessen i elveløp og gjennom magasiner / innsjøer er et utvalg av ulike metoder tilgjengelig for å lede («rute») en flom gjennom et vassdrag.

Følgende metoder¹³ for omdanning av nedbør til avrenning og til ruting av en flom ble brukt (begrepene i kursiv henviser til metodene i HEC-HMS-modellen):

- Tap ved omdanning av nedbør til avrenning: *Initial loss and constant loss rate*
- Beregning av avrenning: *Clark Unit Hydrograph*
- Grunnvannstilsgiet: *Baseflow Recession*
- Ruting av en flomtopp: *Kinematic Wave*

I nedbørtapet ble det inkludert et start-tap (fukting av overflater, fylling av forsenkninger i terrenget) og en konstant infiltrasjonsrate.

Arealbruk inngår i modellen ved andel tette flater.

Clarks enhetshydrogram (*Clark Unit Hydrograph*) tar hensyn til konsentrasjonstiden i hvert delfelt. Konsentrasjonstider ble beregnet i henhold til formelen gitt i Vassdragshåndboka¹⁴, som inkluderer sjøprosenten. Ved sjøprosenten tas det hensyn til flomdemping i innsjøer.

Store innsjøer i nedbørfeltene ble tatt med i modellen som magasiner, slik at den flomdempende virkningen er tatt hensyn til i detalj (se kapittel 5.3). Inndata er volum-vannførings-kurver og volum-vannstands-kurver.

For grunnvannstilsgiet ble det antatt en resesjonsmodell som definerer et avtagende grunnvannstilsgiet, inntil den indirekte avrenningen fra foregående nedbørhendelsen når vassdraget, og grunnvannstilsgiet øker igjen.

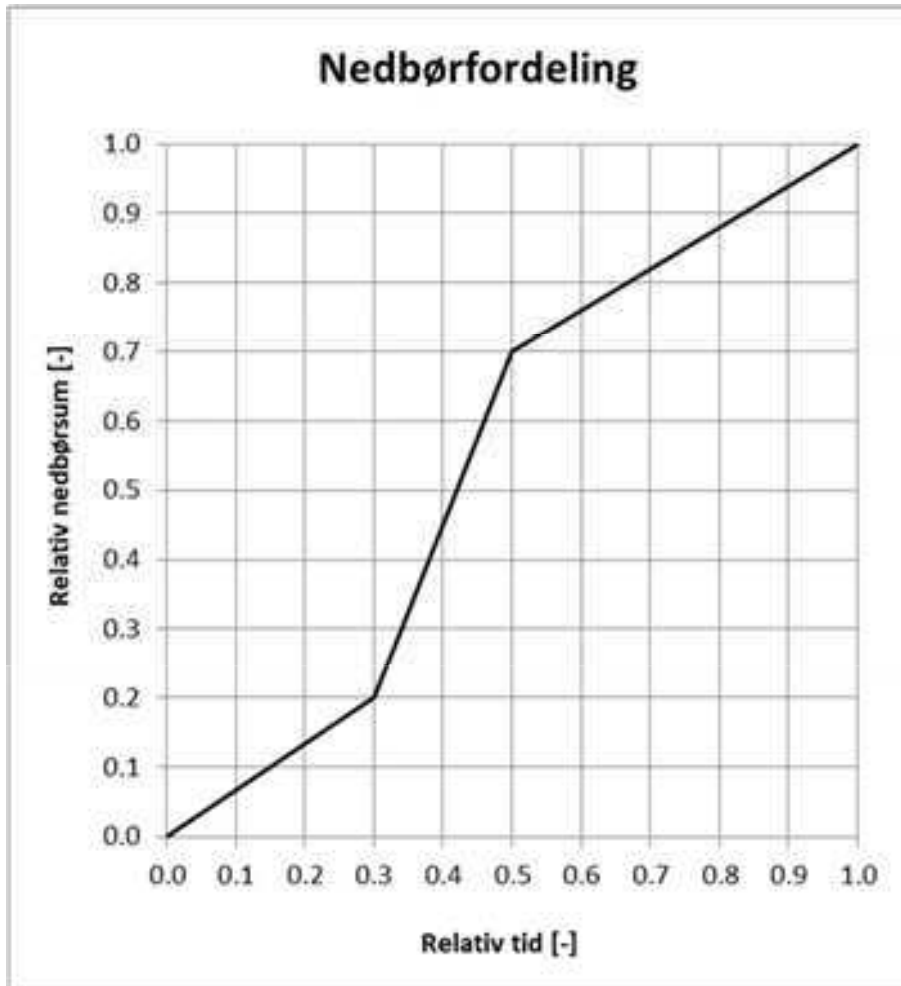
¹² *Hydrologic Modeling System HEC-HMS 4.2.1 3/2017, U.S. Army Corps of Engineers, Institute For Water Resources, Hydrologic Engineering Center, 609 Second Street, Davis CA 95616-4620, USA.*

¹³ *Hydrologic Modeling System HEC-HMS – Technical Reference Manual, March 2000, U.S. Army Corps of Engineers, Institute For Water Resources, Hydrologic Engineering Center, 609 Second Street, Davis CA 95616-4687, USA.*

¹⁴ *Vassdragshåndboka – Håndbok i forbygningsteknikk og vassdragsmiljø (2010) Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.*

Rutingsmetoden *Kinematic Wave* beregner forsinkelsen av avrenningen og demping av flomtoppen i et vassdrag. For hver elvestrekning beregnes endringen av flomforløpet på grunnlag av gjennomsnittlig elvegradient og representative tverrprofiler.

De hydrologiske beregninger er gjennomført med nedbør, som er jevnt fordelt over nedbørfeltet, og som har en fordeling over tid med høyest intensitet i midten (Figur 5.1).



Figur 5.1 Antatt fordeling av nedbør over tid.

5.2 Hydrologisk inndeling

Nedbørfeltene til Taelva, Strandåna, Fjellsåna og Jørpelandsåna ble delt inn i delfelt ved hjelp av terrengeanalyse. Til dette ble det brukt GIS-verktøyene i programvaren HEC-GeoHMS¹⁵. Terrengeanalysen ble gjennomført på grunnlag av DTM 10 m. Etter at forsenkninger i terrenget var blitt «fylt» ble avrenningslinjer beregnet. Utfra avrenningslinjene delt opp i segmenter ble

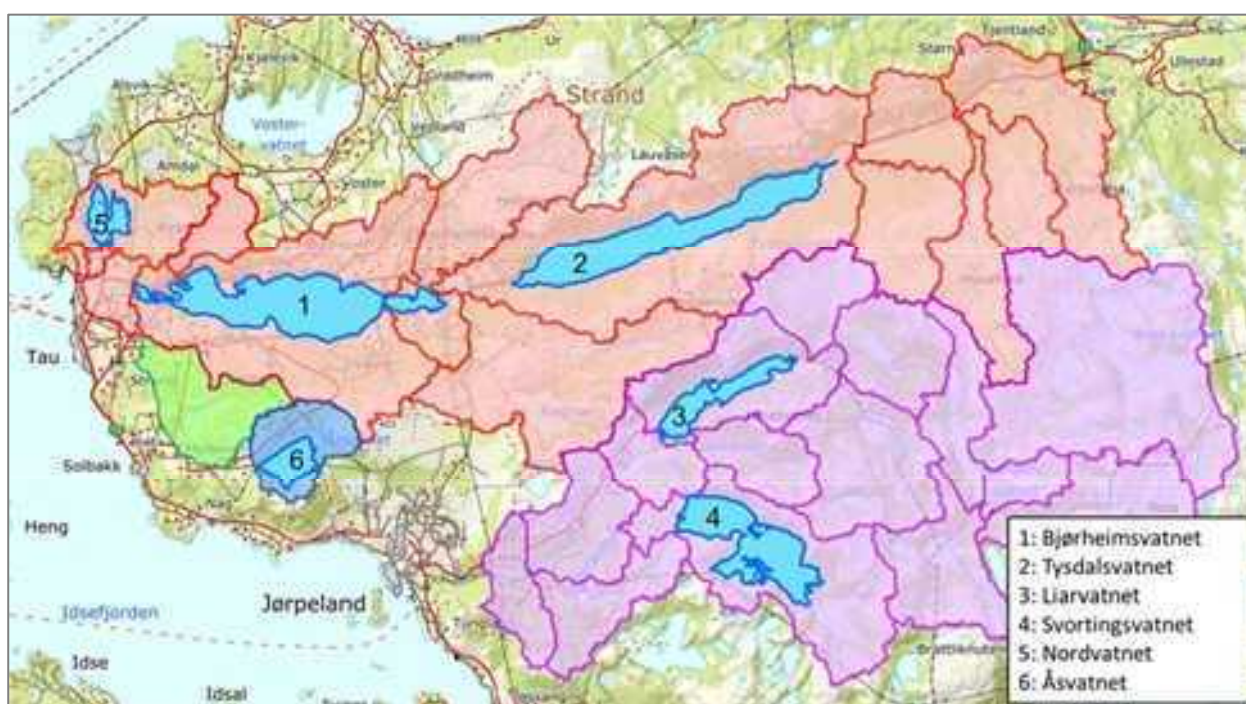
¹⁵ Geospatial Hydrologic Modeling Extension HEC-GeoHMS 5.0 2010, U.S. Army Corps of Engineers, Institute For Water Resources, Hydrologic Engineering Center, 609 Second Street, Davis CA 95616-4687, USA.

nedbørfeltene og delfeltene laget. Taelva og Jørpelandsåna ble delt opp i 14 delfelt, Fjellsåna i to delfelt.

En detaljert oversikt over nedbørfeltene er vist i vedlegg 1, tegning 100.

5.3 Beregning av flomdemping i innsjøene

For seks innsjøer i nedbørfeltene Taelva, Fjellsåna og Jørpelandsåna ble den flomdempende virkningen detaljert tatt hensyn til (Figur 5.2): Bjørheimsvatnet, Tysdalsvatnet, Liarvatnet, Svortingsvatnet, Nordvatnet og Åsvatnet. Fire av dem er regulert. Tabell 5.1 viser høyeste og laveste regulerte vannstand for de fire magasinene.



Figur 5.2 Innsjøer tatt med i nedbør-avløps-modellen som magasiner i de fire simulerte nedbørfeltene Taelva (rød), Strandåna (grønn), Fjellsåna (blå) og Jørpelandsåna (fiolett).

Tabell 5.1 Høyeste og laveste regulerte vannstand av magasiner i nedbørfeltene.

Innsjø	LRV [moh]	HRV [moh]
Bjørheimsvatnet	32,40	33,22
Tysdalsvatnet	38,20	40,00
Liarvatnet	293,25	297,07
Svortingsvatnet	454,00	463,51

For simuleringene med nedbør-avløps-modellene ble det lagt til grunn en start-vannstand i magasinene tilsvarende høyeste regulerte vannstand. For følgende innsjøer var avløpskurver, dvs. sammenhengen mellom vannstand og vannføring, tilgjengelig fra tidligere analyser i nedbørfeltene^{5, 16}: Tysdalsvatnet, Liarvatnet og Svortingsvatnet (Tabell 5.2).

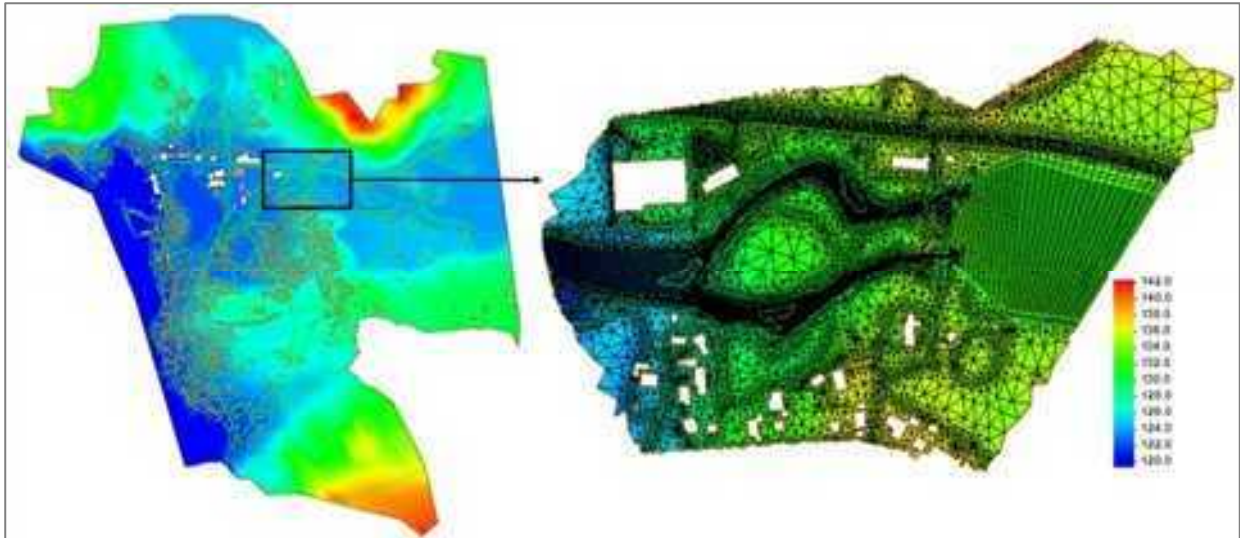
For de andre tre av de seks innsjøene ble avløpskurver beregnet ved hjelp av hydrauliske modeller for utløpsområdene (Tabell 5.3): Bjørheimsvatnet (Figur 5.3), Nordvatnet (Figur 5.4) og Åsvatnet (Figur 5.5). Disse modellene er basert på både lasermålte terrenghøyder og innmålte tverrprofiler, hvorved det ble lagt vekt på detaljert innmåling av utløpsområdene.

Volum-vannstands-kurver ble beregnet for alle seks innsjøer ved hjelp av terrenganalyse på grunnlag av lasermålte terrenghøyder (Tabell 5.2 og Tabell 5.3). Derfor ble det beregnet volumet over nivået av vannspeilet under laserinnmålingen (Tysdalsvatnet 38,80 moh, Liarvatnet 294,80 moh, Svortingsvatnet 461,35 moh, Bjørheimsvatnet 32,81 moh, Nordvatnet 37,82 moh og Åsvatnet 212,60 moh).

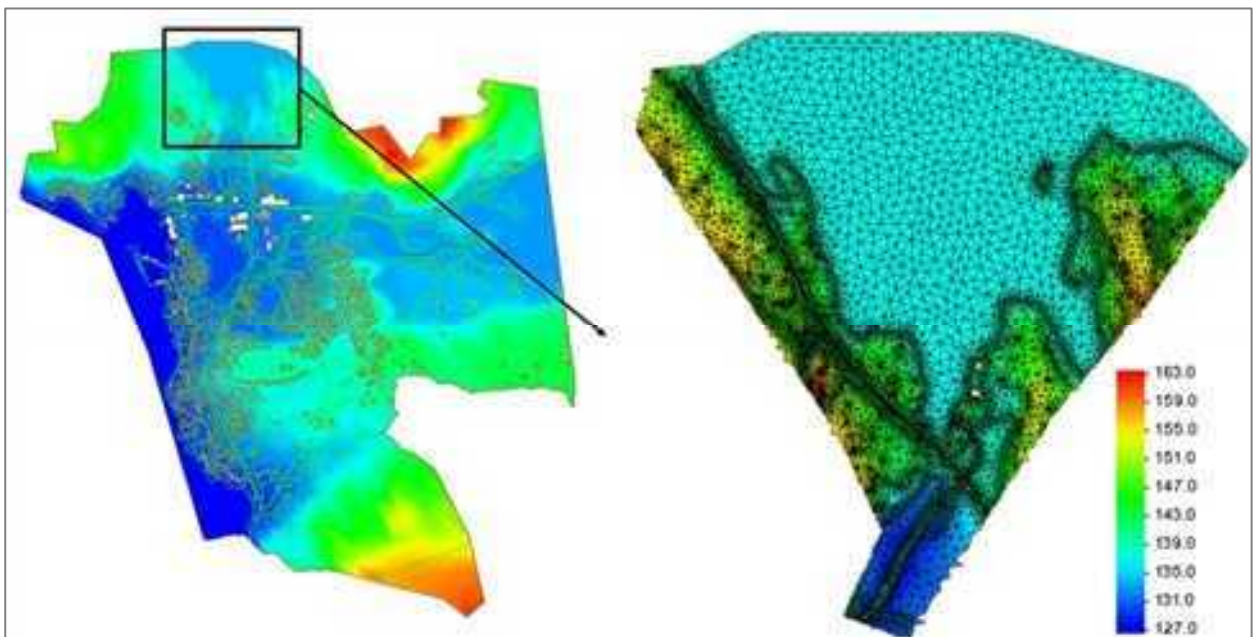
¹⁶ Norconsult: Flomberegning for Jørpelandsvassdraget; Oppdragsnr. 5104165; 2012-02-16.

Tabell 5.2 Sammenheng mellom volum, vannstand og vannføring ut av magasinene. Volum er vannvolumet over vannspeilnivået under laserinnmålingen. Kilde for avløpskurvene: Norconsult, Flomberegning av Tysdalsvatn og Bjørheimsvatn⁵ og Flomberegning for Jørpelandsvassdraget¹⁶.

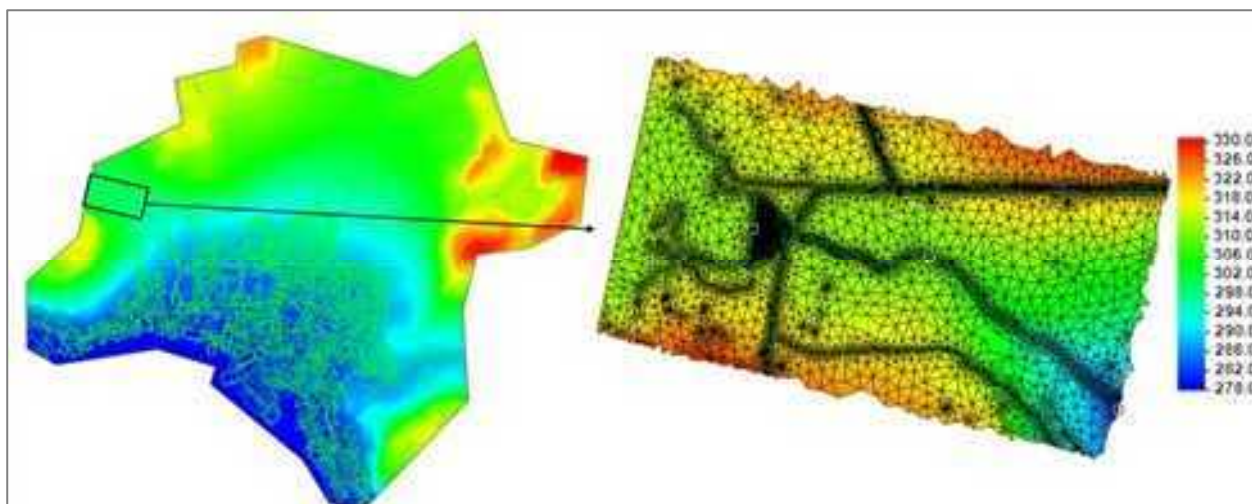
Tysdalsvatnet			Liarvatnet			Svortingsvatnet		
Vannføring [m³/s]	Vannstand [moh]	Volum [1000 m³]	Vannføring [m³/s]	Vannstand [moh]	Volum [1000 m³]	Vannføring [m³/s]	Vannstand [moh]	Volum [1000 m³]
0	38,80	0	0	294,80	0	0	461,35	0
5,0	39,07	2988	0	297,07	3795	0	463,51	18027
7,5	39,30	3850	100	298,40	5335	5	463,80	18798
10,0	39,50	4604	200	299,20	6290	10	463,97	19251
12,5	39,68	5285	300	299,90	7144	15	464,12	19653
15,0	39,84	5892	320	299,95	7205	20	464,24	19975
17,5	40,01	6538	400	301,00	8520	25	464,30	20136
20,0	40,15	7072	500	301,70	9420	30	464,35	20270
22,5	40,29	7606						
25,0	40,38	7951						
27,5	40,47	8297						
30,0	40,55	8604						
32,5	40,63	8913						
35,0	40,72	9261						
37,5	40,80	9571						
40,0	40,88	9881						
42,5	40,95	10153						
45,0	41,02	10426						
47,5	41,09	10699						
50,0	41,16	10973						
52,5	41,21	11169						
55,0	41,27	11404						
57,5	41,32	11600						
60,0	41,37	11797						
62,5	41,42	11993						
65,0	41,47	12190						
67,5	41,51	12348						
70,0	41,56	12545						



Figur 5.3 Hydraulisk modell for delområdet Tau med utklipp av beregningsnettets rundt utløpet av Bjørheimsvatnet. Fargeskalaen viser terrenghøyder i moh +100 m.



Figur 5.4 Hydraulisk modell for delområdet Tau med utklipp av beregningsnettets rundt utløpet av Nordvatnet. Fargeskalaen viser terrenghøyder i moh +100 m.



Figur 5.5 Hydraulisk modell for delområdet Tau med utklipp av beregningsnettet rundt utløpet av Åsvatnet. Fargeskalaen viser terrenghøyder i moh +100 m.

Tabell 5.3 Sammenheng mellom volum, vannstand og vannføring ut av magasinene. Volum er vannvolumet over vannspeilnivået under laserinnmålingen.

Bjørheimsvatnet			Nordvatnet			Åsvatnet		
Vannføring [m³/s]	Vannstand [moh]	Volum [1000 m³]	Vannføring [m³/s]	Vannstand [moh]	Volum [1000 m³]	Vannføring [m³/s]	Vannstand [moh]	Volum [1000 m³]
5,0	32,7	1026,3	0,0	37,82	0	0,00	212,60	0
7,5	32,81	1026,5	1,5	37,92	58	1,00	213,05	334
10,0	32,89	1044	2,0	38,06	142	1,50	213,07	346
12,5	32,96	1079	2,5	38,20	226	2,00	213,09	359
15,0	33,03	1290	3,0	38,31	292	2,50	213,11	372
17,5	33,1	1581	3,5	38,40	347	3,00	213,12	378
20,0	33,15	1790	4,0	38,50	408	3,50	213,14	391
22,5	33,19	1958	4,5	38,68	519	4,00	213,15	398
25,0	33,23	2126	5,0	38,76	568	4,50	213,16	404
27,5	33,27	2294	5,5	38,79	587	5,00	213,18	417
30,0	33,31	2463	6,0	38,81	600	5,50	213,20	430
32,5	33,34	2590	6,5	38,83	612	6,00	213,22	443
35,0	33,37	2716	7,0	38,85	624	6,50	213,24	456
37,5	33,4	2843	7,5	38,87	637	7,00	213,27	475
40,0	33,43	2970	8,0	38,88	643	7,50	213,31	501
42,5	33,45	3055	8,5	38,90	656	8,00	213,34	520
45,0	33,49	3224	9,0	38,91	662	8,50	213,38	546
47,5	33,53	3394	9,5	38,93	675	9,00	213,41	566
50,0	33,58	3607	10,0	38,94	681	9,50	213,44	585
52,5	33,69	4076	10,5	38,95	687	10,00	213,46	598
55,0	33,74	4289	11,0	38,97	700	10,50	213,48	611
57,5	33,78	4461	11,5	38,98	706	11,00	213,50	624
60,0	33,81	4589	12,0	38,99	712	11,50	213,52	637
62,5	33,84	4718	12,5	39,00	719	12,00	213,53	644
65,0	33,87	4847	13,0	39,01	725			
67,5	33,89	4933	13,5	39,02	731			
70,0	33,91	5019	14,0	39,03	737			
72,5	33,93	5105						
75,0	33,95	5191						
77,5	33,97	5277						
80,0	33,99	5364						
82,5	34,01	5450						
85,0	34,02	5493						
87,5	34,04	5580						
90,0	34,06	5667						
92,5	34,07	5710						

Bjørheimsvatnet			Nordvatnet			Åsvatnet		
Vannføring [m³/s]	Vannstand [moh]	Volum [1000 m³]	Vannføring [m³/s]	Vannstand [moh]	Volum [1000 m³]	Vannføring [m³/s]	Vannstand [moh]	Volum [1000 m³]
95,0	34,09	5797						
97,5	34,1	5841						
100,0	34,12	5928						
102,5	34,13	5971						
105,0	34,15	6059						
107,5	34,16	6103						
110,0	34,18	6190						
112,5	34,19	6234						
115,0	34,21	6322						
117,5	34,22	6366						
120,0	34,23	6410						

5.4 Kalibrering og parametervalg

Kalibrering av en nedbør-avløps-modell kan gjennomføres ved sammenligning av simulerte vannføringsserier med observerte vannføringsserier fra målestasjoner. De simulerte vannføringene beregnes da utfra målt nedbør. Forutsetning for en kalibrering er at data fra både vannmerker og nedbørstasjoner er tilgjengelig. Nedbørstasjonene skal ligge i, eller i hvert fall i nærheten av nedbørfeltet. Når nedbørfeltet er så stort at det ikke er meningsfylt å simulere med en enhetlig nedbør for hele feltet, eller når det må brukes ulike nedbørmengder innenfor nedbørfeltet på grunn av for eksempel topografiske forhold, er det nødvendig med data fra flere nedbørstasjoner.

I de undersøkte nedbørfeltene Taelva, Strandåna, Fjellsåna og Jørpelandsåna er situasjonen følgende: I Jørpelandsånas nedbørfelt finnes det et vannmerke ved Liarvatnet, mens det ikke finnes noe vannmerke i Taelvas, Strandånas eller Fjellsånas nedbørfelt. Data fra to nedbørstasjoner, Bjørheimsvatnet og Liarvatnet, er tilgjengelig.

Kalibrering er imidlertid vanskelig av flere grunner: For det første er Liarvatnet et sterkt regulert magasin. Vannstanden i magasinet viser derfor ikke noen direkte reaksjon på de observerte nedbørhendelsene. For det andre er de observerte nedbørmengdene ved de to stasjonene for lave, siden begge to ligger for langt vest i nedbørfeltet. Det er en stor økning i nedbørmengden fra vest til øst (jf. kapittel 4.1). De to nedbørstasjonene får ikke med denne store gradient. Som følge av dette undervurderes avrenningen fra de østlige delfeltene.

Ovennevnte grunner gjør at kalibrering av nedbør-avløps-modellene for det undersøkte området ikke kunne gjennomføres på en god måte. På grunn av dette er parameterne for modellene valgt på grunnlag av nedbørfeltkarakteristikk og erfaring fra tidligere analyser av lignende nedbørfelt i Norge (Tabell 5.4).

Tabell 5.4 Valgte parameterverdier for nedbør-avløps-modellene.

Metode	Parameter	Tauelva, Strandåna	Jørpelandsåna, Fjellsåna
Tap: <i>Initial Loss and Constant Loss Rate</i>	Start-tap [mm]	3	3
	Konstant tap [mm/h]	1	1
Avrenning: <i>Clark Unit Hydrograph</i>	Lagringskoeffisient [-]	1,0	0,7
Grunnvannstilsig: <i>Baseflow Recession</i>	Start-vannføring [m³/s/km²]	0,022	0,033
	Resesjonskonstant [-]	0,95	0,95
	Ratio-to-Peak [-]	0,2	0,2

6. Hydraulisk modell

6.1 HYDRO_AS-2D og modelloppsett

Avrenningen på terrenget ble beregnet ved bruk av den todimensjonale hydrauliske modellen HYDRO_AS-2D. For å utføre de numeriske simuleringene deles området opp i diskrete elementer. Beregningsmetoden benytter et beregningsnett som kombinerer tre- og firkantede elementer. Bruken av et kombinert nett gjør det lettere å tilpasse modellen til de topografiske og hydrodynamiske forholdene. På den måten kan strømninger, voller og veier avbildes med tilstrekkelig nøyaktighet, noe som er avgjørende for modelleringen av strømningsprosessen.

Beregningsnettet settes opp på grunnlag av lasermålte terrengdata og innmålinger ved hjelp av LASER_AS-2D. Programvaren reduserer datamengden, samtidig som nøyaktigheten av terrengmodellen opprettholdes ved identifisering av høybrekk i terrenget og tilpasset variasjon av elementstørrelsen. På den måten avbildes strukturer som veier og voller. For elve- og bekkeløp brukes det oppmålte tverrprofiler, siden lasermålte høydedata ikke gjengir formen av elveleiet og konstruksjoner langs elva med tilstrekkelig nøyaktighet. Oppmåling av tverrprofiler gir derfor et bedre grunnlag for nøyaktig beregning av strømninger og vannstander.

Veikanter i modellen ble satt 15 cm høyere enn den digitale terrengmodellen basert på lasermålte data. Dette er gjort utfra erfaringen fra lignende prosjekter. Det har vist seg at avrennings-situasjonen gjengis bedre på den måten. Bakgrunnen er at vannet, som renner ut av kummer eller renner til veier på annen måte, har en tendens til å forbli på veien til en viss dybde på grunn av vanlige strukturer langs veier som kantstein, gresskant og lignende. Disse strukturer kommer ikke med i lasermålte høydedata.

Etter oppsett av beregningsnettet blir de enkelte nettelementer tildelt ruhetskoeffisienter k_{st} etter Manning-Stricklers formel. Denne koeffisienten beskriver overflatenes ruhet og derved strømningsmotstand. Ruhetskoeffisienten settes utfra de lokale forholdene og bygger på erfaringsverdier. Bygninger modelleres som ikke gjennomstrømbare.

Nedbør er simulert på følgende måte i den hydrauliske modellen:

- Først beregnes den effektive nedbøren utfra den dimensjonerende nedbøren. Med effektiv nedbør menes her avrent nedbør på terrengoverflaten. Derved tas det hensyn til at en del av den nedbøren som faller på overflaten ikke bidrar til avrenning, men f.eks. infiltrerer i grunnen.
- Beregningen av effektiv nedbør foretas ved hjelp av avrenningskoeffisienter, altså andelen av nedbøren som renner av direkte, avhengig av arealtype.
- Den effektive nedbøren fordeles deretter jevnt på nodene i beregningsnettet.

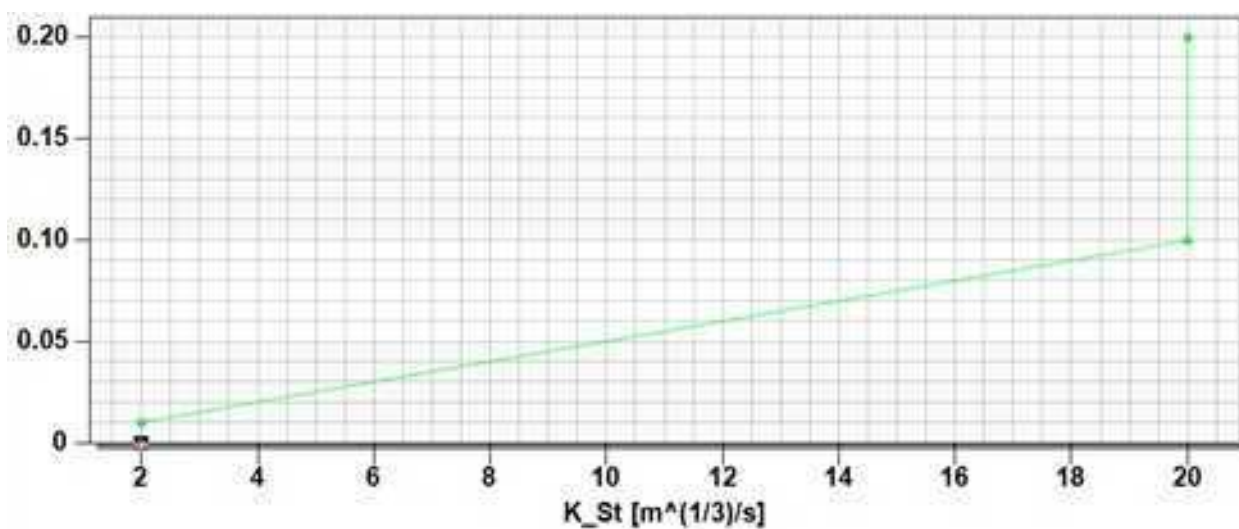
6.2 Ruhet

Ved hydraulisk simulering av avrenningen på terrenget med nedbør er det en fordel å bruke ruhetskoeffisienter som avhenger av vanndybden. Ved avtagende ruhet med økende dybde, opptil ruheten som er vanlig for en gitt materialtype, tas det hensyn til at vannet har høyere

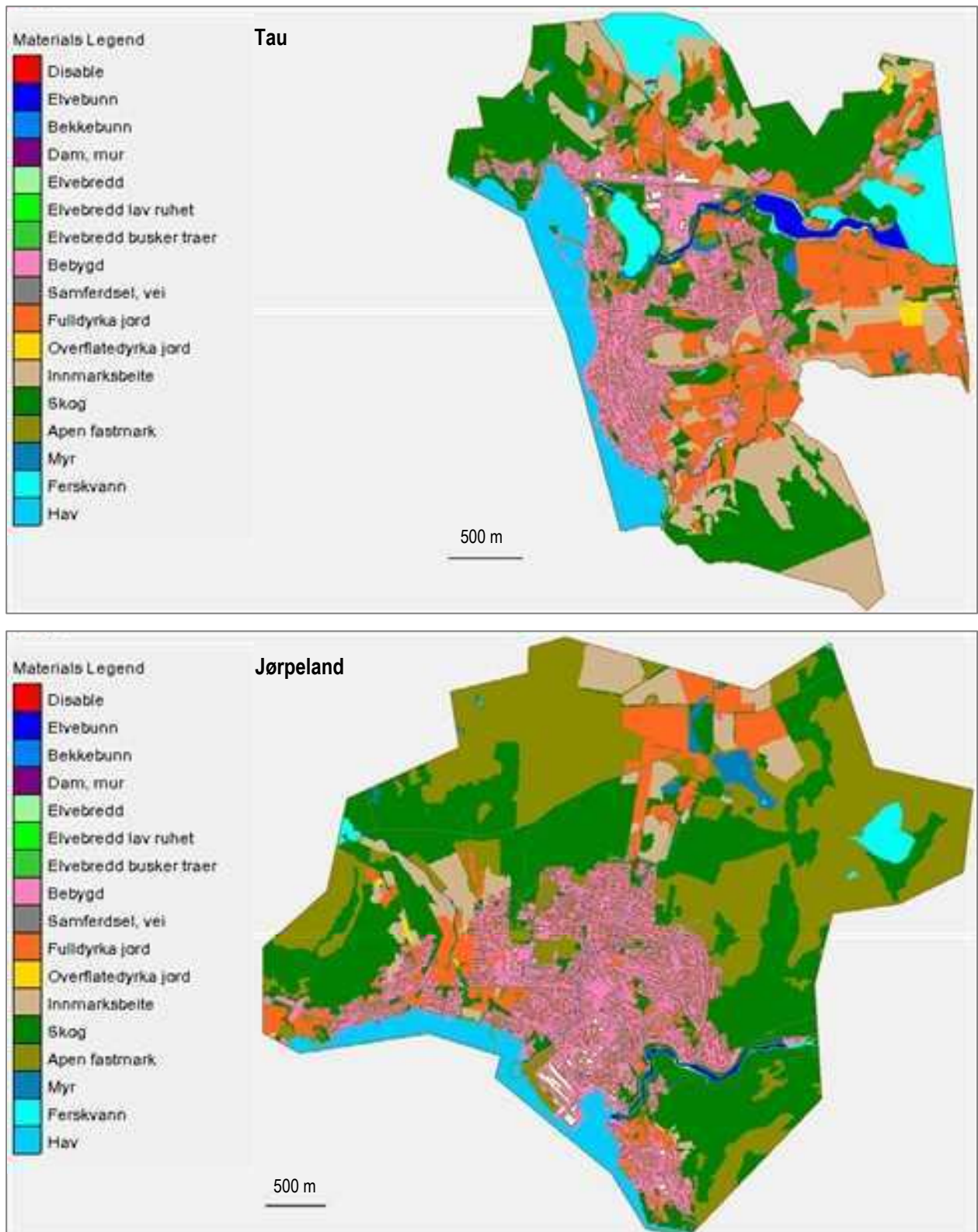
motstand ved liten vanndybde og at vannet som treffer overflaten ikke renner av umiddelbart. Tabell 6.1 inneholder en oversikt over ruheter som er brukt i de hydrauliske modellene i dette prosjektet. For areal typer med dybdeavhengig ruhet er det angitt både ruhetskoeffisienten, som er vanlig for areal typen for vanndybde større enn 0,1 m, og minimal ruhetskoeffisient for vanndybde på 0,01 m (maksimal ruhet). For vanndybder innimellom er det en lineær overgang, se eksempel i Figur 6.1. Tildelingen av ruhetsverdiene i delområdene er basert på kart over arealbruk og flyfoto (se kapittel 4.6), og er vist i Figur 6.2.

Tabell 6.1 Valgte ruhetskoeffisienter etter Manning-Strickler for ulike areal typer. For areal typer med ruhet som avhenger av vanndybden er det angitt den minimale ruhetskoeffisienten som gjelder for en vanndybde på 0,01 m.

Areal type	$k_{st} [m^{1/3}/s]$	Dybdeavhengig, $k_{st,min}$
Bygninger – ikke gjennomstrømbar	-	-
Bebyggd	15	5
Samferdsel, vei	40	-
Fulldyrka jord	20	2
Overflatedyrka jord	20	2
Innmarksbeite	18	1
Ellebunn	28	-
Bekkebunn	25	-
Elvebredd	22	-
Elvebredd lav ruhet	25	-
Elvebredd med busker / trær	18	-
Dam, mur	50	-
Innsjø, ferskvann, hav	30	-
Myr	30	-
Skog	10	2
Åpen fastmark	18	1



Figur 6.1 Eksempel for dybdeavhengig ruhet. Vanndybde i meter vises på y-aksen, ruhetskoeffisient på x-aksen. For vanndybde $\geq 0,1$ m er ruhetskoeffisienten konstant.



Figur 6.2 Ruhet i hydraulisk modell Tau og Jørpeland, tildelt etter arealbruk.

6.3 Nedbør og avrenningskoeffisienter

Data fra nedbørstasjon 44730 SANDNES – ROVIK ble brukt, som beskrevet i kapittel 4.1 og 4.2. Alle hydrauliske beregninger er gjennomført med nedbør inklusive klimapåslag, som er jevnt fordelt over nedbørfeltet og som har en fordeling over tid med høyest intensitet i midten (se Figur 5.1 i kapittel 5.1).

Avrenningskoeffisienter Ψ ble valgt utfra arealbruk som angitt i tabell 6.2. For åpen fastmark ble det fastsatt den samme verdien som for innmarksbeite, siden flatene har vist seg være hovedsakelig denne typen i Tau og Jørpeland; det samme gjelder for overflatedyrka og fulldyrka jord.

For høye gjentakintervall brukes vanligvis høyere avrenningskoeffisienter enn for lave gjentakintervall, siden andelen av nedbøren som renner av, blir større med økende regnintensitet. I dette prosjektet ble koeffisientene for 200-års gjentakintervall økt med faktor 1,5 for areal utenfor bebygd område, dvs. for permeable flater.

Tabell 6.2: Avrenningskoeffisienter for ulike arealtyper brukt i simuleringene med den hydrauliske modellen med nedbør. Koeffisientene for 200-års gjentakintervall er økt med faktor 1,5 for areal utenfor bebygd område.

Arealtype	Ψ Q20 [-]	Ψ Q200 [-]
Bebygd (bolig)	0,65	0,65
Bebygd (tett)	0,80	0,80
Industri, næringsområde	0,90	0,90
Fulldyrka jord	0,45	0,68
Overflatedyrka jord	0,45	0,68
Innmarksbeite	0,40	0,60
Skog	0,35	0,53
Åpen fastmark	0,40	0,60
Myr	1,00	1,00
Ferskvann og hav	1,00	1,00

6.4 Grensebetingelser

Modellene inkluderer bare en del av nedbørfeltene til Taelva, Strandåna, Fjellsåna og Jørpe-landsåna. For disse nedbørfeltene ble oppstrøms grensebetingelser satt lik flomvannføringene beregnet med nedbør-avløps-modellene (se kapittel 5.2 og 9.1). For de øvrige nedbørfeltene er oppstrøms grensebetingelser ikke nødvendige, siden hele nedbørfeltene ligger innenfor modellkantene. Det vil si at hele nedbøren som bidrar til avrenningen i disse feltene, er inkludert i de hydrauliske modellene.

Utløp med fall av energilinja, tilnærmet lik helningen av terrenget, er satt som grensebetingelse langs kantene av modellene, slik at det ikke skulle forekomme oppstuvning ved avslutningen, og at vannet skulle kunne renne ut fritt. Langs kantene i havet er det satt konstant vannstand, lik havnivået for 1-års stormflo med havnivåstigning i 2100 (se kapittel 4.3).

En oversikt over grensebetingelser er vist i tabell 6.3.

Tabell 6.3: Grensebetingelser i de hydrauliske modellene.

Delområde	Grensebetingelse	Type
Tau + Jørpeland	Nedbør	Kilde per node
Tau + Jørpeland	Havnivå	Nedstrøms, konstant vannspeil
Tau + Jørpeland	Modellkant	Fall av energilinja, fritt utløp
Jørpeland	Flomvannføringer for Fjellsåna og Jørpeldalsåna	Konstant flomvannføring / vannføringsserie
Tau	Flomvannføringer for Taelva, Strandåna, bekken fra Nordvatnet og bekken gjennom Kvam	Konstant flomvannføring / vannføringsserie
Tau	Startvannstand i elvene og bekkene	Konstant vannstand 1,48 moh

6.5 Begrensninger

På grunn av mangel av observerte vannlinjer, flomvannstander og vannføringer i de undersøkte vassdragene kunne det ikke gjennomføres noen kalibrering av de hydrauliske modellene. Plausibiliteten av simuleringsresultatene ble imidlertid kontrollert av lokalkjente fra kommunen ved å sammenligne de beregnede flomarealene med tidligere flomhendelser og kjente kritiske steder. Tilbakemeldingen var at det stemte godt overens. Likevel er det usikkerhet i beregnede vannstander og utstrekning av flomarealer. Særlig i svært bratte partier i vassdrag, f.eks. fossen i Jørpeldalsåna, kan beregnede vanndybder være unøyaktig.

Bunnehøyder av innsjøer og havet er ikke med i modellene, siden lasermåling registrerer vannoverflaten og innmåling av vanndybder var ikke gjennomførbar innenfor prosjektet. Høyder av innsjøer i modellene tilsvarer lasermålte høyder av vannspeilet; havflaten er satt ned ca. 2 m fra lasermålte høyder av havnivået.

6.6 Dimensjonerende varighet for overvannsflom

Kulminasjonsvannføringer på enkelte steder ble sammenlignet for forskjellige gjentakintervaller for å finne dimensjonerende varighet for overvannsflom, dvs. nedbørens varighet som gir størst avrenning på terrenget nært tettstedene og i små vassdrag.

Blant varigheter på 30, 60 og 90 min ga 60 min størst avrenning på de fleste stedene for delområdet Tau. Følgelig ble 60 minutters nedbør brukt videre i prosjektet som dimensjonerende hendelse (Tabell 6.4).

For delområdet Jørpeland ga 90 min varighet størst avrenning for 20-års gjentakintervall, mens 60 min ga størst avrenning for 200-års gjentakintervall på de fleste stedene. Forskjellig dimensjonerende varighet for 20- og 200-års nedbør er en følge av at klimapåslaget på 200-års nedbøren økes fra 40 % til 50 % for varighet på 60 minutter og kortere (se Tabell 4.5 i kapittel 4.2).

Tabell 6.4 Dimensjonerende varighet (minutter) for nedbør med gjentakintervall på 20 år og 200 år.

Gjentaksintervall	Tau	Jørpeland
20 år	60	90
200 år	60	60

6.7 Sensitivitet på ruhet

Valget av dybdeavhengig ruhet utfra arealbruk er et tema for pågående forskning. Virkningen av endret ruhet på kulminasjonsvannføringer ble undersøkt for å få størrelsesorden på avvik i vannmengder som renner av på terrenget. Ved endring av ruheten som vist i Tabell 6.5 økte kulminasjonsvannføringer på enkelte steder med opptil 40 % for 20-års nedbøren.

Nye forskningsresultater viser at ruheten er svært høy for små vanndybder, og avtar med økende vanndybde til den når ruheten som er vanlig for en materialtype. Dybdeintervallet der denne overgangen opptrer er mellom 0,01-0,02 m og 0,1 m¹⁷. På dette grunnlag ble ruhetsverdiene gitt i Tabell 6.1 i kapittel 6.2 brukt videre i prosjektet.

¹⁷ Oberle et al. 2021 Diskussionsbeitrag zur Fließwiderstandsparametrisierung zur Simulation der Oberflächenabflüsse bei Starkregen. Wasserwirtschaft 4/2021

Tabell 6.5 Endret ruhet i forbindelse med sensitivitetsanalysen.

Arealtype	$k_{st} / k_{st,min} [m^{1/3}/s]$	Endret til
Fulldyrka jord	20 / 5	20 / 10
Overflatedyrka jord	20 / 2	30 / 12,5
Innmarksbeite	15 / 1	30 / 7,5
Skog	10 / 2	10 / 5

7. Koblet ledningsnettmodell

7.1 Ledningsnettmodell HYSTEM-EXTRAN

Ledningsnettberegningene ble gjennomført med programvaren HYSTEM-EXTRAN. Den består av en hydrologisk modell HYSTEM og en hydrodynamisk avløpstransportmodell EXTRAN.

Ved beregning av de hydrologiske prosessene skilles det mellom omdanning av nedbøren til avrenning og avløpskonsentrasjon. Dannelsen av avrenningen omhandler prosessen med hvor mye av nedbøren som blir til avrenning. Avløpskonsentrasjonen beskriver den tidsmessige fordelingen av avrenningen ved innløpet til ledningsnett.

Tilløpshydrogrammene som er beregnet med HYSTEM for de enkelte ledningene i avløpsnett, kombineres med transportmodellen, og den tidsmessige fordelingen langs strømningsveiene beregnes.

Avløpstransportmodellen EXTRAN benytter Saint Venant-ligningene, som består av bevegelses- og kontinuitetsligningene. Ligningssystemet kan bare i de enkleste tilfellene løses direkte. Derfor blir i de praktiske ledningsnettberegningene differensialkvotienten fremstilt ved hjelp av differansekvotienter, og det kreves både tidsmessig og romlig diskretisering. Med dette ligningssystemet og ytterligere ligninger for spesialkonstruksjoner i avløpsnett kan forløpet av avrenning, vannstand og hastighet i åpent elveløp beregnes med svært god nøyaktighet.

7.2 Oppsett av ledningsnettmodell

Enkelte deler av ledningsnett i både Tau og Jørpeland er avløp felles ledninger (Figur 7.1, Figur 7.2 og Tabell 7.1). Disse ledningene ble tatt med i ledningsnettmodellen, men det ble ikke tatt hensyn til spillvann i disse ledningene. Lignende gjelder for spillvannsledninger. Ledningene som kan ha betydning for avledning av overvann ble lagt inn i modellen, men spillvannsmengder ble ikke modellert. For eksempel finnes det avløp felles ledninger som er tilkoblet spillvannsledninger. På steder i ledningsnett der spillvann pumpes og der avløp felles er tilkoblet oppstrøms ble det laget frie utløp i ledningsnettmodellen.

På enkelte steder i ledningsnett der det manglet data etter at innmålingene av kommunen var avsluttet, ble det gjort antakelser: Manglende bunnhøyder ble beregnet ved lineær interpolasjon mellom kjente høyder (henholdsvis 13 og 49 for Tau og Jørpeland); ved manglende materiale ble det valgt betong.

Drenering av området rundt idrettsanlegget Reset og travbanen er ikke kjent og kunne derfor ikke legges inn i modellen. I ledningsnettdataene finnes det flere drensledninger, men de henger ikke sammen og mangler høyder. Ovenfor travbanen finnes det eventuelt flere kulverter som ikke er kartlagt. Resultatene for dette området er derfor unøyaktig.

Ved nedbørhendelser strømmer overvann fra tettstedet via kummer og innløp, f.eks. gatesluk, inn i ledningene. I tillegg til topografiske forhold i tettstedet er det disse konstruksjonene som bestemmer størrelsen på arealene som kobles til ledningene. På grunn av det store antallet av luk, ufullstendige data og liten størrelse på ledningene som tilknytter dem til ledningsnett, er det ikke rimelig å ta dem med i modellen. Det man ville vinne i nøyaktighet oppveier ikke de

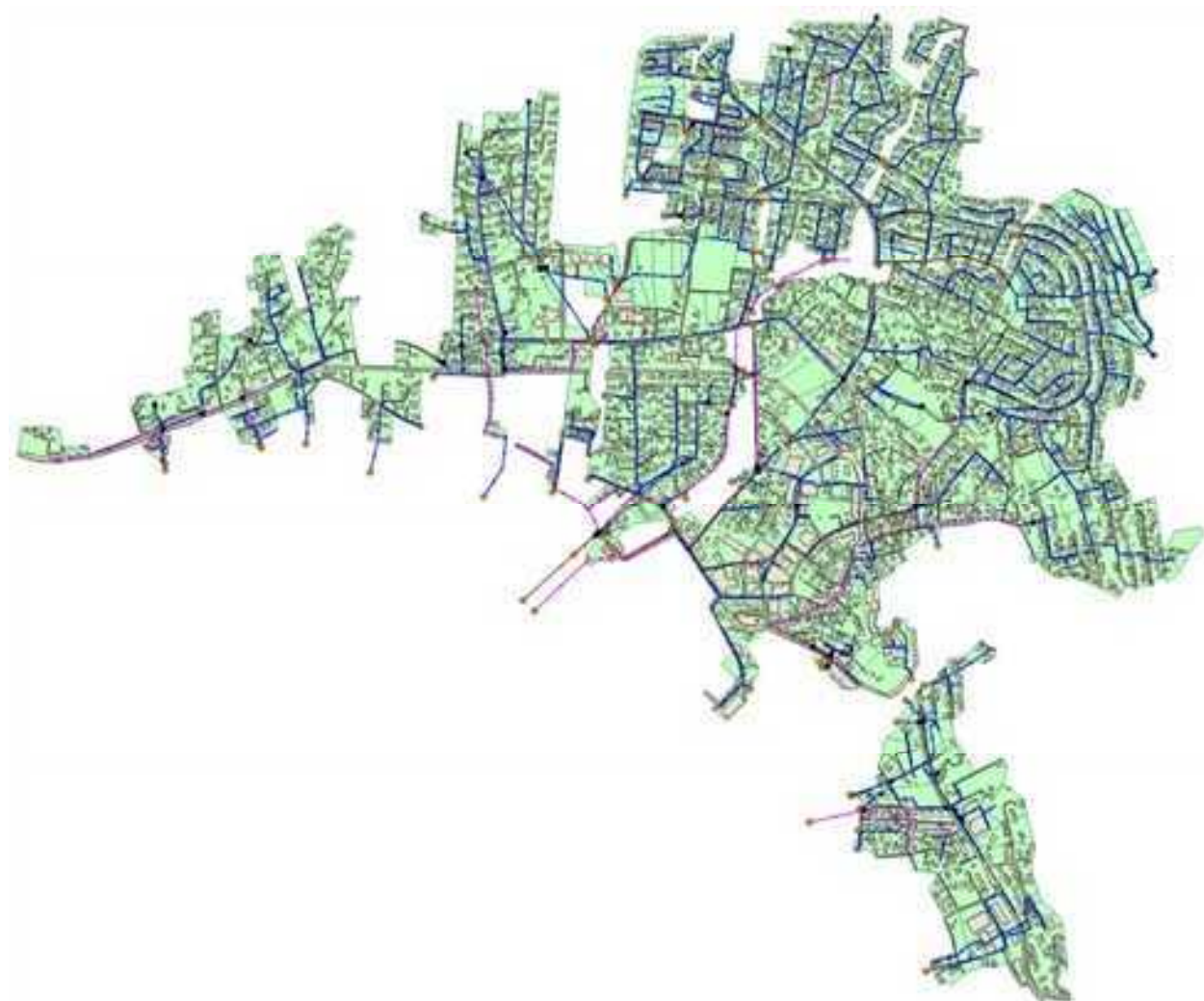
modelltekniske vanskelighetene. Nedbørfelt for hver enkel ledning / kum er derfor fastlagt utfra topografi, veitraséer og eiendomsgrenser.

Nedbørfeltene til ledningene deles inn i arealer med tett flate (veier / gater, takflater etc.) og arealer med permeabel flate (f.eks. grøntareal, hage, etc., se Figur 7.1 og Figur 7.2). Basert på henholdsvis tett og permeabel flate er arealene tildelt hydrologiske parametere, som bestemmer hvilken andel av nedbøren som omdannes til avrenning. Parameterne tap gjennom fukting, tap gjennom fylling av forsenkninger, andel areal som bidrar til avrenningen ved begynnelsen og ved slutten av nedbørhendelsen, og marktype ble valgt med utgangspunkt i HYSTEMs standardverdier (Tabell 7.2). Parameterverdiene er valgt slik at de gir forholdsvis lite tap. Det betyr at beregningsresultatene er konservative.

Konsentrasjonstiden for hvert enkelt nedbørfelt beregnes basert på feltets størrelse og form, samt helningen på feltet. Gjennomsnittlig helning beregnes individuelt for hvert nedbørfelt på grunnlag av lasermålte terrenghøyder med raster avstand på 1 m (se Tabell 4.7).



Figur 7.1 Oversikt over ledningsnettmodellen for Tau. Overvannsledninger (blå), avløp felles ledninger (fiolett), spillvannsledninger (brun), utløp (gule prikker) og nedbørfelt til ledningsnettets delt inn etter permeable flater (grønn) og tette flater (rød skravur).



Figur 7.2 Oversikt over ledningsnettmodellen for Jørpeland. Overvannsledninger (blå), avløp felles ledninger (fiolett), spillvannsledninger (brun), utløp (gule prikker) og nedbørfelt til ledningsnettet delt inn etter permeable flater (grønn) og tette flater (rød skravur).

Tabell 7.1 Oppsummering av ledningsnettmodellene.

Antall ledningsnettelelementer	Tau	Jørpeland
Kummer	497	1139
OV	460	940
AF	30	134
SP	7	65
Inntak	6	17
Utløp	35	96
Ledninger (lengde i km)	594 (20,9)	1159 (48,2)
OV	458 (19,4)	955 (39,2)
AF	28 (1,3)	138 (6,5)
SP	8 (0,2)	66 (2,5)
Separate nettområder	32	77
Flater (areal i ha og andel tett)	2700 (148,0 og 27 %)	5841 (310,8 og 26 %)

Tabell 7.2 Valgte parametere for tap og avrenningskoeffisienter.

	Tette flater	Permeable flater
Tap		
Fukting av overflaten	0,7 mm	2,0 mm
Fylling av forsenkninger	1,8 mm	3,0 mm
Avrenningskoeffisienter		
I starten av nedbørhendelsen	0,25	0,25
Når alle forsenkninger er fylt	0,90	0,65
Varig tap	0,10	0,35

7.3 Kobling til hydraulisk modell

Ledningsnettmodellen er koblet til modellen som beregner avrenningen på terrenget og i vassdrag (HYDRO_AS-2D, se kapittel 6) ved hjelp av et grensesnitt mellom de to modellene. Grensesnittet er utviklet av Dr. Blasy - Dr. Øverland Ingenieure GmbH. Simuleringer med modellene kjøres vekselvis, og etter hvert tidssteg overføres grensebetingelser mellom modellene. På den måten kombinerer beregningene følgende prosesser i én modell:

- Punktuelle tilsig til den hydrauliske modellen fra nedbør-avløps-modeller, spesielt i større nedbørfelt

- Arealdekkende tilsig til den hydrauliske modellen for å simulere vann som renner fritt på terrenget i dalsider, vann fra mindre nedbørfelt eller fra arealer som ikke kan tilordnes til noen resipient
- Småskala dannelse av avrenning og avløpskonsentrasjon i urbane områder med den hydrologiske modellen HYSTEM
- Overløp fra kummene er lagt inn i den hydrauliske modellen som punktuelle tilsig, og vannet kan renne bort over veier / terrenget. Uten kobling av kummene til overflaten ville denne vannmengden mellomlagres i en virtuell magasinkum til og strømme tilbake i ledningsnettet når kapasiteten er tilstrekkelig.
- Vann som renner bort over veier / terrenget kan komme inn i ledningsnettet igjen via kummene.
- Bekker som løper ut i ledningsnettet via bekkeinntak, kan simuleres i samsvar med ledningenes kapasitet.
- Vannstander ved utløp fra ledningsnettet som eventuelt forårsaker oppstuvning i ledningene oppstrøms utløpene, settes som grensebetingelser i ledningsnettmodellen i samsvar med vannstanden beregnet av den hydrauliske modellen ved ethvert tidssteg.
- Vann fra utløp ledes tilbake inn i den hydrauliske modellen.

Med den helhetlige tilnærmingen kan alle de avløpsprosesser som er relevante for flomsikringen, beregnes ved en eneste simulering for et scenario. Dette gjør det resultatene mer robust, siden simuleringen tar direkte hensyn til overføring av vann mellom de to modellene i. I tillegg reduserer dette arbeidsmengden i forhold til tradisjonelle metoder.

7.4 Simuleringsscenarier

På grunn av forskjellig nedbørfeltstørrelse, topografi og feltegenskaper varierer dimensjonerende nedbørvarighet fra område til område. For større vassdrag er nedbørvarigheten som gir høyest vannføring (kulminasjonsvannføring) lengre enn for små vassdrag eller ledningsnettet. Siden sannsynligheten for at en stor flom i vassdrag forekommer samtidig med ekstremnedbør, det vil si kraftig nedbør med kort varighet, er liten, er det satt opp ulike scenarier. Avhengig av hva som skal undersøkes er det brukt ulike kombinasjoner av flomhendelser (Tabell 7.3).

I ledningsnettet gir korte varigheter høyest avrenning, typisk er 10 minutter; i lange ledningsstrenger 15-30 minutter. I Tau og Jørpeland finnes det få lange ledningsstrenger og det er få steder i ledningsnettet med størst avrenning for varigheter lengre enn 10 minutter. Bruk av denne varigheten er dessuten anbefalt i kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg⁴.

Avgjørende varighet for delfeltene nær tettstedene og i fjellsidene ovenfor de bebygde områdene, heretter betegnet som utkantområder, er rundt 60 til 90 minutter for de fleste delfeltene. Denne analysen er gjort ved hjelp av den hydrauliske modellen og er beskrevet i kapittel 6.6.

I de større vassdragene i Tau (Tauelva, bekken fra Nordvatnet, bekken i Kvam, Strandåna) og Jørpeland (Jørpelandsåna, Fjellsåna ved Åsvatnets utløp) kulminerer vannføringen nær

tettstedene for varigheter mellom 3 timer og et døgn. Det ble bestemt at en moderat flom, flommen med gjentakintervall på 2 år, kombineres med ekstremnedbør (A-scenarier, se Tabell 7.3). I disse scenariene er det gått utfra at ekstremnedbør opptrer samtidig med en 2-årsflom i vassdrag. Det er skilt mellom overvannsflom i utkantområder og overvannsflom med kort varighet som gir størst avrenning i ledningsnett. Hovedscenariene er A 1.1, som er lagt til grunn for dimensjonering av ledningsnett, og A 2.2 som er dimensjonerende for tiltak mot 200-års overvannsflom.

I tillegg brukes scenariet 200-årsflom i vassdrag (B 0). Dette kan brukes som grunnlag for flomsonekart i forhold til flom i de store vassdragene (Taelva, Strandåna, Jørpelandsåna). Scenariene B 1 og B 2 kombinerer 200-årsflom i vassdrag med henholdsvis 20-års overvannsflom i ledningsnett og i utkantområder. Disse to scenariene tar hensyn til eventuell oppstuvning i ledningsnett på grunn av høy vannstand ved ledningsnettets utløp.

I alle scenarier er det forutsatt et havnivå i et endret klima på 1,48 moh (se kapittel 4.3).

Tabell 7.3 Oversikt over simuleringsscenarier i prosjektet.

Simulering	N-A-modell	Utkantområder	Ledningsnett	Havnivå*
Nr. og navn	Flomvannføring	Gjentaksintervall T og varighet		T
A 1.1 20-års overvannsflom ledningsnett	Q2	Q20, 10 min	Q20, 10 min	1 år
A 1.2 20-års overvannsflom utkantområde	Q2	Q20, 60 / 90 min ***	Q20, 60 / 90 min ***	1 år
A 2.1 200-års overvannsflom ledningsnett	Q2	Q200, 10 min	Q200, 10 min	1 år
A 2.2 200-års overvannsflom utkantområde	Q2	Q200, 60 min	Q200, 60 min	1 år
B 0 200-årsflom i elver og større bekker**	Q200, 3 - 24 h	Q200, 3 h	Q200, 3 h	1 år
B 1 20-års overvannsflom ledningsnett under 200-årsflom	Q200, 3 - 12 h	Q20, 10 min	Q20, 10 min	1 år
B 2 20-års overvannsflom utkantområde under 200-årsflom	Q200, 3 - 12 h	Q20, 60 / 90 min	Q20, 60 / 90 min	1 år

* 1-års stormflo er 0,71 moh i dag, og 1,48 moh med 0,77 m havnivåstigning frem til år 2100.

** Taelva, Bekk Nordvatnet, Bekk Kvam, Strandåna; Jørpelandsåna, Fjellsåna ved utløp Åsvatnet; ikke Fiskåna, selv om nedbørfeltet er større enn det for Fjellsåna, fordi en stor andel av nedbørfeltet ligger i tettstedet og den er delt i tre bekker (Sørskårbekken, Klovsteinsbekken og Skardebekken). Disse områdene må være med i den hydrauliske modellen for å kunne beregne hvordan vannet avrenner på terrenget og samler seg i avrenningslinjer på vei mot bebyggelsen og gjennom Jørpeland. Derfor er hele nedbørfeltene til de tre bekkene, dvs. hele fjellsiden ovenfor Jørpeland, tatt med i den hydrauliske modellen.

*** Varigheten som gir høyest vannføring i Tau og Jørpeland for 20-års nedbør er henholdsvis 60 og 90 minutter.

8. Dimensjonering av flomtunnel

Diameteren på flomtunnelen i forbindelse med alternativet «sikring mot 200-årsflom ved avskjæringsgrøfter» (se kapittel 9.6.4) ble bestemt ved hjelp av ligningene etter *Gauckler-Manning-Strickler* for frispeilstrømning og *Colebrook-White* for avledning under trykk.

Med *Colebrook-White* ligningen ble ruhetskoeffisienten for tunnelen bestemt iterativt for forskjellige vannhastigheter. På grunnlag av ruhetskoeffisienten og tapskoeffisientene for innløpet er det beregnet den totale tapshøyden og tilhørende vannstand samt vannføringen gjennom tunnelen. Ved beregninger for forskjellige tunnelstørrelser og utfra den nødvendige, minste kapasiteten på tunnelen ble tunneldiameteren regnet ut.

For frispeilstrømning ble vannstanden ved normalstrømning i et sirkelprofil beregnet for forskjellige vannføringer ved bruk av *Gauckler-Manning-Strickler* ligningen.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for beregningene:

- Ruhet $k = 10$ mm for boret fjell, tilsvarer ruhetskoeffisient $k_{ST} = 56 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Lengde $L = 410$ m
- Tapskoeffisient for innløpet 0,5
- Vannets viskositet $1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Utløp på kote +88 m med fritt utløp

Det ble valgt frispeilstrømning i tunnelen, fordi avledning under trykk ville forutsette relativt høy oppdemning av vannet ved innløpet, slik at en får tilstrekkelig vannsøyle for å få vannet gjennom tunnelen. For lavere vannsøyle ved avledning under trykk kreves større diameter.

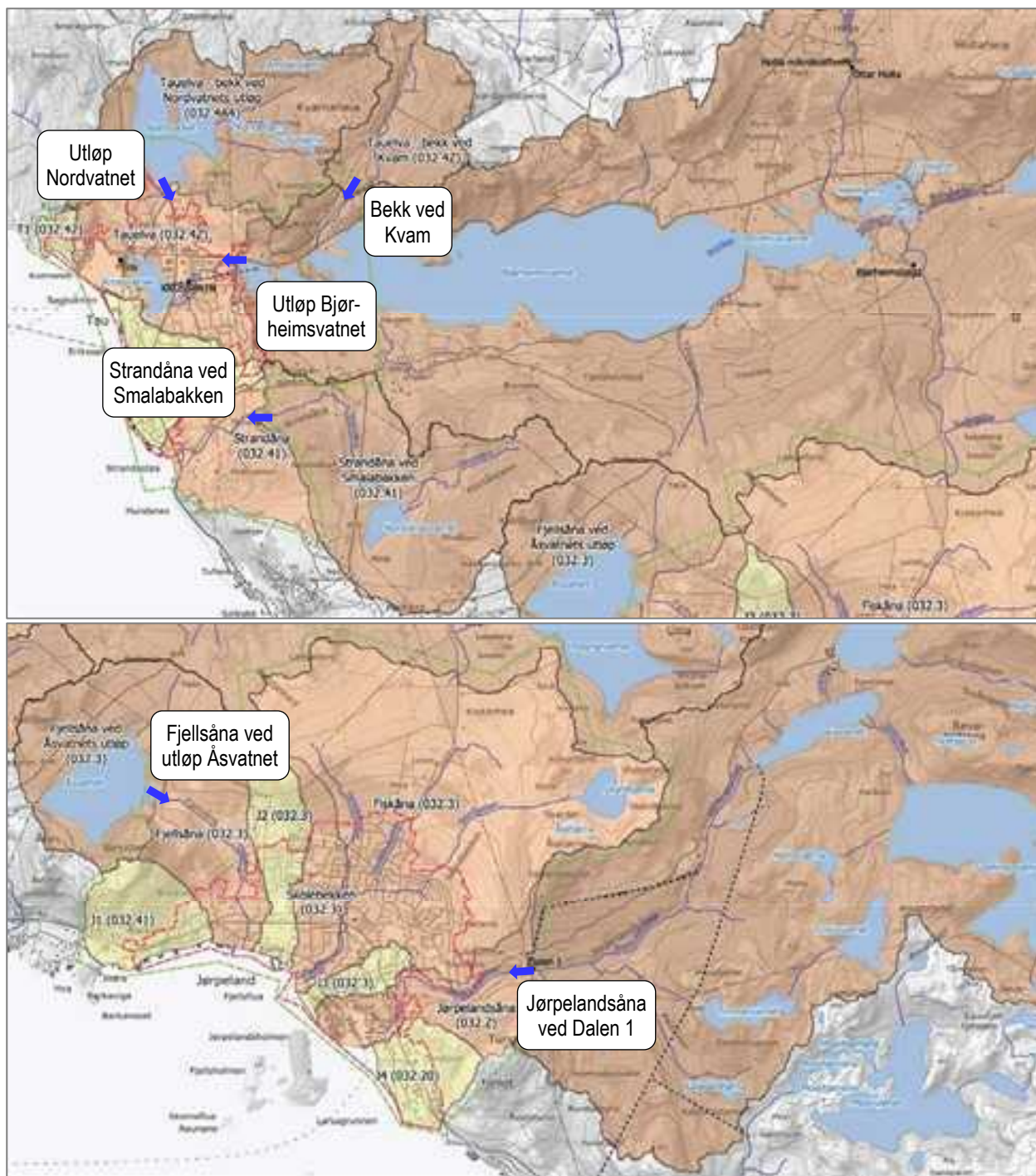
Ved innløpet lages det en innløpsstrekning til tunnelen mellom slutten av avskjæringsgrøfta og inngangen til tunnelen. Denne strekningen er bratt, slik at vannet akselereres inn i tunnelen.

Tunneldiameteren må være på minst 1400 mm. Vannhastigheten i tunnelen er beregnet til rundt 6 m/s.

9. Resultater

9.1 Nedbør-avløps-modell

Flomvannføringer for nedbør med gjentaksintervall 2 år, 20 år og 200 år og forskjellige varigheter ble beregnet ved overgangene til de hydrauliske modellene (Figur 9.1). Vannføringsverdiene ble brukt som oppstrøms grensebetingelser i de hydrauliske modellene. Kulminasjonsvannføringene er vist i Tabell 9.1 til Tabell 9.3 for de mest relevante nedbørhendelsene med hensyn til simuleringene med de hydrauliske modellene.



Figur 9.1 Steder ved overgang til hydraulisk modell med beregnet flomvannføring ved hjelp av nedbør-avløps-modell, Tau (øverst) og Jørpeland (nederst).

Tabell 9.1: Beregnede kulminasjonsvannføringer for 2 års gjentaksintervall inklusive klima-påslag for ulike nedbørvarigheter (timer).

Q2	1	1,5	2	3	6	12	24	48
Tauelva tilløp Bjørheimsvatnet	74,4	81,7	86,7	97,0	97,3	96,6	87,8	54,7
Tauelva utløp Bjørheimsvatnet	31,8	33,7	35,7	39,6	44,1	47,1	47,3	35,8
Bekk ved Kvam	3,6	4,1	4,4	5,0	4,9	4,4	3,3	1,5
Utløp Nordvatnet	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,5
Strandåna ved Smalabakken	3,8	4,2	5,0	5,9	6,8	6,5	6,0	2,9
Jørpelandsåna ved Dalen 1	50,5	54,3	57,5	63,4	64,0	63,2	60,2	41,2
Fjellsåna utløp Åsvatnet	1,3	1,4	1,5	1,7	1,6	1,2	0,8	0,4

Tabell 9.2 Beregnede kulminasjonsvannføringer for 20 års gjentaksintervall inklusive klima-påslag for ulike nedbørvarigheter (timer).

Q20	1	1,5	2	3	6	12	24	48
Tauelva tilløp Bjørheimsvatnet	93,7	107,4	117,7	126,0	122,9	125,6	120,1	103,0
Tauelva utløp Bjørheimsvatnet	36,9	41,1	44,8	48,5	51,2	55,9	60,3	57,0
Bekk ved Kvam	5,0	5,9	6,5	6,9	6,5	5,9	4,2	2,9
Utløp Nordvatnet	1,6	1,7	1,7	1,9	2,0	2,2	2,1	2,1
Strandåna ved Smalabakken	6,3	7,1	7,9	9,2	10,3	10,3	7,1	6,3
Jørpelandsåna ved Dalen 1	66,6	74,5	80,9	86,6	84,7	86,7	86,9	84,2
Fjellsåna utløp Åsvatnet	2,4	2,6	2,5	2,8	2,6	2,1	1,3	0,8

Tabell 9.3 Beregnede kulminasjonsvannføringer for 200 års gjentaksintervall inklusive klima-påslag for ulike nedbørvarigheter (timer).

Q200	1	1,5	2	3	6	12	24	48
Tauelva tilløp Bjørheimsvatnet	137,3	147,3	162,5	173,7	171,3	176,8	172,8	153,2
Tauelva utløp Bjørheimsvatnet	48,7	50,6	54,9	62,2	71,6	85,1	96,6	93,2
Bekk ved Kvam	8,0	8,7	9,5	10,0	9,4	8,6	6,7	4,3
Utløp Nordvatnet	1,8	1,9	1,9	2,1	2,4	2,6	2,5	2,5
Strandåna ved Smalabakken	9,2	9,6	10,3	12,2	13,5	13,5	11,5	8,2
Jørpelandsåna ved Dalen 1	99,0	99,0	112,1	120,1	118,6	123,4	125,6	125,1
Fjellsåna utløp Åsvatnet	3,6	3,6	3,3	3,7	3,4	2,8	1,8	1,1

9.2 Koblet ledningsnettmodell

Resultatene er vist på oversiktskart for de mest relevante scenariene (A 1.1, A 2.2, A 1.2, A 2.1 og B 0), og på detaljkart for de viktigste scenariene (A 1.1 og A 2.2), se vedlegg 1.

På kartene vises maksimal vanndybde, flomareal og hvilke kummer som har oppstuvning over terrenget. Vanndybder er fremstilt fra en dybde på 4 cm med forskjellige blåfarger i henhold til dybdeintervallene, hvor mørkeblå er grunnest vann. Vanligvis er det omvendt, men her er dette gjort for at vann med liten vanndybde, som er viktig i denne typen analyse, synes godt på kartene. Den nedre grensen på 4 cm vanndybde er valgt med bakgrunn i at den hydrauliske modellen inkluderer nedbør på hver node i beregningsnettet utenfor området som dreneres via ledningsnettet. Som følge av dette er i utgangspunktet de fleste nodene våte, dvs. store deler ville vises blått ved bruk av f.eks. 1 cm minste dybde.

9.2.1 Eksisterende tilstand Tau

[...]

9.2.2 Eksisterende tilstand Jørpeland

Simuleringsresultatene viste at scenariene med høyere vannstand i elvene og større bekkene kombinert med overvannsflom, B 1 og B 2, gir lignende resultater til scenariene A 1.1 og A 2.1. Utløpene fra ledningsnettet i Fjellsåna og Jørpelandsåna er få og har typisk ledninger med stor fall, så høy vannstand ved utløpene gjør ingen eller liten forskjell i Jørpeland. Resultatene er derfor ikke vist for eksisterende tilstand.

For de øvrige scenariene er hovedfunnene beskrevet nedenfor. Det henvises til oversiktskartene (tegning H 110 til H 114) og detaljkartene (tegning H 210 og H 211) i vedlegg 1.

Kulminasjonsvannføringer for utvalgte steder i Jørpeland's bekker er oppsummert for de mest relevante scenarier i Tabell 9.4.

Tabell 9.4 Kulminasjonsvannføring for de mest relevante scenarier i Jørpeland bekker for eksisterende tilstand.

Sted	Kulminasjonsvannføring [m³/s]			
	A 1.1 Q20, 10 min	A 2.2 Q200, 60 min	A 2.1 Q200, 10 min	B 0 Q200, 180 min
Fjellsåna ved fjorden	2,3	8,5	4,8	7,4
Skolebekken ved fjorden	2,6	4,2	5,1	3,2
Fiskåna ved fjorden	7,9	29,8	13,4	28,6
Sidebekk ved Åvegen	2,5	2,7	3,0	2,5
Sørskårbekken før samløp med Fiskåna	1,1	6,8	1,6	6,7
Klovsteinsbekken før samløp med Skardebekken	1,8	9,4	2,9	9,4
Skardebekken før samløp med Klovsteinsbekken	2,0	9,8	3,8	9,6

A 1.1 20-års overvannsflom ledningsnett

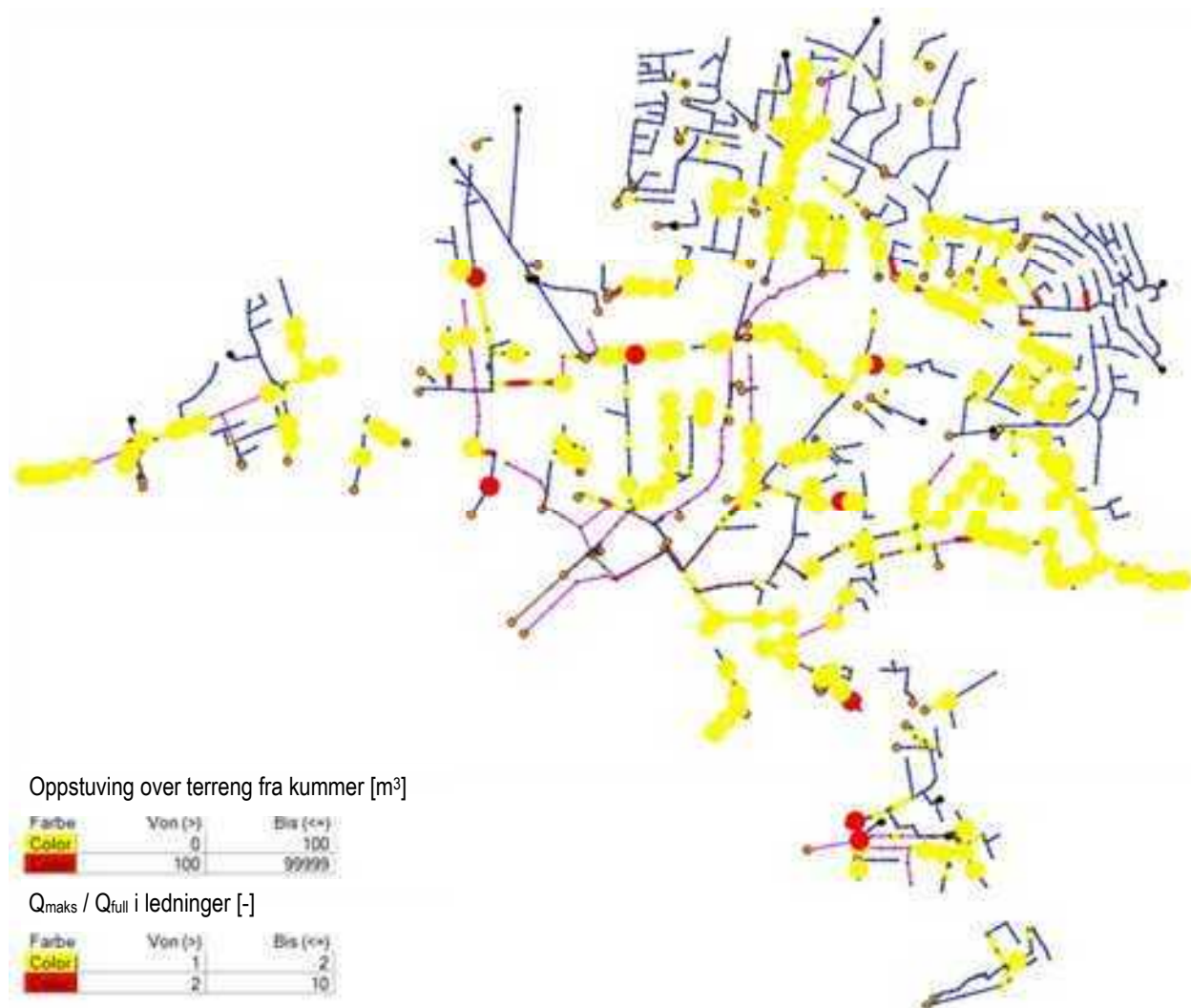
Ved 20-års overvannsflom med 10 minutters varighet er det lite vann som avrenner på terrenget og truer bygninger og infrastruktur. Vassdragene har tilstrekkelig kapasitet til å avlede overvannet. Det er vann som kommer opp fra kummer og renner videre på overflaten som skaper utfordringer i enkelte områder.

Kapasiteten er brukt opp i store deler av ledningsnett (Figur 9.2). På flere steder med oppstuvning over terrenget fra kummer renner vannet av på terrenget og samles i forsenkinger eller / og oversvømmer bygninger, f.eks. i Fjellsvegen, ved barnehagen i Hellandsvegen, i Elg- og Mellarvegen, i Fjelltunvegen, i Skogtjernevegen og i Rådhusgaten / Stålsvingen (tegning H 110 og H 210).

A 2.2 200-års overvannsflom utkantområde

Ved 200-års overvannsflom med 60 minutters varighet renner mye vann spredt over terrenget ned fra fjellsidene ovenfor Jørpeland inn mot bebyggelsen og gjennom tettstedet. Med unntak av Fiskånas nedre del, nedstrøms samløpet med Sørskårbekken, har vassdragene tilstrekkelig kapasitet til å avlede vannet. Fiskånas kulvert under Ryfylkevegen går fullt, oppstuvning fører til oversvømmelse av husene på venstre bredd, at vann renner over Ryfylkevegen og at huset på høyre bredd rett nedstrøms kulverten oversvømmes.

I tillegg til vannet fra fjellsidene er vann som følge av oppstuvning over terrenget i kummer (Figur 9.3) på avveie på mange steder (tegning H 111 og H 211). Vest i Jørpeland renner vann ned fra fjellsiden nord for Ryfylkevegen (Figur 9.4, (1) og (2)). Overvannet følger veien mot øst til lavpunktet foran brua over Ole Th. Barkvedsveg. En del renner derfra gjennom bebyggelsen sør for veien mot fjorden. Overvann tilrenner også Ryfylkevegen fra Spøtahaugen og Øvre Barkvedvegen, delvis gjennom bebyggelsen.



Figur 9.2 Resultater fra koblet ledningsnettberegning Jørpeland scenario A 1.1 (20-års overvannsflom, 10 minutters varighet): Kummer med oppstuvning over terreng og ledninger uten tilstrekkelig kapasitet.

Store deler av bebyggelsen på Ovrå- og Nedrafjelle er truet av overvann fra fjellsiden ovenfor og av oppstuvning i ledningsnett (3). Vann kommer opp fra kummer særlig på to steder: i Fjellsvegen ved Sundagshaugen og i Fjellstien ved Loen.

Vann fra fjellsiden ovenfor den øvre enden av Hellandsvegen fanges ikke opp i området øst for Kvitemyrkroken (4). Overvannet sprer seg nedover bakken og truer barnehagebygget, Hellandsvegen samt noen bygninger lengre nede.

På stedet ved Leitevegen, der Klovsteinsbekken når tettstedet, renner overvann fra fjellsiden til Leitevegen nedenfor brua over bekken, istedenfor at det samles og avledes i bekken (5). Overvannet renner ned Leitevegen, kommer på avveie i nedre del av Leitevegen og sprer seg gjennom bebyggelsen helt ned til Skardebekken.

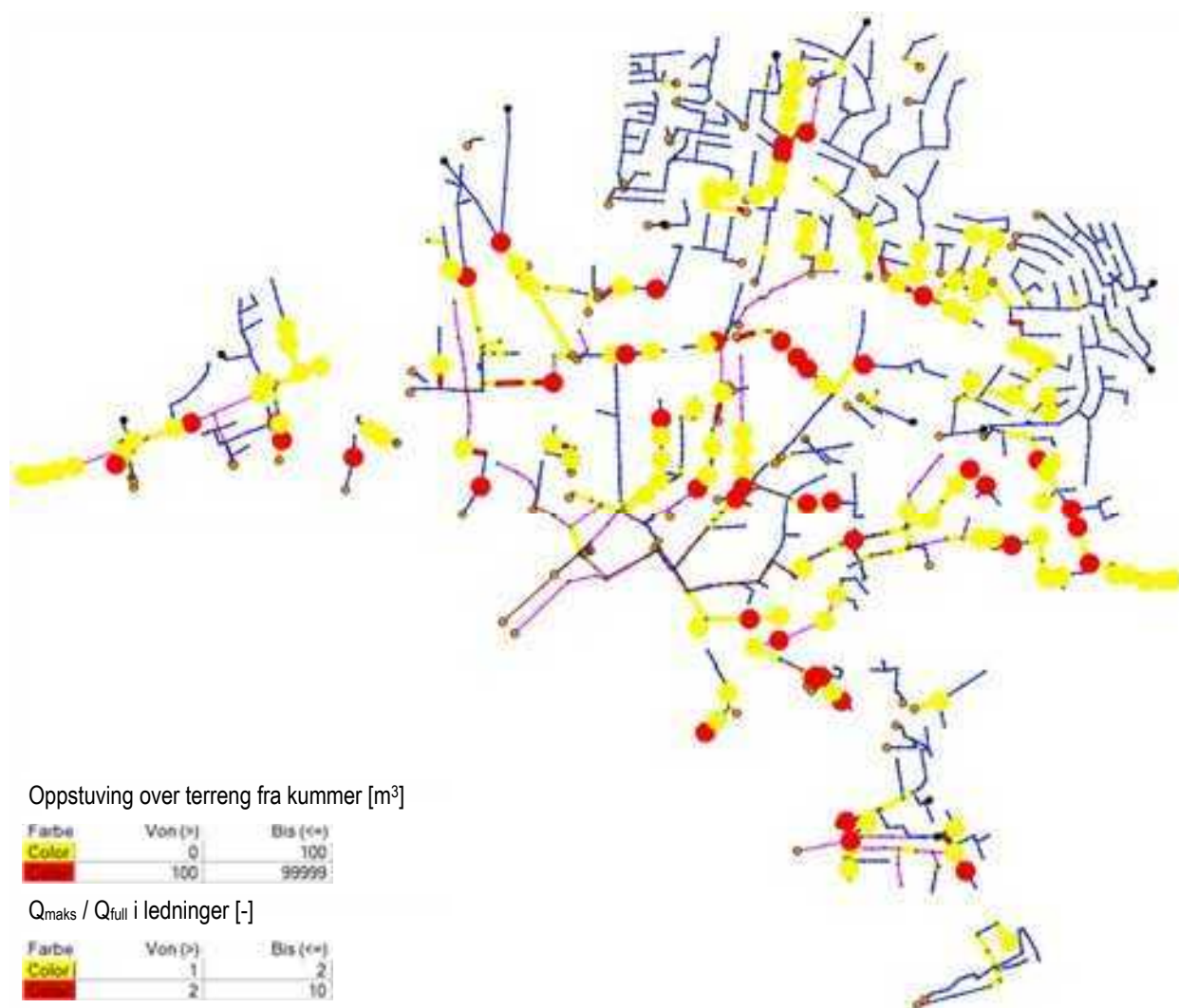
Oppstuvning i ledningsnettets på Nygårdsbakken fører til oversvømmelse av bygninger i området mellom Ryfylkevegen og Fiskåna (6).

På grunn av oppstuvning over terrenget i kummer i Fjelltunvegen og Skogstjernevegen er vann på avveie gjennom bebyggelsen (7).

Mye vann renner fra fjellsiden øst for Blåfjærsvingen gjennom bebyggelsen til Førlandsringen og fortsetter på veien og gjennom bebyggelsen til fotballbanen ved Førlandsvegen og til Tulipanvegen, der hus er satt under vann (8).

I Jørpeland sentrum er flere næringsbygg berørt av overvann som følge av oppstuvning over terrenget i kummer i Rådhusgaten (9).

På Tungland samler seg vann som renner ned fra Tunglandsfjellet på næringstomten øst for Ryfylkevegen (10). Overvannet står i lavpunktet på Ryfylkevegen og sammen med avrenningen på veien fra nord fører oppstuvning til oversvømmelse av tomter på østsiden av Ryfylkevegen. Fordi inntaket ved Svarthølsvegen ikke har tilstrekkelig kapasitet, er to boliger ved fjorden berørt.



Figur 9.3 Resultater fra koblet ledningsnettberegning Jørpeland scenario A 2.2 (200-års overvannsflom, 60 minutters varighet): Kummer med oppstuvning over terreng og fulle ledninger.

B 0 200-årsflom i vassdrag og større bekker

I dette scenariet er det store bildet at noe mindre vann avrenner på terrenget sammenlignet med kortere varighet på 60 minutter (scenario A 2.2). På noen steder er flomarealet betydelig mindre: på Nedrafjelle, i Fjelltunvegen og i sentrum (Figur 9.5 og Figur 9.4).

Kulminasjonsvannføringene i bekkene er noe lavere (Tabell 9.4). Ellers er flomsituasjonen ganske likt scenario A 2.2.



Figur 9.4 Utsnitt fra tegning H 111. Kritiske områder i Jørpeland ved 200-års overvannsflom med 60 minutters varighet (scenario A 2.2): Ryfylkevegen / Ole Th. Barkvedsveg (1), Spøtahaugen og Øvre Barkvedsvegen (2), Ovrå- og Nedrafjelle (3), Kvitemyrkroken og Hellandsvegen (4), Leitevegen (5), Nygårdsbakken (6), Fjelltunvegen og Skogstjernevegen (7), Blåfjærsvingen / Førlandsringen / Tulipanvegen (8) sentrum (9) og Tungland (10).



Figur 9.5 Utsnitt fra tegning H 114. Steder i Jørpeland med mindre flomareal (scenario B 0) sammenlignet med kortere varighet (scenario A 2.2, Figur 9.4): Nedrafjelle (3), Fjell-tunvegen (7) og sentrum (9).

9.3 Kapasitet til bekker i eksisterende tilstand

Hvor mye vann som bekkene i det undersøkte området kan avlede, ble undersøkt ved simuleringer med den hydrauliske modellen. Den hydrauliske kapasiteten til en elv eller bekk er vannføringen som kan avledes uten at den går over sine bredder (breddfull vannføring). Som øvre grensebetingelse ble det brukt vannføringsserier med trinnvis økende vannføring. Resultatene er beskrevet nedenfor, kart over flomareal finnes i vedlegg 4.

9.3.1 Bekk fra Nordvatnet

[...]

9.3.2 Fjellsåna

Modellresultatene tilsier at elva har en kapasitet på rundt 8 m³/s. Det vil si at flommen ved 200-års nedbør med varighet på 180 min (7,4 m³/s ved fjorden, scenario B 0) avledes nesten breddfullt på den nederste strekningen. Ved 200-års overvannsflom (8,5 m³/s ved fjorden, scenario A 2.2) begynner lite vann å gå over breddene på venstre bredd nedenfor vannbassenget og på høyre og venstre bredd nær fjorden (hage og installasjonsbygg nedstrøms Nedre Barkvedvegen). Flomarealet med liten vanndybde nedenfor vannbassenget er sannsynligvis en følge av underestimert kapasitet på strekningen frem til gården på Øvrafjelle pga. at bekkeløpet er basert på lasermålte høyder, og ikke på oppmålte tverrprofiler (jf. figur 3 i vedlegg 3). Ved økende vannføring er følgende arealer berørt:

9,5 m³/s: Kapasiteten til den nederste kulverten under Nedre Barkvedvegen er brukt opp. Noe vann renner over veien og inn mot tomt / hus vest for Norlysparken.

10,4 m³/s: Vann renner ned Nedre Barkvedvegen fra nederste kulvert mot øst og gjennom Norlysparken.

12 m³/s: Kapasiteten til den øverste kulverten under Øvre Barkvedvegen og tverrsnittets kapasitet oppstrøms Barkve er brukt opp.

13 m³/s: Tomten på venstre bredd nedstrøms Nedre Barkvedvegen er berørt.

14 m³/s: Kapasiteten til kulverten under Ryfylkevegen er brukt opp. Lengre oppstrøms renner noe vann til gårdsbygget på Barkve ved skogsvegen / Øvre Barkvedvegen.

17 m³/s: Vann renner over Ryfylkevegen og gjennom bebyggelsen nedenfor som følge av oppstuvning foran kulverten.

Oppsummert tilsier resultatene at 200-årsflommen avledes i Fjellsåna med akseptabel risiko uten tiltak. Vannføring opptil ca. 11 m³/s kan avledes hvis kapasiteten av den nederste kulverten økes og breddene langs tomten / Norlysparken sikres. Vesentlig høyere vannføring (> 15 m³/s) kan avledes hvis alle tre kulverter, spesielt den nederste og øverste) oppdimensjoneres og enkelte steder mellom kulvertene samt tomten ved Norlysparken sikres. Det betyr at det er

potensiale for overføring av vann til Fjellsåna, siden bekken har god kapasitet hvis kritiske steder er fjernet.

9.3.3 Skolebekken

I henhold til modellresultatene har elva en kapasitet på rundt 4,5 m³/s. Ved 5,0 m³/s er tverrsnittets kapasitet brukt opp øverst i tettstedet, ved Kvitemyrkroken. Som følge av dette er vann på avveie langt ned til barnehagen / skolen og på strekningen ned til Gaupevegen. Kapasiteten til den øvre kulvert ved Nedre Barkvedvegen er brukt opp og vann renner over veien. Kapasiteten til kulverten i Gaupevegen er brukt opp. Vann er på avveie gjennom bebyggelsen. Tverrsnittets kapasitet oppstrøms Nedre Barkvedvegen er brukt opp og vann renner gjennom bebyggelsen nede ved fjorden.

6,0 m³/s: Vann sprer seg nedover gjennom bebyggelsen også sør for Fjelltunvegen.

8,5 m³/s: En stor del av hele bebyggelsen øst for Skolebekken er berørt. Kapasiteten til kulverten under Ryfylkevegen er brukt opp.

9,0 m³/s: Kapasiteten til kulverten i Kvitemyrvegen og til brua nedenfor barnehagen / skolen er brukt opp; vann renner ut over høyre bredd; oppstuvning ved kulverten under Ryfylkevegen, vann renner over Ryfylkevegen.

Oppsummert tilsier resultatene at Skolebekken ikke har kapasitet til 200-årsflommen. I den øvre delen er noen boliger berørt. Ved vannføringer større enn ca. 5 m³/s må det regnes med store skader som følge av vann på avveie gjennom bebyggelsen i store områder, særlig øst for bekken.

9.3.4 Fiskåna

Ved 20-årsflom (ca. 10 m³/s ved utløp i fjorden) er kapasiteten til kulverten under Ryfylkevegen brukt opp. Høyere vannføring fører til oppstuvning inn i hagen og mot boligen på venstre bredd.

19,0 m³/s: På grunn av oppstuvningen ved kulverten renner vann over Ryfylkevegen og ned Åvegen mot bebyggelsen.

22,0 m³/s: Tverrsnittets kapasitet er brukt opp ved Østvollvegen 8.

8 m³/s i Sørskårbekken: Tverrsnittets kapasitet er brukt opp ved samløpet med Sørskårbekken og vann renner gjennom bebyggelsen mot sør.

9 m³/s i Klovsteinsbekken: Tverrsnittets kapasitet er brukt opp rett nedstrøms Hellandsvegen.

9,5 m³/s i Sørskårbekken: Kapasiteten til kulverten under Fjeldebakken / Elgvegen er brukt opp. Vann er på avveie på Elgvegen og Mellarvegen og gjennom bebyggelsen på høyre bredd.

Oppsummert tilsier resultatene at i den nedre delen, nedstrøms samløpet med Sørskårbekken, Fiskåna har for liten kapasitet til å avlede 200-årsflommen. Kulverten under Ryfylkevegen har for liten kapasitet (oppstuvning fra ca. Q20), men også tverrsnittet. Det sistnevnte er imidlertid sannsynligvis en følge av at enkelte forbygninger langs elva ikke er avbildet i terrengmodellen

(jf. sted g og h i kapittel 9.6.2). Sørskårbekken og Klovsteinsbekken avleder 200-årsflommen ca. breddfullt, mens Skardebekken ser ut ha tilstrekkelig kapasitet. Det mest kritiske stedet er kulverten under Ryfylkevegen.

9.4 Flomsikringskonsept – generelt og lokale forhold

Overvann skal fortrinnsvis håndteres lokalt, dvs. overvannsproblemer skal løses på steder der avrenningen på overflaten som følge av nedbør eller smeltevann oppstår. Dette gjelder særlig ny utbygging. Bortsett fra kommunale tiltak har kommunen mulighet til å stille krav til lokal overvannshåndtering til privat utbygger gjennom kommuneplanbestemmelser i kommuneplanen eller gjennom krav om utarbeidelse av rammeplan for vannforsyning og avløp for nye utbygginger.

I henhold til tretrinnsstrategien er første prioritet infiltrasjon. Om mulig fanges avrenningen opp og infiltreres i grunnen. Dersom avrenningen er større enn mengden som kan infiltreres, samles overvannet i eller ledes til anlegg som fordrøyer vannet ved forsinking og demping av avrenningen. Avledning av overvann skal skje uten skader. Vannmengder som overstiger kapasiteten til fordrøyningsanleggene, skal avledes trygt til resipienter.

I eksisterende bebyggelse er det vanskelig å prioritere infiltrasjon, siden gjennomføring av lokale, desentrale tiltak innebærer ombygging av private bygg og arealer. I tillegg er de lokale forholdene lite egnet for infiltrasjon, siden store deler av analyseområdet er bratte, spesielt i Jørpeland.

På grunn av ovennevnte momenter er det i flomkonseptet i hovedsak lagt vekt på trygg avledning til resipientene og fordrøying, der det er mulig. Sikring mot flomfare som følge av høyt havnivå er ikke del av dette prosjektet.

Tiltak ble utarbeidet i tre steg:

1. **Dimensjonering av ledningsnett:** Utarbeidelse av tiltak slik at ledningsnettets kapasitet til å avlede 20-års overvannsflom med varighet på 10 minutter stort sett med friskeilstrømning. Ledningsnettets ble endret steg for steg, og etter hver endring ble simuleringsresultatene vurdert for å komme frem til den minste dimensjonen som gir friskeilstrømning.

Det er ikke foreslått tiltak på alle steder der ledningsnettets kapasitet er brukt opp, men det er foreslått tiltak på kritiske steder, dvs. på steder der overbelastning av ledningsnettets sannsynligvis fører til betydelige skader. Det er forutsatt at det er akseptabelt at enkelte ledninger ikke har friskeilstrømning og at enkelte kummer har oppstuvning over terrenget, dersom det ikke forventes skader. Det gjelder særlig avløp felles ledninger, som forventes sanert i forbindelse med separering av ledningsnettets.

Tiltakene omfatter oppdimensjonering og omlegging av ledninger, overføring til annen resipient, separering av fellesledninger, og fordrøying i rørmagasin, fordrøyningsmagasin eller lignende anlegg. Fordrøyningsanlegg er foreslått dersom de lokale forholdene tillater det.

På steder hvor det er foreslått rørmagasin, er det i tillegg gitt en alternativ løsning uten fordrøying. Løsningene med rørmagasin ble også kontrollert for funksjon ved lengre nedbørvarighet (20-års overvannsflom med varighet på 30 minutter).

2. **Sikring mot 200-årsflom:** Utarbeidelse av tiltak som sikrer at overvann fordrøyes eller avledes trygt til resipientene når 200-års overvannsflom med varighet på 60 / 90 minutter inntreffer. Tiltakene omfatter flomvoll- og mur, terrengendring, fordrøyningsmagasin, inntak, kulvert, bru, grøft og bekkeløp.
3. **Kontroll og justering av tiltak:** Utarbeidelse av tiltak som sikrer bebyggelse og infrastruktur langs vassdragene mot 200-årsflom i bekkene og elvene på grunnlag av simuleringsresultater fra de øvrige scenariene.

9.5 Flomsikringskonsept Tau

9.5.1 Tiltak i ledningsnett

[...]

9.5.2 Tiltak for sikring mot 200-årsflom

[...]

9.5.3 Simuleringsresultater planlagt tilstand Tau

[...]

9.6 Flomsikringskonsept Jørpeland

9.6.1 Tiltak i ledningsnett

Tiltakene er beskrevet nedenfor sted for sted fra vest til øst og nord til sør i Jørpeland. Sted-numrene refererer til numrene i kartene, se vedlegg 1 tegning H 120 for oversiktskart og tegning H 220 for detaljkart. På steder hvor det er to alternativer, er det kun vist et alternativ i kartene i vedlegg 1. For det andre alternativet henvises det til figurene nedenfor. I vedlegg 5 finnes lengdeprofiler for utvalgte steder.

Sted 1

Separering av overbelastet avløp felles (AV) ledninger langs Ryfylkevegen og ned Ole Th. Barkvedsveg (Figur 9.6):

- Nybygg av 115 m 4 stk. D400 og 210 m 2 stk. D500 OV med nytt fall langs Ryfylkevegen, vest for Ole Th. Barkvedsveg
- Oppdimensjonering av 270 m 2 stk. D400 og 85 m 2 stk. D500 OV langs Ryfylkevegen, øst for Ole Th. Barkvedsveg
- Oppdimensjonering av 75 m 2 stk. D400 og 55 m 2 stk. D500 OV i Ole Th. Barkvedsveg
- Nybygg av 45 m D500 OV koblet til eksisterende D1000 OV ledning ut i fjorden
- Nedlegging av eksisterende forbindelse av OV til avløp felles pumpestasjon samt utløp i fjorden



Figur 9.6 Tiltak i ledningsnett på sted 1 vest i Jørpeland (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 2

Oppdimensjonering av ledninger i Øvre og Nedre Barkvedvegen, som krysser Ryfylkevegen og ledes ut i fjorden (Figur 9.7):

- 60 m 2 stk. D300, 160 m 2 stk. D400 og 85 m 1 stk. D600 OV i Øvre Barkvedvegen
- 95 m 2 stk. D500 OV i Nedre Barkvedvegen



Figur 9.7 Tiltak i ledningsnettet på sted 2 vest i Jørpeland (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 3

Oppdimensjonering av ledninger på Sundagshaugen og i Fjellsvegen (Figur 9.8):

- 75 m 2 stk. D300 og 45 m 2 stk. D400 OV på Sundagshaugen
- 25 m 2 stk. D400 og 230 m 1 stk. D500 OV i Fjellsvegen



Figur 9.8 Tiltak i ledningsnettets på sted 3 i Fjellsvegen vest i Jørpeland (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 4

Nybygg av ledninger i Fjelltunvegen med nytt fall og flytting av utløp i Skolebekken (Figur 9.9):

- 110 m 4 stk. D400 og 40 m 1 stk. D600 OV
- 120 m 4 stk. D800
- Utløpet i Skolebekken flyttes lengre nedstrøms for å vinne fallhøyde. I dag ligger utløpet så høyt at det er negativt fall i ledningen fra Fjelltunvegen. Tilkobling fra ny kum i Fjelltunvegen
- Nedlegging av eksisterende utløp og to ledninger oppstrøms



Figur 9.9 Tiltak i ledningsnettet på sted 4 og 6 i Fjelltunvegen (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 5

Oppdimensjonering av ledninger på Elgstien og i Elgvegen (Figur 9.10):

- 170 m 4 stk. D300 på Elgstien
- 110 m 2 stk. D500 i Elgvegen
- Nytt utløp i Sørskårbekken med samme høyde som i dag



Figur 9.10 Tiltak i ledningsnettet på sted 5 i Elgstien og Elgvegen (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 6

Oppdimensjonering og nybygg av ledninger i Fjelltunvegen (Figur 9.9):

- 25 m D300 OV med nytt fall (negativt fall i dag)
- 40 m D400, 25 m D500 og 60 m 2 stk. D600 OV i Fjelltunvegen

- Nytt utløp i Fiskåna med samme høyde som i dag

Sted 7

Oppdimensjonering og nybygg av ledninger på Nygårdsbakken og i Nedre Barkvedvegen (Figur 9.11):

- Oppdimensjonering av 110 m 2 stk. D300, 235 m 4 stk. D400, 55 m 2 stk. D500, 40 m 2 stk. D600 og 80 m D800 OV på Nygårdsbakken
- Nybygg av 155 m 4 stk. D1000 med nytt fall i Nedre Barkvedvegen. Ledningen til utløpet har i dag negativt fall.
- Nytt utløp i Fiskåna med samme høyde som i dag



Figur 9.11 Tiltak i ledningsnettet på sted 7 og 8 i Jørpeland (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 8

Oppdimensjonering av ledninger i Asgautvegen (Figur 9.11):

- 30 m D300 og 60 m 2 stk. D400 OV

Sted 9

Oppdimensjonering av ledninger i Stålverksvegen (Figur 9.12):

- 280 m 7 stk. D400 og 30 m D500 OV
- Nytt utløp i fjorden med samme høyde som i dag

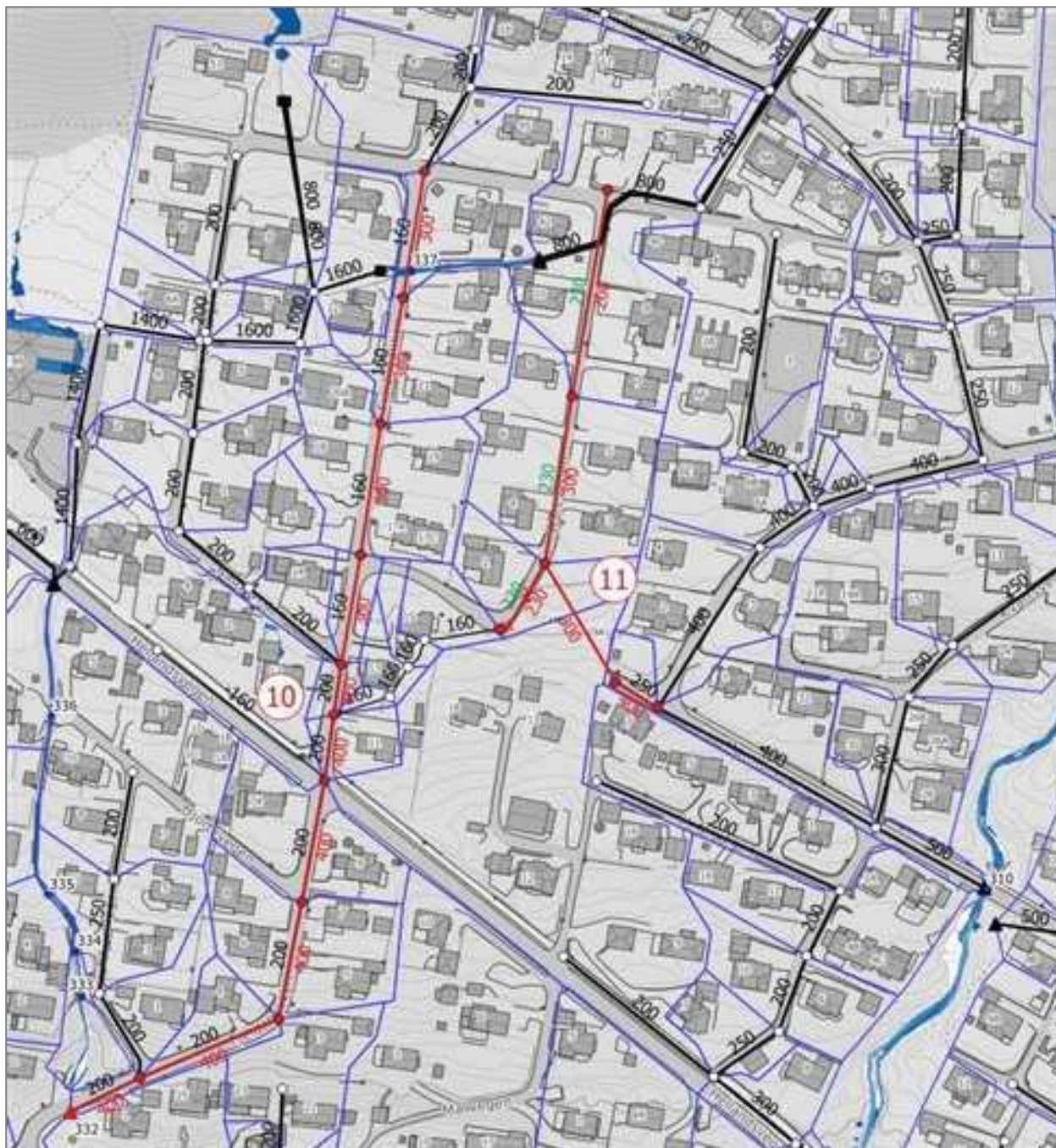


Figur 9.12 Tiltak i ledningsnettets på sted 9 sør i Jørpeland (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 10

Oppdimensjonering av ledninger på Fjeldebakken (Figur 9.13):

- 205 m 4 stk. D300 og 240 m 6 stk. D400 OV
- Nytt utløp i Sørskårbekken med samme høyde som i dag



Figur 9.13 Tiltak i ledningsnettets på sted 10 og 11 nord i Jørpeland (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 11

Separering av AV ledninger i Harevegen og overføring mot øst til OV ledninger i Marmorvegen (Figur 9.13). På den måten fjernes flaskehalsen ved D160 OV ledninger som i dag leder avløp felles til Fjeldebakken:

- Nybygg av 85 m D200 og 125 m 2 stk. D300 OV, overføring til Marmorvegen
- Nedlegging av OV D230 i Harevegen
- Oppdimensjonering av 20 m D400 i Marmorvegen slik at denne ledningen har kapasitet til å ta imot det overførte overvannet. Nedstrøms liggende ledninger i Marmorvegen har tilstrekkelig kapasitet.

Sted 12

Oppdimensjonering av ledninger i Mellarvegen (Figur 9.14):

- 160 m 4 stk. D300 OV



Figur 9.14 Tiltak i ledningsnettet på sted 12 og 13 (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 13

Oppdimensjonering av ledninger i Bjørne- og Grevlingvegen (Figur 9.14):

- 100 m 2 stk. D300 og 30 m D400 OV i Bjørnevegen
- 165 m 4 stk. D300 i Grevlingvegen

Sted 14

Oppdimensjonering av ledninger i Hortensiasvingen (Figur 9.15):

- 150 m 3 stk. D300 og 180 m 4 stk. D400 OV
- 40 m D500 og 120 m D600 OV med nytt fall
- Nytt utløp i Skardebekken med samme høyde som i dag



Figur 9.15 Tiltak i ledningsnettet på sted 14 i Jørpeland (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 15

Oppdimensjonering av ledninger i Fjelltunvegen (Figur 9.16):

- 70 m D500 og 250 m D600 OV delvis med nytt fall
- Nytt utløp i Skardbekken med samme høyde som i dag



Figur 9.16 Tiltak i ledningsnettet på sted 15 og 16 sentralt i Jørpeland (vanndybde scenario A 1.1). Alternativ A er vist for sted 16.

Sted 16 – alternativ A

Bygging av rørmagasin i Skogstjernevegen og oppdimensjonering av ledning i Hellandsvegen (Figur 9.16):

- 65 m 2 stk. D400, tilløp rørmagasin med nye høyder
- 75 m rektangulært rørmagasin B x H 2000 x 2000 mm med utløp D180 strupeledning (Qmaks = 125 l/s og 180 l/s ved Q20 og Q200)

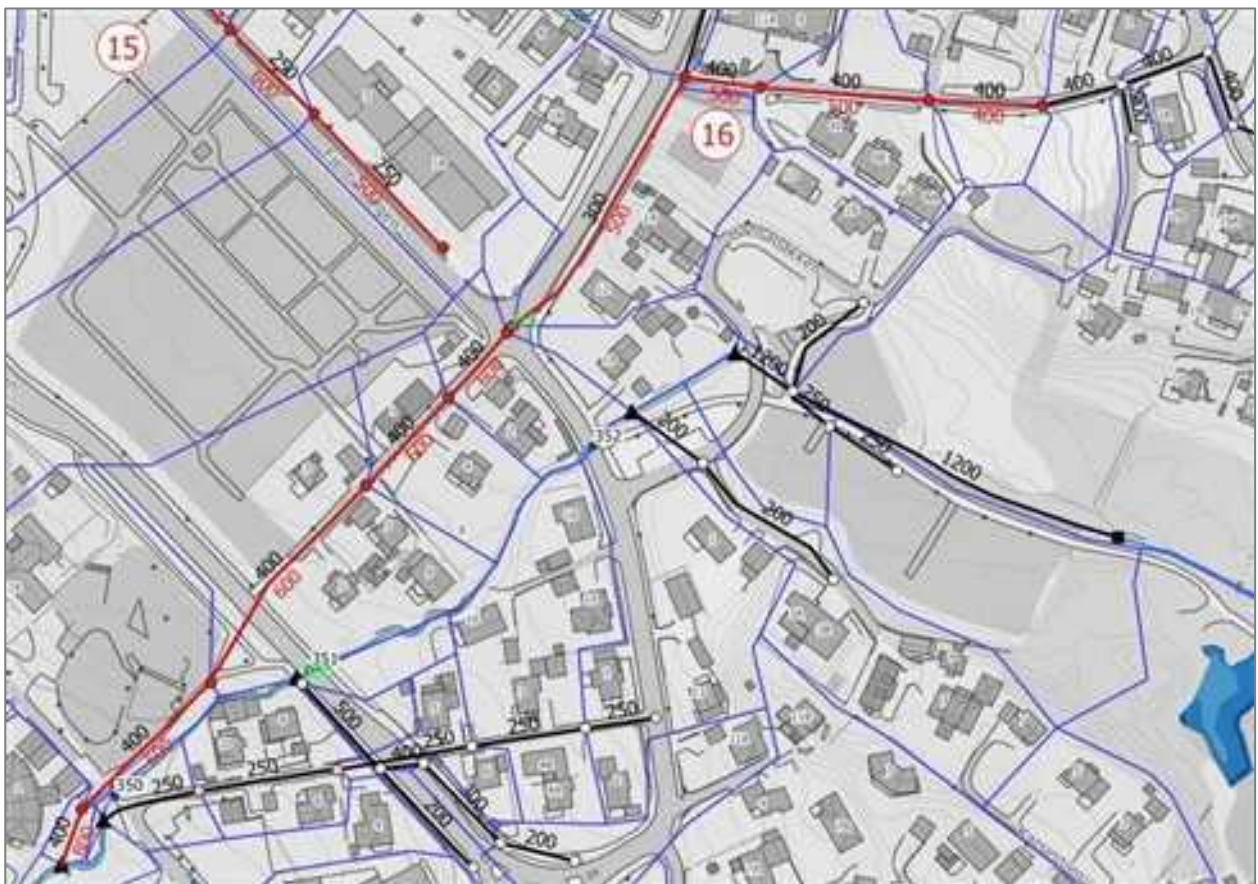
- 110 m 1 stk. D400 i Hellandsvegen

Rørmagasinet sparer for oppdimensjonering av ledninger i Hellands- og Langelandsvegen. Den første ledningen i Hellandsvegen nedstrøms rørmagasinet må erstattes, siden den er flaskehal- sen i dag. Kapasiteten av den eksisterende 300 mm ledningen ville ellers begrense utløpet fra rørmagasinet og føre til oppstuvning over terrenget ved rørmagasinet ved 200-års overvanns- flom.

Sted 16 – alternativ B

Uten rørmagasin, oppdimensjonering av ledninger i Skogstjerne-, Hellands- og Langelandsve- gen (Figur 9.17):

- 40 m D400 og 90 m 2 stk. D500 OV i Skogstjernevegen
- 110 m D500 OV i Hellandsvegen
- 235 m 4 stk. D600 og 20 m D800 OV i Langelandsvegen
- Nytt utløp i Fiskåna med samme høyde som i dag



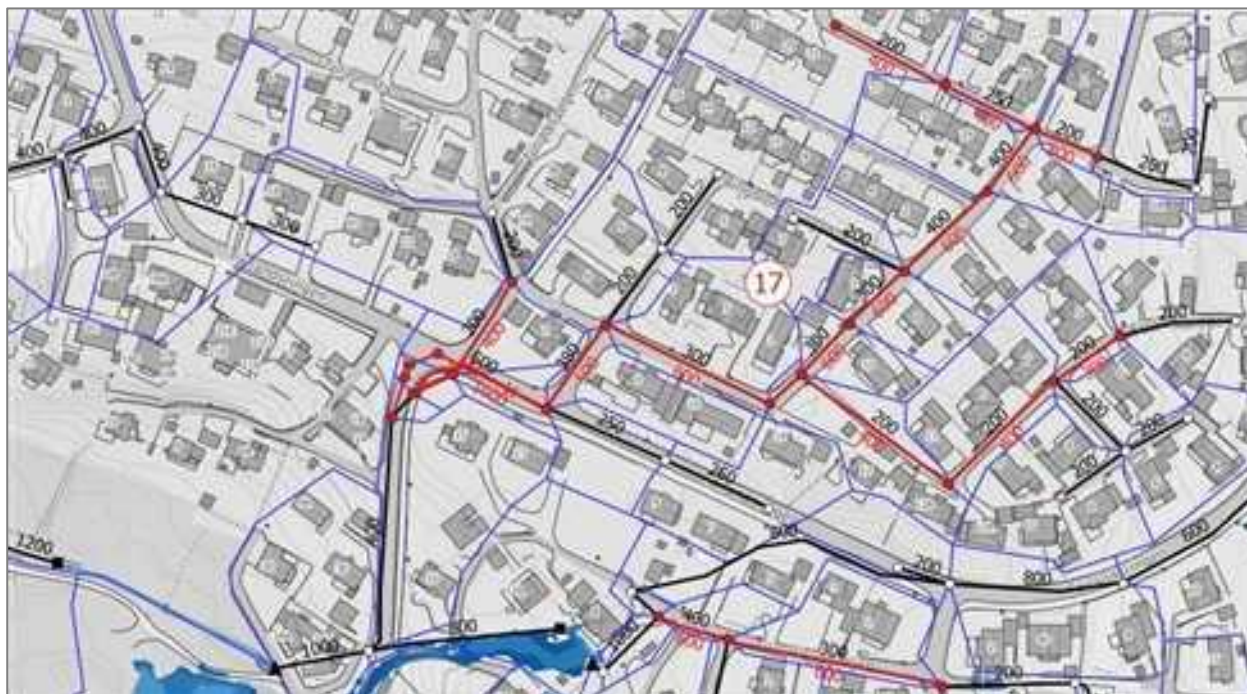
Figur 9.17 Tiltak i ledningsnettets på sted 16 sentralt i Jørpeland, alternativ B (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 17 – alternativ A

Oppdimensjonering av ledninger i Ringblomst-, Tulipanvegen, Irisringen og Krokussvingen og bygging av rørmagasin i Førlandsringen (Figur 9.18):

- 60 m 2 stk. D300, 185 m 4 stk. D400, 40 m D500 og 230 m 6 stk. D600 OV i Ringblomst- / Tulipanvegen / Irisringen / Krokussvingen
- 20 m D300 og 45 m D400 OV i Førlands- / Tulipanvegen
- 65 m rørmagasin D 1600 mm med utløp D300 strupeledning i Førlandsringen ($Q_{maks} = 470$ l/s og 470 l/s ved Q20 og Q200)
- Nybygg 20 m D400 OV i Førlandsvegen, tilkoblet eksisterende D400

Rørmagasinet sparer for oppdimensjonering av ledningene i Førlandsvegen, men er ikke aktuelt på grunn av oppstuvning ved scenario A 2.1 og merkostnader (se kapittel 9.6.3 og 11.2).



Figur 9.18 Tiltak i ledningsnett på sted 17 sentralt i Jørpeland, alternativ A (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 17 – alternativ B

Uten rørmagasin, oppdimensjonering av ledninger i Ringblomst-, Tulipanvegen, Irisringen, Krokussvingen og Førlandsringen (Figur 9.19):

- 60 m 2 stk. D300, 185 m 4 stk. D400, 40 m D600 og 230 m 6 stk. D600 OV i Ringblomst- / Tulipanvegen / Irisringen / Krokussvingen
- 20 m D300 og 45 m D400 OV i Førlands- / Tulipanvegen
- 75 m 2 stk. D800 og 100 m D500 OV med nytt fall i Førlandsringen / -vegen



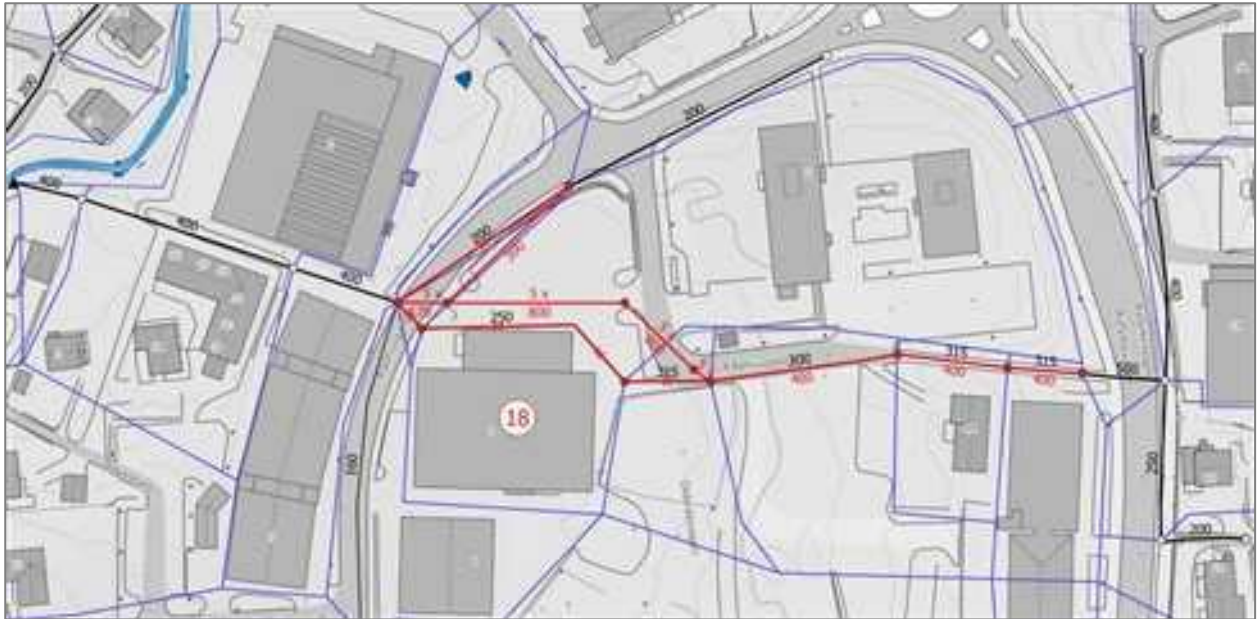
Figur 9.19 Tiltak i ledningsnettets på sted 17 sentralt i Jørpeland, alternativ B (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 18 – alternativ A

Oppdimensjonering av ledninger i Rådhusgaten og bygging av rørmagasin under parkeringsplassen ved kjøpesenteret (Figur 9.20):

- 95 m 3 stk. D400 OV i Rådhusgaten
- 350 m 5 parallelle D800 OV som fungerer som rørmagasin, med innløp D400 OV ledninger og utløp D170 strupeledninger ($Q_{maks} = 300 \text{ l/s}$ og 400 l/s ved Q20 og Q200)
- Nedlegging av D200 i Rådhusgaten og erstatning med 40 m ny D300 OV tilkoblet rørmagasinet
- Nedlegging av D315 / 200 / 300 langs nordsiden av kjøpesenteret

Rørmagasinet sparer for oppdimensjonering av ledningene fra Rådhusgaten ut i Fiskåna.

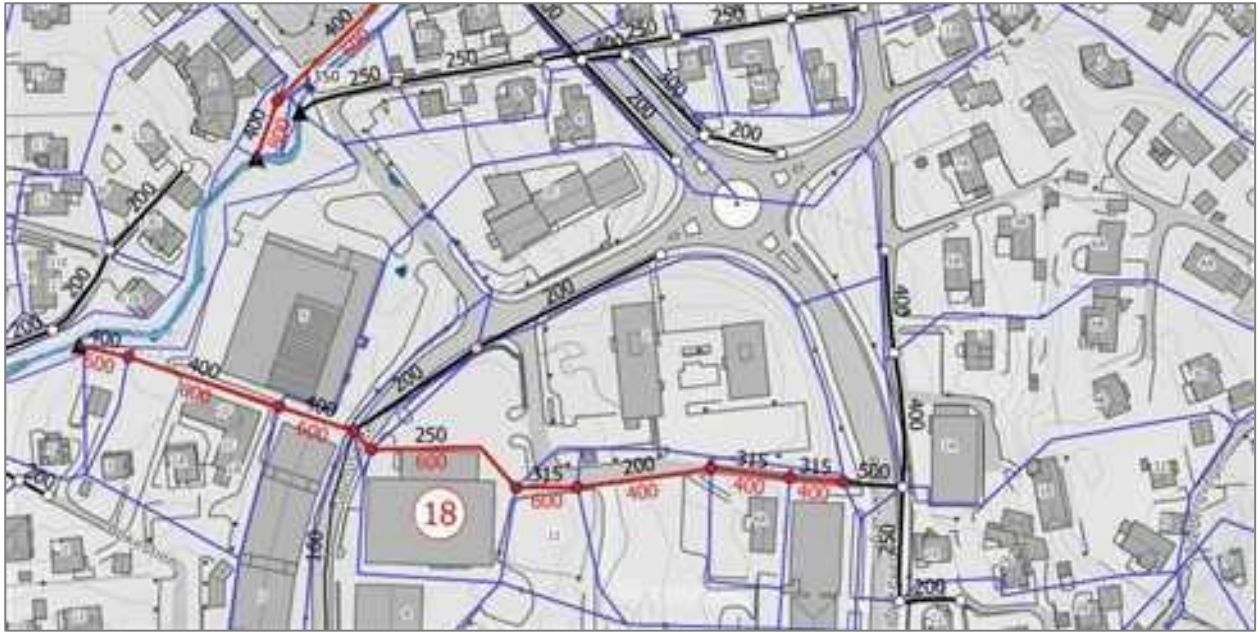


Figur 9.20 Tiltak i ledningsnettets på sted 18 i Jørpeland sentrum, alternativ A (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 18 – alternativ B

Uten rørmagasin, oppdimensjonering av ledninger i Rådhusgaten og ut i Fiskåna (Figur 9.21):

- 95 m 3 stk. D400 OV i Rådhusgaten
- 90 m 3 stk. D600 OV delvis med nytt fall under p-plassen
- 105 m 3 stk. D600 delvis med nytt fall fra Rådhusgaten ut i Fiskåna
- Nytt utløp i Fiskåna med samme høyde som i dag



Figur 9.21 Tiltak i ledningsnettets på sted 18 i Jørpeland sentrum, alternativ B (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 19

Separering av AV ledninger i Førlandsvegen og overføring mot sør til OV ledninger ut i Jørpe-landsåna (Figur 9.22). På den måten fjernes flaskehalsen i SP ledningene i Kjørebergvegen:

- Nybygg av 100 m 2 stk. D300 og 140 m 3 stk. D400 OV, føres videre i Førlandsvegen
- Nedlegging av D300 AV tilkoblet SP i Kjørebergvegen
- Oppdimensjonering av 105 m 2 stk. D800 og 50 m D600 OV i Førlandsvegen / Dala-vegen slik at disse ledningene har kapasitet til å ta imot det overførte overvannet
- Nytt utløp i Jørpelandssåna med samme høyde som i dag



Figur 9.22 Tiltak i ledningsnettet på sted 19 til 23 sørøst i Jørpeland (vanndybde scenario A 1.1).

Sted 20

Oppdimensjonering av ledninger i Hestehovvegen (Figur 9.22):

- 110 m 2 stk. D400, 190 m 3 stk. D500 og 130 m 2 stk. D600 OV

Sted 21

Frakopling av Øvre Brauta og oppdimensjonering av ledninger i Kløver- / Bregne- / Brautavegen (Figur 9.22):

- Frakopling av ledningsstrengen fra øverste del av Brautene ved kum 7573 og nybygg av 110 m D200 OV
- Oppdimensjonering av 55 m D300, 175 m 3 stk. D400, 65 m D500 og 120 m 2 stk. D600 OV

Frakoplingen bedrer situasjonen i området ved Kløver- / Førlandsvegen og lengre nedstrøms i Fiskåna.

Sted 22

Separering av AF ledningene i Dala- og Myrullvegen og utslipp i Jørpelandsåna. På den måten fjernes flaskehalser i SP ledningene nedstrøms (Figur 9.22). Oppdimensjonering av ledninger i Liljevegen:

- Nedlegging av AF ledning 7040, nybygg av tilkopling 70 m 2 stk. D600 OV til oppdimensjonert OV ledning D600 ut i Jørpelandsåna (se beskrivelse av sted 19).
- Nybygg av 30 m D200, 30 m D300, 60 m 2 stk. D500, 70 m 2 stk. D600 og 140 m 3 stk. D800 OV i Dala- og Myrullvegen; eventuelt flytting av ledningene fra hager / privattomter til veien.
- Nytt utløp i Jørpelandsåna med samme høyde som i dag
- Oppdimensjonering av 45 m D400, 120 m 3 stk. D500 og 155 m 5 stk. D600 OV i Liljevegen

Sted 23

Oppdimensjonering av ledninger i Øvre Brauta og overføring til OV ledninger i Dalavegen, utslipp i Jørpelandsåna istedenfor Fiskåna (Figur 9.22). På den måten bedres situasjonen i området ved Kløver- / Førlandsvegen og lengre nedstrøms i Fiskåna (se beskrivelse av sted 21):

- Nybygg av tilkopling 20 m D500 OV til oppdimensjonert D500 OV ledning i Brauta- / Liljevegen
- Oppdimensjonering av 75 m 3 stk. D300, 170 m 4 stk. D400 og 30 m D500 OV på Midtre og Øvre Brauta

9.6.2 Tiltak for sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak

Tiltakene er beskrevet nedenfor sted for sted fra vest til øst og nord til sør i Jørpeland. Stedbetegnelsen refererer til bokstavene i kartene, se vedlegg 1 tegning H 130 til H 136 for oversiktskart og tegning H 230 eller H 231 for detaljkart.

Sted a: Flomvei Barkanesvegen

Ved Barkanesvegen renner vann fra fjellsiden ned bakken nord for Ryfylkevegen ($Q_{200\text{maks}} \approx 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$) og renner delvis videre på Ryfylkevegen og delvis gjennom bebyggelsen ved Barkanesvegen. En løsning for å hindre skader på eiendommene er å utforme veikrysset slik at Barkanesvegen kan fungere som flomvei (vanndybde inntil 0,1 m, Figur 9.23). Barkanesvegen utformes da med kantstein, renne eller lignende langs østsiden, slik at vannet ledes ned til bekkeløpet på landbruksarealet nedenfor bebyggelsen og ut i fjorden. Alternativt utformes veien med helning mot den vestlige veikanten og det lages renne langs den. Tiltaket reduserer vannmengden som renner på Ryfylkevegen mot øst.



Figur 9.23 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted a vest i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).

Sted b: Flomvei parallelt til Ryfylkevegen og i Ole Th. Barkvedsveg

Overvann renner langs den nordlige kanten av Ryfylkevegen mot øst. For å hindre at vannet står på Ryfylkevegen og renner mot sør ned i bebyggelsen i Ole Th. Barkvedsveg er en løsning å legge til rette for at vannet avledes på parallellveien til Ryfylkevegen, Samslåttå (Figur 9.24). Fra lavpunktet ledes vannet ned til Ole Th. Barkvedsveg via inntak, rør (minst D 400, $Q_{200\text{maks}} \approx 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$) og energidreper, og videre ned til fjorden. I tilfellet vannet ikke skal slippes ut på Ole Th. Barkvedsveg, må røret føres videre under veien og ned til fjorden.

En alternativ, åpen løsning ville være å avlede vannet videre på Samslåttå hele veien til Ole Th. Barkvedsveg. Dette forutsetter imidlertid at Samslåttå senkes på ca. 140 m med opptil 1,6 m, og er derfor ansett som mindre aktuelt.

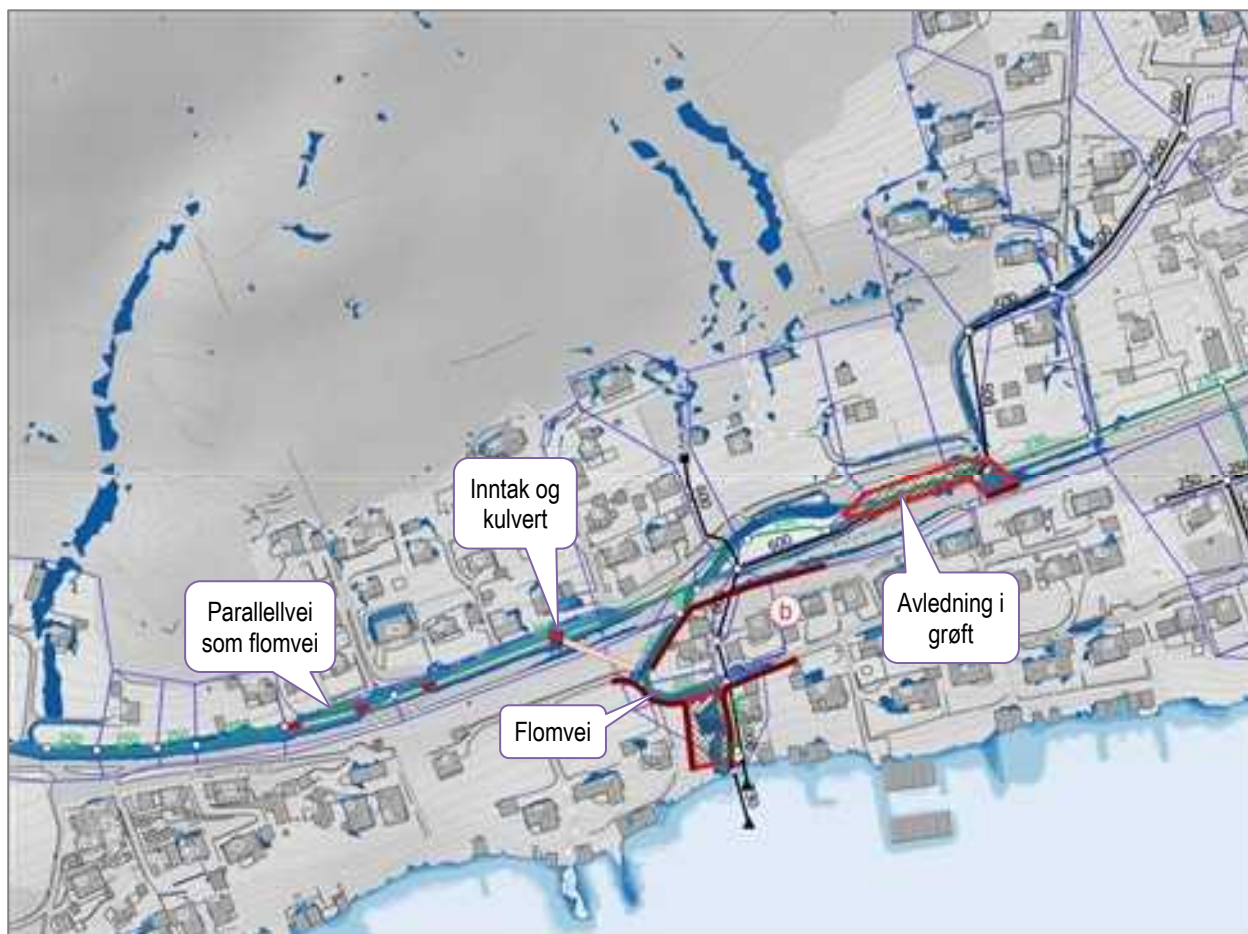
Ved begge løsningene vil Ole Th. Barkvedsveg fungere som flomvei for å lede overvannet til friarealet mellom husnummer 11B og 15 og ut i fjorden. Til dette må Ole Th. Barkvedsveg sikres med f.eks. kantstein, eventuelt må veien senkes noe og / eller utformes med egnet sidefall.

På arealet mellom husnummer 11B og 15 utformes en åpen grøft / kanal for å lede vannet ut i fjorden, eller det bygges inntak og rør med utløp i fjorden.

Videre må vannet fra Ryfylkevegen øst for brua over Ole Th. Barkvedsveg ledes ned til Ole Th. Barkvedsveg. Dette kan skje ved å legge et lavpunkt i avkjøringen fra Ryfylkevegen til Ole Th.

Barkvedsveg og avlede vannet i ei (infiltrasjons)grøft mellom de to veiene frem til grønnstripen møter Ole Th. Barkvedsveg.

Det påpekes at dreneringen av Ryfylkevegen muligens ikke er fullstendig representert i modellen. Sannsynligvis står det mindre vann på veien, siden vannet avledes via sluk langs veien i regelmessig avstand.

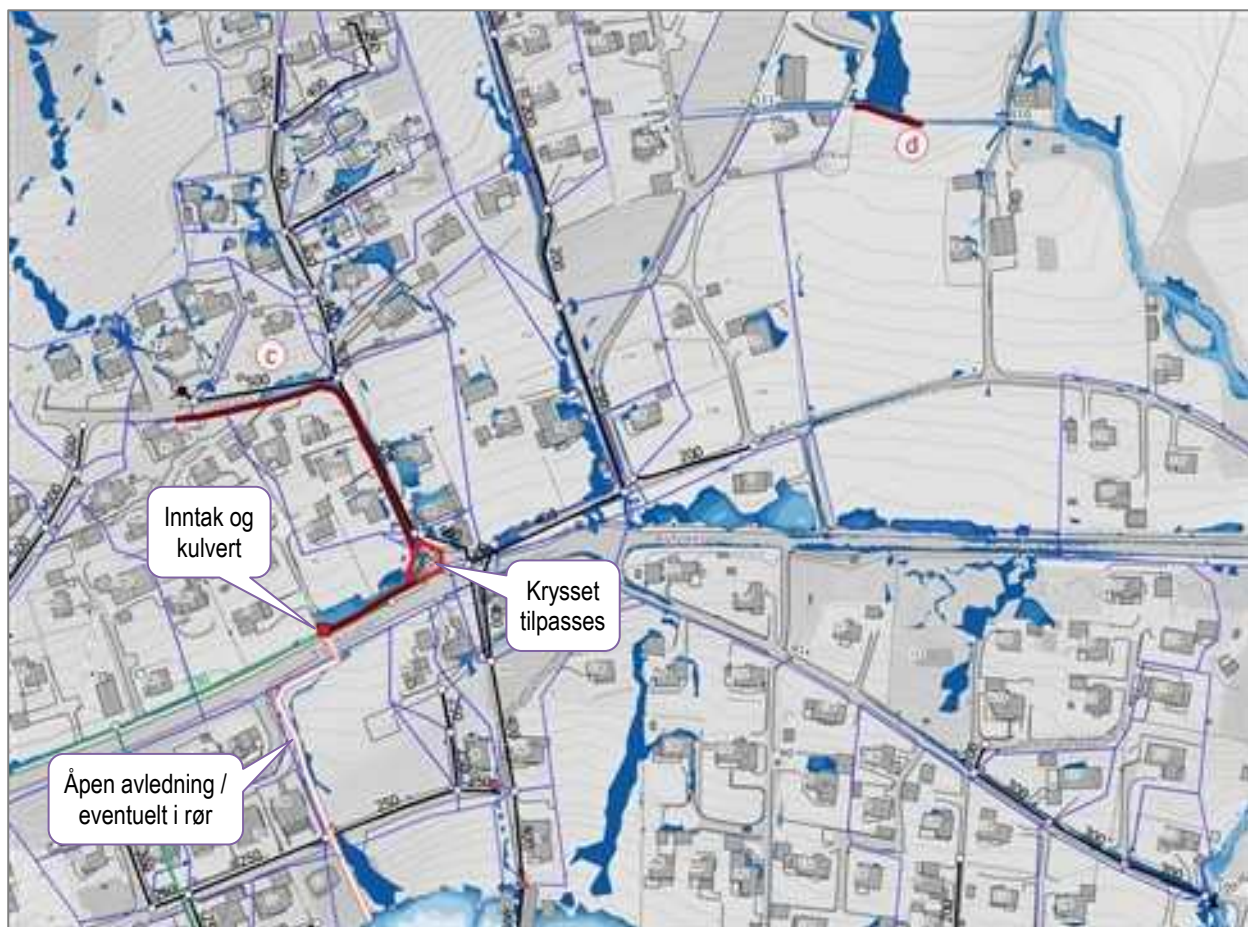


Figur 9.24 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted b vest i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).

Sted c: Flomvei Spøtahaugen og kryssing av Ryfylkevegen

På Spøtahaugen kan det være nødvendig å sikre den sørlige kanten av veien ved husnummer 35 / 39 og Øvre Barkvedvegen 24 og den vestlige vegkanten ned til krysset, slik at overvannet forblir på veien / lavpunktet på veien dreneres og vannet renner ned Øvre Barkvedvegen (Figur 9.25). Krysset ved Ryfylkevegen utformes slik at vannet renner mot vest på Øvre Barkvedvegen, på parallellveien rett nord for Ryfylkevegen. I hjørnet på Øvre Barkvedvegen bygges det inntak og kulvert under Ryfylkevegen (minst D 400, $Q_{200\text{maks}} \approx 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$). Derfra avledes

vannet i åpen grøft, eller alternativt lukket i rør, ned til fjorden. Barkvedstræn krysses med kulvert.



Figur 9.25 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted c og d vest i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).

Sted d: Vedlikehold av grøfta ved Barkve

For å hindre at overvann overtopper den sørlige kanten av grøfta heves terrenget langs grøfta, eller grøfta utvides noe (Figur 9.25).

Det påpekes at modellresultatet viser svært lite vann på jorden sør for grøfta. Dette kan også skyldes unøyaktighet i terrengmodellen eller modellberegningen. Det er derfor usikkert om tiltaket er nødvendig.

Sted e: Overføring fra Ovråfjelle til Fjellsåna i grøfter

Overvannet fra fjellsiden ovenfor Fjellsvegen avledes trygt i grøft som føres videre langs veien fra stedet der eksisterende grøft slutter ved stikkrenne 123 (Figur 9.26). Stikkrennen fjernes

eller tettes, slik at inntak 21594 kun har tilrenning fra det lokale feltet øst for vegen. Istedenfor avledning mot bebyggelsen og lukket avledning gjennom boligfeltet rundt Fjellsvegen, der vannet truer eiendommer, ledes vannet sørover i ny grøft, under skogsvegen (ny kulvert D 800, $Q_{200\text{maks}} \approx 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$) og videre i sørvestlig retning til eksisterende stikkrenne 121 under skogsvegen og 120 under landbruksarealet, og ut i Fjellsåna. De to stikkrennene må erstattes og grøftene innimellom fornyes, hvis overvann ikke skal renne over skogsvegen og jordbruksarealet ved flom ($Q_{200\text{maks}} \approx 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$, D 800).



Figur 9.26 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted e og f nordvest i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).

Sted f: Overføring fra Fjidlebakkane til Fjellsåna i grøft

I dag renner overvann fra bakken ovenfor el-installasjonsbygget i Fjellsvegen ned mot bebyggelsen. For å fange opp overvannet lages det ei grøft fra øverst på skogsvegen forbi østsiden av bygget til østlige kant av jordet, videre mot sør og til eksisterende grøft i vest (Figur 9.26). For kryssing av skogsvegen og utslipp i eksisterende grøft (jf. sted e) bygges det en stikkrenne (minst D 600, $Q_{200\text{maks}} \approx 1,7 \text{ m}^3/\text{s}$).

Alternativt kan det lages ei grøft langs nordvestsiden av skogsvegen øst for el-installasjonsbygget og langs nordsiden av bygget (Figur 9.27) for å fange opp overvannet fra bakken ovenfor. Vannet ledes gjennom en stikkrenne under veggen sør for bygget (D 500, $Q_{200\text{maks}} \approx 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$) og videre til inntak 21594. Det kan være nødvendig å utdype /vedlikeholde grøften noe fra stikkrenne 123 til inntak 21594, slik at eiendommene sør for den er sikret.

Det førstnevnte alternativet vurderes bedre egnet, siden den avleder vannet åpent til Fjellsåna og avlaster den lukkede avledningen fra inntak 21594 gjennom boligfeltet ut i Skolebekken. Ved Loen opptrer det ikke lengre oppstuvning over terrenget (jf. Figur 9.26 og Figur 9.27).



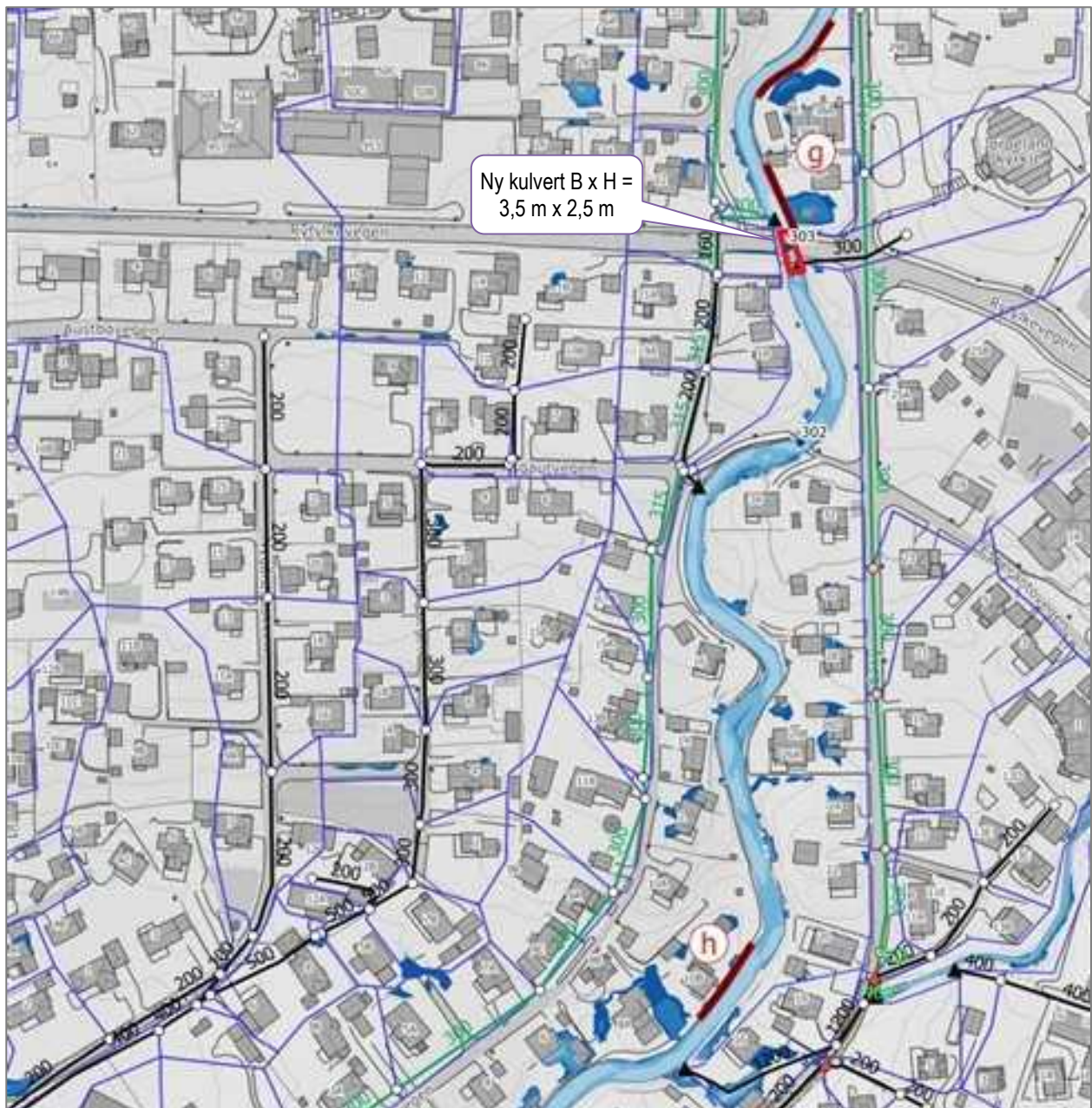
Figur 9.27 Sikring mot 200-års overvannsflom, alternativ løsning på sted f (vanndybde scenario A 2.2).

Sted g: Erstatning av kulvert under Ryfylkevegen

Kulverten under Ryfylkevegen har for liten kapasitet til å avlede 200-årsflommen ($Q_{200\text{maks}} \approx 26 \text{ m}^3/\text{s}$ oppstrøms kulverten). Oppstuvningen er så stor at vann renner over Ryfylkevegen og huset på høyre bredd rett nedstrøms kulverten oversvømmes.

Den erstattes med rektangulær kulvert med dimensjoner på minst $B \times H = 3,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$. Likevel ligger tomten på høyre bredd for lavt til å hindre at huset er berørt. For å sikre huset bygges det flomvoll eller mur langs tomten (Figur 9.28). Ifølge simuleringsresultatene står det likevel vann på tomten. Dette skyldes fylling av forsenkningen på tomten med nedbør, tomten er ikke tilknyttet ledningsnett i modellen, fordi den dreneres sannsynligvis mot elva.

I henhold til modellresultatene går Fiskåna også over sin høyre bredd ved Åvegen 38 ($H_{\text{maks}} \approx 30,9 \text{ moh}$ i Fiskånas yttersving). På flybilder og SteetView synes det imidlertid en mur langs det kritiske stedet på nordsiden av denne tomten. Denne muren gjengis ikke tilstrekkelig i terrengmodellen. Det er derfor sannsynlig at tiltaket ikke er nødvendig.



Figur 9.28 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted g og h sentralt i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).

Sted h: Flomvoll eller -mur i Østvollvegen 10B

Ved Østvollvegen 10B er terrenget for lavt og Fiskåna går over sin høyre bredd ($H_{\text{maks}} \approx 13,5 \text{ moh}$ til $13,9 \text{ moh}$ ved henholdsvis ned- og oppstrøms side av huset). Tomten sikres ved voll eller mur (Figur 9.28).

I henhold til informasjon fra NVE ble det bygget en mur langs denne tomten de siste årene. Denne muren gjengis ikke i terrengmodellen. Derfor er det hensiktsmessig å kontrollere forholdene på stedet. Det er sannsynlig at tiltaket ikke er nødvendig.

Sted i: Nytt bekkeløp fra Kvitemyrkroken til nytt inntak

Ved intense nedbørhendelser truer i dag vann fra fjellsiden ovenfor Hellandsvegen barnehagebygget og bygninger lengre nede. Vannet fanges ikke opp i området øst for Kvitemyrkroken ($Q_{200\text{maks}} \approx 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$), der det er igjen rester av noe som ser ut som et gammelt inntak (Figur 9.29), og sprer seg nedover bakken til det når Hellandsvegen og renner gjennom bebyggelsen.

Det foreslås bygging av et nytt bekkeløp som leder vannet kontrollert forbi nordsiden av barnehagen til et nytt inntak til eksisterende 1400 mm ledning med utslipp i Sørskårbekken på nedsiden av Hellandsvegen (Figur 9.30).

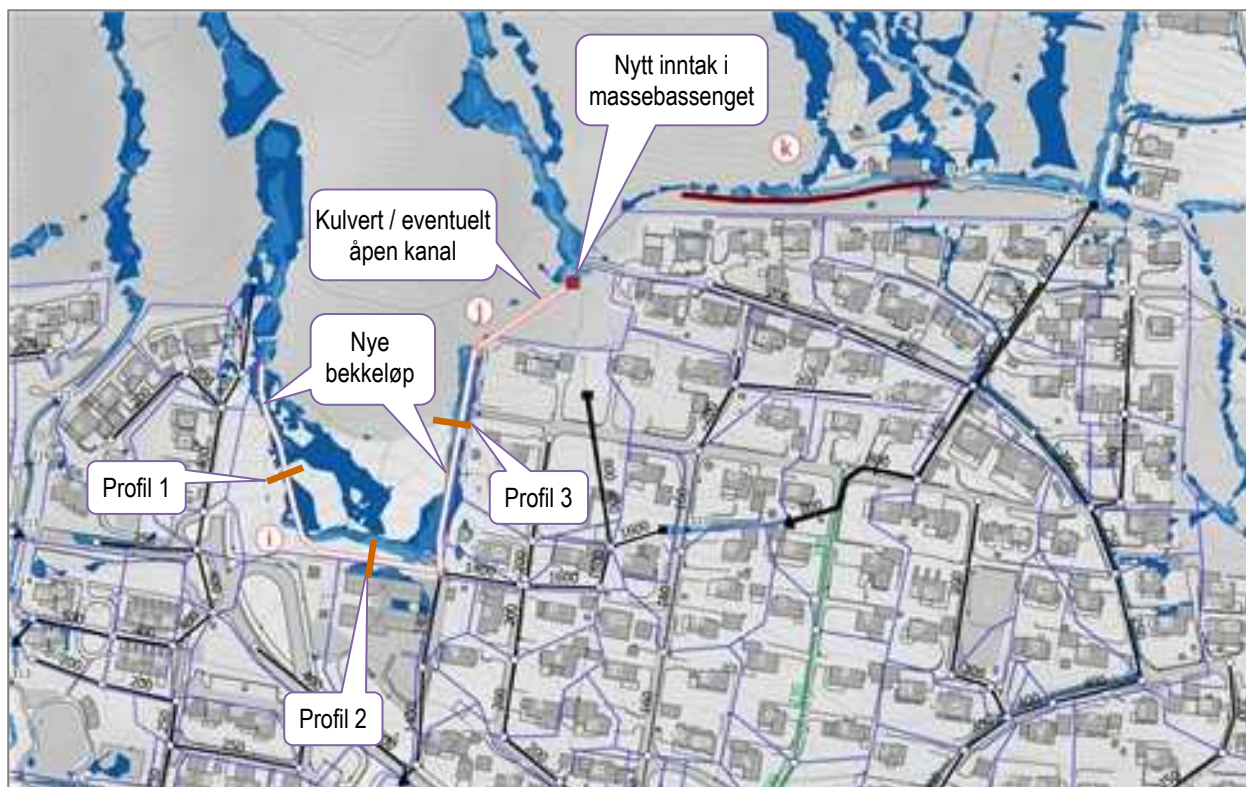
Anslåtte dimensjoner på bekkeløpet er:

Profil 1: bunnbredde 1,2 m, skråning 1:2, dybde 0,9 m

Profil 2: bunnbredde 1,5 m, skråning 1:3, dybde 1,1 m



Figur 9.29 Rester av en kum eller et inntak (venstre) og eksisterende bekkeløp (høyre) som deler seg ved Kvitemyrkroken.



Figur 9.30 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted i, j, og k nord i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).

Sted j: Nytt bekkeløp og flytting av inntaket i Otervegen

Inntaket mellom Otervegen 49 og 51 er overbelastet. For å hindre at vann renner inn mot bebyggelsen og nedover Ekornvegen bygges det et nytt inntak i massebassenget ($Q_{200\text{maks}} \approx 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$) ved enden av Granittvegen (Figur 9.30 og Figur 9.31). Inntaket må utformes slik at massene som avsettes i bassenget ikke føres med i kulverten. Ved en ny 1200 mm ledning ledes vannet i sør-vestlig retning til friarealet ovenfor barnehagebygget. Muligens kan denne strekningen alternativt utføres som åpen kanal skjært inn i bakken. Derfra føres det et nytt bekkeløp ned til det nye inntaket til eksisterende 1400 mm ledning (se beskrivelse av sted i ovenfor).

Anslåtte dimensjoner på bekkeløpet er (profil 3): bunnbredde 1,2 m, skråning 1:2, dybde 1,0 m

På den måten avlastes det gamle inntaket med to 800 mm rør (Figur 9.31). Med tanke på at det er en fordel å unngå lukket avledning under tomtene i Otervegen / Fjeldebakken, er den beste løsningen at det gamle inntaket legges ned og at alt vann ledes i nytt rør / ny bekk til det nye inntaket. Men det er også mulig at eksisterende inntak beholdes og ledningene under tomtene i Otervegen / Fjeldebakken fungerer som nødoverløp. I dette tilfellet må inntaket til de to rørene saneres og rist installeres som hindrer tilstopping.



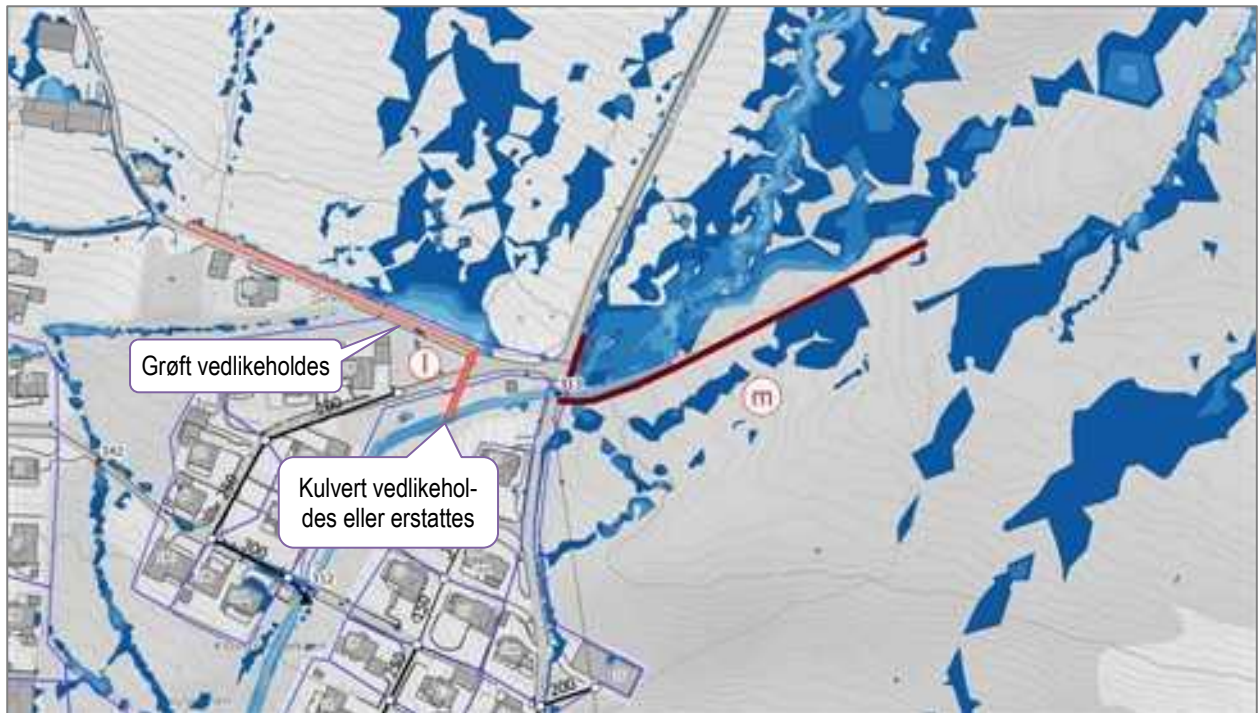
Figur 9.31 Inntak i Otervegen (venstre) og massebasseng ved enden av Granittvegen (høyre).

Sted k: Vedlikehold av grøft ovenfor Granitt- / Gneisvegen

Avskjæringsgrøfta ovenfor Granitt- og Gneisvegen skal vedlikeholdes (Figur 9.30). Det kan være aktuelt å heve terrenget / bygge en voll langs sørlige kant av grøfta for å hindre at vann renner inn mot bebyggelsen nedenfor. En alternativ løsning er å lage ei avskjæringsgrøft ovenfor gården, slik at den også er sikret mot overvannet fra fjellsiden, og koble avskjæringsgrøfta til eksisterende grøft øst for gården.

Sted l: Vedlikehold av grøft og erstatning av kulvert ved Leitevegen

Overvannet som samler seg på nordsiden av Leitevegen avledes mot øst til stedet der det i dag ligger en kulvert med ukjent diameter og høydekoter. Kulverten har utløp i Klovsteinsbekken (Figur 9.32). Kulvertens tilstand skal kontrolleres og erstattes etter behov. Den skal ha en kapasitet på $Q_{200\text{maks}} \approx 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (minst D 500). Grøfta langs den nordlige kanten av Leitevegen utbedres og utdypes etter behov.



Figur 9.32 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted I og m nord i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).

Sted m: Flomvoller Klovsteinsbekken ved Leitevegen

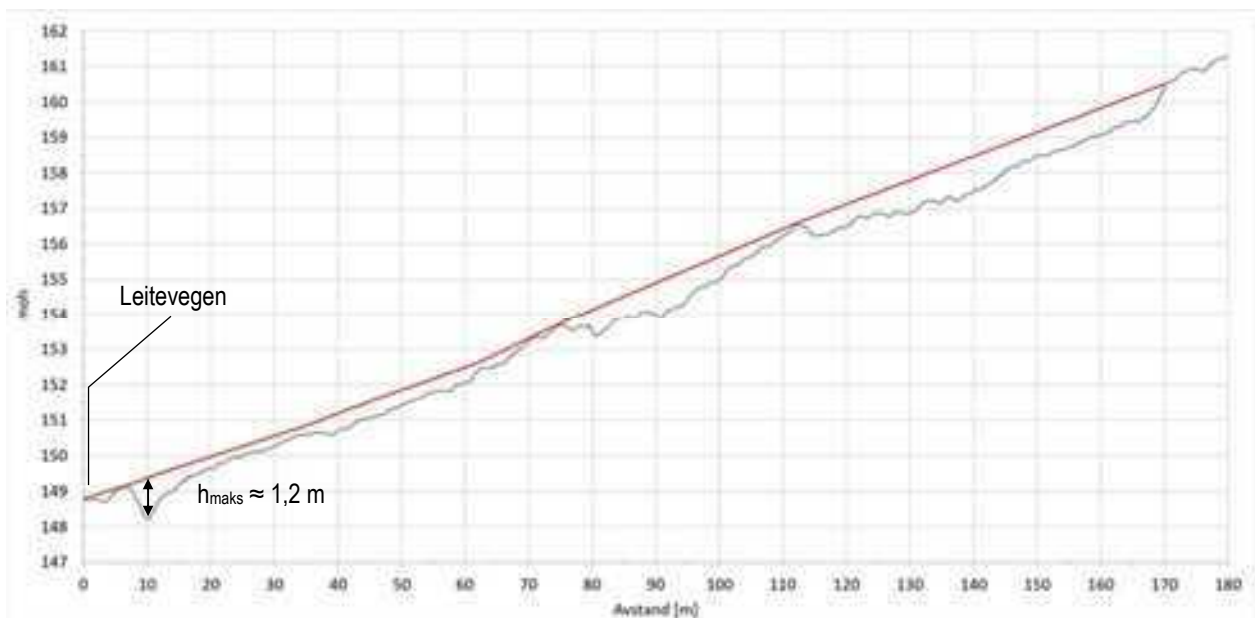
På stedet ved Leitevegen, der Klovsteinsbekken når tettstedet, bygges det voller / heves terrenget, slik at vannet fra fjellsiden ledes til bekken og ikke kommer på avveie mot bebyggelsen i nedre del av Leitevegen (Figur 9.32 og Figur 9.33).

Vollen fra den sørlige bredden av Klovsteinsbekken mot nordøst blir opptil ca. 1,2 m høy og har en lengde på ca. 170 m (Figur 9.34).

Vollen langs Leitevegen fra brua til ca. 20 m mot nord skal ha en høyde på ca. 0,25 m over veinivået.



Figur 9.33 Klovsteinsbekken rett oppstrøms brua på Leitevegen. Omtrentlig plassering av vollens sørlige ende er avmerket rødt.



Figur 9.34 Lengdeprofil av vollen sør for Klovsteinsbekken. Eksisterende terreng (grå linje) og planlagt topp voll (rød linje).

Sted n: Avskjæringsgrøft ovenfor Røslyngsvingen vedlikeholdes

Ovenfor Røslyngsvingen er det i dag ei avskjæringsgrøft som sørger for at overvann fra fjellsiden i nord avledes mot øst til Skardebekken ($Q_{200\text{maks}} \approx 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$). Grøfta vedlikeholdes og utbedres etter behov (Figur 9.35).

Det påpekes at eksisterende gröft muligens har tilstrekkelig funksjon. Den ble ikke målt inn for terrenggrunnlaget til modellen. Grunnlaget er lasermålte terrenghøyder, som sannsynligvis ikke fullstendig gjengir gröfta.

Det ble vurdert om en alternativ løsning kunne være å forlenge vollen på sted m mot øst for å sikre bebyggelsen i Røslungsvingen. Simuleringsresultatene viser at den største delen av avrenningen oppstår nedenfor tiltak m. Videre er det vurdert mer kostbart å lage en lang voll eller ny avskjæringsgrøft på sted m enn å kontrollere og etter behov vedlikeholde eksisterende grøft ovenfor Røslungsvingen.



Figur 9.35 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted n og o øst i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).

Sted o: Flomvoll ved inntaket i Fullshammarsvingen

Terrenget ved inntak 24311 er for lavt (Figur 9.36). Det bygges voll / terrenget heves for å hindre at vann renner ut på veien og mot bebyggelsen (Figur 9.35). Dette kan utføres sammen med terrengendringer i forbindelse med bygging av hus som ser ut være planlagt vest for grøfta (Fullshammarsvingen 11 til 19).

Terrenget / eksisterende voll heves med 0,3 m / fylles til gjennomgående nivå på en lengde på ca. 50 m.

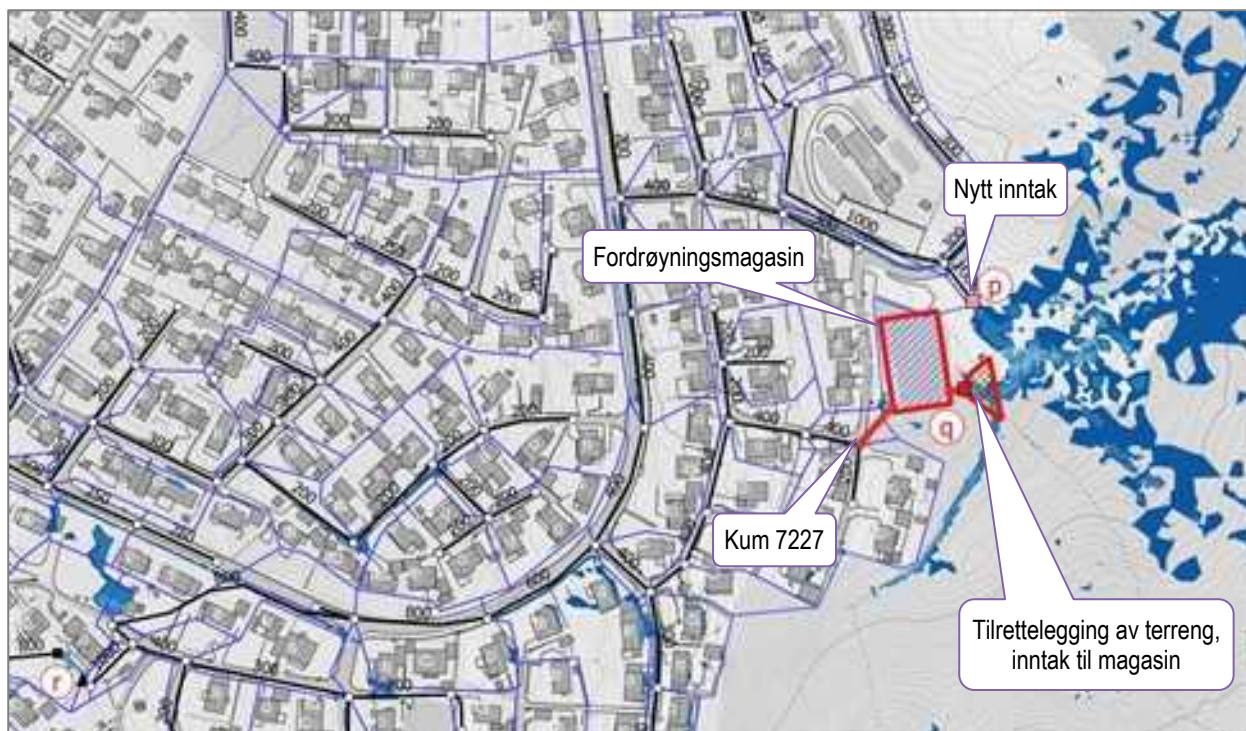


Figur 9.36 Inntak i Fullshammarsvingen.

Sted p: Nytt inntak ved Fullshammarvegen

Det bygges et nytt inntak til eksisterende 1000 mm kulvert ved Fullshammaren for å fange opp vannet som renner ned fjellsiden fra nordøstlig retning (Figur 9.37, $Q_{200\text{maks}} \approx 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$). Terrenget tilpasses for å lede vannet til inntaket.

Etter informasjon fra kommunen finnes det en avskjæringsmur fra ca. 1985 som går i retning øst-vest i nedkant av steinura. Modellberegningene tar ikke hensyn til en slik struktur. De lokale forholdene må vurderes detaljert før utføring av tiltak på dette stedet. Eventuelt samles vannet mer effektivt enn modellresultatene tilsier.



Figur 9.37 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted p, q og r øst i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).

Sted q: Fordrøyningsmagasin ved Fullshammarvegen

Mye vann renner i dag fra fjellsiden øst for Blåfjærsvingen ($Q_{200\text{maks}} \approx 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$) gjennom bebyggelsen til Førlandsringen og fortsetter lengre ned gjennom bebyggelsen til fotballbanen ved Førlandsvegen og til Tulipanvegen, der hus er satt under vann (se vedlegg 1 tegning H 111 og H 211).

Friarealet eller parkeringsplassen ved Fullshammarvegen er egnet til bygging av et fordrøyningsmagasin, enten lukket eller åpent, lemmet inn i friarealet ved å senke fotballbanen (Figur 9.37).

Nødvendig volum er ca. 3100 m^3 . Ved en dybde på 2 m er arealbehovet 1550 m^2 (Tabell 9.5). Det er behov for et inntak som samler vannet fra fjellsiden, samt en 600 mm ledning til magasinet. Utløpet fra magasinet strupes ved en 250 mm ledning som tilknyttes eksisterende 400 mm ledning ved kum 7227 i Blåfjærsvingen.

Fordrøyningsmagasinet reduserer vannmengden til ledningsnett nedstrøms såpass at eksisterende ledningenes kapasitet er tilstrekkelig. Magasinets funksjon har stor betydning i forhold til omfanget av skadene som forebygges.

Tabell 9.5 Dimensjoner på foreslått fordrøyningsmagasin ved Fullshammarvegen og beregnede driftstall for 200-års overvannsflom (scenario A 2.2).

Totalt volum	3100 m ³
Total dybde	2,5 m
Overflate	1550 m ²
Inntak ledning	D 600 mm
Strupeledning utløp	D 250 mm
Maks. vannføring inn	1,96 m ³ /s
Maks. vannføring ut	0,225 m ³ /s
Maks. vannvolum	3010 m ³
Maks. vanddybde	1,94 m

Sted r: Kanal gjennom hage

Simuleringsresultatene for eksisterende tilstand tilsier at kanalen i hagen mellom utslipp 28292 og inntak 28283 i Kløvervegen ikke har tilstrekkelig kapasitet (vedlegg 1 tegning H 111 og H 211). I forbindelse med fordrøyningsmagasinet ved Fullshammarvegen (tiltak på sted q, Figur 9.37) ser kapasiteten imidlertid ut være tilstrekkelig (Figur 9.38). Dessuten er det sannsynlig at modellresultatene for eksisterende tilstand viser situasjonen verre enn den er, siden denne kanalen ikke ble målt inn og er kun grovt avbildet i terrengmodellen, og hagen ble iht. flybilder laget etter tidspunktet av laserinnmålingen (Figur 9.39).

I modellen for planlagt tilstand er kanalen lagt inn basert på flybilder og høydene av utslippet og inntaket ved kanalens ender. Hvis vann likevel renner ut over kanalens sørvestlige bredd, ville konsekvensen være liten, siden vannet renner på veien mot friarealet og samles på fotballbanen ved Førlandsvegen. Derfor er det vurdert at tiltak på dette stedet ikke er nødvendig.



Figur 9.38 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted r, s og t sentralt i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).



Figur 9.39 Flybilder av ombygd kanal i Kløvervegen. Kilde: Norgebilder.no

Sted s: Flomvoll eller -mur i Kornblomstvegen

Ved Kornblomstvegen 12 er terrenget for lavt og bekken går over sin høyre bredd. Tomten sikres ved voll eller mur (Figur 9.38). Vannstander er beregnet til henholdsvis $H_{maks} \approx 38,0$ moh ved utløp 31950 og $37,8$ moh ca. 15 m nedstrøms.

Behovet for dette tiltaket er en følge av situasjonen når overvann ikke er på avveie fra kanalen i hagen mellom utslippet og inntaket i Kløvervegen (jf. sted r), i motsetning til resultatet for eksisterende tilstand (vedlegg 1 tegning H 111 og H 211). Hele overvannsmengden avledes i henholdsvis kanalen og ledningsnettet. Det betyr at den flomdempende virkningen av at vannet renner ned veien og fordrøyes på fotballbanen ved Førlandsvegen uteblir. Dermed ville en

alternativ løsning til tiltaket på sted s være å fordrøye overvann f.eks. på fotballbanen ved Førlandsvegen før det avledes gjennom gravlunden.

Sted t: Flomvoll i Rådhusgaten

Terrenget heves langs sørsiden av sidebekken til Fiskåna på ca. 20 m lengde for å unngå oversvømmelse av næringsbygget Rådhusgaten 5 (Figur 9.38 og Figur 9.40). Vannstander er beregnet til henholdsvis $H_{maks} \approx 22,7$ moh i den øvre delen av strekningen og 22,3 moh ved nedstrøms ende.

Behovet for dette tiltaket er en følge av situasjonen når overvann ikke er på avveie fra kanalen i hagen mellom utslippet og inntaket i Kløvervegen (jf. sted r). Dermed ville en alternativ løsning til tiltaket på sted t være å fordrøye overvannet f.eks. på fotballbanen ved Førlandsvegen før det avledes gjennom gravlunden.

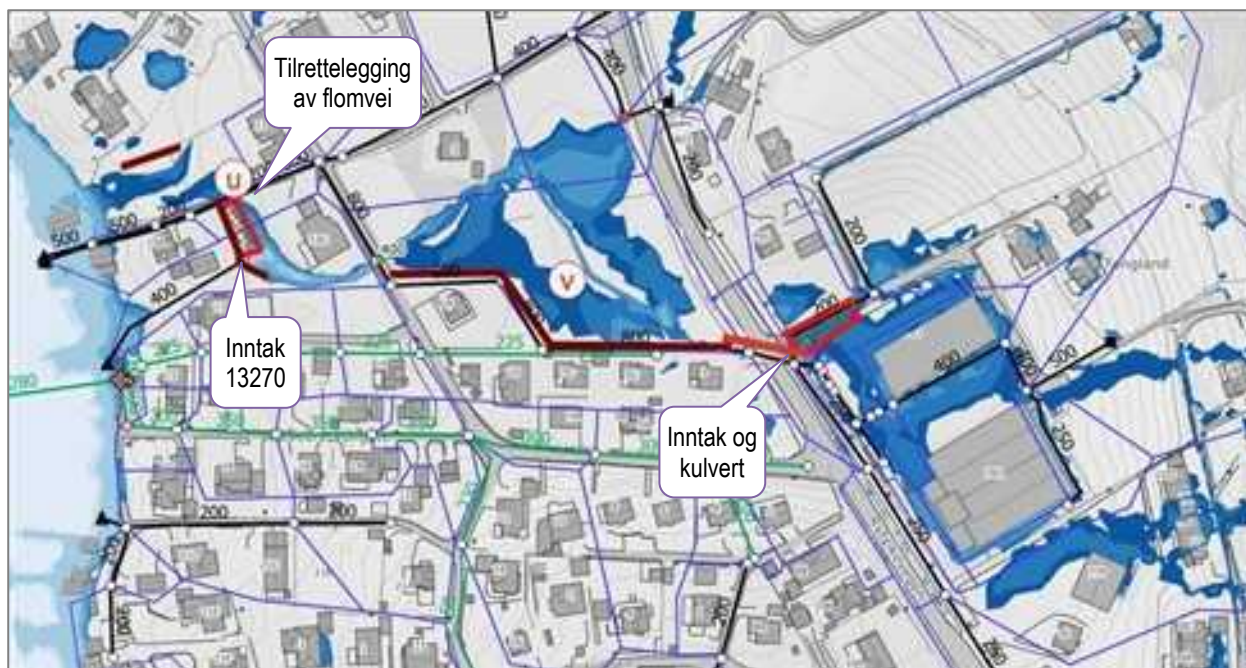


Figur 9.40 Sidebekk til Fiskåna ved sted t. Strekningen med fare for at bekken går over sin venstre bredd ved Q200+klima er skissert med rød strek.

Sted u: Flomvei ved Svarthølsvegen

Trygg avledning av overvannet fra jorden vest for Ryfylkevegen ut i fjorden forutsetter at terrenget ved inntak 13270 frem til Svarthølsvegen og sør for Tunglandsvegen 9 utformes slik at overvannet renner ut i fjorden på Svarthølsvegen og på jorden nord for veien (Figur 9.41). Den nederste delen av Svarthølsvegen legges til rette som flomvei.

Ved inntak 13270 er vannstanden beregnet til 7,9 moh, i nordlig retning mot Svarthølsvegen ca. 10 cm lavere, dvs. vollen / terrenget skal ligge på kote +8,4 til +8,3 m (høyde voll ca. 1 m). Sør for Tunglandsvegen 9 er det tilstrekkelig å heve terrenget med 0,3 m.



Figur 9.41 Sikring mot 200-års overvannsflom på sted u og v sør i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2).

Sted v: Kryssing av Ryfylkevegen og flomvoller på Tungland

Avrenningen fra Tunglandsfjellet renner i dag til næringsbygget øst for Ryfylkevegen, over tomten og videre over Ryfylkevegen til jordet vest for veien.

En løsning for å unngå at Ryfylkevegen settes under vann er å samle overvannet i et inntak i nordvestlig hjørne av tomten og lede det ut i grøfta på jordet på andre siden av Ryfylkevegen (Figur 9.41). Kulverten skal ha en kapasitet på $Q_{200\text{maks}} \approx 1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (minst D 800). 800 mm ledningen, som er planlagt i forbindelse med utbyggingen på Tungland, har ikke kapasitet til å motta denne vannmengden.

Bygningene sør for jordet sikres ved flomvoll / heving av terrenget langs tomtene. Vannstander er beregnet til 10,3 moh i det sørøstlige hjørnet av jordet og til 8,8 moh ved kulverten under Tunglandsvegen. Med en halv meter fribord skal vollen / terrenget ligge på kote +10,8 øverst på denne strekningen og på +9,3 m nederst.

Det påpekes at grøfta på jordet vest for Ryfylkevegen ble ikke målt inn. Det er mulig den har noe større kapasitet enn simuleringsresultatene tilsier, og vannstanden på jordet kan følgelig være noe lavere.

9.6.3 Simuleringsresultater planlagt tilstand Jørpeland

Virkningen av tiltakene er kontrollert ved bruk av den koblede ledningsnettmodellen. Som følge av tiltakene ledes mer vann ut i resipientene. Derfor øker vannføringen i bekkene i planlagt tilstand. På den ene siden er dette ønsket, fordi vannet avledes trygt til resipientene uten å forårsake skader. På den andre siden kan dette skape flomfare for infrastruktur nedstrøms langs bekkene.

Det kunne ikke gjennomføres simuleringer etter at hvert enkelt tiltak hadde blitt lagt inn i modellen. Dvs. det var ikke mulig å undersøke virkningen av hvert enkelt tiltak. Men i løpet av planleggingsprosessen og mange simuleringer kan det nevnes følgende konsekvenser av foreslåtte tiltak:

Saneringstiltak i ledningsnettets gir økt vannføring i Skolebekken, Fiskåna, Sørskårbekken, Klovsteinsbekken og Skardebekken (Tabell 9.6). Simuleringsresultatene for dimensjonerende scenario A 1.1 er vist på oversiktskart H 120 og detaljkart H 220.

Avlastning av Ovrå- og Nedrafjelle gjennom tiltak e og f og overføring av overvannet til Fjellsåna øker 200-års vannføringen i bekken med nesten 20 % (Tabell 9.7). I sidebekken til Fiskåna ved Åvegen øker den med nesten 40 %, blant annet som følge av justering av sted r (jf. kapittel 9.6.2) og tiltak p og q, som sørger for at hele overvannsmengden avledes via ledningsnettets eller kanaler og at den flomdempende virkningen av vann på avveie uteblir. Konsekvensen er at sikring lengre nedstrøms ved sted s og t blir nødvendig. Sikring av Klovsteinsbekkens sørlige bredd ved kanten av tettstedet, tiltak m, fører til økt vannføring i Klovsteinsbekken, ca. 15 % for gjentaksintervall på 200 år, mens mengden minker i Skardebekken.

Tabell 9.6 Kulminasjonsvannføring for de mest relevante scenarier i Jørpeland bekker for planlagte tiltak i ledningsnettets (simulering P704b) og økning sammenlignet med eksisterende tilstand.

Sted	Kulminasjonsvannføring [m ³ /s]	
	P704b A 1.1 Q20, 10 min	P704b A 2.2 Q200, 60 min
Fjellsåna ved fjorden	2,3 (+0,0)	8,6 (+0,1)
Skolebekken ved fjorden	2,7 (+0,1)	4,7 (+0,5)
Fiskåna ved fjorden	10,1 (+2,2)	30,0 (+0,2)
Sidebekk ved Åvegen	2,5 (+0,0)	2,9 (+0,2)
Sørskårbekken før samløp med Fiskåna	1,7 (+0,6)	7,1 (+0,3)
Klovsteinsbekken før samløp med Skardebekken	2,0 (+0,2)	9,5 (+0,1)
Skardebekken før samløp med Klovsteinsbekken	2,2 (+0,2)	10,1 (+0,3)

Tabell 9.7 Kulminasjonsvannføring for de mest relevante scenarier i Jørpeland bekker for planlagte lokale tiltak (simulering P717b); endring sammenlignet med eksisterende tilstand i parentes.

Sted	Kulminasjonsvannføring [m³/s]			
	P717b A 1.1 Q20, 10 min	P717b A 2.2 Q200, 60 min	P717b A 2.1 Q200, 10 min	P717b B 0 Q200, 180 min
Fjellsåna ved fjorden	2,4	10,3 (+1,8)	5,8	9,5
Skolebekken ved fjorden	2,9	4,4 (+0,2)	5,6	3,5
Fiskåna ved fjorden	10,9	32,0 (+2,2)	18,7	29,8
Sidebekk ved Åvegen	2,9	3,7 (+1,0)	4,5	1,9
Sørskårbekken før samløp med Fiskåna	1,7	6,7 (-0,1)	2,6	7,3
Klovsteinsbekken før samløp med Skardebekken	2,0	10,9 (+1,5)	3,4	10,6
Skardebekken før samløp med Klovsteinsbekken	2,2	9,7 (-0,1)	4,1	8,8

Etter at tiltakene var ferdig dimensjonert for henholdsvis 20-års nedbør med 10 minutters varighet (ledningsnett) og 200-års nedbør med 60 minutters varighet (øvrige tiltak), ble de øvrige scenariene simulert for å kontrollere virkningen av tiltakene. Det viste seg at det var nødvendig å endre / legge til tiltak på fire steder: Ved Kornblomstvegen 12, en kulvert på nederste strekning av Fjellsåna, inntaket på Fjeldebakken og i ledningsnettet i Ringblomstvegen.

Sted s: Flomvoll eller -mur i Kornblomstvegen

Ved Kornblomstvegen 12, nedstrøms utløp 31950, er vannstanden beregnet høyere for scenario A 2.1 (200-års nedbør, 10 minutters varighet) enn for scenario A 2.2 (200-års nedbør, 60 minutters varighet). På dette stedet gir scenariet med 10 minutters varighet 0,2 m høyere vannstand. Flommuren må derfor opphøyes tilsvarende. De høyere vannstandsverdiene er allerede lagt inn i beskrivelsen av sted s i kapittel 9.6.2.

Sted w: Ny kulvert under Nedre Barkvedvegen

Som følge av at det ledes mer vann ut i Fjellsåna er vannføringen høyere enn kapasiteten til den nederste kulverten under Nedre Barkvedvegen. Kulminasjonsvannføringen er 9,5 m³/s for scenario B 0 og 10,3 m³/s for scenario A 2.2.

Kulverten under Nedre Barkvedvegen må ha dimensjoner på minst B x H = 3,5 m x 1,0 m, dvs. bredden må økes med minst 1 m for å oppnå tilstrekkelig kapasitet.

Sted x: Mur ved inntaket på Fjeldebakken

Ved inntak 22159 på Fjeldebakken (lukket avledning under hager) er vannstanden beregnet høyere for scenario B 0 enn for scenario A 2.2. På dette stedet gir scenariet med 180 minutters varighet ca. 0,3 m³/s høyere vannføring og 1,1 m høyere vannstand ($Q_{maks} = 3,4 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{maks} = 107,3 \text{ moh}$; topp mur +107,1 m). Inntaket / ledningen har en kapasitet på 3,0 m³/s. Som følge av oppstuvning foran inntaket overtoppes eksisterende mur og vann er på avveie gjennom bebyggelsen (Figur 9.42).

For å hindre skader er det nødvendig å opphøye den 0,3 m høye muren (Figur 9.43). Toppen av muren skal ligge på kote +108,8 m på nedstrøms side og blir 2 m høy, inklusive 0,5 m fribord ($H_{maks} = 108,3 \text{ moh}$). På oppstrøms side tilknyttes muren eksisterende mur langs veien.



Figur 9.42 Vann på avveie som følge av oppstuvning ved inntak 22159 på Fjeldebakken i scenario B 0, uten tiltak ved den lukkede avledningen.



Figur 9.43 Inntak 22159 på Fjeldebakken. Nedre bilde fra GoogleStreetView.

Ved Ringblomst- / Tulipanvegen / Førlandsringen fører oppstuvning over terrenget i kummer til oversvømmelse av tomter for scenario A 2.1 (200-års nedbør, 10 minutters varighet), mens det ikke er tilfellet for scenario A 2.2 (Figur 9.44). Flomarealet for scenario B 0 ligner det for scenario A 2.2. På dette stedet er tiltak i ledningsnettets anbefalt (se sted 17 i kapittel 9.6.1). For å redusere flomfaren i forsenkningen i terrenget for scenariet med 10 minutters varighet ble tiltakene i ledningsnettets endret. Oppstuvningen over terrenget unngås ved å erstatte 300 mm ledningen i Ringblomstvegen med en 600 mm ledning istedenfor med en 500 mm.



Figur 9.44 Flomareal i planlagt tilstand på sted 17 (Tulipanvegen) for scenario A 2.2 Q200 60min (venstre) og A 2.1 Q200 10min (høyre) før ytterligere tiltak (vanndybde scenario A 2.1).

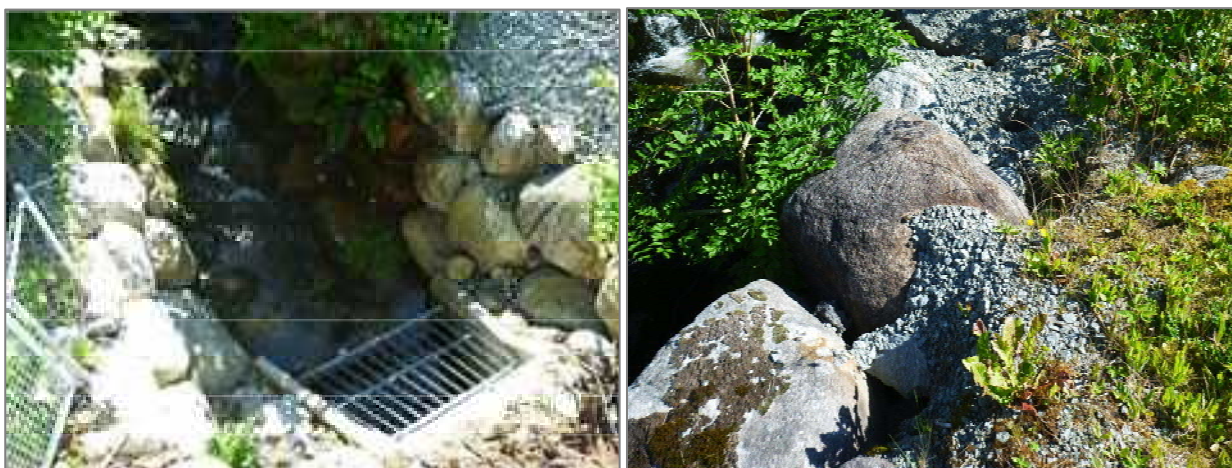
Erosjonssikring i bekker

På befaringen ble det gått langs vassdragsstrekningene som er tilgjengelige. Det ble observert steder med fare for erosjon (Figur 9.45). Oversikten over farestedene er ikke uttømmende. I rammen av dette prosjektet var det ikke mulig å gå langs alle relevante vassdragsstrekninger og å kartlegge alle steder under befaringen.

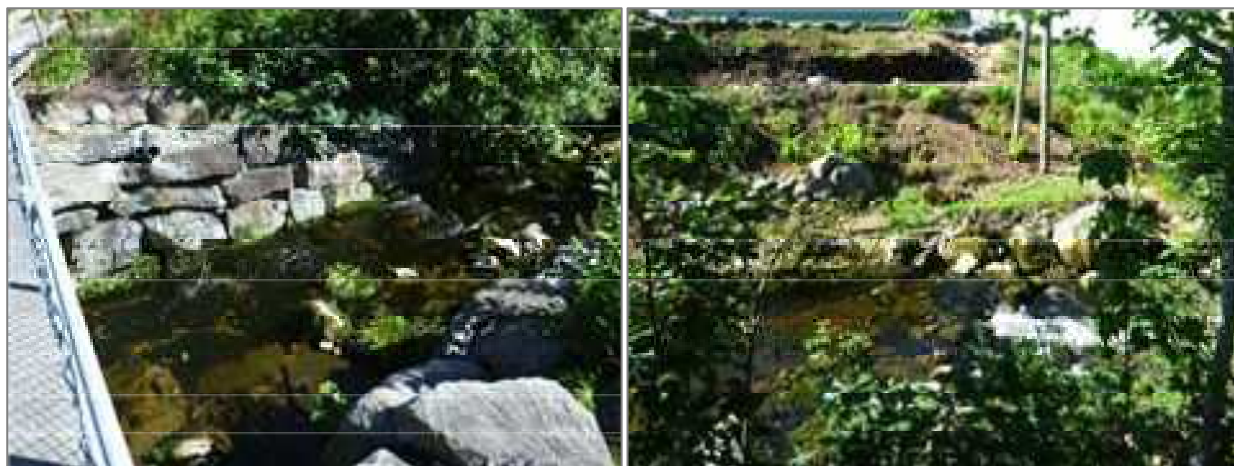
På flere steder er sidesikringen i dårlig tilstand. Typisk for de fleste stedene er at stabiliteten av forbygningen er svekket, fordi hulrommene mellom sikringssteinene er for stor i forhold til massene bak / de er lagt i, særlig ved bruk av rundstein (Figur 9.46 til Figur 9.49, E 1 til E 2, E 5, E 7 og E 8). Filtermassene må være gradert slik at massene ikke vaskes ut og raser ut etter hvert. På enkelte steder finnes det løsmasser som kan lett eroderes ved høy vannstand (Figur 9.47, E 4).



Figur 9.45 Steder i Fiskåna og Skolebekken med observert erosjonsfare under befaringen. Numrene refererer til bildene E 1 til E 8 nedenfor.



Figur 9.46 E 1 – inntak 28272 ved Åvegen (venstre). E 2 – Fiskåna, venstre bredd rett nedstrøms samløpet med Sørskårbekken (høyre).



Figur 9.47 E 3 – Fiskåna, høyre bredd oppstrøms samløpet med Sørskårbekken (venstre).
E 4 – løsmasser i yttersving av Fiskåna oppstrøms Sørskårbekken (høyre).



Figur 9.48 E 5 – Skardbekken, høyre bredd ved Snøklukkevegen (venstre). E 6 – Skardbekken ved Bergflettevegen, sidesikringen har rast ut på venstre bredd (høyre).



Figur 9.49 E 7 – Skardbekken, venstre bredd nedstrøms gangbrua på Rubinvegen (venstre).
E 8 – Skolebekken, høyre bredd nedstrøms gangbrua ved Gaupevegen (høyre).

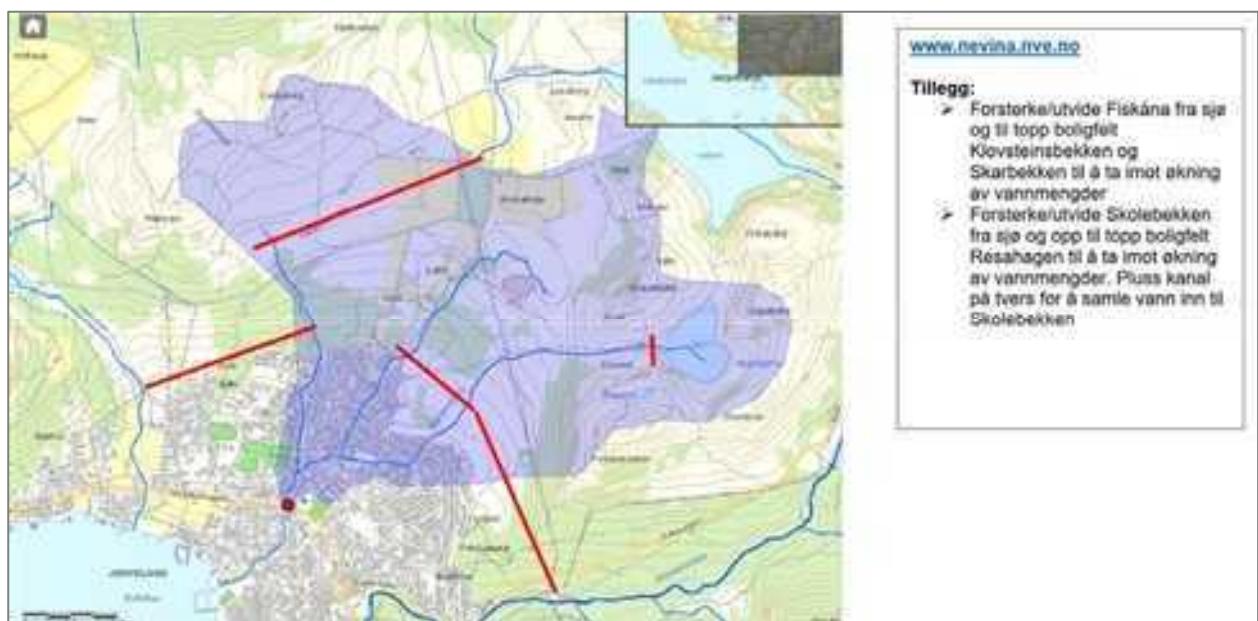
Simuleringsresultatene for planlagt tilstand er vist på oversiktskart for alle scenarier, se vedlegg 1 tegninger H 130 til H 136, og på detaljkart for de viktigste scenariene (H 230 scenario A 1.1 og H 231 scenario A 2.2). På disse kartene vises alle tiltak for sikring mot 200-årsflom. Tilsvarende kartene for eksisterende tilstand, er det fremstilt maksimal vanndybde, flomareal og hvilke kummer som har oppstuvning over terrenget. For oversiktighetens skyld vises ikke tiltakene i ledningsnett på oversiktskartene, selv om de er forutsatt og modellert.

9.6.4 Tiltak for sikring mot 200-årsflom ved avskjæringer

En alternativ løsning til lokale tiltak som beskrevet i forrige kapittel, er avskjæringsgrøfter ovenfor tettstedet. Avrenningen fra fjellsidene fanges opp i kanaler på tvers av fallinjen og avledes til vassdrag som har tilstrekkelig kapasitet eller sikres for avledning av denne vannmengden.

Med grunnlaget for prosjektet oversendte Strand kommune et forslag for grov plassering av avskjæringsgrøfter (Figur 9.50). Det ble tatt utgangspunkt i dette forslaget, men konseptet er endret noe basert på nærmere analyse av terrengmodellen og simuleringsresultater.

I kapittel 0 er det presentert resultater for kapasiteten til vassdragene i Jørpeland. Analysen viser at det blant bekkene først og fremst er Fjellsåna som har kapasitet til å motta mer vann enn i dag, forutsatt at det gjennomføres sikring av den nederste strekningen. Det er derfor foreslått å lage to avskjæringsgrøfter, ei nord for Jørpeland, fra ovenfor boligfeltet Klovsteinen til Fjidlebakkane, med utslipp i Fjellsåna (alternativ 1), og ei nordøst for Jørpeland, fra Leitevegen forbi boligfeltet Skardebekken til Fullshammaren, med utslipp i Jørpelandsåna. Den nordlige avskjæringsgrøfta kan alternativt føres langs / ovenfor skogsveien som går langs traséen av vannledning fra Åsvatnet, med utslipp i Åsvatnet (alternativ 2).



Figur 9.50 Strand kommunes forslag for plassering av avskjæringsgrøfter og en dam ovenfor Jørpeland. Kilde: J. Leland.

Avskjæringsgrøft nord, alternativ 1

Starten av den nordlige avskjæringsgrøfta med lengde på rundt 1700 m er foreslått vest for Leitevegen 32 (Figur 9.51 og vedlegg 1 oversiktskart K 10 og situasjonsplan K 20 og K 21). På den måten inkluderes en større andel av Fiskånas nedbørfelt sammenlignet med kommunens

forslag, og det er ikke behov for ei tredje avskjæringsgrøft lengre opp i nedbørfeltet, fra Fjellsbakkane til Leitet med utslipp til nabovassdraget i nord. En fordel med kommunens forslag er at avrenningen fra den tredje avskjæringsgrøfta ikke avledes til Fjellsåna, men overføres til et annet vassdrag og reduserer vannmengden til Fjellsåna. Ulempen er at en stor andel av nedbørfeltet ovenfor tettstedet ikke avskjæres, dvs. at flomfaren for Klovsteinen ikke reduseres tilstrekkelig.

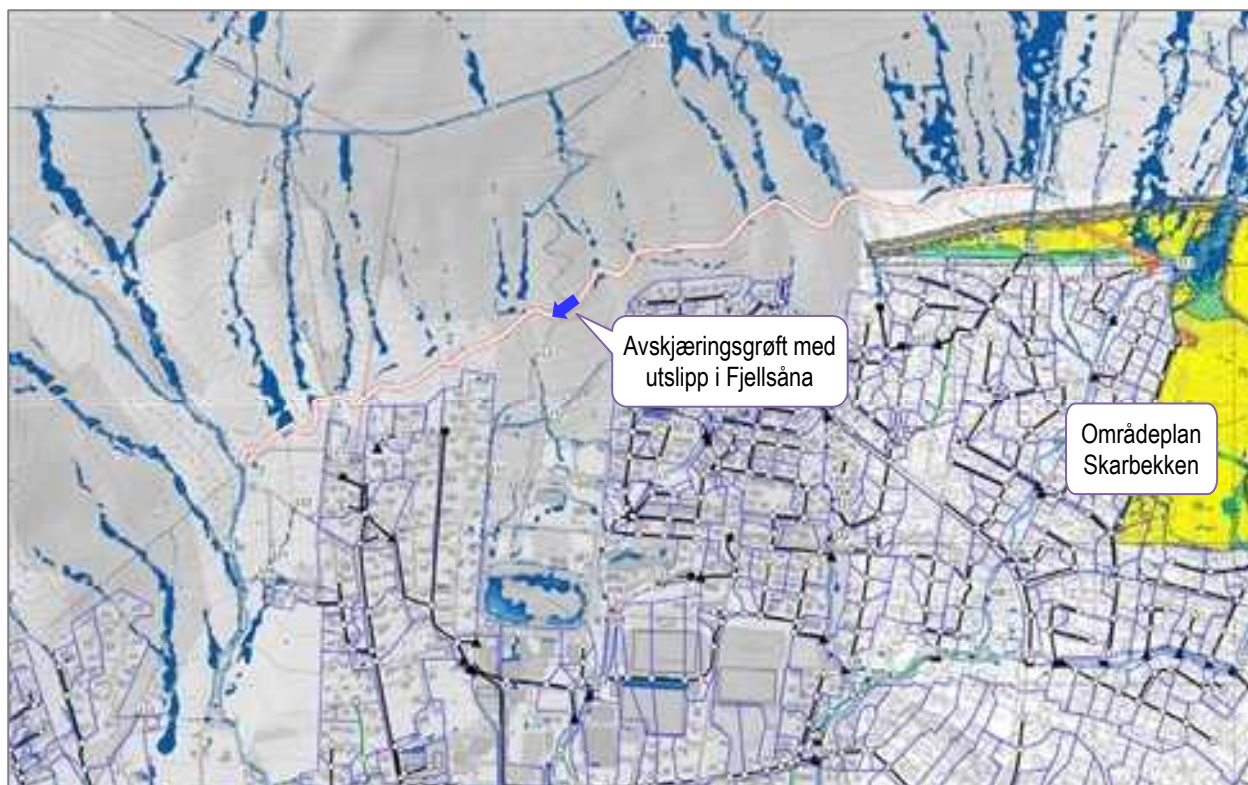
Grøfta startes ikke lengre øst for å inkludere avrenningen fra området vest for Leitevegen opp til Heia, fordi Klovsteinsbekken / Fiskåna har tilstrekkelig kapasitet til å avlede denne overvannsmengden. Overvannet som demmes opp på nordsiden av Leitevegen avledes til Klovsteinsbekken i ny kulvert på stedet der det ligger en kulvert også i dag (jf. kapittel 9.6.2 sted I).

Ved siden av grøfta bygges det en driftsvei. Den fungerer som anleggsvei og sikrer adkomst for drift og vedlikehold etter ferdigstilling. Traséen til grøfta er valgt slik at skjæringen i terrenget er minst mulig. På grunn av topografien medfører dette svinger. For dette konseptet er det ikke tatt hensyn til krav på veiutforming, f.eks. ift. minimale radier. Traséen må optimeres og utarbeides mer detaljert (f.eks. snumulighet) i en eventuell videre planleggingsfase.

Avskjæringsgrøfta har et fall på mellom ca. 1 % i starten og ca. 8 % i det bratteste partiet (lengdeprofil K 30).

Et overslag av vannmengden som renner til avskjæringsgrøfta og avledes til Fjellsåna gir et maksimalt utslipp på rundt 9,5 m³/s for 200-årsflommen. Da er det ikke tatt hensyn til forsinkelsen og dempingen av flomtoppen i avskjæringsgrøfta. Jo lengre øst vannet fanges, jo lengre tid bruker vannet til det når Fjellsåna. Når det slippes ut i Fjellsåna vil derfor kulminasjonsvannføringen fra avskjæringsgrøfta være noe mindre enn 9,5 m³/s, men uten reduksjon er man på den sikre siden. Basert på midlere avstand og fall er størrelsesorden av forsinkelsen estimert til mellom 2 og 10 minutter. Denne forsinkelsen vil ha liten virkning på størrelsen av flomtoppen ved utslippsstedet i Fjellsåna. For å beregne en nøyaktigere utslippsmengde må det settes opp terrengmodell for grøfta, legges inn i den hydrauliske modellen og utføres hydrauliske beregninger.

Ved et maksimalt utslipp på 9,5 m³/s ville Fjellsåna ha en kulminasjonsvannføring på rundt 15 m³/s for 200-årflommen (Tabell 9.8). Fjellsåna har kapasitet til denne vannmengden, hvis alle tre kulverter oppdimensjoneres og enkelte steder langs den nederste strekningen sikres.



Figur 9.51 Avskjæringsgrøft nord alternativ 1, fra ovenfor boligfeltet Klovsteinen til Fjidlebakke, utslipp i Fjellsåna (vanndybde scenario A 2.2).

Tabell 9.8 Kulminasjonsvannføring for 200-årsflom i Jørpeland bekker for eksisterende tilstand, og for planlagt tilstand med tiltak i ledningsnett og sikring mot 200-årsflom: lokale tiltak og avskjæringsgrøfter med to alternativer.

Sted	Kulminasjonsvannføring Q200+klime [m³/s]			
	Eksisterende	Lokale tiltak	Avskj.grøfter alternativ 1	Avskj.grøfter alternativ 2
Fjellsåna ved fjorden	8,5	10,3	ca. 15	ca. 7
Skolebekken ved fjorden	4,2	4,4	2,5	3,1
Fiskåna ved fjorden	29,8	32,0	14,3	14,5
Sidebekk ved Åvegen	2,7	3,7	1,5	1,5
Sørskårbekken før samløp med Fiskåna	6,8	6,7	1,1	1,3
Klovsteinsbekken før samløp med Skardebekken	9,4	10,9	8,5	8,5
Skardebekken før samløp med Klovsteinsbekken	9,8	9,7	3,7	3,7

Avskjæringsgrøft nord, alternativ 2

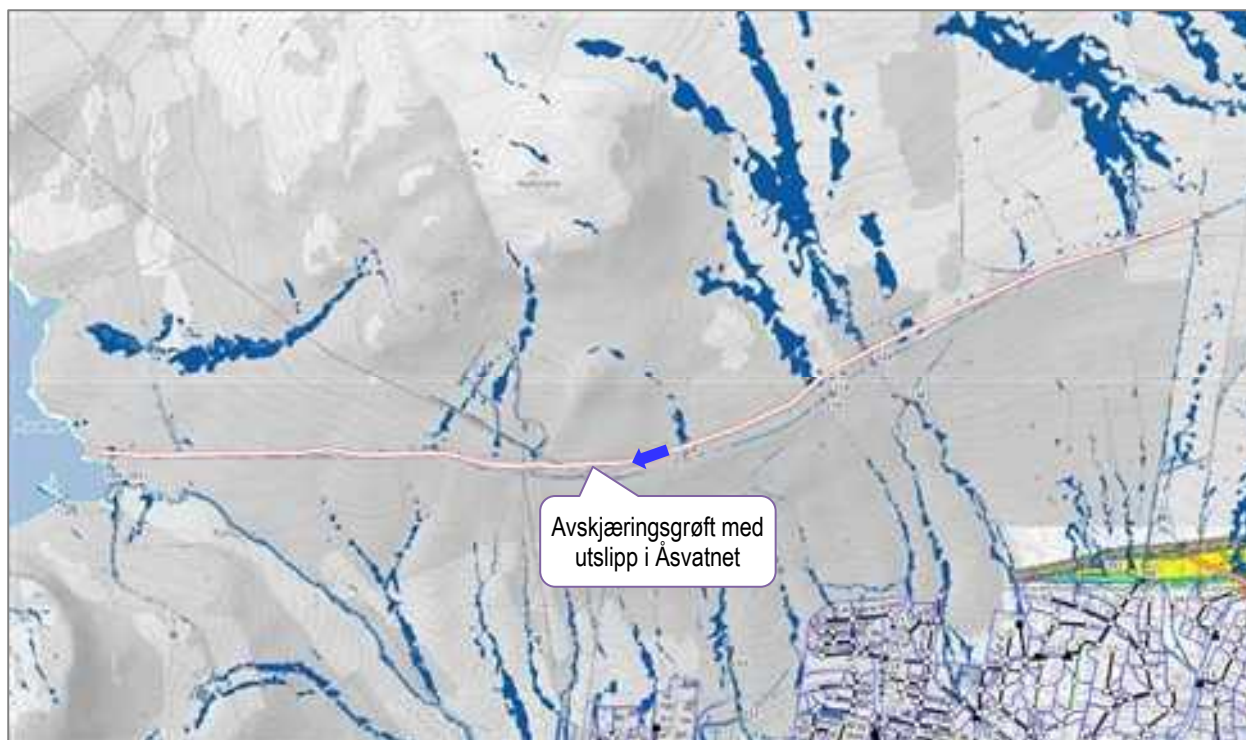
Et alternativ til den nordlige avskjæringsgrøfta er å legge grøfta langs skogsveien (Barkastølvegen) på traséen av eksisterende vannledning fra Åsvatnet (Figur 9.52 og vedlegg 1 oversikts-

kart K 10 og situasjonsplan K 22 til K 24). En fordel er fordrøyning av overvannet i Åsvatnet. Flomtoppen i Fjellsåna reduseres til rundt 7 m³/s. Grøfta skjæres i terrenget på innsiden av skogsveien eller lengre opp i bakken på grunn av strekninger på skogsvegen med motbakke. På ca. 1345 m av totalstrekningen på ca. 2485 m ligger grøfta ved siden av Barkastølvegen. Dvs. denne veien kan brukes som driftsvei. Traséen må optimeres og utarbeides mer detaljert i en eventuell videre planleggingsfase, f.eks. med hensyn til skjæringen på strekningen bort fra Barkastølvegen og kryssing av skogsveier og større renner i terrenget.

Store deler av strekningen har moderat fall mindre enn 1 %, men på den siste tredjedelen er grøfta bratt med fall på mellom 2 % og 9 % (lengdeprofil K 31).

Kulminasjonsvannføringen i Skolebekken ved utløpet i fjorden for 200-årsflommen er ca. 40 % lavere i forhold til nåværende flomtopp (Tabell 9.8). Kulminasjonsvannføringen i Fiskåna ved utløpet i fjorden er halvert.

Ulempen med dette alternativet er at avrenningen fra en mindre andel av området nord for bebyggelsen avskjæres. Den nordlige avskjæringsgrøfta med utslipp i Åsvatnet reduserer avrenningen ikke like mye som det første alternativet nærmere bebyggelsen. Arealet mellom den nordlige avskjæringsgrøfta og bebyggelsen er bratt og reagerer raskt på intense nedbørhendelser. Som følge av dette er det behov for følgende lokale tiltak i området nedenfor avskjæringsgrøft nord alternativ 2: Overvannet fra fjellsiden ovenfor Fjellsvegen avledes i grøft sørover og ut i Fjellsåna istedenfor lukket avledning gjennom boligfeltet (jf. kapittel 9.6.2 tiltak e og f). Lignende alternativ 1 er det behov for nytt bekkeløp ved Kvitemyrkroken (tiltak i), nytt inntak i Otervegen (sted j), sikring av avledning til inntak og sluk ved Fullshammarvegen / Blåfjærsvingen, og oppdimensjonering av kulverten under Ryfylkevegen.



Figur 9.52 Avskjæringsgrøft nord alternativ 2, langs skogsveien på traséen av vannledningen, utslipp i Åsvatnet (vanndybde scenario A 2.2).

Avskjæringsgrøft nordøst

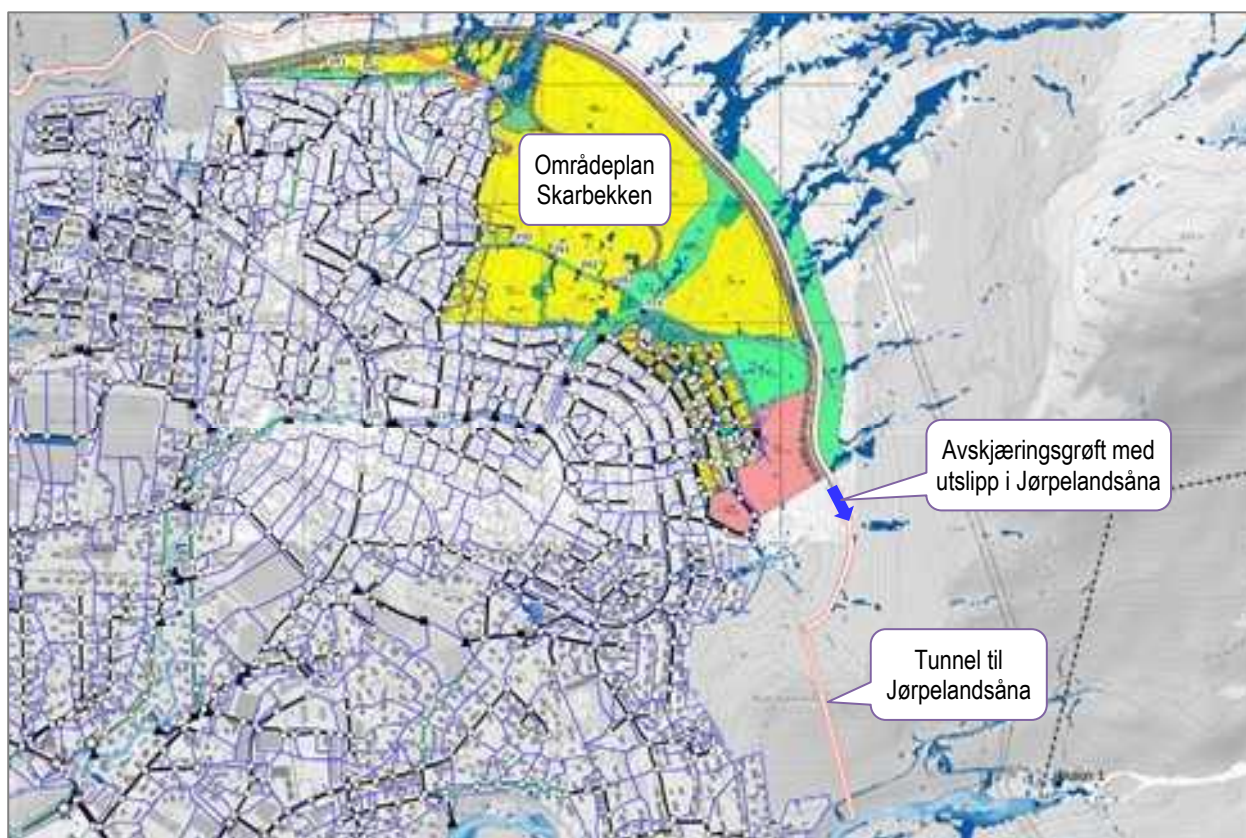
Det best egnede startstedet for avskjæringsgrøfta nordøst for Jørpeland i forhold til eksisterende bebyggelse ville være rett oppstrøms brua i Leitevegen, der Klovsteinsbekken renner inn mot boligfeltet. Men siden kommunen har startet arbeidet med en reguleringsplan for utbygging av fjellsiden nordøst for tettstedet, områdeplan Skarbekken med flere boligfelt, er traséen til avskjæringsgrøfta nordøst lagt lengre opp i fjellsiden, ovenfor planlagte boligfelt, langs skissert vei / innenfor arealet som er avsatt til vei. Startstedet ligger ved siden av Klovsteinsbekken (Figur 9.53 og vedlegg 1 oversiktskart K 10 og situasjonsplan K 25 og K 27).

Det kunne også tenkes et overløp fra Klovsteinsbekken til avskjæringsgrøfta som begrenser vannmengden i bekken. Dette er ikke undersøkt i denne analysen.

Grøfta med en lengde på ca. 1560 m skjæres i terrenget langs veien som vises i reguleringsplanen og føres videre frem til nordsiden av fjellet Fullshammaren. Derfra er det foreslått en tunnel gjennom fjellet og under Dalavegen for å slippe ut vannet i Jørpelandsåna mellom Dalen 1 kraftverk og tettstedet (situasjonsplan K 28).

Avskjæringsgrøfta har et fall opptil rundt 7 % i det bratteste partiet (lengdeprofil K 32). Plasse-ring av traséen vil være avhengig av hvordan veien skissert i reguleringsplanen planlegges. Slik traséen er foreslått gir det store skjæringer i terrenget. Traséen må optimeres og utarbeides mer detaljert i en eventuell videre planleggingsfase sammen med traséen av veien gjennom områdeplanen Skarbekken og øvrige terrengendringer i forbindelse med utbygging av boligfelt.

Oppdemning av Skardtjørna er ikke undersøkt av følgende grunn: Dimensjonerende varighet for 200-års overvannsflommen i tettstedet er 60 minutter. Tjørna har en naturlig dempende virkning for korte varigheter, siden kulminasjonsvannføringen ut av tjørna er nådd senere enn den maksimale avrenningen i tettstedet. En dam ville redusere kulminasjonsvannføringen ut av tjørna og forsinke den ytterligere, men ville ha liten effekt på dimensjonerende avrenning for tettstedet.



Figur 9.53 Avskjæringsgrøft nordøst for Jørpeland, fra Klovsteinsbekken langs planlagt vei til Fullshammaren, og flomtunnel gjennom fjellet med utslipp i Jørpeldandsåna (vann-dybde scenario A 2.2).

Avskjæringsgrøftene nord alternativ 1 og nordøst reduserer avrenningen i områdene nedenfor grøftene så mye at det kun er behov for få lokale tiltak i disse områdene. Kulminasjonsvannføringen i Skolebekken ved utløpet i fjorden for 200-årsflommen er ca. halvert i forhold til nåværende flomtopp (Tabell 9.8). Det samme gjelder for kulminasjonsvannføringen i Fiskåna ved utløpet i fjorden.

Selv om virkningen av avskjæringsgrøftene er stor, er det behov for følgende lokale tiltak i forbindelse med alternativ 1 for avskjæringsgrøftene: Bygging av et nytt bekkeløp ved Kvitemyrkroken som leder overvann kontrollert forbi nordsiden av barnehagen til et nytt inntak med utslipp i Sørskårbekken (jf. kapittel 9.6.2 sted i). Nytt inntak i Otervegen (sted j) på grunn av

dårlig tilstand og tidligere flomhendelser. Ved Fullshammarvegen / Blåfjærsvingen skal terrenget tilrettelegges for at overvannet renner til eksisterende inntak og sluk. Kulverten under Ryfylkevegen i Fiskåna går fullt og det er oppstuvning oppstrøms, slik at kulverten skal oppdimensjoneres.

I områdene av Jørpeland der avrenningen ikke reduseres gjennom avskjæringsgrøftene, gjennomføres de samme tiltak som beskrevet i kapittel 9.6.2. Dette gjelder sted a til d samt l, u og v. Siden flomvannføringen i Fjellsåna økes, må de tre kulvertene på den nederste strekningen skiftes og enkelte steder må sikres.

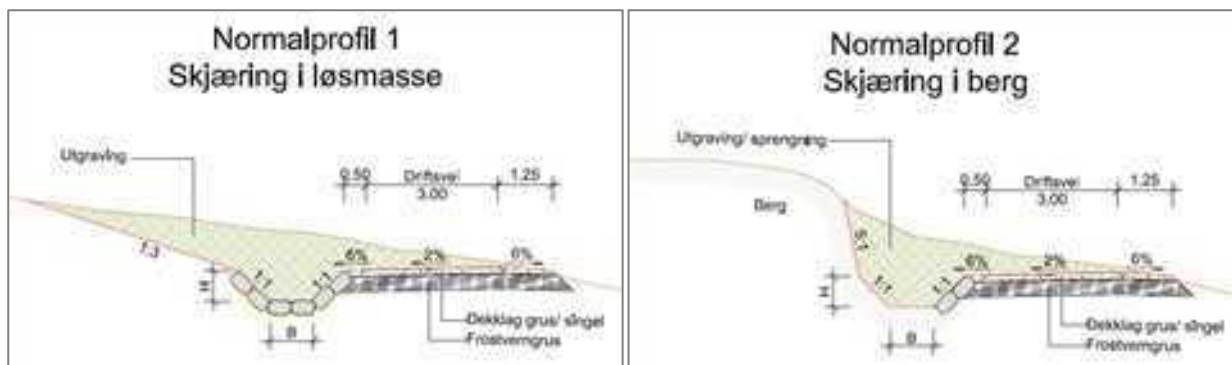
Flomtunnel gjennom Fullshammaren

Nord for Fullshammaren ledes vannet inn i flomtunnel gjennom et inntaksbyggverk (Figur 9.53 og vedlegg 1 situasjonsplan K 28). Inntaket skal utformes med tilstrekkelig fall, slik at vannet akselereres inn i tunnelen. Tunnelen med diameter på 1400 mm har en lengde på ca. 390 m og et fall på ca. 4,7 % (lengdeprofil K 33). På grunn av høy vannhastighet, rundt 6 m/s, og store krefter ved tunnelens utløp må strekningen ved og nedstrøms utløpet sikres, f.eks. med store fjellblokker fra stedet. Utløpsstrekningen skal utformes slik at vannstrømmen ledes i hovedstrømningsretning til Jørpelandsåna.

Profiler av avskjæringsgrøftene

Dimensjonen på grøftene, eller på selve kanalen til avledning av overvannet, ble bestemt grovt for denne konseptfasen, ved bruk av *Gauckler-Manning-Strickler* ligningen. På grunnlag av beregnede kulminasjonsverdier for overvannet fra fjellsidene og fall på delstrekninger ble minste bredde og dybde på grøftene anslått. Bredde og dybde varierer fra $B = 1$ m og $H = 0,7$ m i startpunktene av grøftene til $B = 3,4$ m og $H = 1,5$ m i endene. Noen tverrsnitt er vist i vedlegg 1 tegning K 40 til K 42.

Undergrunnen langs de planlagte traséene er ukjent. Løsmassekartet tilsier i hovedsaken løsmasser, men det kan godt forekomme strekninger med berg. Når det skjæres i berg kan skråningen lages bratt, f.eks. 5:1; når det skjæres i berg må skråningen være slakere og må tilpasses massenes stabilitet, særlig med hensyn til avrenningen fra fjellsiden. Prinsipptegninger for avskjæringsgrøft og driftsvei vises i Figur 9.54 og vedlegg 1 tegning K 43: en normalprofil for skjæring i løsmasser og en for skjæring i berg. Når undergrunnen er løsmasser må kanalens bunn og sider sikres mot erosjon.



Figur 9.54 Prinsipp tegninger for avskjæringsgrøft og driftsvei ved skjæring i henholdsvis løsmasser (venstre) og berg (høyre).

9.6.5 Vurdering av de alternative løsningene

Generelt kan sikringstiltak føre til konsekvenser på andre steder. Sikring mot flomfaren på et sted kan øke skadepotensialet på et annet sted. Tiltakene i Jørpeland for sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak sørger for at en større andel av overvannet avledes til bekkene og at vannet forblir i bekkene, sammenlignet med eksisterende tilstand. Derfor øker kulminasjonsvannføringen i bekkene, i Fjellsåna med ca. 15 %, i Skolebekken og i Fiskåna med ca. 10 % ved fjorden for 200-års gjentakintervall (Tabell 9.8). Lengre opp i Fiskåna er økningen større: 50 % i sidebekken ved Åvegen, ca. 10 % i Sørskårbekken og 15 % i Klovsteinsbekken. I Skardebekken er kulminasjonsvannføringen omtrent uendret.

I motsetning til sikring ved lokale tiltak reduserer løsningene med avskjæringsgrøfter kulminasjonsvannføringen i bekkene gjennom tettstedet, med unntak av Fjellsåna for avskjæringsgrøft nord alternativ 1 på grunn av utslippet i bekken fra grøfta. For alternativ 1 er kulminasjonsvannføringen for 200-års gjentakintervall i Skolebekken og i Fiskåna ved utløpet i fjorden ca. halvert (Tabell 9.8), mens den øker med ca. 75 % i Fjellsåna.

For alternativ 2 med avskjæringsgrøfter, dvs. grøfta nord for Jørpeland ligger høyere opp i fjellsiden, er tilsvarende reduksjon i forhold til eksisterende tilstand mindre, ca. 40 % i Skolebekken, men kun marginalt mindre i Fiskåna ved fjorden, siden avskjæringsgrøft nord kun påvirker avrenningen fra den vestlige delen av Fiskånas nedbørfelt (Sørskårbekken). I sistnevnte verdier er det imidlertid ikke regnet inn at noen lokale tiltak er nødvendig i tillegg til avskjæringsgrøftene, og at dette også vil påvirke vannføringsverdiene.

Simuleringsresultatene tilsier at hovedproblemet, ved siden av overbelastede deler av ledningsnett, er overvann som renner ned fjellsidene inn mot tettstedet spredt ut på terrenget (f.eks. ovenfor Klovsteinen og ved Fullshamarvegen) eller konsentrert i avrenningslinjer uten avledning til inntak (f.eks. ved Kvitemyrkroken). Bekkene har relativt god kapasitet. Ved lokale tiltak oppnås det stor virkning med forholdsvis liten innsats. Vannføringene i bekkene økes, men de har kapasitet til å avlede 200-årsflommen, forutsatt at kulverten under Ryfylkevegen i Fiskåna og den nederste kulverten i Fjellsåna skiftes.

Avskjæringsgrøftene gir mindre vann i bekkene, med unntak av Fjellsåna for alternativ 1. Men denne løsningen krever store inngrep som vil også ha større miljøkonsekvenser enn lokale tiltak. Samtidig erstatter grøftene få lokale tiltak. Dette gjenspeiles i kostnadene (se kapittel 11.2).

Denne vurderingen av de tre alternative løsningene for sikring mot 200-årsflommen er gjort innenfor rammen av dette prosjektet og resultatene. En mer omfattende vurdering bør inkludere flere momenter og undersøke kost-nytte, miljøkonsekvenser, friluft-, grunneier og andre brukerinteresser, etc. I en slik vurdering kan det også inngå mulig bruk av Åsvatnet til vannkraft. I hvilken grad ei avskjæringsgrøft med utslipp i Åsvatnet kan bidra til å øke potensialet for vannkraft må undersøkes i en egen analyse.

10. Prioritering av tiltak

Omfattende tiltak både i ledningsnett og for sikring mot 200-årsflom som foreslått i dette flomsikringskonseptet utføres stegvis. Spørsmålet er derfor hvilke tiltak som skal prioriteres overfor andre. Prioriteringen ble bestemt i hovedsaken kvalitativt ved følgende kriterier:

- Mulig skade som et tiltak sikrer mot; antall hus, næringsbygg, viktig vei eller annen infrastruktur innenfor flomareal
- Omfang av oversvømmelse: redusert vanndybde og flomareal gjennom et tiltak
- Rekkefølge på grunn av nødvendighet at tiltak nedstrøms gjennomføres før tiltak oppstrøms, siden tiltak oppstrøms øker flomfaren nedstrøms
- Samkjøring av tiltak på grunn av beliggenhet, f.eks. tiltak i ledningsnett og på terrenget på samme sted
- Separering av avløp felles ledninger har høyere prioritet

10.1 Prioritering av tiltak i Tau

[...]

10.2 Prioritering av tiltak i Jørpeland

Simuleringsresultatene tilsier at tiltakene e, i, j og q er viktigst. Med hensyn til mulig skade som forebygges, har e og q større betydning enn i og j (Figur 10.1). Men når tilstand på bekkeinntak, fare for tilstopping og tidligere flomhendelser er tatt hensyn til, får i og j høyere prioritet.

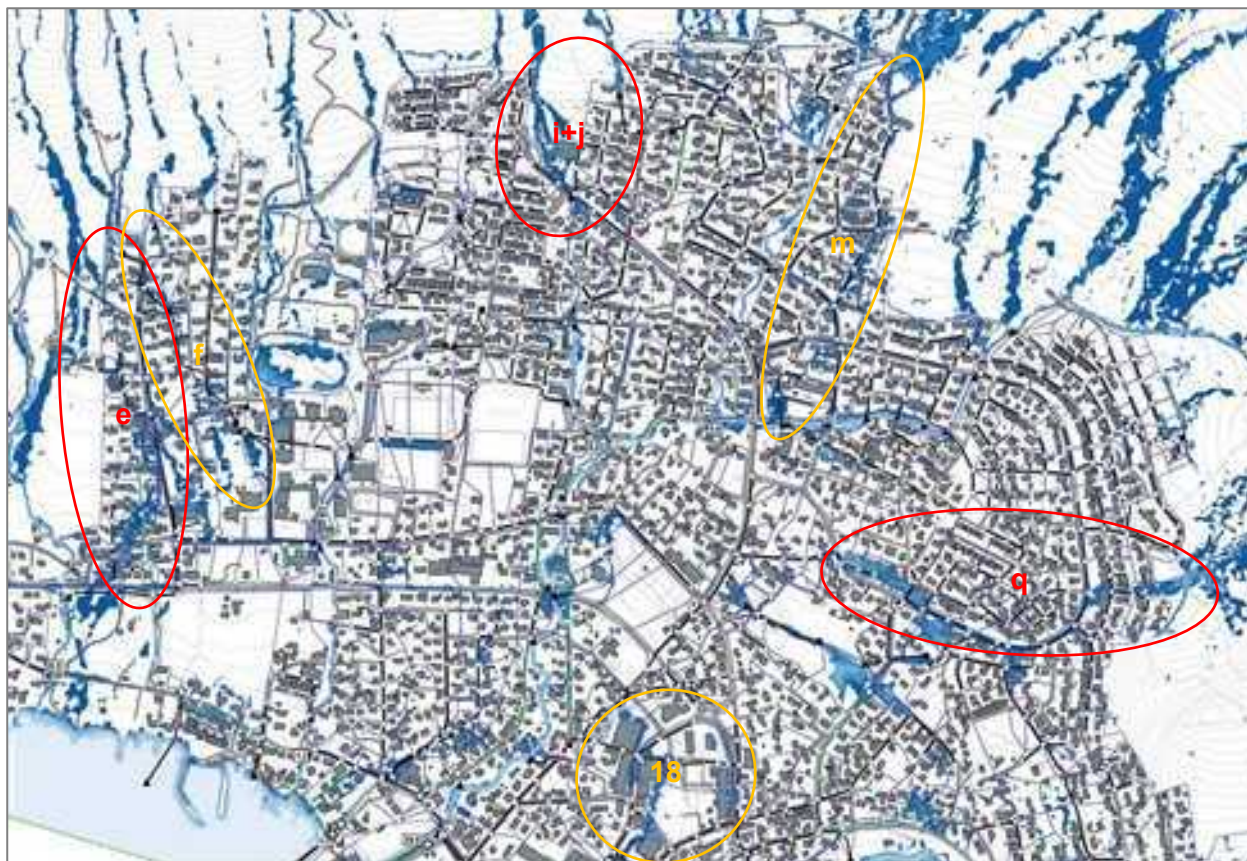
Tiltak q medfører at mer vann avledes til ledningsnettstreng som har utløp i kanalen gjennom gravlunden. Derfor er det best å samtidig utføre tiltak t og s, som ligger nedstrøms og ville få negative konsekvenser.

Nest viktigst er tiltakene f, 18 og m. Tiltak f sikrer boligfeltet vest for travbanen. Det kan være hensiktsmessig å utføres dette tiltaket sammen med e. Tiltak 18 sikrer mot flomfare for flere næringsbygg og sentrale veier i Jørpeland sentrum. Tiltak m hindrer overvann å renne ned Leitevegen og å ramme hus nord for Skardebekken.

Foreslått prioritet av de øvrige tiltakene vises i Tabell 10.1.

Som følge av beliggenheten er det hensiktsmessig å utføre tiltak 1 sammen med tiltak b og tiltak 2 sammen med tiltak c, selv om tiltakene for seg selv har lavere prioritet med hensyn til forebyggt skade.

Tiltak u skal utføres før tiltak v får å unngå negative konsekvenser av tiltak v nedstrøms.



Figur 10.1 Tiltak med størst virkning i forhold til mulige skader i Jørpeland (vanndybde scenario A 2.2): Viktigste (røde sirkler) og nest viktigst (gule sirkler).

Tabell 10.1: Prioritering av tiltak i Jørpeland; tiltak i ledningsnett: numre 1 til 23, tiltak sikring mot 200-årsflom: bokstaver a til x.

Tiltak	Prioritet
i Nytt bekkeløp fra Kvitemyrkroken til nytt inntak	1
j Nytt bekkeløp og flytting av inntaket i Otervegen	2
e Overføring fra Ovrafjelle til Fjellsåna i grøft	3
q Fordrøyningsmagasin (åpent) ved Fullshammarvegen	4
t Flomvoll i Rådhusgaten	5
s Flomvoll eller -mur i Kornblomstvegen	6
f Overføring fra Fjidlebakkane til Fjellsåna i grøft	7
18 Oppdimensjonering i Rådhusgaten / rørmagasin under P-plassen ved kjøpesenteret	8
m Flomvoller Klovsteinsbekken ved Leitevegen	9
g Erstatning av kulvert under Ryfylkevegen	10
x Mur ved inntaket på Fjeldebakken	11
b Flomvei parallelt til Ryfylkevegen og i Ole Th. Barkvedsveg	12

1	Separering AF i Ryfylkevegen og Ole Th. Barkvedsveg	13
c	Flomvei Spøtahaugen og kryssing av Ryfylkevegen	14
2	Oppdimensjonering i Øvre og Nedre Barkvedvegen	15
22	Separering AF i Dala- og Myrullvegen og utslipp i Jørpelandsåna	16
3	Oppdimensjonering på Sundagshaugen og i Fjellsvegen	17
l	Vedlikehold av grøft og erstatning av kulvert ved Leitevegen	18
u	Flomvei Svarthølsvegen	19
v	Kryssing av Ryfylkevegen og flomvoller på Tungland	20
19	Separering av AV i Førlandsvegen og overføring til OV ut i Jørpelandsåna	21
21	Frakopling av Øvre Brauta og oppdimensjonering i Kløver- / Bregne- / Brautavegen	22
15	Oppdimensjonering i Fjelltunvegen	23
9	Oppdimensjonering i Stålverksvegen	24
7	Oppdimensjonering og nybygg ledninger på Nygårdsbakken og i Nedre Barkvedvegen	25
8	Oppdimensjonering i Asgautvegen	26
14	Oppdimensjonering i Hortensiasvingen	27
4	Nybygg ledninger i Fjelltunvegen	28
a	Flomvei Barkanesvegen	29
k	Vedlikehold av grøft ovenfor Granitt- / Gneisvegen	30
16	Rørmagasin / oppdim. i Skogstjerne-, Hellands- og Langelandsvegen	31
17	Oppdim. i Ringblomst-, Tulipanvegen, Irisringen og Krokussvingen, og rørmagasin / oppdim. i Førlandsringen	32
w	Ny kulvert under Nedre Barkvedvegen	33
23	Oppdimensjonering i Øvre Brauta og overføring til OV i Dalavegen	34
20	Oppdimensjonering i Hestehovvegen	35
11	Separering AV i Harevegen og overføring til OV i Marmorvegen	36
6	Oppdimensjonering og nybygg ledninger i Fjelltunvegen	37
5	Oppdimensjonering på Elgstien og i Elgvegen	38
o	Flomvoll ved inntaket i Fullshammarsvingen	39
n	Avskjæringsgrøft ovenfor Røslungsvingen vedlikeholdes	40
p	Nytt inntak ved Fullshamarvegen	41
12	Oppdimensjonering i Mellarvegen	42
10	Oppdimensjonering på Fjeldebakken	43
13	Oppdimensjonering i Bjørne- og Grevlingvegen	44
d	Vedlikehold av grøft	45

11. Byggekostnader

Innenfor dette konseptet kunne kostnadene for tiltakene bare anslås grovt. Kostnadene avhenger av detaljer i omfang og utforming av konstruksjonene, som først kan bestemmes i forbindelse med videre planlegging. Kostnadene er estimert på grunnlag av kostnader ved prosjekter som er planlagt og gjennomført for lignende konstruksjoner. Kostnadsoverslaget omfatter utelukkende kostnader til tiltak i forbindelse med flomsikringskonseptet. Ved separering av avløp felles ledninger er kostnadene for spillvann ikke med. Vedlikehold, drift og overvåkning av anleggene, samt andre eventuelle kostnader som grunnerverv, kompensasjon og lignende, er ikke inkludert. I nettobeløpet inngår 10 % prosjekteringskostnader og 20 % uforutsette kostnader.

En detaljert oversikt over kostnadsoverslaget finnes i vedlegg 6.

11.1 Kostnadsoverslag for tiltak i Tau

[...]

11.2 Kostnadsoverslag for tiltak i Jørpeland

Bruttobeløpet for tiltakene i ledningsnettets er anslått til rundt 151 mill. kroner for alternativet med bygging av rørmagasiner, og til rundt 147 mill. kroner for alternativet uten rørmagasiner (Tabell 11.1). Rørmagasinerne er dyrere, men merkostnadene er liten i forhold til totalbeløpet.

Kostnadene for sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak er estimert til rundt 36 mill. kroner brutto. De to alternativene med avskjæringsgrøfter og flomtunnel er fem til seks ganger dyrere.

Alternativet med avskjæringsgrøfta som har utløp i Åsvatnet, alternativ 2, er mer kostbart enn det med avskjæringsgrøfta nærmere bebyggelsen med utslipp i Fjellsåna, alternativ 1, selv om alternativ 2 sparer for utbygging av den nederste delen av Fjellsåna. På den andre siden er tiltakene e og f ovenfor Øvrafjelle nødvendige. De sparte kostnadene til lokale tiltak overfor alternativ 1 (ca. 5 mill. kr, se vedlegg 6) er mindre enn merkostnadene til en lengre avskjæringsgrøft (ca. 16 mill. kr).

Tabell 11.1 Estimerte kostnader for tiltak i Jørpeland.

Kostnader i mill. kr	Netto	Brutto
Tiltak i ledningsnettet		
- med rørmagasiner	121	151
- uten rørmagasiner	118	147
Tiltak mot 200-årsflom ved		
- lokale tiltak	29	36
- avskjæringsgrøfter alternativ 1	151	189
- avskjæringsgrøfter alternativ 2	166	208

12. Oppsummering

På bakgrunn av tidligere flomhendelser og utfordringene som Strand kommune har med overvannshåndtering i sammenheng med klimaendringer og mer intens nedbør, er flomfaren i Tau og Jørpeland kartlagt og flomsikringskonsept for tettstedene Tau og Jørpeland utarbeidet.

Det er satt opp hydrologiske og hydrauliske modeller for å identifisere kritiske steder ved hjelp av simuleringer av scenarier for forskjellige nedbørhendelser. Modellresultatene omfatter blant annet flomvannføringer, avrenningslinjer, vannstander, vanndybder og ledningsnettets kapasitet. I hovedsak er det brukt tre forskjellige modelleringsverktøy for å undersøke flom- og overvannssituasjonen i Tau og Jørpeland: En hydrologisk modell (nedbør-avløps-modell), en hydraulisk modell (todimensjonal, hydrodynamisk modell) og en ledningsnettmodell. Ledningsnettmodellen er koblet til den hydrauliske modellen, slik at det tas hensyn til både de hydrauliske forholdene i ledningsnettet, avrenningen på terrenget og i vassdrag, samt vann som renner fra bakken ned i ledningene og omvendt.

Flomsikringskonseptet er utarbeidet i tre steg på grunnlag av simuleringsresultatene for eksisterende tilstand. Det er beskrevet tiltak som reduserer faren for overvannsflom og flom i vassdrag. Tiltakene omfatter både tiltak i ledningsnettet, dimensjonert for frispeilstrømning ved 20-års nedbør med klimapåslag, og tiltak som sikrer at overvann fordrøyes eller avledes trygt til resipientene ved 200-årsflommen. Tiltakene omfatter oppdimensjonering og omlegging av ledninger, overføring til annen resipient, separering av fellesledninger, fordrøyning i rørmagasin eller fordrøyningsmagasin, flomvoll- og mur, terrengendring, fordrøyningsmagasin, bekkeinntak, kulvert / bru, grøft og bekkeløp. Virkningen av tiltakene er kontrollert ved bruk av modellene, dvs. det er gjennomført simuleringer for planlagt tilstand.

I første steg ble det utarbeidet tiltak i ledningsnettet, slik at det har kapasitet til å avlede 20-års nedbør med varighet på 10 minutter inklusive klimapåslag med frispeilstrømning, i henhold til krav i kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg. I andre steg ble det utarbeidet tiltak som sikrer fordrøyning eller trygg avledning av overvann til resipientene, når 200-års nedbør med varighet på henholdsvis 60 og 90 minutter inklusive klimapåslag inntreffer. I tredje steg ble flere nedbørhendelser undersøkt. Tiltakene ble kontrollert og justert slik at bebyggelse og infrastruktur langs vassdragene er sikret mot 200-årsflom i bekkene og elvene.

12.1 Tau

[Tau...]

12.2 Jørpeland

For sikring av tettstedet Jørpeland mot flom- og overvannsskader ble det undersøkt tiltak i ledningsnettet samt tre alternative løsninger for sikring mot 200-årsflommen.

Sanering av ledningsnett i henhold til krav i kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg krever tiltak på mer enn 9 km ledninger. Bruttokostnadene for det er estimert til rundt 150 mill. kr.

Alternativene for sikring mot 200-årsflom er lokale tiltak, dvs. tiltak på ulike steder i tettstedet, og avskjæringsgrøfter i kombinasjon med nødvendige lokale tiltak. For avskjæringsgrøfta nord for Jørpeland er det utarbeidet to alternativer, et nært tettstedet med utslipp i Fjellsåna, og et lengre opp i fjellsiden med utslipp i Åsvatnet. Avskjæringsgrøfta nordøst for Jørpeland er lagt langs arealet som er avsatt til vei i reguleringsplanen for utbygging av boligfelt i forbindelse med områdeplanen Skarbekken. Fra nordsiden av Fullshammaren er det foreslått en flomtunnel gjennom fjellet og under Dalavegen direkte ut i Jørpelandsåna.

Simuleringsresultatene tilsier at hovedproblemet, ved siden av overbelastede deler av ledningsnett, er overvann som renner ned fjellsidene inn mot tettstedet, spredt ut på terrenget (f.eks. ovenfor Klovsteinen og ved Fullshammarvegen) eller konsentrert i avrenningslinjer uten avledning til inntak (f.eks. ved Kvitemyrkroken). Bekkene har relativt god kapasitet. Langs Jørpelandsåna er det ingen flomfare.

Ved lokale tiltak oppnås det stor virkning med forholdsvis liten innsats. Vannføringene i bekkene økes, men de har kapasitet til å avlede 200-årsflommen, forutsatt at kulverten under Ryfylkevegen i Fiskåna og den nederste kulverten i Fjellsåna skiftes. Bruttokostnadene for de lokale tiltakene er estimert til rundt 35 mill. kr.

Avskjæringsgrøftene gir mindre vann i bekkene, med unntak av Fjellsåna for alternativ 1. Men denne løsningen krever store inngrep som vil også ha større miljøkonsekvenser enn lokale tiltak. Samtidig erstatter grøftene få lokale tiltak. Dette gjenspeiles i kostnadene. Bruttobeløpet for alternativ 1 og 2 er estimert til henholdsvis rundt 190 og 210 mill. kr.

Oppsummert kan Jørpeland sikres mot flom ved en kombinasjon av tiltak i ledningsnett og tiltak for sikring mot 200-årsflom, enten ved lokale tiltak eller i kombinasjon med avskjæringsgrøfter og en flomtunnel. Ved lokale tiltak oppnås det stor virkning med forholdsvis små inngrep. Kostnadene for tiltak i ledningsnett og lokale sikringstiltak er estimert til rundt 185 mill. kr.

Eching am Ammersee, den 27.05.2022

Dr. Blasy - Dr. Øverland
Ingenieure GmbH

Julian Sauterleute
Dipl.-Ing.

Vedlegg 1

Tegninger

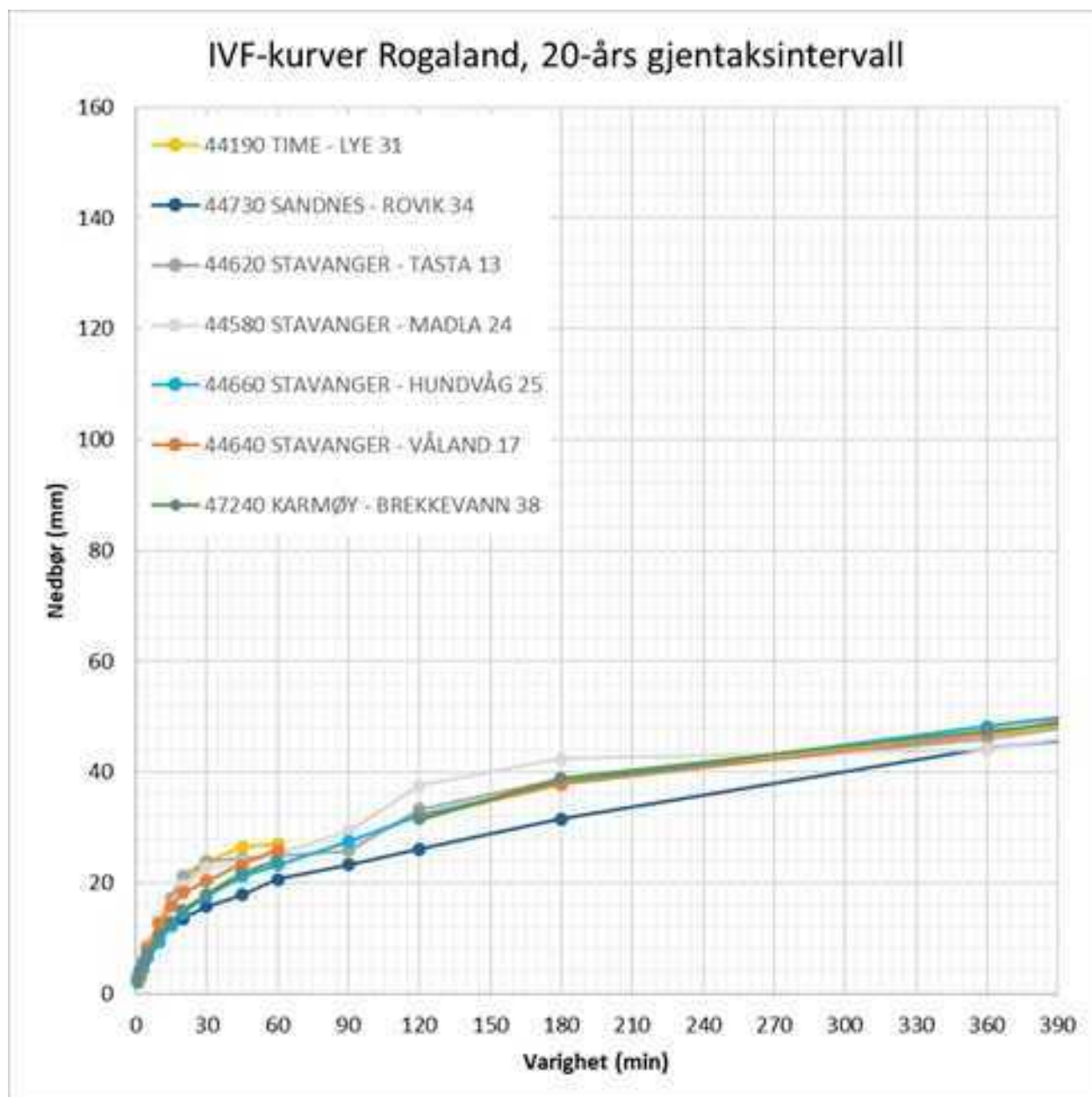
Liste over tegninger

Tegning nr.	Tittel	Målestokk
100	Oversiktskart – Hydrologisk inndeling	1 : 25 000
H 110	Oversiktskart Jørpeland – Ledningsnett og vanndybde, eksisterende tilstand Q20+klimate varighet 10 min	1 : 5000
H 111	Oversiktskart Jørpeland – Ledningsnett og vanndybde, eksisterende tilstand Q200+klimate varighet 60 min	1 : 5000
H 112	Oversiktskart Jørpeland – Ledningsnett og vanndybde, eksisterende tilstand Q20+klimate varighet 90 min	1 : 5000
H 113	Oversiktskart Jørpeland – Ledningsnett og vanndybde, eksisterende tilstand Q200+klimate varighet 10 min	1 : 5000
H 114	Oversiktskart Jørpeland – Ledningsnett og vanndybde, eksisterende tilstand Q200+klimate varighet 180 min	1 : 5000
H 210	Jørpeland – Ledningsnett og vanndybde, eksisterende tilstand Q20+klimate varighet 10 min	1 : 2000
H 211	Jørpeland – Ledningsnett og vanndybde, eksisterende tilstand Q200+klimate varighet 60 min	1 : 2000
H 120	Oversiktskart Jørpeland – Tiltak i ledningsnett dimensjonert for Q20+klimate og varighet på 10 min	1 : 5000
H 220	Jørpeland – Tiltak i ledningsnett dimensjonert for Q20+klimate og varighet på 10 min	1 : 2000
H 130	Oversiktskart Jørpeland – Sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak, A 1.1 Q20+klimate, varighet 10 min	1 : 5000
H 131	Oversiktskart Jørpeland – Sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak, A 2.2 Q200+klimate, varighet 60 min	1 : 5000
H 132	Oversiktskart Jørpeland – Sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak, A 1.2 Q20+klimate, varighet 90 min	1 : 5000
H 133	Oversiktskart Jørpeland – Sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak, A 2.1 Q200+klimate, varighet 10 min	1 : 5000
H 134	Oversiktskart Jørpeland – Sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak, B0 Q200+klimate, varighet 180 min	1 : 5000
H 135	Oversiktskart Jørpeland – Sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak, B1 Q20+klimate, varighet 10 min	1 : 5000
H 136	Oversiktskart Jørpeland – Sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak, B2 Q20+klimate, varighet 90 min	1 : 5000
H 230	Jørpeland – Sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak, A 1.1 Q20+klimate, varighet 10 min	1 : 2000
H 231	Jørpeland – Sikring mot 200-årsflom ved lokale tiltak, A 2.2 Q200+klimate, varighet 60 min	1 : 2000

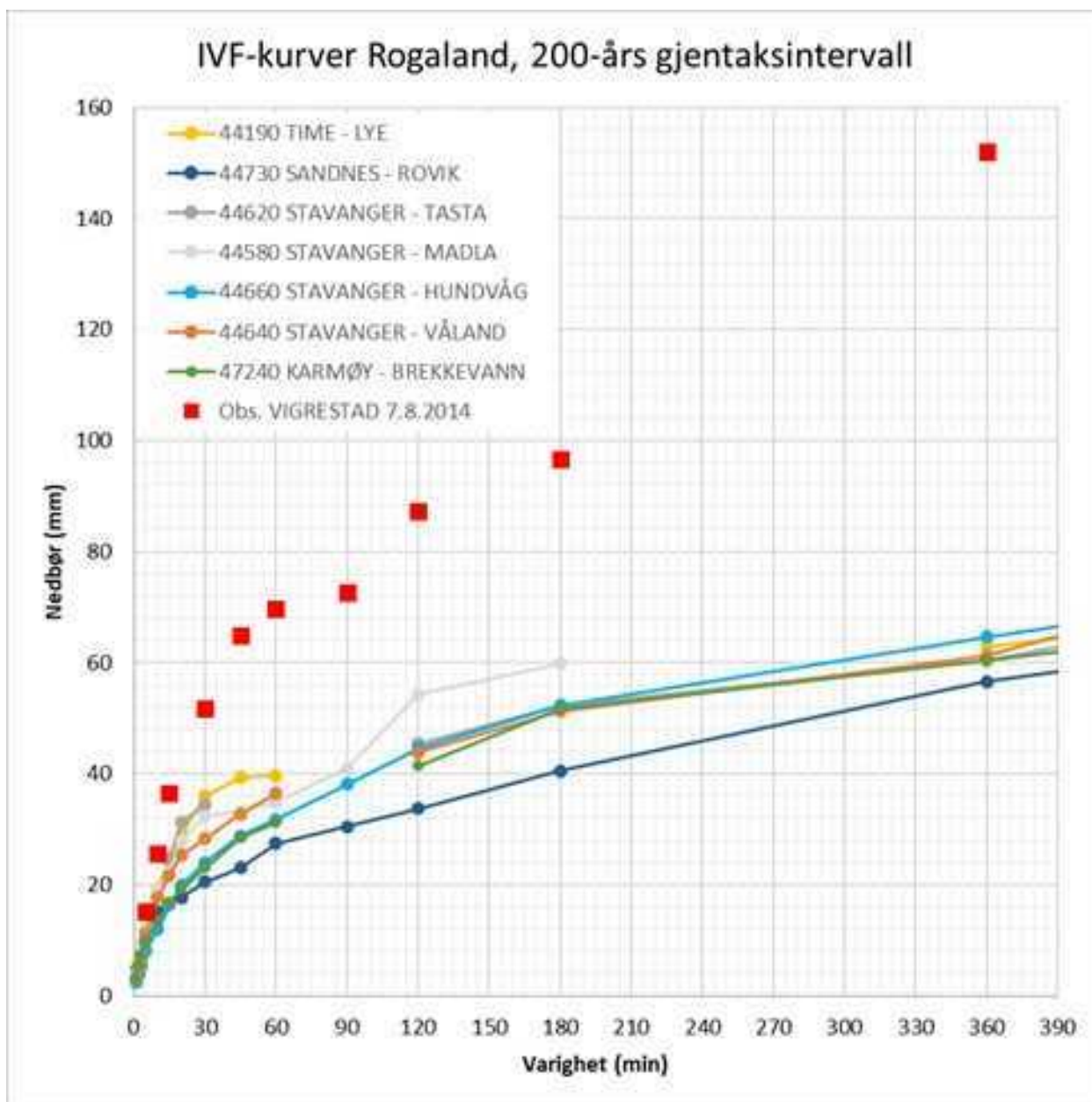
Tegning nr.	Tittel	Målestokk
K 10	Oversiktskart Jørpeland – Avskjæringsgrøfter og flomtunnel	1 : 10 000
K 20	Situasjonsplan – Avskjæringsgrøft nord, alternativ 1 Strekning øst	1 : 1 000
K 21	Situasjonsplan – Avskjæringsgrøft nord, alternativ 1 Strekning vest	1 : 1 000
K 22	Situasjonsplan – Avskjæringsgrøft nord, alternativ 2 Strekning øst	1 : 1 000
K 23	Situasjonsplan – Avskjæringsgrøft nord, alternativ 2 Strekning midte	1 : 1 000
K 24	Situasjonsplan – Avskjæringsgrøft nord, alternativ 2 Strekning vest	1 : 1 000
K 25	Situasjonsplan – Avskjæringsgrøft nordøst Strekning nord	1 : 1 000
K 26	Situasjonsplan – Avskjæringsgrøft nordøst Strekning midte	1 : 1 000
K 27	Situasjonsplan – Avskjæringsgrøft nordøst Strekning sør	1 : 1 000
K 28	Situasjonsplan – Avskjæringsgrøft nordøst Strekning flomtunnel	1 : 1 000
K 30	Lengdeprofil – Avskjæringsgrøft nord, alternativ 1	1 : 2 000/500
K 31	Lengdeprofil – Avskjæringsgrøft nord, alternativ 2	1 : 2 000/500
K 32	Lengdeprofil – Avskjæringsgrøft nordøst	1 : 2 000/500
K 33	Lengdeprofil – Avskjæringsgrøft nordøst Flomtunnel	1 : 500
K 40	Tverrsnitt 1-1 til 3-3 – Avskjæringsgrøft nord, alternativ 1	1 : 50
K 41	Tverrsnitt 4-4 til 6-6 – Avskjæringsgrøft nord, alternativ 2	1 : 50
K 42	Tverrsnitt 7-7 til 8-8 – Avskjæringsgrøft nordøst	1 : 50
K 43	Normalprofil 1 og 2	1 : 50

Vedlegg 2

Nedbørdata



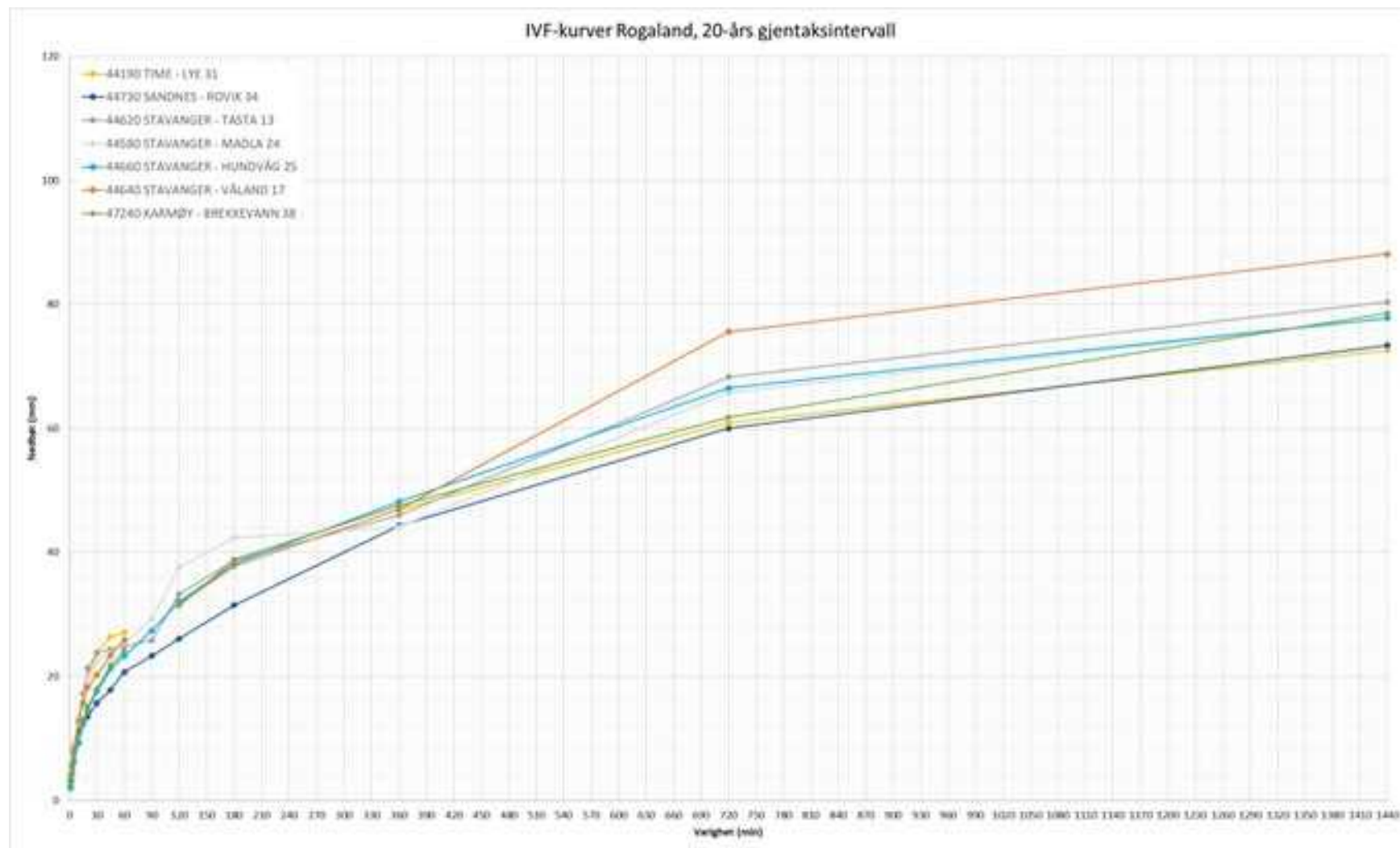
Figur 1 IVF-kurver fra nedbørstasjoner i nærheten av Strand kommune for 20-års gjentaksintervall; antall sesonger er angitt etter serienes navn. Kilde: Klimaservicesenter.no, lastet ned 05.06.2020.



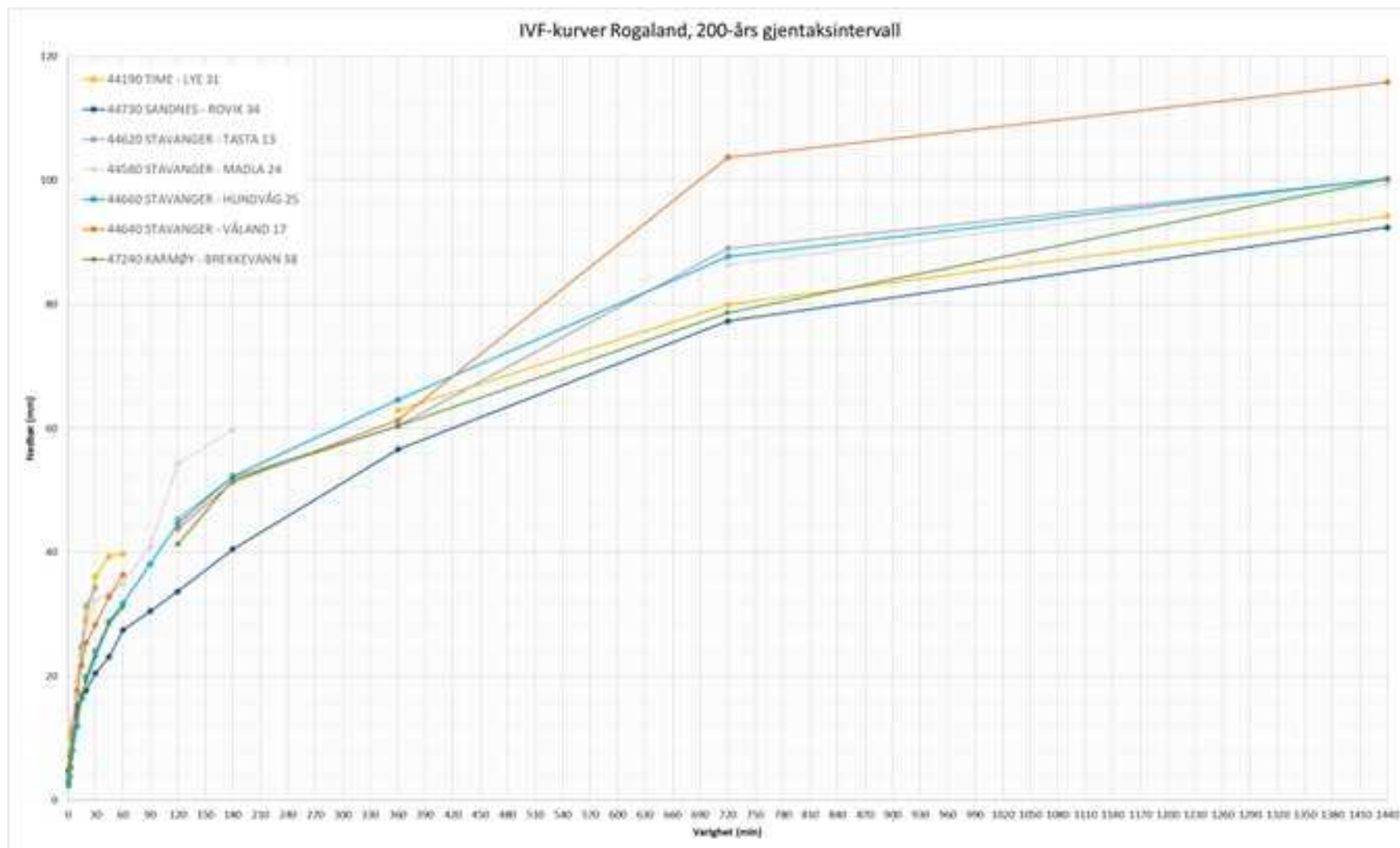
Figur 2 IVF-kurver fra nedbørstasjoner i nærheten av Strand kommune for 200-års gjentaksintervall; kilde: Klimaservicesenter.no, lastet ned 05.06.2020. De røde prikkene viser observerte verdier fra en nedbørhendelse i Vigrestad.

Tabell 1 Nedbørverdier (mm) for IVF-kurver fra nedbørstasjon 44730 SANDNES - ROVIK og for en nedbørhendelse observert i Vigrestad.
Kilde 44730 SANDNES - ROVIK: Klimaservicesenter.no, lastet ned 05.06.2020, antall sesonger 34.

	Varighet (minutter)															
År	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	1,9	2,7	3,5	4,7	6,6	7,9	8,7	10,2	11,9	13,3	15,2	17,6	21,5	30,7	40,2	51,8
5	2,5	3,3	4,2	6,0	8,6	9,9	10,8	12,6	14,5	16,5	18,7	21,3	25,9	36,5	48,8	61,3
10	2,9	3,7	4,8	6,9	9,9	11,3	12,1	14,1	16,2	18,7	21,1	23,8	28,7	40,6	54,4	67,4
20	3,3	4,1	5,2	7,7	11,2	12,6	13,5	15,7	17,8	20,7	23,3	26,1	31,5	44,3	60,0	73,4
25	3,5	4,2	5,4	8,0	11,6	13,0	13,9	16,1	18,4	21,4	24,0	26,9	32,4	45,6	61,8	75,2
50	3,9	4,5	5,9	8,8	12,8	14,2	15,2	17,6	20,0	23,4	26,1	29,2	35,1	49,2	67,0	81,2
100	4,3	4,9	6,3	9,6	14,0	15,5	16,4	19,1	21,5	25,4	28,3	31,5	37,8	52,9	72,1	86,4
200	4,7	5,3	6,8	10,4	15,2	16,7	17,7	20,5	23,1	27,4	30,5	33,7	40,5	56,6	77,3	92,4
Observert i Vigrestad 07.08.2014				15,2	25,6	36,5		51,7	64,9	69,7	72,5		96,7	152,0	161,8	162,9



Figur 3 IVF-kurver fra nedbørstasjoner i nærheten av Strand kommune for 20-års gjentaksintervall opptil 24 timer varighet; antall sesonger er angitt etter serienes navn. Kilde: Klimaservicesenter.no, lastet ned 05.06.2020.



Figur 4 IVF-kurver fra nedbørstasjoner i nærheten av Strand kommune for 200-års gjentaksintervall opptil 24 timer varighet; antall sesonger er angitt etter serienes navn. Kilde: Klimaservicesenter.no, lastet ned 05.06.2020.

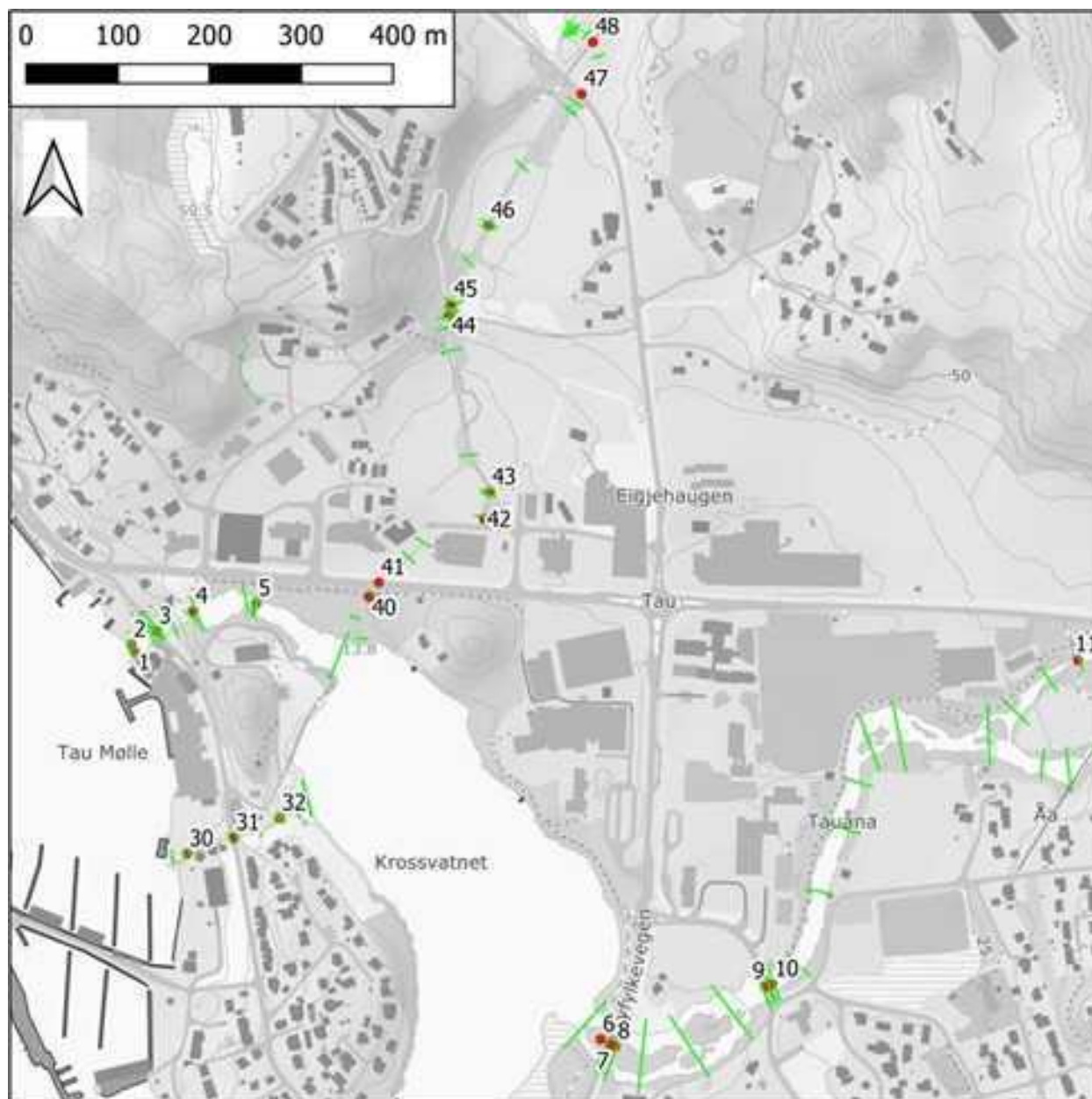
Tabell 2: Nedbørverdier med klimapåslag (mm) for IVF-kurver fra nedbørstasjon 44730 SANDNES - ROVIK. Kilde: Klimaservicesenter.no, lastet ned 05.06.2020, antall sesonger 34.

Klimapåslag %			Varighet (minutter)															
30	40	50																
År			1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2			2,7	3,8	4,9	6,6	9,2	11,1	12,2	14,3	16,7	18,6	21,3	24,6	30,1	39,9	52,3	67,3
5			3,5	4,6	5,9	8,4	12,0	13,9	15,1	17,6	20,3	23,1	26,2	29,8	36,3	47,5	63,4	79,7
10			4,1	5,2	6,7	9,7	13,9	15,8	16,9	19,7	22,7	26,2	29,5	33,3	40,2	52,8	70,7	87,6
20			4,6	5,7	7,3	10,8	15,7	17,6	18,9	22,0	24,9	29,0	32,6	36,5	44,1	57,6	78,0	95,4
25			4,9	5,9	7,6	11,2	16,2	18,2	19,5	22,5	25,8	30,0	33,6	37,7	45,4	59,3	80,3	97,8
50			5,9	6,8	8,9	13,2	19,2	21,3	22,8	26,4	30,0	35,1	36,5	40,9	49,1	64,0	87,1	105,6
100			6,5	7,4	9,5	14,4	21,0	23,3	24,6	28,7	32,3	38,1	39,6	44,1	52,9	68,8	93,7	112,3
200			7,1	8,0	10,2	15,6	22,8	25,1	26,6	30,8	34,7	41,1	42,7	47,2	56,7	73,6	100,5	120,1

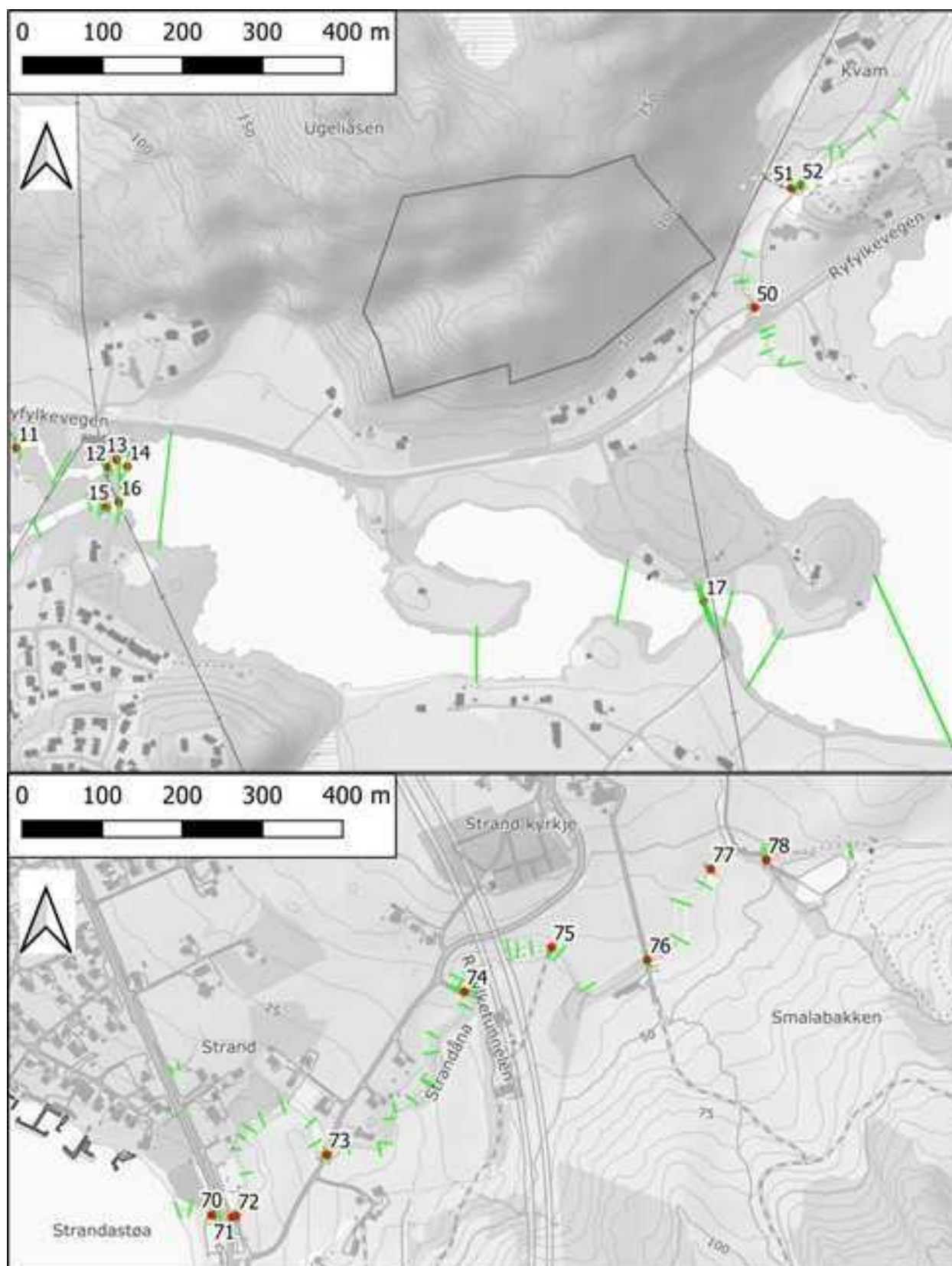
Vedlegg 3

Innmålte byggverk

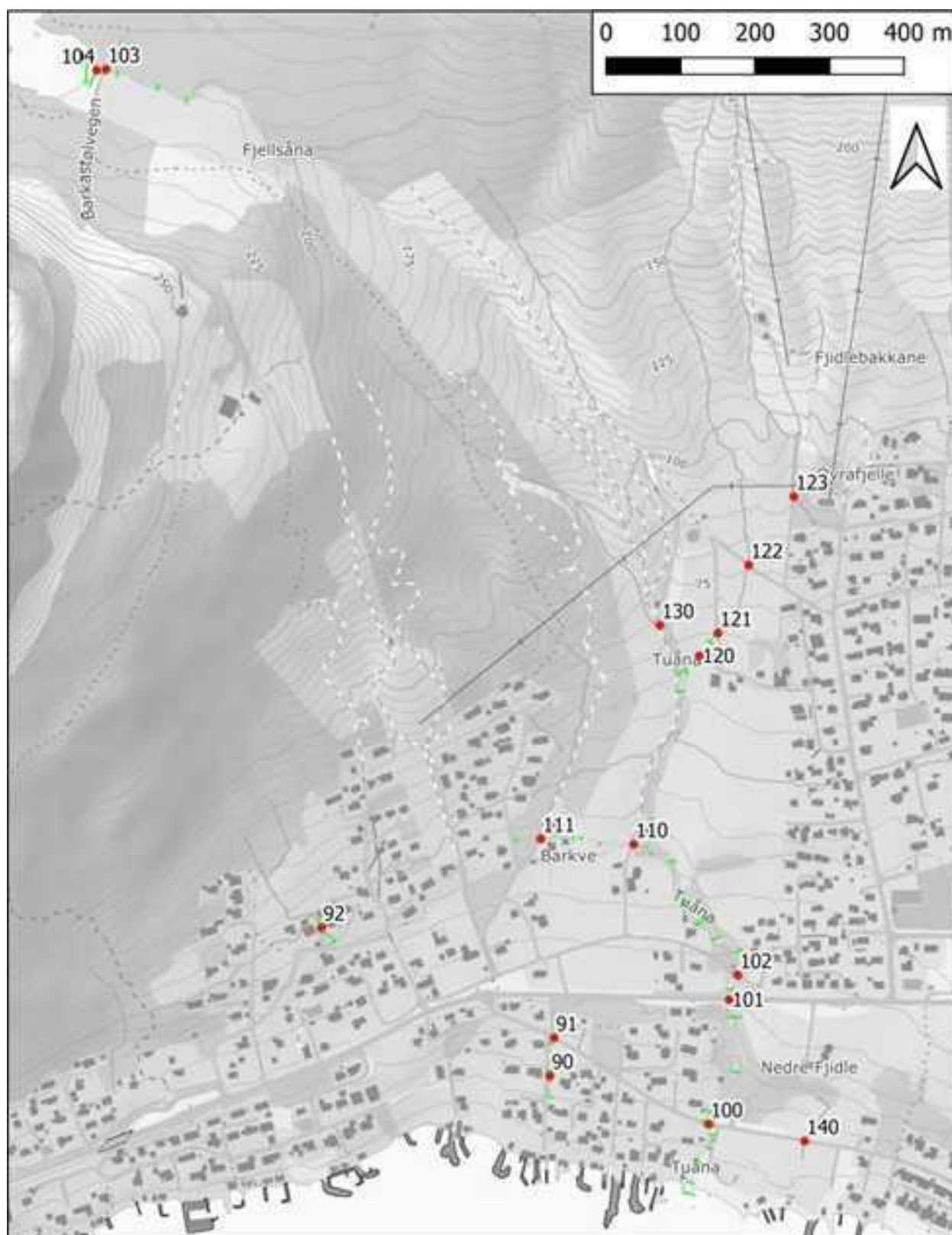
Følgende kart gir en oversikt over beliggenhet av innmålte tverrprofiler (grønne strek), kulverter, bruer og dammer (røde prikker). Numrene ved byggverkene referer til byggverksnummer i tabell 1 til 3 nedenfor.



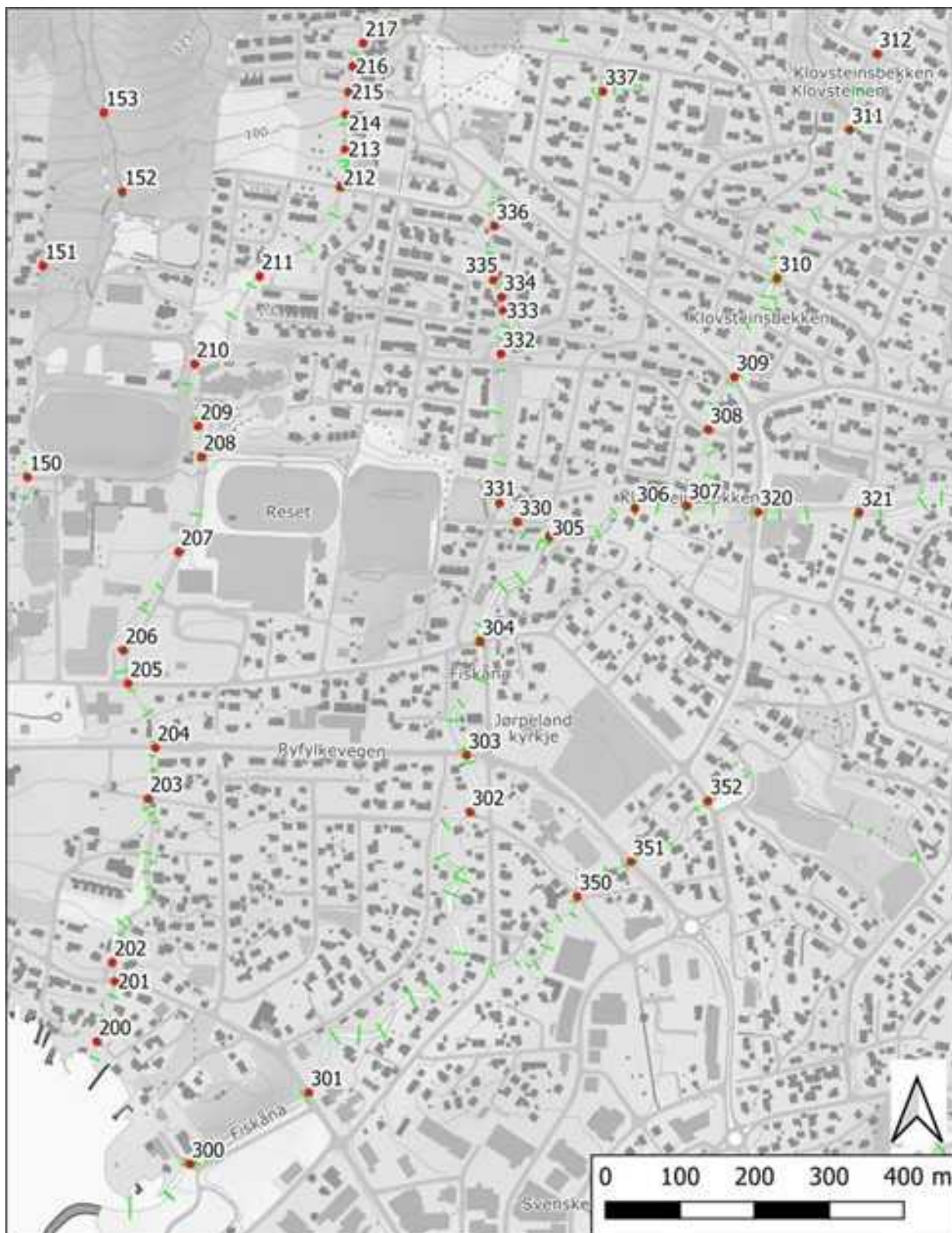
Figur 1 Tverrprofiler og byggverk i Taelva og bekken fra Nordvatnet.



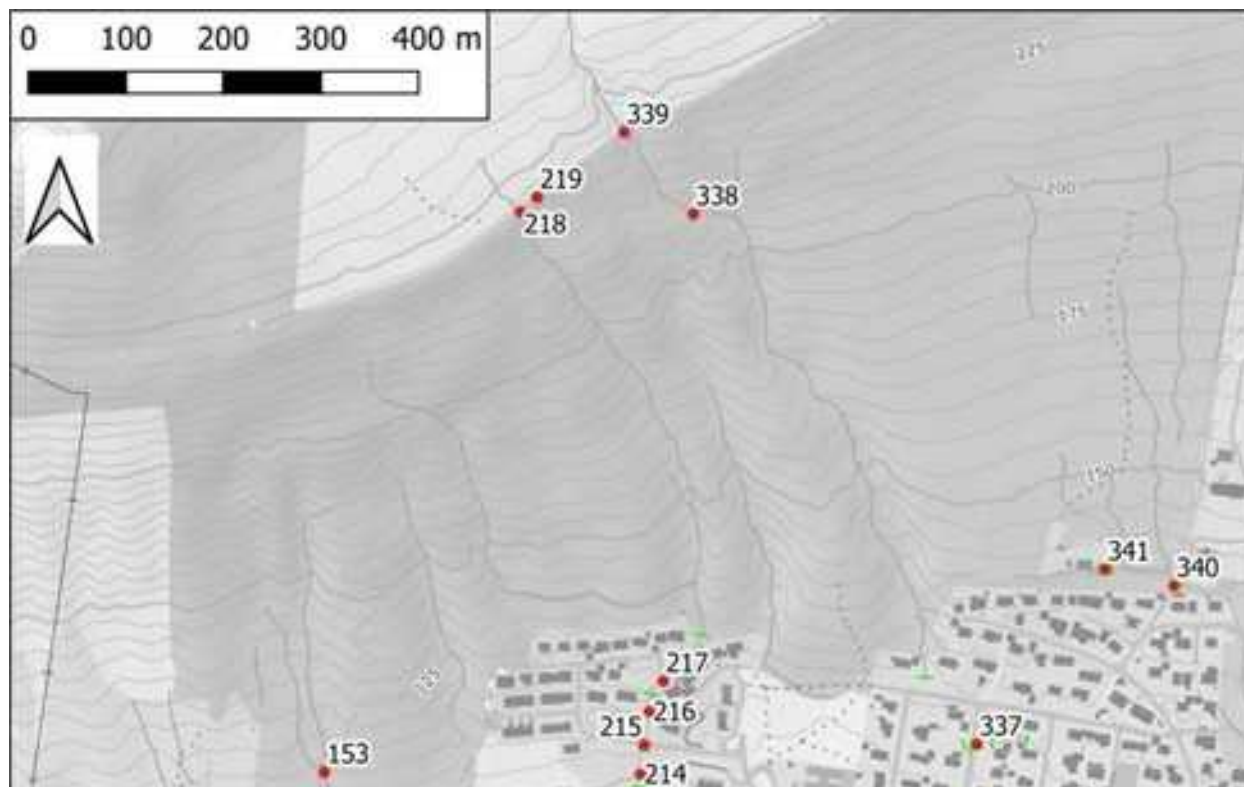
Figur 2 Tverrprofiler og byggverk i Taelva og bekken gjennom Kvam (øverst) og i Strandåna (nederst).



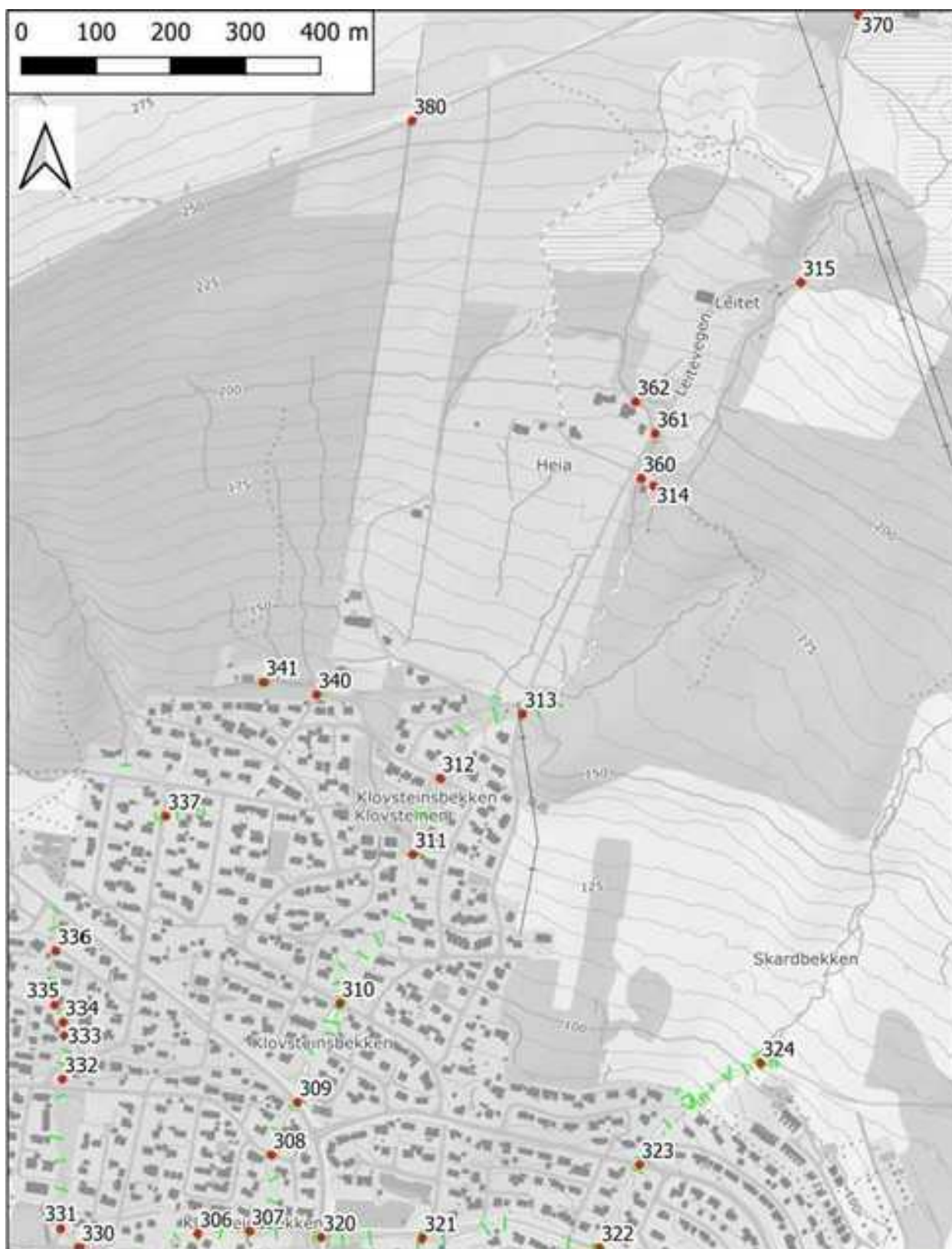
Figur 3 Tverrprofiler og byggverk i Fjellsåna og i den vestlige delen av Jørpeland.



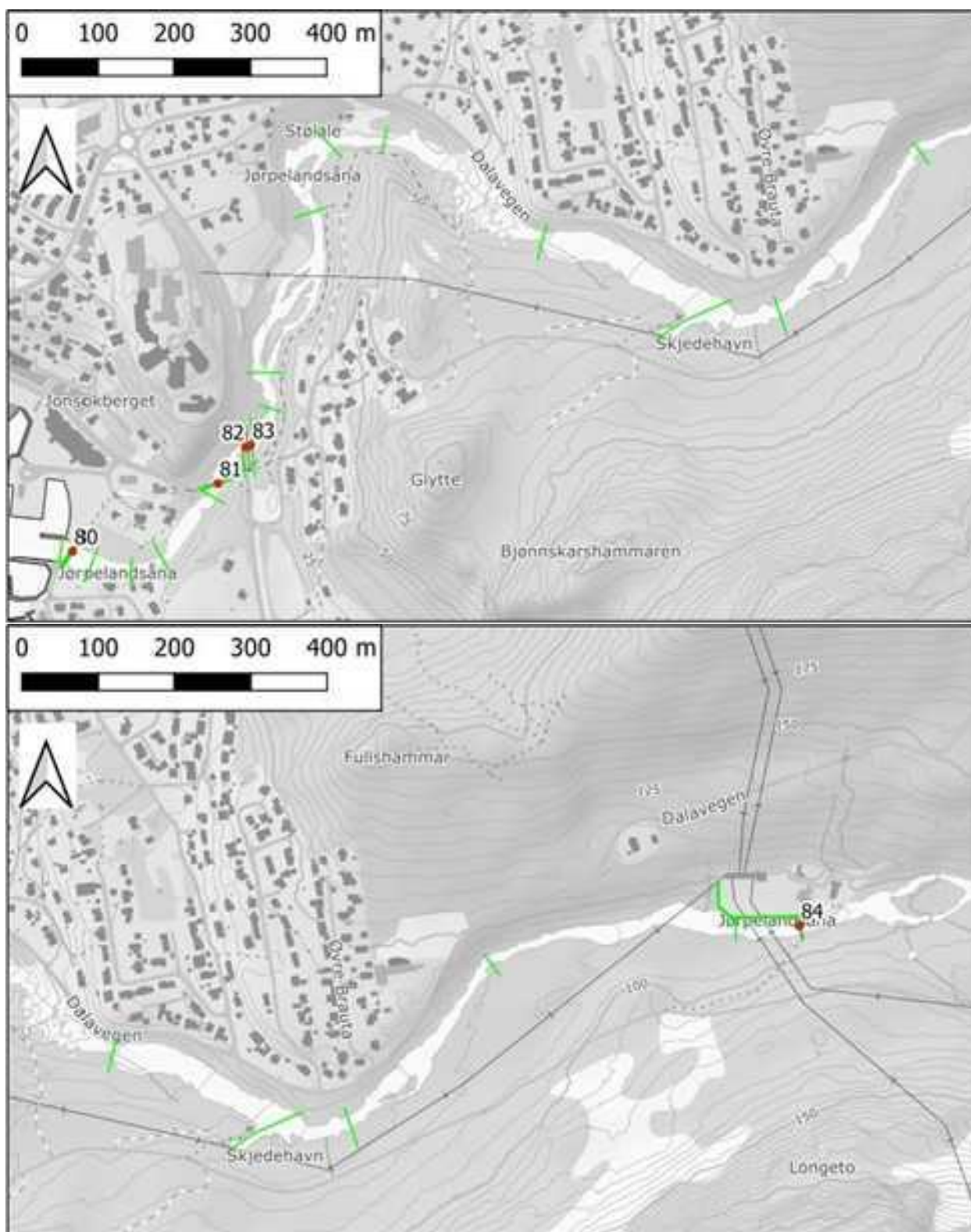
Figur 4 Tverrprofiler og byggverk i Skolebekken og Fiskåna.



Figur 5 Tverrprofiler og byggverk i Fjellsbakkane nord for Jørpeland.



Figur 6 Tverrprofiler og byggverk i Fiskåna og nord for Jørpeland.



Figur 7 Tverrprofiler og byggverk i Jørpelandsåna.

Tabell 1 Liste over dammer i de modellerte områdene.

Dam nr.	Navn	Dam nr.	Navn
4	Krossvatn inntaksdam	32	Engelen
14	Bjørheimsvatn dam II	84	Skjedhavn inntaksdam
15	Bjørheimsvatn dam I	104	Åsvatn

Tabell 2 Liste over kulverter i de modellerte områdene.

Kulvert nr.	Diameter [mm]	Merknad	Kulvert nr.	Diameter [mm]	Merknad
2	1600 (2 stk.)		140	-	Ikke målt inn
12	1400 (5 stk.)		150	1000	
41	1000		151	400	
42	1000		152	500	
43	800		153	800	
45	1200		204	1600	
46	1000		218	400	Kun innløp målt inn
47	1000		219	400	Kun innløp målt inn
48	1000		314	1000	
50	1400		315	1000	
51	1000		332	1600	
52	1100 (2 stk.)		338	-	Ikke målt inn
71	1000 (3 stk.)		339	400	Kun innløp målt inn
73	1400 (2 stk.)		340	1000	800 pga. tilstopping
78	1000 (2 stk.)		341	500	
90	600		351	1700	
91	500		360	1000	900 pga. tilstopping
92	600		361	1000	
101	2000		370	300	
102	2000		380	400	
111	800		390	-	Ikke målt inn
120	450		391	-	Ikke målt inn
121	500		392	-	Ikke målt inn
122	500		393	-	Ikke målt inn
123	600		400	600	

Tabell 3 Liste over bruer i de modellerte områdene. Det er angitt laveste underkant i brutverrsnittet.

Bru nr.	Laveste UK	Bru nr.	Laveste UK	Bru nr.	Laveste UK
1	0,89	83	16,93	304	34,50
3	5,50	84	-	305	47,31
5	15,28	100	7,54	306	52,45
6	-	103	212,90	307	54,00
7	16,39	110	40,34	308	61,33
8	16,39	130	69,23	309	69,43
9	21,80	200	0,92	310	86,65
10	21,87	201	7,30	311	116,39
11	31,68	202	11,75	312	127,50
13	33,03	203	27,55	313	148,45
16	33,32	205	36,80	320	56,39
17	34,27	206	38,10	321	57,43
18	34,29	207	43,80	322	60,63
20	41,20	208	51,00	323	71,26
30	2,05	209	54,80	324	105,07
31	8,83	210	64,50	330	51,09
40	14,96	211	77,70	331	52,35
44	26,39	212	91,80	333	79,48
70	1,23	213	95,13	334	82,18
72	2,53	214	100,10	335	-
74	31,23	215	104,91	336	93,46
75	38,02	216	110,70	337	107,76
76	40,72	217	116,90	350	23,76
77	45,37	300	2,81	352	37,21
80	1,71	301	7,80	362	198,31
81	6,70	302	26,00		
82	14,78	303	27,41		

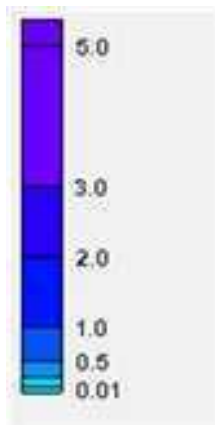
Vedlegg 4

Kapasitet til bekker

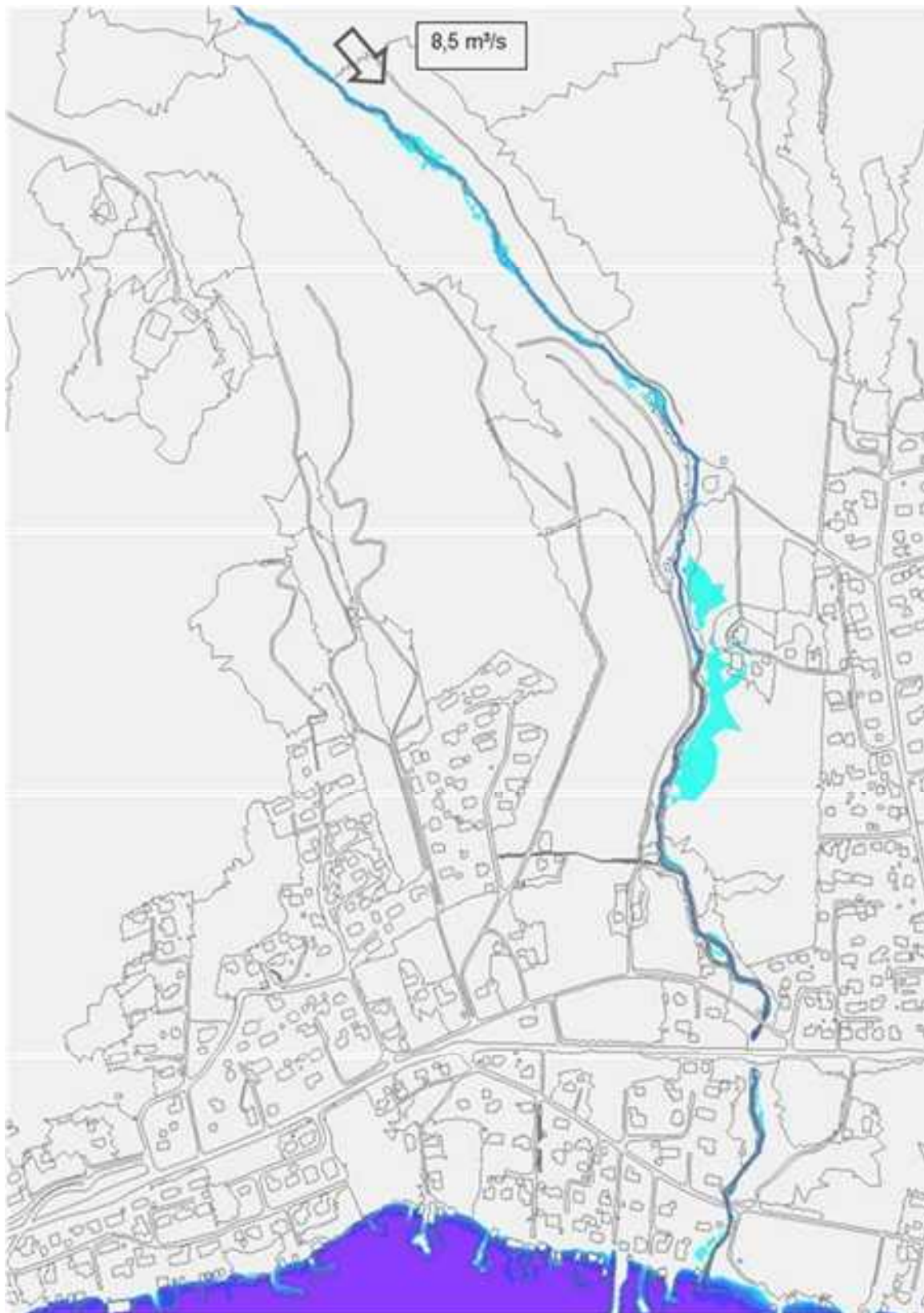
Grunnlag

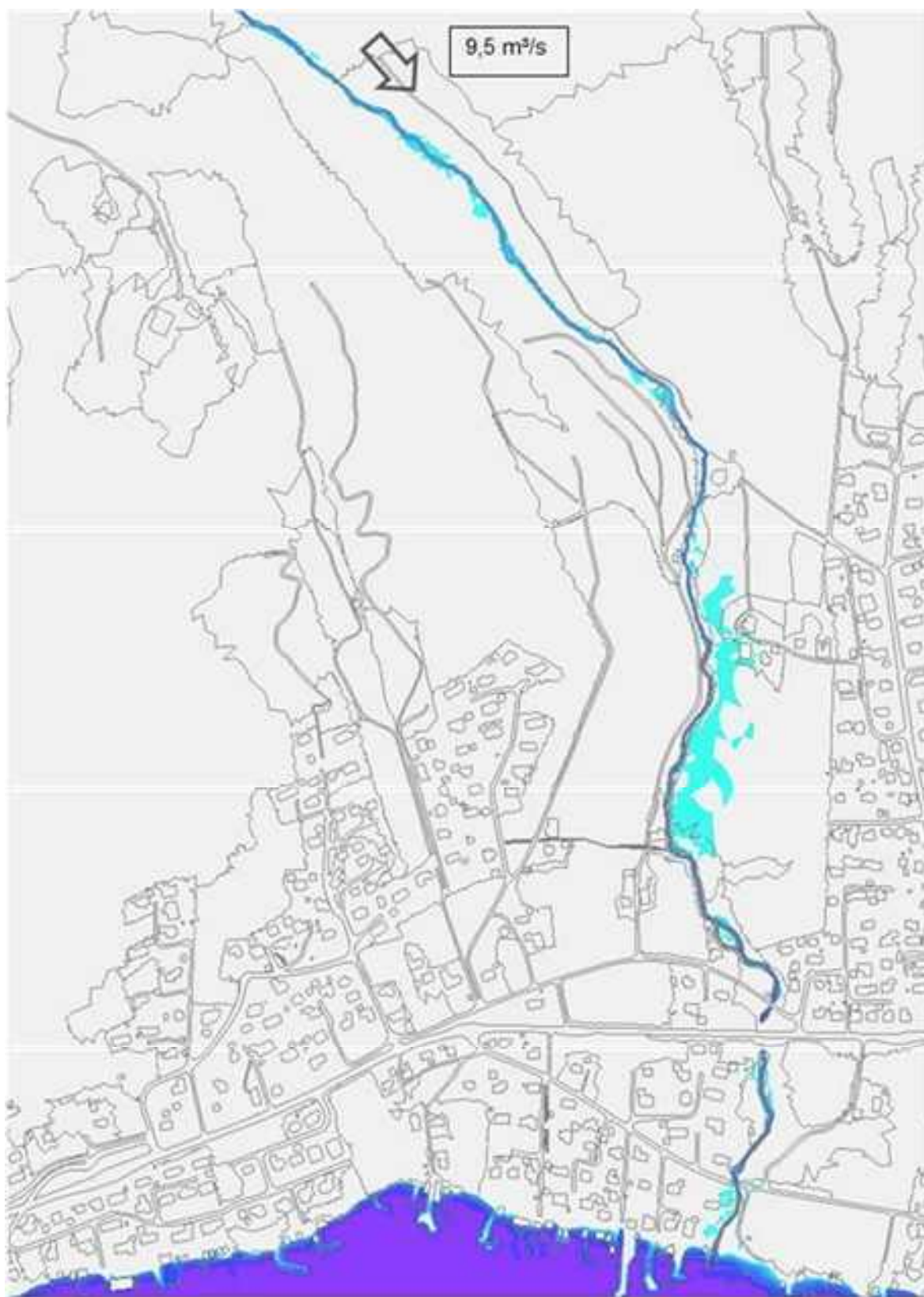
Hvor mye vann som bekkene i det undersøkte området kan avlede, ble undersøkt ved simuleringer med den hydrauliske modellen for eksisterende tilstand. Som øvre grensebetingelse ble det brukt vannføringsserier med trinnvis økende vannføring. I påfølgende figurer vises vanndybde og flomareal for gitt vannføring.

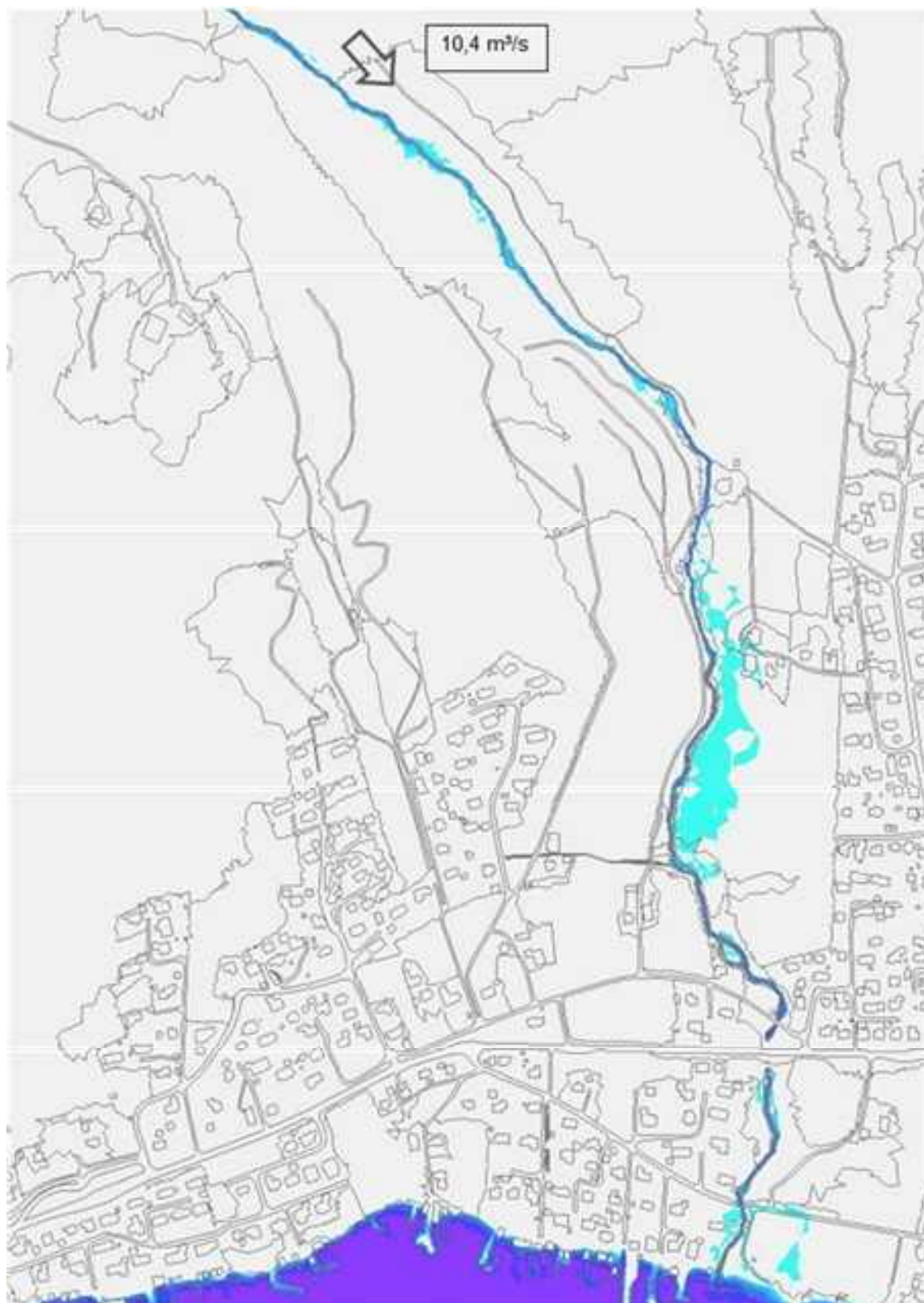
Vanndybde [m]

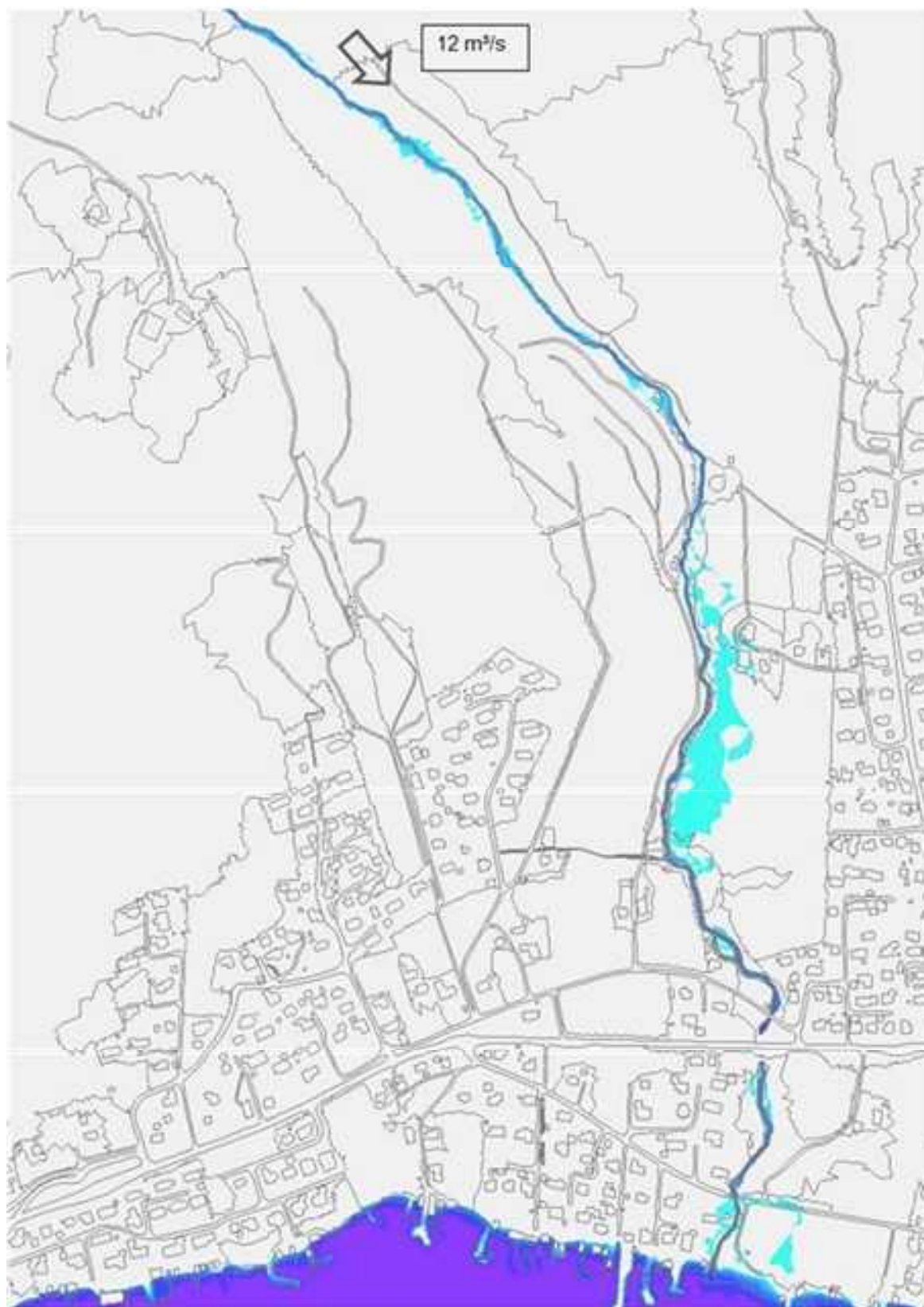


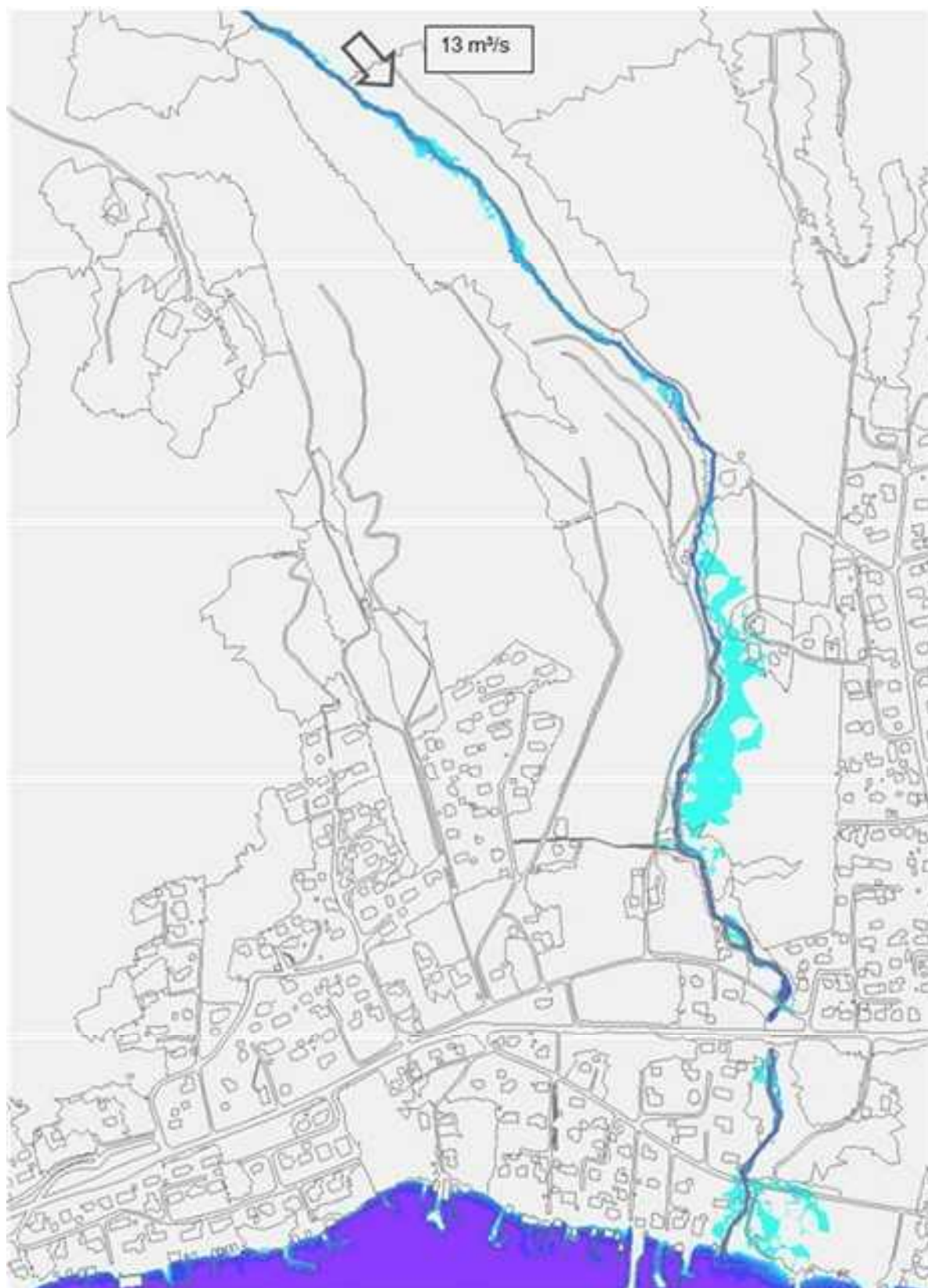
Fjellsåna

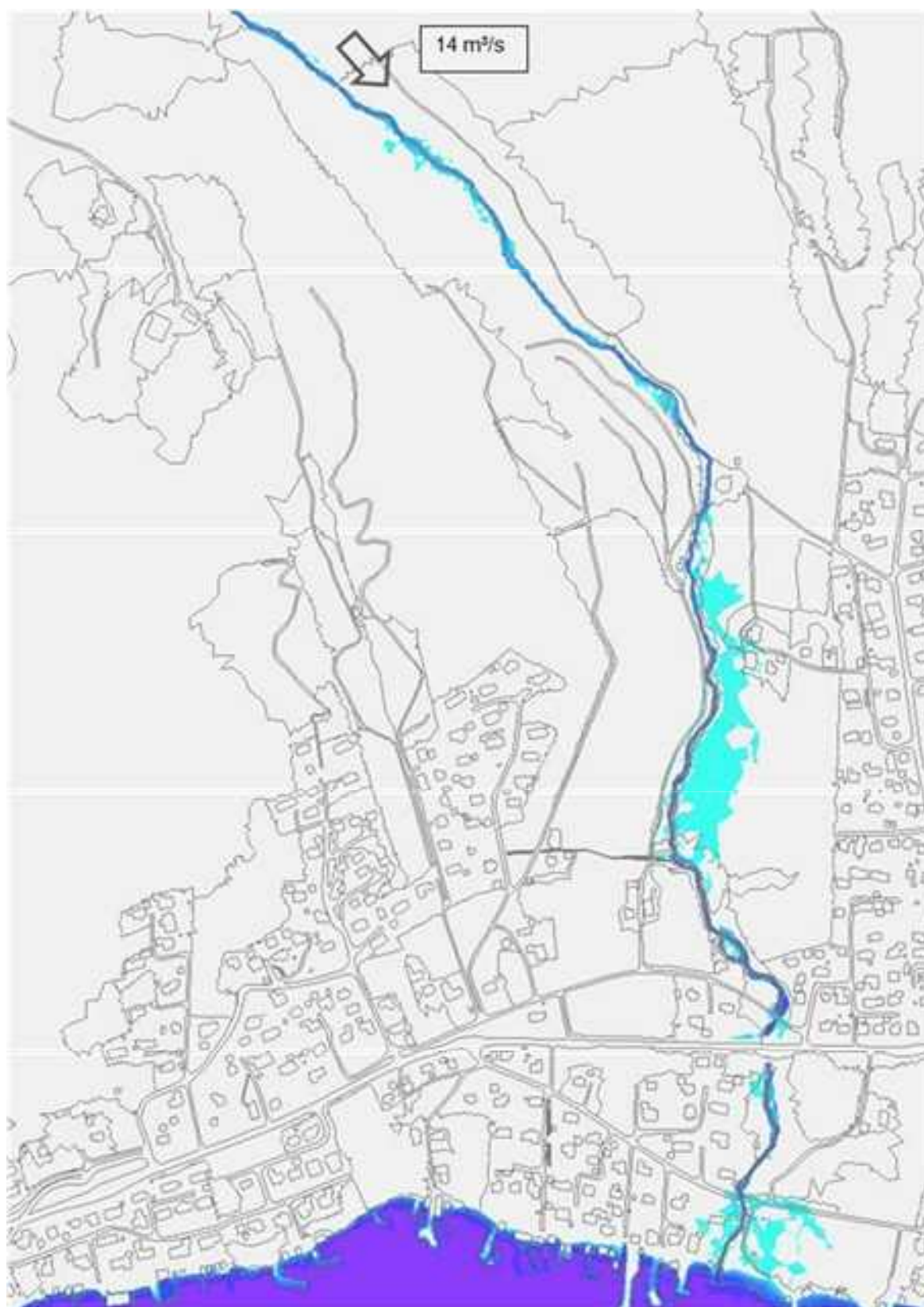


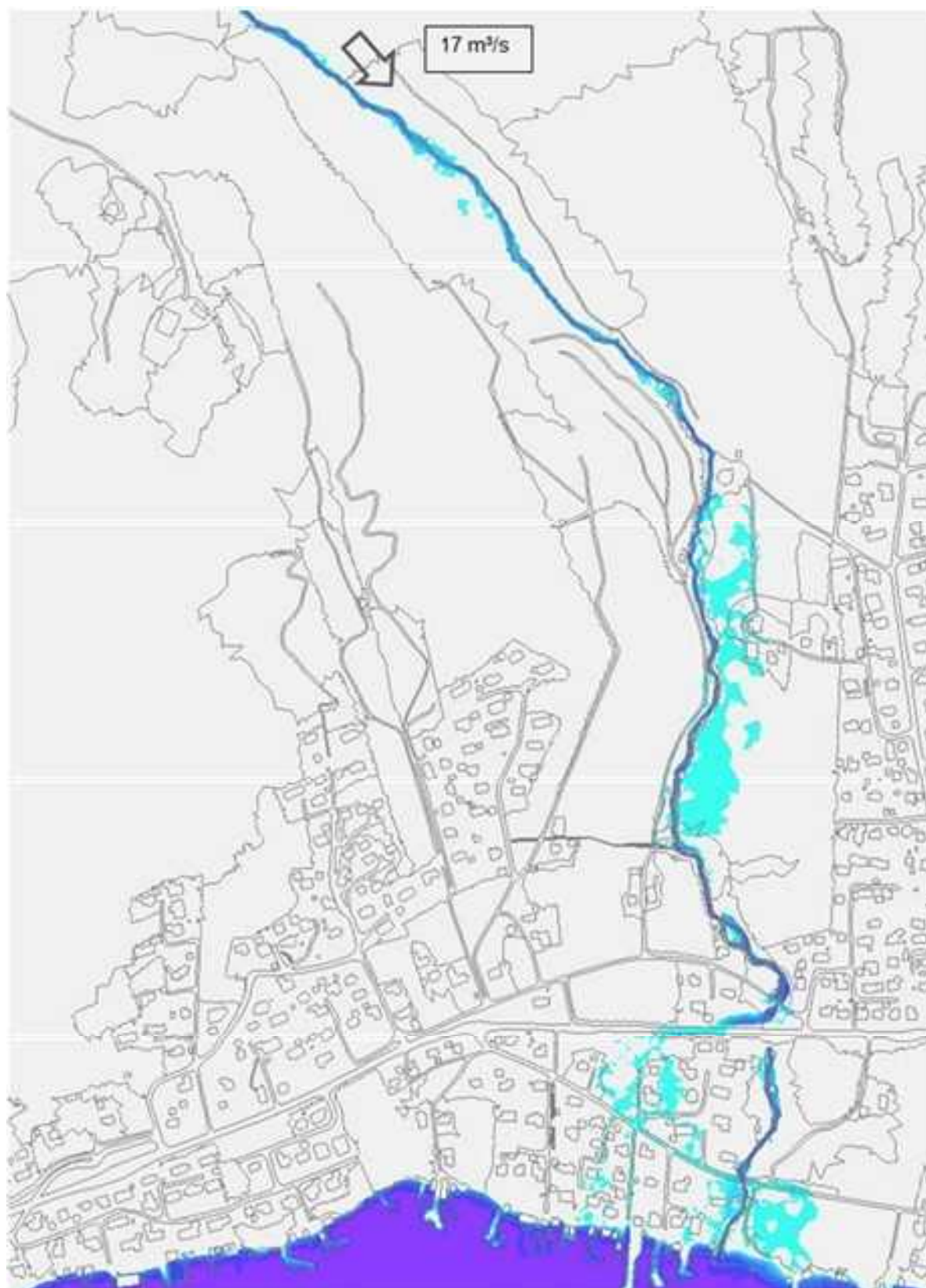












Skolebekken

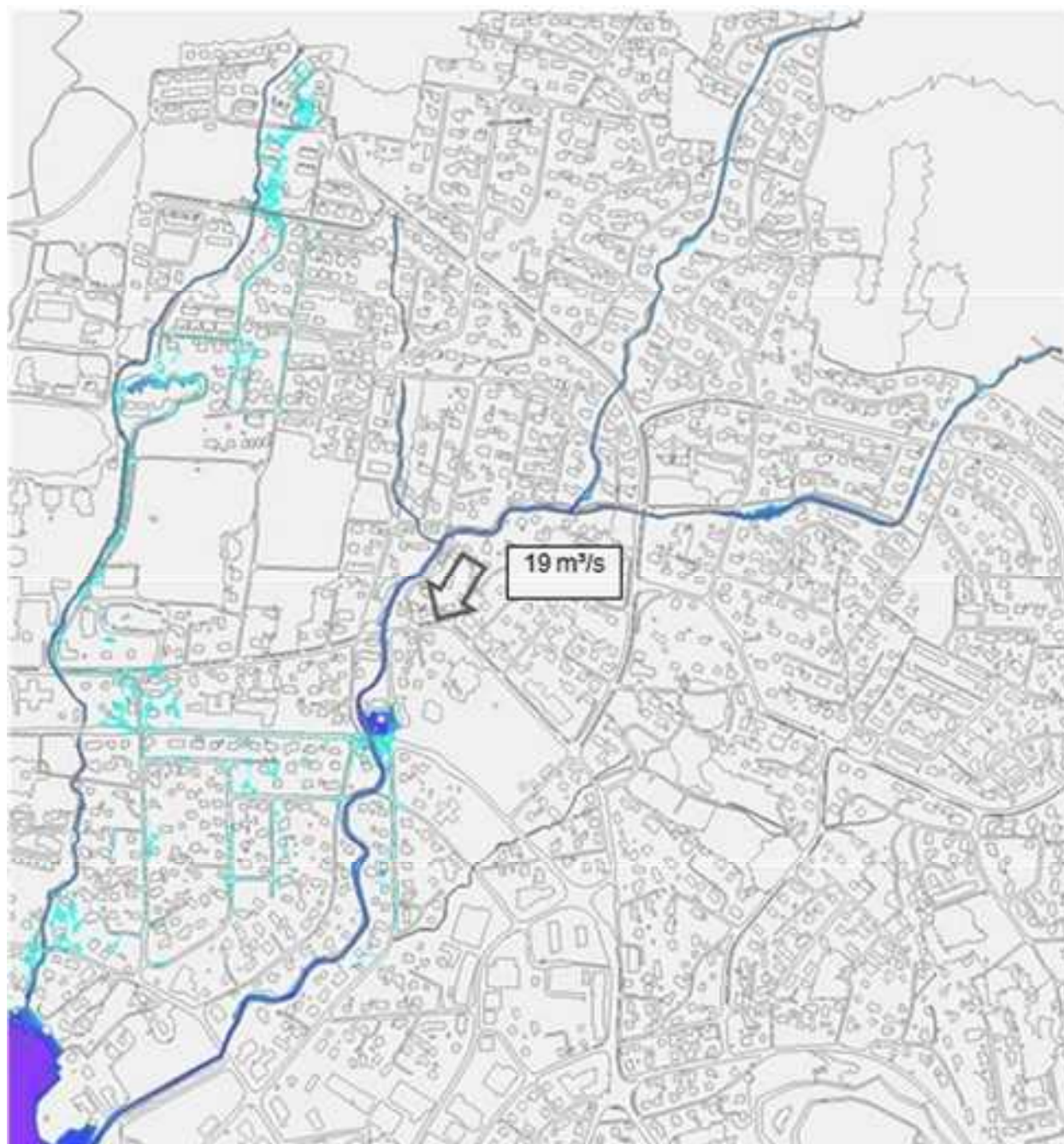


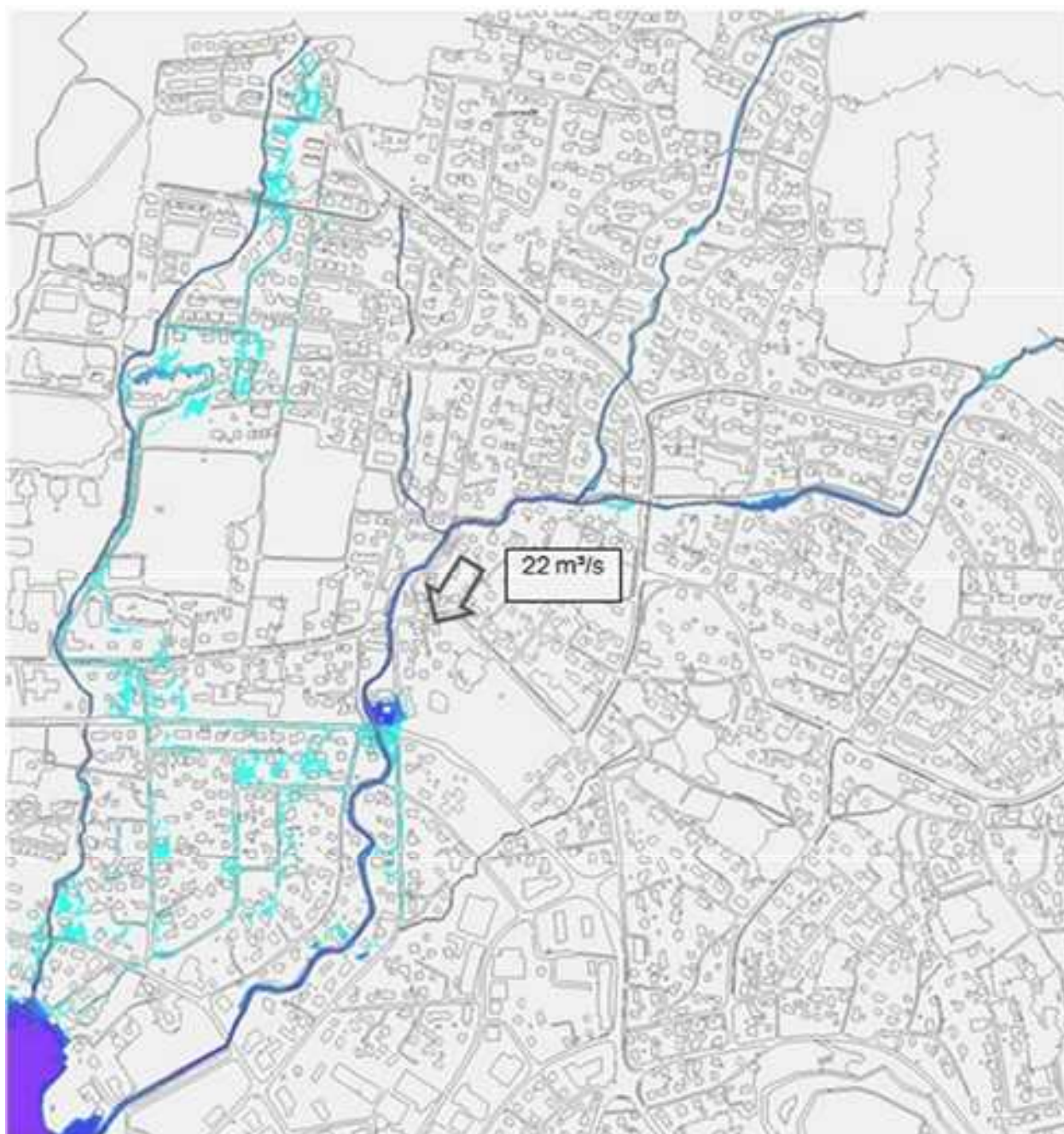


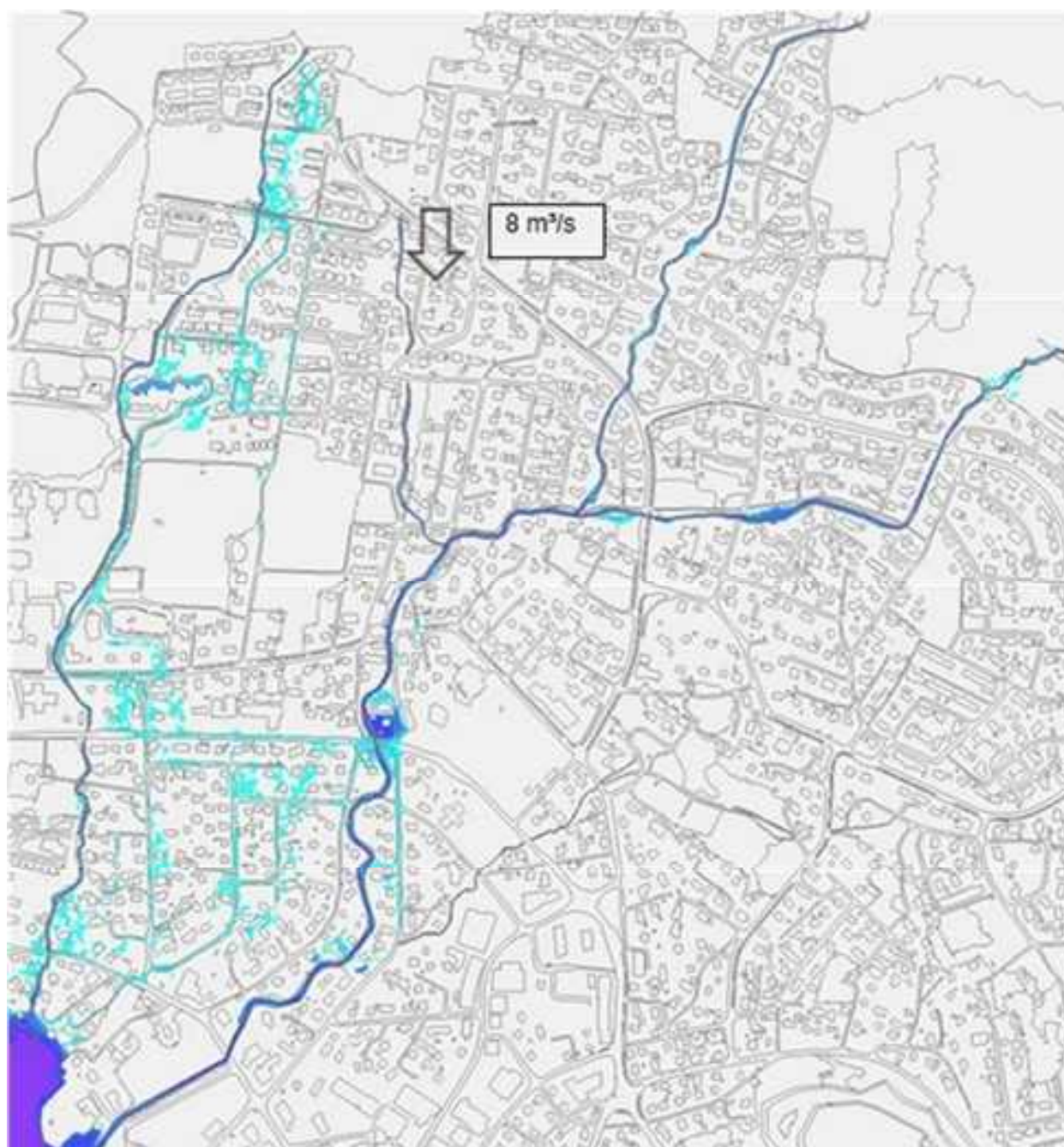


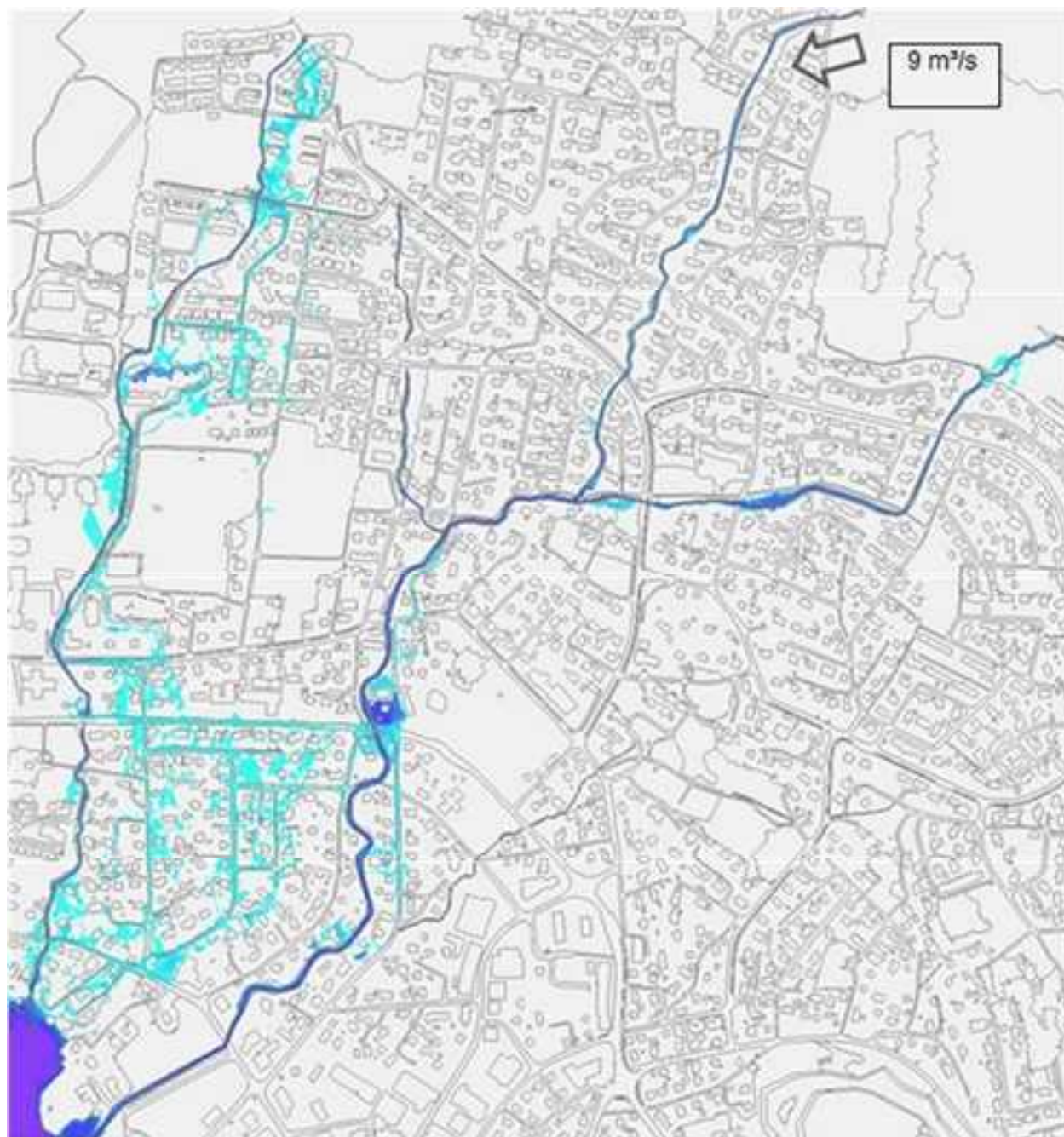


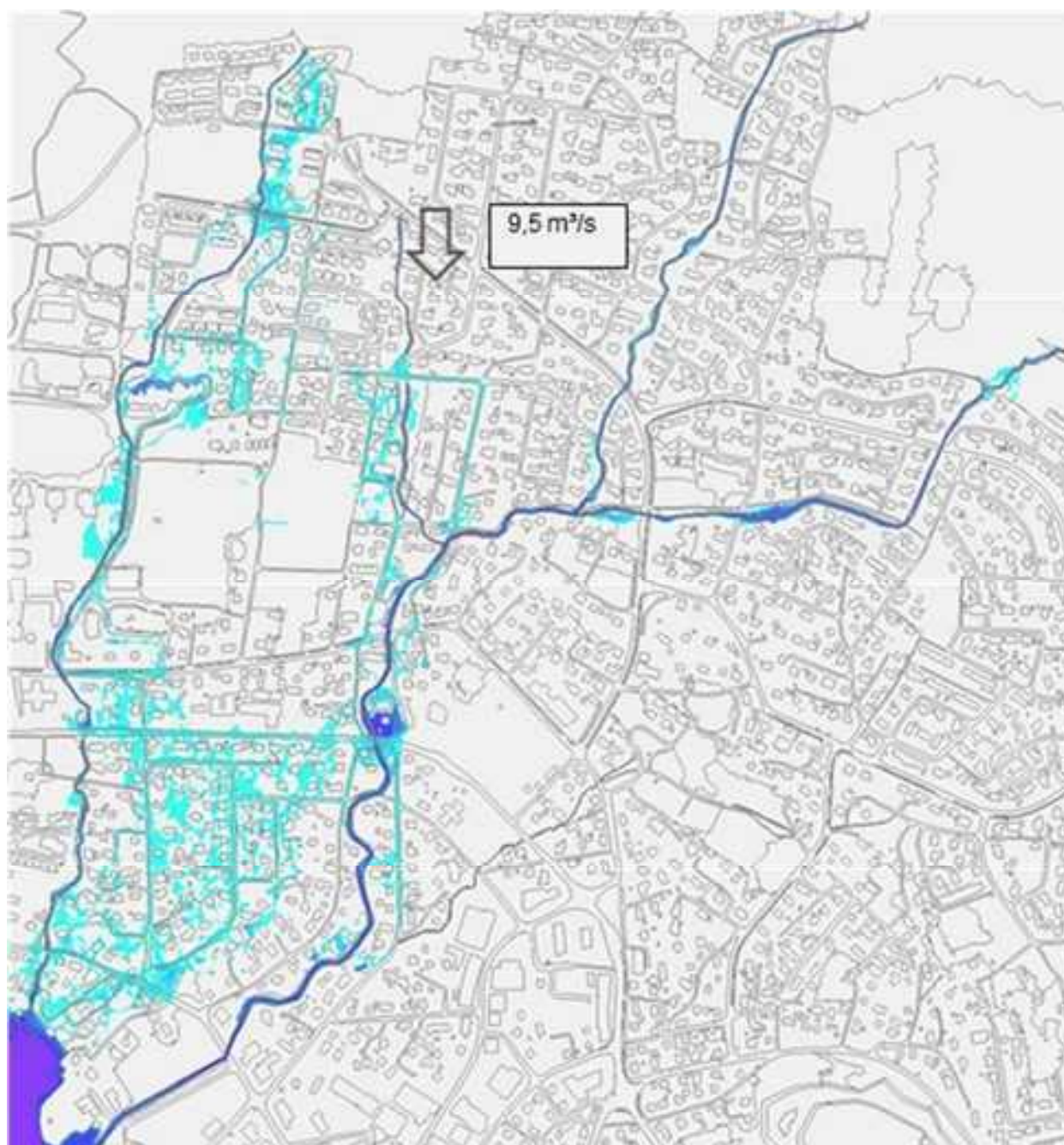
Fiskåna











Vedlegg 5

Lengdeprofiler tiltak ledningsnett

Påfølgende figurer viser vannspeilet / trykkehøyden i ledningsnett for tiltak utover oppdimensjonerte ledninger, f.eks. endret fall. De viktigste tre scenariene er vist i lengdeprofilene:

A 1.1 20-års nedbør med 10 minutters varighet (dimensjonerende for frispelstrømning)

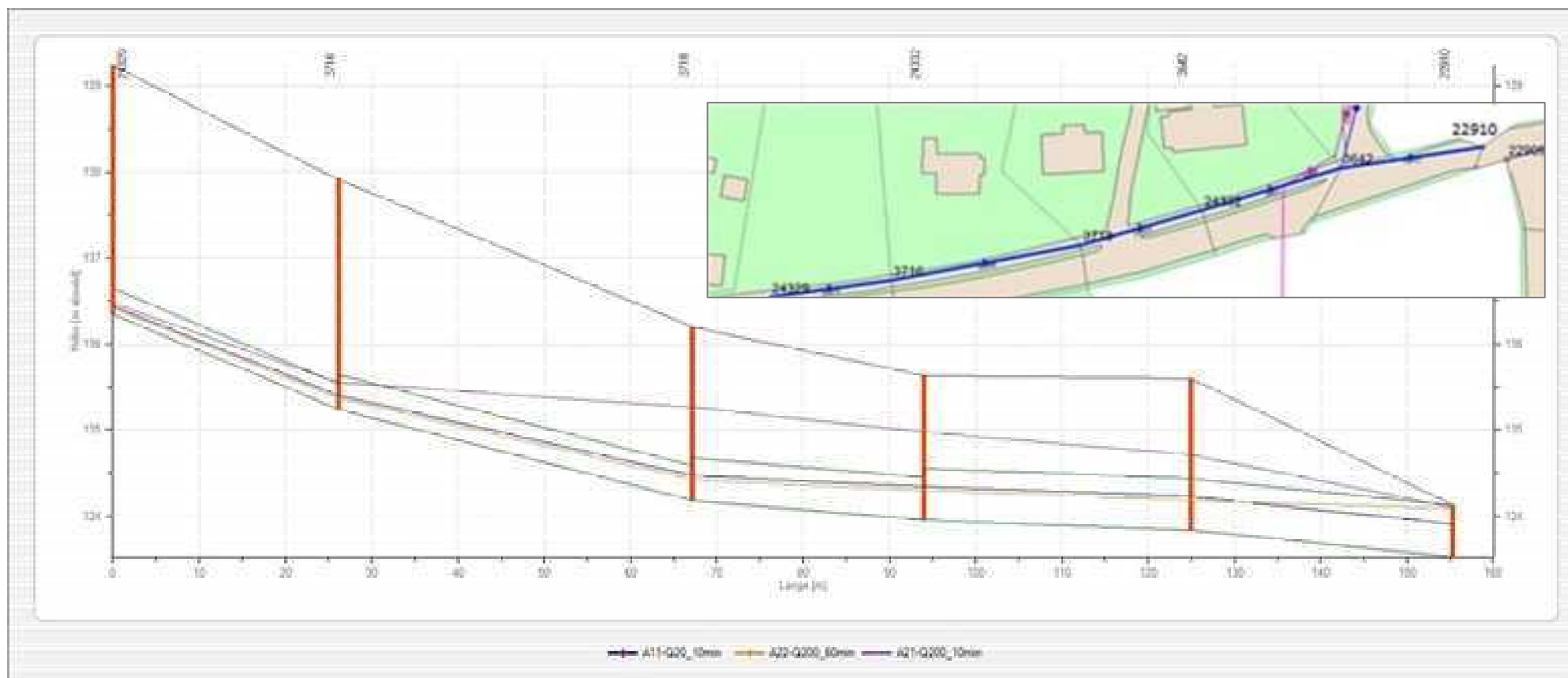
A 2.1 200-års nedbør med 10 minutters varighet

A 2.2 200-års nedbør med 60 minutters varighet

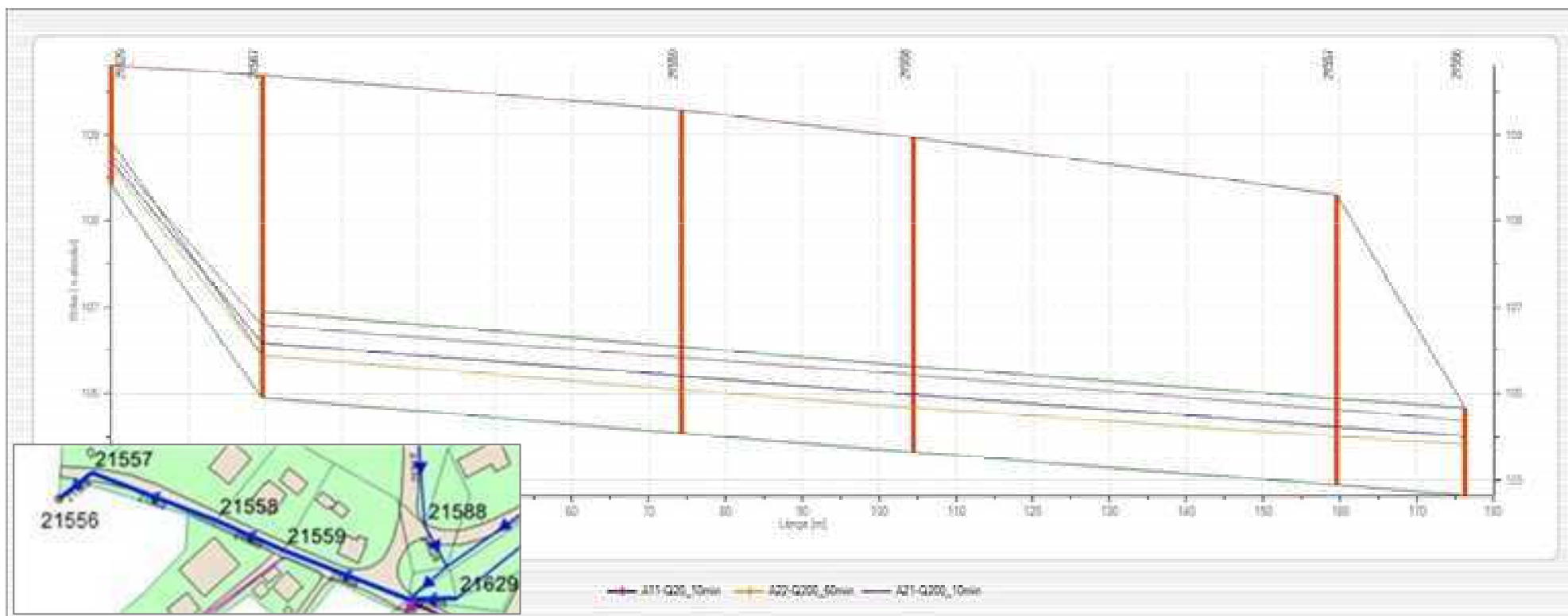
Lengdeprofil sted 4



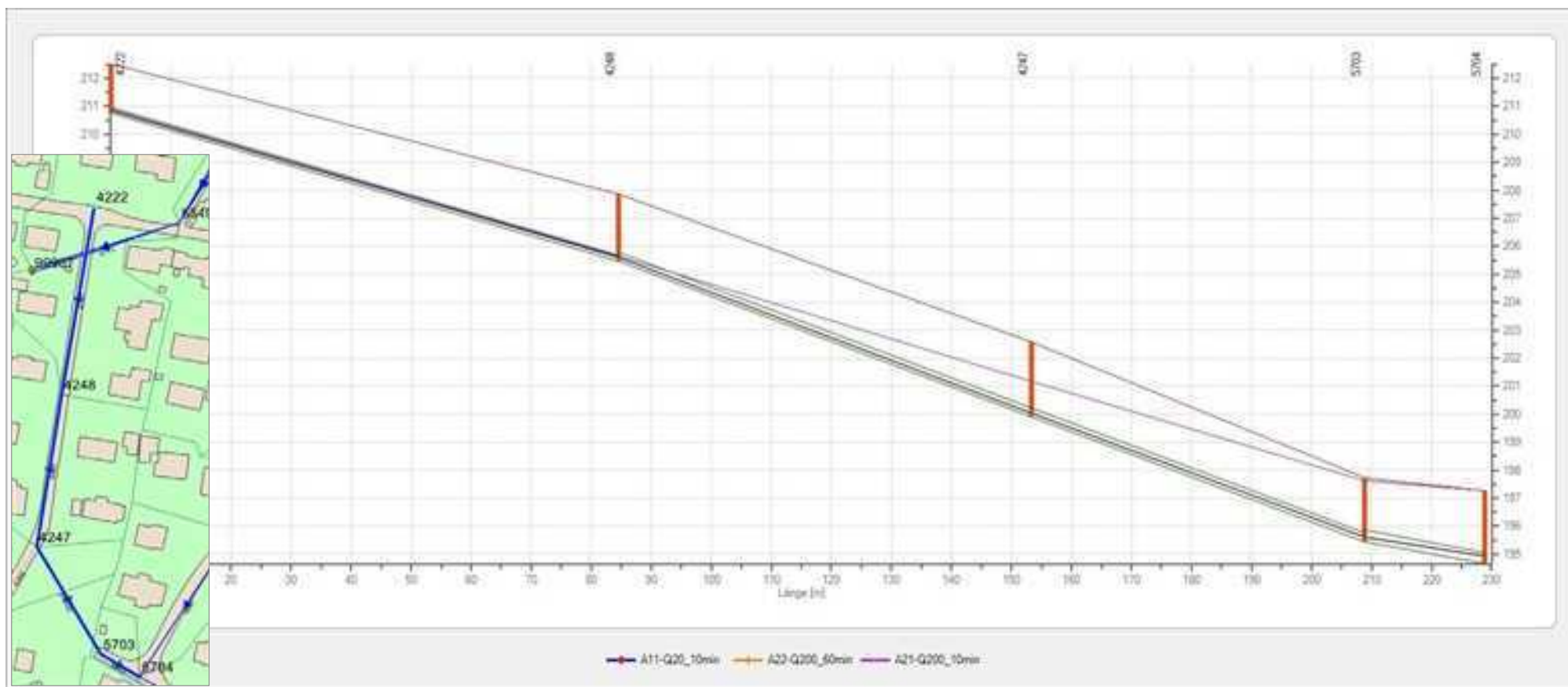
Lengdeprofil sted 6



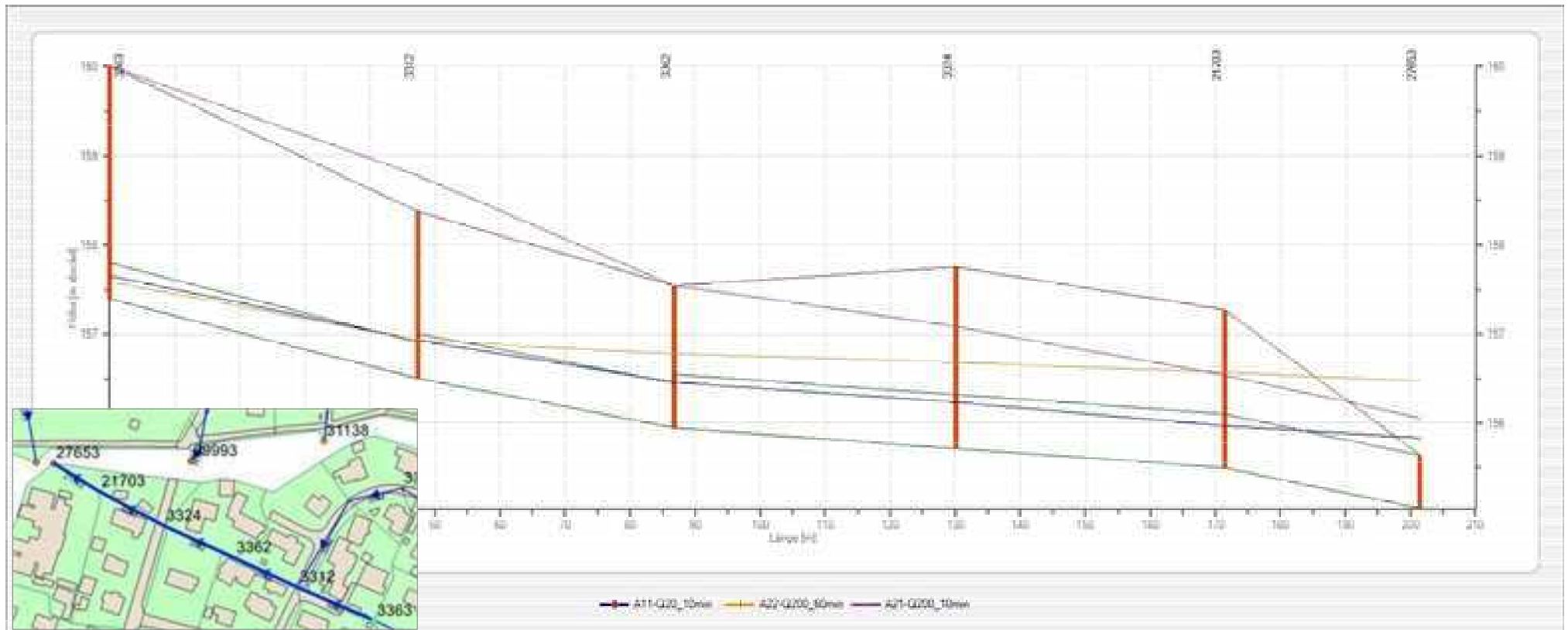
Lengdeprofil sted 7



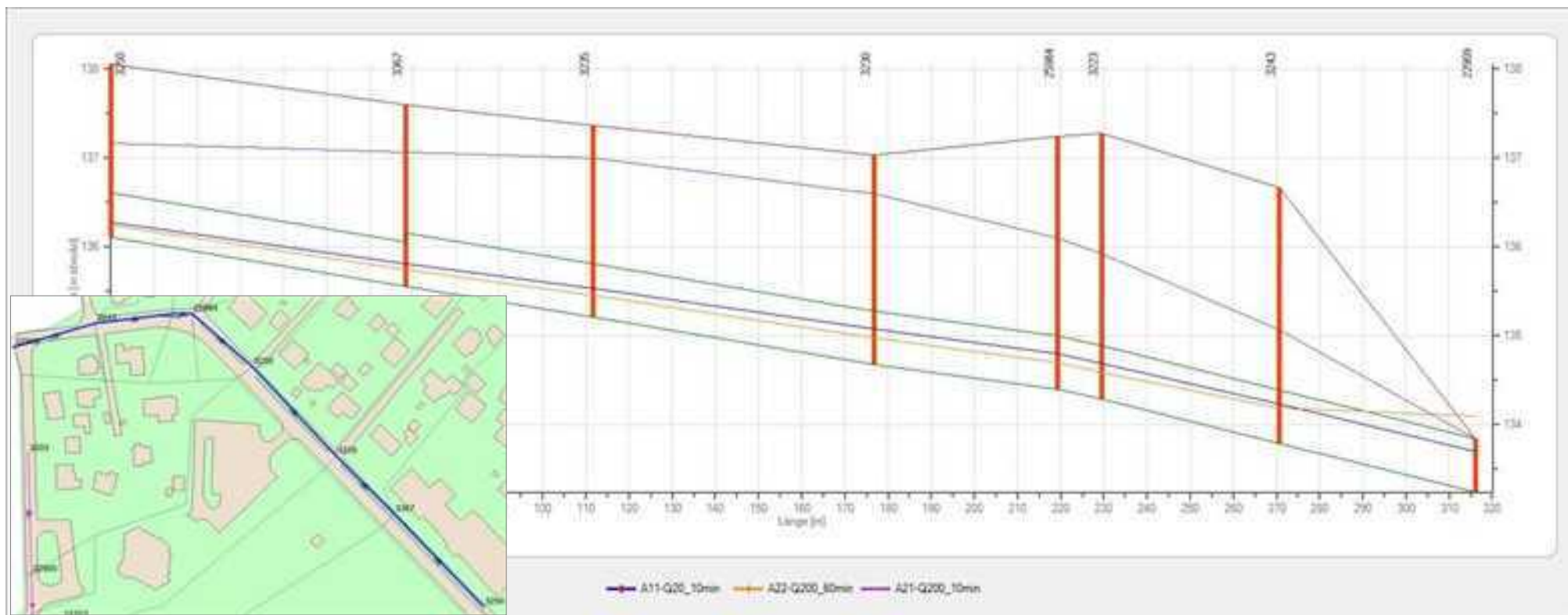
Lengdeprofil sted 11



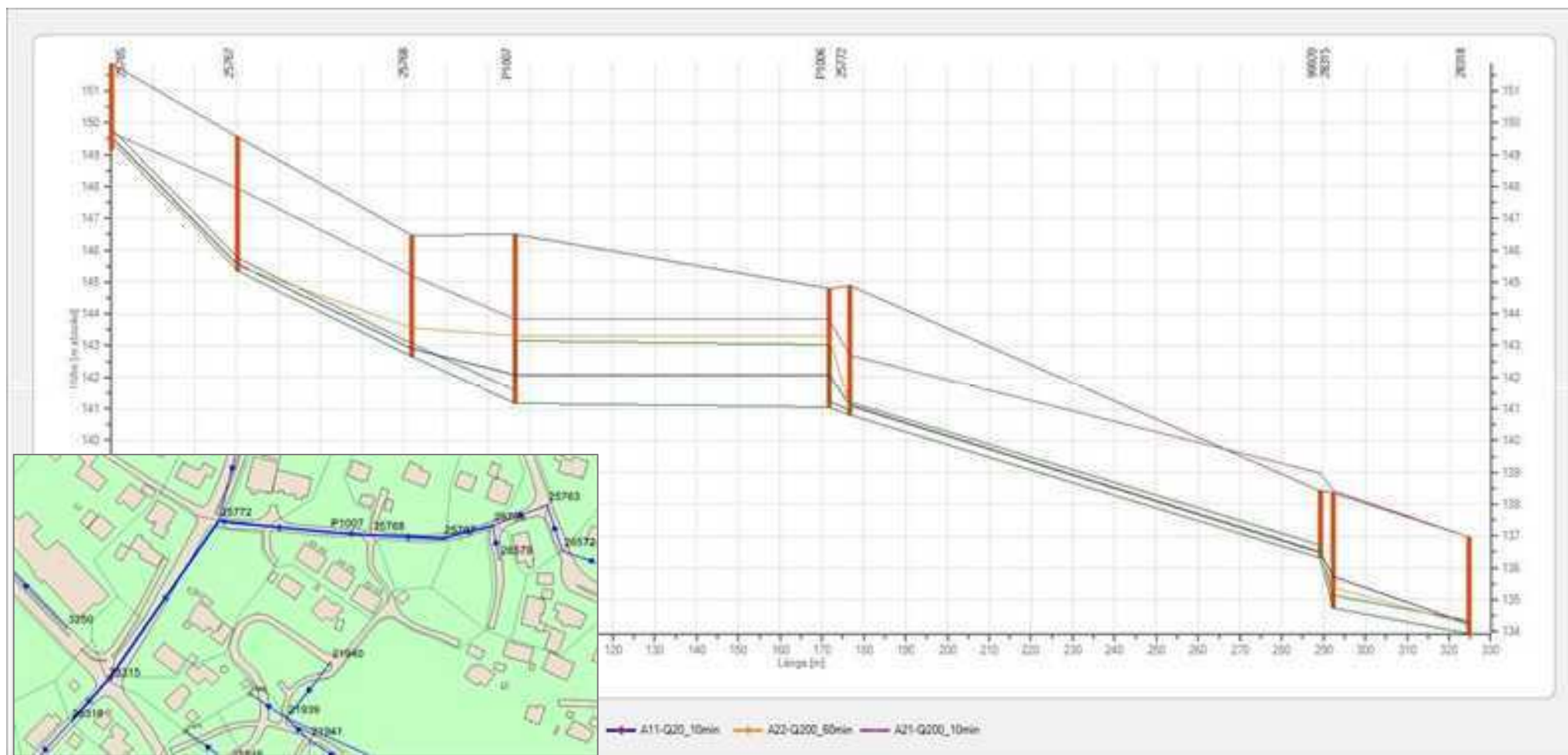
Lengdeprofil sted 14



Lengdeprofil sted 15



Lengdeprofil rørmagasin sted 16



Lengdeprofil rørmagasin sted 18



Vedlegg 6

Kostnadsestimat

2 - Jørpeland

2.1 Tiltak i ledningsnett

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
1	Sted 1: Separering AF i Ryfylkevegen og Ole Th. Barkvedsveg				
1.1	Rørledning D 400	m	460	kr 8.300	kr 3.818.000
1.2	Rørledning D 500	m	395	kr 9.300	kr 3.673.500
1.3	Nedlegging overvannsledning	m	75	kr 55	kr 4.125
Sum					kr 7.495.625
2	Sted 2: Oppdimensjonering i Øvre og Nedre Barkvedvegen				
2.1	Rørledning D 300	m	60	kr 7.400	kr 444.000
2.2	Rørledning D 400	m	160	kr 8.300	kr 1.328.000
2.3	Rørledning D 500	m	95	kr 9.300	kr 883.500
2.4	Rørledning D 600	m	85	kr 10.000	kr 850.000
Sum					kr 3.505.500
3	Sted 3: Oppdimensjonering på Sundagshaugen og i Fjellsvegen				
3.1	Rørledning D 300	m	75	kr 7.400	kr 555.000
3.2	Rørledning D 400	m	70	kr 8.300	kr 581.000
3.3	Rørledning D 500	m	230	kr 9.300	kr 2.139.000
Sum					kr 3.275.000
4	Sted 4: Nybygg ledninger i Fjelltunvegen				
4.1	Rørledning D 400	m	110	kr 8.300	kr 913.000
4.2	Rørledning D 600	m	40	kr 10.000	kr 400.000
4.3	Rørledning D 800	m	120	kr 12.000	kr 1.440.000
4.4	Kum DN 1000	stk	1	kr 18.000	kr 18.000
4.5	Kopling til eksisterende ledning	RS	1	kr 11.000	kr 11.000
4.6	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
4.7	Nedlegging overvannsledning	m	65	kr 55	kr 3.575
Sum					kr 2.791.975
5	Sted 5: Oppdimensjonering på Elgstien og i Elgvegen				
5.1	Rørledning D 300	m	170	kr 7.400	kr 1.258.000
5.2	Rørledning D 500	m	110	kr 9.300	kr 1.023.000
5.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 2.287.400

2 - Jørpeland

2.1 Tiltak i ledningsnett

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
6	Sted 6: Oppdimensjonering og nybygg ledninger i Fjelltunvegen				
6.1	Rørledning D 300	m	25	kr 7.400	kr 185.000
6.2	Rørledning D 400	m	40	kr 8.300	kr 332.000
6.3	Rørledning D 500	m	25	kr 9.300	kr 232.500
6.4	Rørledning D 600	m	60	kr 10.000	kr 600.000
6.5	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 1.355.900
7	Sted 7: Oppdimensjonering og nybygg ledninger i Nygårdsbakken og Nedre Barkvedvegen				
7.1	Rørledning D 300	m	110	kr 7.400	kr 814.000
7.2	Rørledning D 400	m	235	kr 8.300	kr 1.950.500
7.3	Rørledning D 500	m	55	kr 9.300	kr 511.500
7.4	Rørledning D 600	m	40	kr 10.000	kr 400.000
7.5	Rørledning D 800	m	80	kr 12.000	kr 960.000
7.6	Rørledning D 1000	m	155	kr 13.000	kr 2.015.000
7.7	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 6.657.400
8	Sted 8: Oppdimensjonering i Asgautvegen				
8.1	Rørledning D 300	m	30	kr 7.400	kr 222.000
8.2	Rørledning D 400	m	60	kr 8.300	kr 498.000
Sum					kr 720.000
9	Sted 9: Oppdimensjonering i Stålverksvegen				
9.1	Rørledning D 400	m	280	kr 8.300	kr 2.324.000
9.2	Rørledning D 500	m	30	kr 9.300	kr 279.000
9.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 2.609.400
10	Sted 10: Oppdimensjonering på Fjeldebakken				
10.1	Rørledning D 300	m	205	kr 7.400	kr 1.517.000
10.2	Rørledning D 400	m	240	kr 8.300	kr 1.992.000
10.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 3.515.400

2 - Jørpeland

2.1 Tiltak i ledningsnett

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
11	Sted 11: Separering AV i Harevegen og overføring til OV i Marmorvegen				
11.1	Rørledning D 200	m	85	kr 5.300	kr 450.500
11.2	Rørledning D 300	m	125	kr 7.400	kr 925.000
11.3	Rørledning D 400	m	20	kr 8.300	kr 166.000
11.4	Kopling til eksisterende ledning	RS	1	kr 11.000	kr 11.000
11.5	Nedlegging overvannsledning	m	35	kr 55	kr 1.925
Sum					kr 1.554.425
12	Sted 12: Oppdimensjonering i Mellarvegen				
12.1	Rørledning D 300	m	160	kr 7.400	kr 1.184.000
Sum					kr 1.184.000
13	Sted 13: Oppdimensjonering i Bjørne- og Grevlingvegen				
13.1	Rørledning D 300	m	265	kr 7.400	kr 1.961.000
13.3	Rørledning D 400	m	30	kr 8.300	kr 249.000
Sum					kr 2.210.000
14	Sted 14: Oppdimensjonering i Hortensiasvingen				
14.1	Rørledning D 300	m	150	kr 7.400	kr 1.110.000
14.2	Rørledning D 400	m	180	kr 8.300	kr 1.494.000
14.3	Rørledning D 500	m	40	kr 9.300	kr 372.000
14.4	Rørledning D 600	m	120	kr 10.000	kr 1.200.000
14.5	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 4.182.400
15	Sted 15: Oppdimensjonering i Fjelltunvegen				
15.1	Rørledning D 500	m	70	kr 9.300	kr 651.000
15.2	Rørledning D 600	m	250	kr 10.000	kr 2.500.000
15.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 3.157.400
16	Sted 16A : Rørmagasin i Skogstjernevegen og oppdimensjonering i Hellandsvegen				
16.1	Rørledning D 400	m	175	kr 8.300	kr 1.452.500
16.2	Boks-kulvert 2000 x 2000 prefabrikerte elementer	m	75	kr 29.000	kr 2.175.000
16.3	Utløpsbyggverk med strupeventil	RS	1	kr 320.000	kr 320.000
Sum					kr 3.947.500

2 - Jørpeland

2.1 Tiltak i ledningsnett

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
17	Sted 16B : Oppdimensjonering i Skogstjerne-, Hellands- og Langelandsvegen				
17.1	Rørledning D 400	m	40	kr 8.300	kr 332.000
17.2	Rørledning D 500	m	200	kr 9.300	kr 1.860.000
17.3	Rørledning D 600	m	235	kr 10.000	kr 2.350.000
17.4	Rørledning D 800	m	20	kr 12.000	kr 240.000
17.5	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 4.788.400
18	Sted 17A : Oppdimensjonering i Ringblomst-, Tulipanvegen, Irisringen og Krokussvingen, og rørmagasin i Førlandsringen				
18.1	Rørledning D 300	m	80	kr 7.400	kr 592.000
18.2	Rørledning D 400	m	250	kr 8.300	kr 2.075.000
18.3	Rørledning D 600	m	270	kr 10.000	kr 2.700.000
18.4	Rørledning D 1600	m	65	kr 19.000	kr 1.235.000
18.5	Utløpsbyggverk med strupeventil	RS	1	kr 320.000	kr 320.000
18.6	Nedlegging overvannsledning	m	30	kr 55	kr 1.650
Sum					kr 6.923.650
19	Sted 17B : Oppdimensjonering i Ringblomst-, Tulipanvegen, Irisringen, Krokussvingen og Førlandsringen				
19.1	Rørledning D 300	m	80	kr 7.400	kr 592.000
19.2	Rørledning D 400	m	230	kr 8.300	kr 1.909.000
19.3	Rørledning D 500	m	140	kr 9.300	kr 1.302.000
19.4	Rørledning D 600	m	230	kr 10.000	kr 2.300.000
19.5	Rørledning D 800	m	75	kr 12.000	kr 900.000
Sum					kr 7.003.000
20	Sted 18A : Oppdimensjonering i Rådhusgaten og rørmagasin under P-plassen ved kjøpesenteret				
20.1	Rørledning D 300	m	40	kr 7.400	kr 296.000
20.2	Rørledning D 400	m	120	kr 8.300	kr 996.000
20.3	Rørledning D 800	m	350	kr 12.000	kr 4.200.000
20.4	Utløpsbyggverk med strupeventil	RS	1	kr 320.000	kr 320.000
20.5	Nedlegging overvannsledning	m	140	kr 55	kr 7.700
Sum					kr 5.819.700

2 - Jørpeland

2.1 Tiltak i ledningsnett

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
21	Sted 18B : Oppdimensjonering i Rådhusgaten og ut i Fiskåna				
21.1	Rørledning D 400	m	95	kr 8.300	kr 788.500
21.2	Rørledning D 600	m	195	kr 10.000	kr 1.950.000
21.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 2.744.900
22	Sted 19: Separering av AV i Førlandsvegen og overføring til OV ut i Jørpelandsåna				
22.1	Rørledning D 300	m	100	kr 7.400	kr 740.000
22.2	Rørledning D 400	m	140	kr 8.300	kr 1.162.000
22.3	Rørledning D 600	m	50	kr 10.000	kr 500.000
22.4	Rørledning D 800	m	105	kr 12.000	kr 1.260.000
22.5	Nedlegging overvannsledning	m	45	kr 55	kr 2.475
22.6	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 3.670.875
23	Sted 20: Oppdimensjonering i Hestehov vegen				
23.1	Rørledning D 400	m	110	kr 8.300	kr 913.000
23.2	Rørledning D 500	m	190	kr 9.300	kr 1.767.000
23.3	Rørledning D 600	m	130	kr 10.000	kr 1.300.000
Sum					kr 3.980.000
24	Sted 21: Frakopling av Øvre Brauta og oppdimensjonering i Kløver- / Bregne- / Brautavegen				
24.1	Rørledning D 200	m	110	kr 5.300	kr 583.000
24.2	Rørledning D 300	m	55	kr 7.400	kr 407.000
24.3	Rørledning D 400	m	175	kr 8.300	kr 1.452.500
24.4	Rørledning D 500	m	65	kr 9.300	kr 604.500
24.5	Rørledning D 600	m	120	kr 10.000	kr 1.200.000
24.6	Nedlegging overvannsledning	m	185	kr 55	kr 10.175
Sum					kr 4.257.175

2 - Jørpeland

2.1 Tiltak i ledningsnettet

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
25	Sted 22: Separering AF i Dala- og Myrullvegen og utslipp i Jørpelsåna				
25.1	Rørledning D 200	m	30	kr 5.300	kr 159.000
25.2	Rørledning D 300	m	30	kr 7.400	kr 222.000
25.3	Rørledning D 400	m	45	kr 8.300	kr 373.500
25.4	Rørledning D 500	m	180	kr 9.300	kr 1.674.000
25.5	Rørledning D 600	m	295	kr 10.000	kr 2.950.000
25.6	Rørledning D 800	m	140	kr 12.000	kr 1.680.000
25.7	Nedlegging overvannsledning	m	70	kr 55	kr 3.850
25.8	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 7.068.750
26	Sted 23: Oppdimensjonering i Øvre Brauta og overføring til OV i Dalavegen				
26.1	Rørledning D 300	m	75	kr 7.400	kr 555.000
26.2	Rørledning D 400	m	170	kr 8.300	kr 1.411.000
26.3	Rørledning D 500	m	50	kr 9.300	kr 465.000
Sum					kr 2.431.000

2 - Jørpeland

2.1 Tiltak i ledningsnett

Enhet	Mengde	Pris	Sum
-------	--------	------	-----

Samlede kostnader

Riggkostnader (ca. 10%) med / uten rørmagasiner	kr 8468000 / 8244600
Sted 1: Separering AF i Ryfylkevegen og Ole Th. Barkvedsveg	kr 7.495.625
Sted 2: Oppdimensjonering i Øvre og Nedre Barkvedvegen	kr 3.505.500
Sted 3: Oppdimensjonering på Sundagshaugen og i Fjellsvegen	kr 3.275.000
Sted 4: Nybygg ledninger i Fjelltunvegen	kr 2.791.975
Sted 5: Oppdimensjonering på Elgstien og i Elgvegen	kr 2.287.400
Sted 6: Oppdimensjonering og nybygg ledninger i Fjelltunvegen	kr 1.355.900
Sted 7: Oppdimensjonering og nybygg ledninger i Nygårdsbakken og Nedre Barkvedvegen	kr 6.657.400
Sted 8: Oppdimensjonering i Asgautvegen	kr 720.000
Sted 9: Oppdimensjonering i Stålverksvegen	kr 2.609.400
Sted 10: Oppdimensjonering på Fjeldebakken	kr 3.515.400
Sted 11: Separering AV i Harevegen og overføring til OV i Marmorvegen	kr 1.554.425
Sted 12: Oppdimensjonering i Mellarvegen	kr 1.184.000
Sted 13: Oppdimensjonering i Bjørne- og Grevlingvegen	kr 2.210.000
Sted 14: Oppdimensjonering i Hortensiasvingen	kr 4.182.400
Sted 15: Oppdimensjonering i Fjelltunvegen	kr 3.157.400
Sted 16A : Rørmagasin i Skogstjernevegen og oppdimensjonering i Hellandsvegen	kr 3.947.500
Sted 16B : Oppdimensjonering i Skogstjerne-, Hellands- og Langelandsvegen	kr 4.788.400
Sted 17A : Oppdimensjonering i Ringblomst-, Tulipanvegen, Irisringen og Krokusvingen, og rørmagasin i Førlandsringen	kr 6.923.650
Sted 17B : Oppdimensjonering i Ringblomst-, Tulipanvegen, Irisringen, Krokusvingen og Førlandsringen	kr 7.003.000
Sted 18A : Oppdimensjonering i Rådhusgaten og rørmagasin under P-plassen ved kjøpesenteret	kr 5.819.700
Sted 18B : Oppdimensjonering i Rådhusgaten og ut i Fiskåna	kr 2.744.900
Sted 19: Separering av AV i Førlandsvegen og overføring til OV ut i Jørpelandsåna	kr 3.670.875
Sted 20: Oppdimensjonering i Hestehovvegen	kr 3.980.000
Sted 21: Frakopling av Øvre Brauta og oppdimensjonering i Kløver- / Bregne- / Brautavegen	kr 4.257.175
Sted 22: Separering AF i Dala- og Myrullvegen og utslipp i Jørpelandsåna	kr 7.068.750
Sted 23: Oppdimensjonering i Øvre Brauta og overføring til OV i Dalavegen	kr 2.431.000

2 - Jørpeland

2.1 Tiltak i ledningsnett

	Enhet	Mengde	Pris	Sum
<u>Tiltak (med rørmagasiner 16A og 18A)</u>				
Uforutsette utgifter ca. 20%				kr 18.629.600
Planleggingskostnader ca. 10%				kr 9.314.800
Samlet beløp netto, alternativ med rørmagasiner				kr 121.092.200
Merverdiavgift (25 %)				kr 30.273.100
Samlet beløp brutto, alternativ med rørmagasiner				kr 151.365.300
 <u>Tiltak (uten rørmagasiner)</u>				
Uforutsette utgifter ca. 20%				kr 18.138.100
Planleggingskostnader ca. 10%				kr 9.069.100
Samlet beløp netto, alternativ uten rørmagasiner				kr 117.897.700
Merverdiavgift (25 %)				kr 29.474.400
Samlet beløp netto, alternativ uten rørmagasiner				kr 147.372.100

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - lokale tiltak

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
27	Sted a: Flomvei Barkanesvegen				
27.1	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	950	kr 640	kr 608.000
27.2	Renne, kantstein eller lignende	m	90	kr 570	kr 51.300
Sum					kr 659.300
28	Sted b: Flomvei parallelt til Ryfylkevegen og i Ole Th. Barkvedsveg				
28.1	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	60	kr 640	kr 38.400
28.2	Ny kantstein	m	18	kr 570	kr 10.260
28.3	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 266.000	kr 266.000
28.4	Rørledning D 400	m	40	kr 8.300	kr 332.000
28.5	Sikring av utløpsstrekning / energidreper	RS	1	kr 213.000	kr 213.000
28.6	Renne, kantstein eller lignende	m	145	kr 570	kr 82.650
28.7	Utgraving grøft / kanal	m	105	kr 320	kr 33.600
28.8	Bunn- og sidesikring	m ²	120	kr 1.300	kr 156.000
28.9	Kledning av grøft	m ²	195	kr 160	kr 31.200
28.10	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	180	kr 640	kr 115.200
Sum					kr 1.278.310
29	Sted c: Flomvei Spøtahaugen og kryssing av Ryfylkevegen				
29.1	Renne, kantstein eller lignende	m	215	kr 570	kr 122.550
29.2	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	150	kr 640	kr 96.000
29.3	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 266.000	kr 266.000
29.4	Rørledning D 400	m	28	kr 8.300	kr 232.400
29.5	Utgraving grøft / kanal	m	140	kr 320	kr 44.800
29.6	Bunn- og sidesikring	m ²	420	kr 1.300	kr 546.000
Sum					kr 1.307.750
30	Sted d: Vedlikehold av grøft				
30.1	Vedlikehold / utgraving av grøft	m	30	kr 160	kr 4.800
Sum					kr 4.800
31	Sted e: Overføring fra Ovrafjelle til Fjellsåna i grøft				
31.1	Vedlikehold / utgraving av grøft	m	160	kr 160	kr 25.600
31.2	Utgraving grøft / kanal	m	145	kr 320	kr 46.400
31.3	Bunn- og sidesikring	m ²	230	kr 1.300	kr 299.000
31.4	Tetting av stikkrenne	m	5	kr 55	kr 275
31.5	Rørledning D 800	m	70	kr 12.000	kr 840.000
31.6	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	3	kr 6.400	kr 19.200
Sum					kr 1.230.475

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - lokale tiltak

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
32	Sted f: Overføring fra Fjidlebakkane til Fjellsåna i grøft				
32.1	Utgraving grøft / kanal	m	80	kr 320	kr 25.600
32.2	Bunn- og sidesikring	m ²	160	kr 1.300	kr 208.000
32.3	Rørledning D 600	m	8	kr 10.000	kr 80.000
32.4	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 320.000
33	Sted g: Erstatning av kulvert under Ryfylkevegen				
33.1	Riving bru / kulvert	RS	1	kr 213.000	kr 213.000
33.2	Nybygg bru / kulvert	RS	1	kr 2.665.000	kr 2.665.000
33.3	Bunn- og sidesikring	m ²	146	kr 1.300	kr 189.800
Sum					kr 3.067.800
34	(Sted h: Flomvoll eller -mur i Østvollvegen 10B)				
35	Sted i: Nytt bekkeløp fra Kvitemyrkroken til nytt inntak				
35.1	Utgraving grøft / kanal	m	165	kr 320	kr 52.800
35.2	Bunn- og sidesikring	m ²	495	kr 1.300	kr 643.500
35.3	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 320.000	kr 320.000
Sum					kr 1.016.300
36	Sted j: Nytt bekkeløp og flytting av inntaket i Otervegen				
36.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 320.000	kr 320.000
36.2	Rørledning D 1200	m	60	kr 14.000	kr 840.000
36.3	Utgraving grøft / kanal	m	115	kr 320	kr 36.800
36.4	Bunn- og sidesikring	m ²	345	kr 1.300	kr 448.500
Pris					kr 1.645.300
37	Sted k: Vedlikehold av grøft ovenfor Granitt- / Gneisvegen				
37.1	Vedlikehold / utgraving av grøft	m	130	kr 160	kr 20.800
37.2	Bunn- og sidesikring	m ²	40	kr 1.300	kr 52.000
Sum					kr 72.800
38	Sted l: Vedlikehold av grøft og erstatning av kulvert ved Leitevegen				
38.1	Vedlikehold / utgraving av grøft	m	140	kr 160	kr 22.400
38.2	Rørledning D 500	m	30	kr 9.300	kr 279.000
38.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 307.800

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - lokale tiltak

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
39	Sted m: Flomvoller Klovsteinsbekken ved Leitevegen				
39.1	Rydding av anleggsområdet og fjerning av vegetasjon	m ²	850	kr 110	kr 93.500
39.2	Utgraving for skråningssikring og fundamentering	m ³	69	kr 320	kr 22.000
39.3	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	710	kr 370	kr 262.700
39.4	Skråningssikring	m ³	47	kr 1.300	kr 60.775
39.5	Filterlag, tykkelse ≥ 25 cm	m ³	22	kr 530	kr 11.660
Sum					kr 450.635
40	Sted n: Avskjæringsgrøft ovenfor Røslungsvingen vedlikeholdes				
40.1	Vedlikehold / utgraving av grøft	m	240	kr 160	kr 38.400
Sum					kr 38.400
41	Sted o: Flomvoll ved inntaket i Fullshammarsvingen				
41.1	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	45	kr 370	kr 16.650
41.2	Skråningssikring	m ³	25	kr 1.300	kr 32.500
Sum					kr 49.150
42	Sted p: Nytt inntak ved Fullshammarvegen				
42.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 266.000	kr 266.000
Sum					kr 266.000
43	Sted q: Fordrøyningsmagasin (åpent) ved Fullshammarvegen				
43.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 320.000	kr 320.000
43.2	Terrengtilpasninger	m ²	350	kr 110	kr 38.500
43.3	Rørledning D 600	m	8	kr 10.000	kr 80.000
43.4	Rydding av anleggsområdet	m ²	1.550	kr 55	kr 85.250
43.5	Masseuttak fordrøyningsmagasin	m ³	3.875	kr 320	kr 1.240.000
43.6	Kledning av grop	m ²	1.550	kr 160	kr 248.000
43.7	Utgraving for skråningssikring og fundamentering	m ³	225	kr 320	kr 72.000
43.8	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	1.575	kr 370	kr 582.750
43.9	Drensledning for drenerings- og infiltrasjonsgrøft	m	90	kr 160	kr 14.400
43.10	Grus for drensledning	m ³	180	kr 270	kr 48.600
43.11	Tappeluks med avløpsbegrenser 225 l/s	RS	1	kr 640.000	kr 640.000
43.12	Flomavlastning	RS	1	kr 533.000	kr 533.000
43.13	Rørledning D 250	m	30	kr 6.300	kr 189.000
Sum					kr 4.091.500
44	(Sted r: Kanal gjennom hage)				

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - lokale tiltak

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
45	Sted s: Flomvoll eller -mur i Kornblomstvegen				
45.1	Rydding av anleggsområdet	m ²	45	kr 55	kr 2.475
45.2	Utgraving for skråningssikring og fundamentering	m ³	23	kr 320	kr 7.200
45.3	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	45	kr 370	kr 16.650
45.4	Skråningssikring	m ³	15	kr 1.300	kr 19.500
Sum					kr 45.825
46	Sted t: Flomvoll i Rådhusgaten				
46.1	Rydding av anleggsområdet	m ²	60	kr 55	kr 3.300
46.2	Utgraving for skråningssikring og fundamentering	m ³	15	kr 320	kr 4.800
46.3	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	60	kr 370	kr 22.200
46.4	Skråningssikring	m ³	15	kr 1.300	kr 19.500
Sum					kr 49.800
47	Sted u: Flomvei Svarthølsvegen				
47.1	Rydding av anleggsområdet	m ²	355	kr 55	kr 19.525
47.2	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	195	kr 370	kr 72.150
47.3	Utgraving grøft / kanal	m	60	kr 320	kr 19.200
Sum					kr 110.875
48	Sted v: Kryssing av Ryfylkevegen og flomvoller på Tungland				
48.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 266.000	kr 266.000
48.2	Rørledning D 800	m	60	kr 12.000	kr 720.000
48.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
48.4	Rydding av anleggsområdet	m ²	450	kr 55	kr 24.750
48.5	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	135	kr 370	kr 49.950
Sum					kr 1.067.100
49	Sted w: Ny kulvert under Nedre Barkvedvegen				
49.1	Riving bru / kulvert	RS	1	kr 213.000	kr 213.000
49.2	Nybygg bru / kulvert	RS	1	kr 2.665.000	kr 2.665.000
49.3	Bunn- og sidesikring	m ²	100	kr 1.300	kr 130.000
Sum					kr 3.008.000
50	Sted x: Mur ved inntaket på Fjeldebakken				
50.1	Flommur	m	15	kr 11.000	kr 165.000
Sum					kr 165.000

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - lokale tiltak

Enhet	Mengde	Pris	Sum
-------	--------	------	-----

Samlede kostnader

Riggkostnader (ca. 10%)	kr 2.025.300
Sted a: Flomvei Barkanesvegen	kr 659.300
Sted b: Flomvei parallelt til Ryfylkevegen og i Ole Th. Barkvedsveg	kr 1.278.310
Sted c: Flomvei Spøtahaugen og kryssing av Ryfylkevegen	kr 1.307.750
Sted d: Vedlikehold av grøft	kr 4.800
Sted e: Overføring fra Ovrafjelle til Fjellsåna i grøft	kr 1.230.475
Sted f: Overføring fra Fjidlebakkane til Fjellsåna i grøft	kr 320.000
Sted g: Erstatning av kulvert under Ryfylkevegen	kr 3.067.800
(Sted h: Flomvoll eller -mur i Østvollvegen 10B)	
Sted i: Nytt bekkeløp fra Kvitemyrkroken til nytt inntak	kr 1.016.300
Sted j: Nytt bekkeløp og flytting av inntaket i Otervegen	kr 1.645.300
Sted k: Vedlikehold av grøft ovenfor Granitt- / Gneisvegen	kr 72.800
Sted l: Vedlikehold av grøft og erstatning av kulvert ved Leitevegen	kr 307.800
Sted m: Flomvoller Klovsteinsbekken ved Leitevegen	kr 450.635
Sted n: Avskjæringsgrøft ovenfor Røslungsvingen vedlikeholdes	kr 38.400
Sted o: Flomvoll ved inntaket i Fullshammarsvingen	kr 49.150
Sted p: Nytt inntak ved Fullshammarvegen	kr 266.000
Sted q: Fordrøyningsmagasin (åpent) ved Fullshammarvegen	kr 4.091.500
(Sted r: Kanal gjennom hage)	
Sted s: Flomvoll eller -mur i Kornblomstvegen	kr 45.825
Sted t: Flomvoll i Rådhusgaten	kr 49.800
Sted u: Flomvei Svarthølsvegen	kr 110.875
Sted v: Kryssing av Ryfylkevegen og flomvoller på Tungland	kr 1.067.100
Sted w: Ny kulvert under Nedre Barkvedvegen	kr 3.008.000
Sted x: Mur ved inntaket på Fjeldebakken	kr 165.000
Uforutsette utgifter ca. 20%	kr 4.455.600
Planleggingskostnader ca. 10%	kr 2.227.800
Samlet beløp netto	kr 28.961.600
Merverdiavgift (25 %)	kr 7.240.400
Samlet beløp brutto	kr 36.202.000

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - avskjæringsgrøft nord alt. 1 og nordøst

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
51	Avskjæringsgrøft nord, alternativ 1				
51.1	Rydding av anleggsområdet og fjerning av vegetasjon	m ²	14.400	110 kr	1.584.000 kr
51.2	Skjæring	m ³	17.400	430 kr	7.482.000 kr
51.3	Skråningssikring	m ³	900	1.300 kr	1.170.000 kr
51.4	Utgraving grøft / kanal	m	9.500	320 kr	3.040.000 kr
51.5	Bunn- og sidesikring	m ²	5.000	1.300 kr	6.500.000 kr
51.6	Filterlag, tykkelse ≥ 25 cm	m ³	1.250	530 kr	662.500 kr
51.7	Terrengoppfylling	m ³	5.210	210 kr	1.094.100 kr
51.8	Fylling driftsvei, grus, frostsikker	m ³	2.400	320 kr	768.000 kr
51.9	Bygging av driftsvei med kjørefest dekke	m ²	5.130	210 kr	1.077.300 kr
51.10	Dekklag driftsvei (grus, singel)	m ²	5.130	27 kr	138.510 kr
51.11	Grunnundersøkelser	RS	1	373.000 kr	373.000 kr
Sum					23.889.410 kr
52	Avskjæringsgrøft nordøst				
52.1	Rydding av anleggsområdet og fjerning av vegetasjon	m ²	13.100	110 kr	1.441.000 kr
52.2	Skjæring	m ³	85.700	430 kr	36.851.000 kr
52.3	Skråningssikring	m ³	5.500	1.300 kr	7.150.000 kr
52.4	Utgraving grøft / kanal	m	8.700	320 kr	2.784.000 kr
52.5	Bunn- og sidesikring	m ²	4.000	1.300 kr	5.200.000 kr
52.6	Filterlag, tykkelse ≥ 25 cm	m ³	1.000	530 kr	530.000 kr
52.7	Terrengoppfylling	m ³	60	210 kr	12.600 kr
52.8	Fylling driftsvei, grus, frostsikker	m ³	490	320 kr	156.800 kr
52.9	Bygging av driftsvei med kjørefest dekke	m ²	1.050	210 kr	220.500 kr
52.10	Dekklag driftsvei (grus, singel)	m ²	1.050	27 kr	28.350 kr
52.11	Grunnundersøkelser	RS	1	373.000 kr	373.000 kr
Sum					54.747.250 kr
53	Flomtunnel til Jørpelandsåna				
53.1	Utgraving av byggegruve inkl. meisling av fjell	m ³	300	850 kr	255.000 kr
53.2	Inntakskonstruksjon	RS	1	959.000 kr	959.000 kr
53.3	Tunnelrør DN 1400	m	390	10.000 kr	3.900.000 kr
53.4	Boring DN 1400	m	390	12.000 kr	4.680.000 kr
53.5	Fortetting av sementemulsjon	RS	1	80.000 kr	80.000 kr
53.6	Sikring av utløpsstrekning / energidreper	RS	1	213.000 kr	213.000 kr
53.7	Installasjoner (rist, stengeanordning, mm.)	RS	1	266.000 kr	266.000 kr
53.8	Grunnundersøkelser	RS	1	373.000 kr	373.000 kr
Sum					10.726.000 kr

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - avskjæringsgrøft nord alt. 1 og nordøst

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
27	Sted a: Flomvei Barkanesvegen				
27.1	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	950	640 kr	608.000 kr
27.2	Renne, kantstein eller lignende	m	90	570 kr	51.300 kr
Sum					659.300 kr
28	Sted b: Flomvei parallelt til Ryfylkevegen og i Ole Th. Barkvedsveg				
28.1	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	60	640 kr	38.400 kr
28.2	Ny kantstein	m	18	570 kr	10.260 kr
28.3	Inntakskonstruksjon	RS	1	266.000 kr	266.000 kr
28.4	Rørledning D 400	m	40	8.300 kr	332.000 kr
28.5	Sikring av utløpsstrekning / energidreper	RS	1	213.000 kr	213.000 kr
28.6	Renne, kantstein eller lignende	m	145	570 kr	82.650 kr
28.7	Utgraving grøft / kanal	m	105	320 kr	33.600 kr
28.8	Bunn- og sidesikring	m ²	120	1.300 kr	156.000 kr
28.9	Kledning av grøft	m ²	195	160 kr	31.200 kr
28.10	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	180	640 kr	115.200 kr
Sum					1.278.310 kr
29	Sted c: Flomvei Spøtahaugen og kryssing av Ryfylkevegen				
29.1	Renne, kantstein eller lignende	m	215	570 kr	122.550 kr
29.2	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	150	640 kr	96.000 kr
29.3	Inntakskonstruksjon	RS	1	266.000 kr	266.000 kr
29.4	Rørledning D 400	m	28	8.300 kr	232.400 kr
29.5	Utgraving grøft / kanal	m	140	320 kr	44.800 kr
29.6	Bunn- og sidesikring	m ²	420	1.300 kr	546.000 kr
Sum					1.307.750 kr
30	Sted d: Vedlikehold av grøft				
30.1	Vedlikehold / utgraving av grøft	m	30	160 kr	4.800 kr
Sum					4.800 kr
33	Sted g: Erstatning av kulvert under Ryfylkevegen				
33.1	Riving bru / kulvert	RS	1	213.000 kr	213.000 kr
33.2	Nybygg bru / kulvert	RS	1	2.665.000 kr	2.665.000 kr
33.3	Bunn- og sidesikring	m ²	146	1.300 kr	189.800 kr
Sum					3.067.800 kr

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - avskjæringsgrøft nord alt. 1 og nordøst

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
35	Sted i: Nytt bekkeløp fra Kvitemyrkroken til nytt inntak				
35.1	Utgraving grøft / kanal	m	165	320 kr	52.800 kr
35.2	Bunn- og sidesikring	m ²	495	1.300 kr	643.500 kr
35.3	Inntakskonstruksjon	RS	1	320.000 kr	320.000 kr
Sum					1.016.300 kr
36	Sted j: Nytt inntak i Otervegen				
36.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	320.000 kr	320.000 kr
36.2	Bunn- og sidesikring	m ²	10	1.300 kr	13.000 kr
Sum					333.000 kr
38	Sted l: Vedlikehold av grøft og erstatning av kulvert ved Leitevegen				
38.1	Vedlikehold / utgraving av grøft	m	140	160 kr	22.400 kr
38.2	Rørledning D 500	m	30	9.300 kr	279.000 kr
38.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	6.400 kr	6.400 kr
Sum					307.800 kr
42	Sted p: Nytt inntak ved Fullshammarvegen				
42.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	266.000 kr	266.000 kr
Sum					266.000 kr
43	Sted q: Terrengendringer og rister / inntak ved Fullshammarvegen				
43.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	266.000 kr	266.000 kr
43.2	Terrengtilpasninger	m ²	350	110 kr	38.500 kr
Sum					304.500 kr
47	Sted u: Flomvei Tunglandsvegen				
47.1	Rydding av anleggsområdet	m ²	355	55 kr	19.525 kr
47.2	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	195	370 kr	72.150 kr
47.3	Utgraving grøft / kanal	m	60	320 kr	19.200 kr
Sum					110.875 kr

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - avskjæringsgrøft nord alt. 1 og nordøst

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
48	Sted v: Kryssing av Ryfylkevegen og flomvoll på Tungland				
48.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	266.000 kr	266.000 kr
48.2	Rørledning D 800	m	60	12.000 kr	720.000 kr
48.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	6.400 kr	6.400 kr
48.4	Rydding av anleggsområdet	m ²	450	55 kr	24.750 kr
48.5	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	135	370 kr	49.950 kr
Sum					1.067.100 kr
49	Sted w: Nye kulverter nedre del Fjellsåna				
49.1	Riving bru / kulvert	RS	3	213.000 kr	639.000 kr
49.2	Nybygg bru / kulvert	RS	2	2.665.000 kr	5.330.000 kr
49.3	Rørledning D 2000	m	7	24.000 kr	168.000 kr
49.4	Bunn- og sidesikring	m ²	200	1.300 kr	260.000 kr
Sum					6.397.000 kr

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - avskjæringsgrøft nord alt. 1 og nordøst

Enhet	Mengde	Pris	Sum
-------	--------	------	-----

Samlede kostnader

Riggkostnader (ca. 10%)	10.548.300 kr
Avskjæringsgrøft nord, alternativ 1	23.889.410 kr
Avskjæringsgrøft nordøst	54.747.250 kr
Flomtunnel til Jørpelandsåna	10.726.000 kr
Sted a: Flomvei Barkanesvegen	659.300 kr
Sted b: Flomvei parallelt til Ryfylkevegen og i Ole Th. Barkvedsveg	1.278.310 kr
Sted c: Flomvei Spøtahaugen og kryssing av Ryfylkevegen	1.307.750 kr
Sted d: Vedlikehold av grøft	4.800 kr
Sted g: Erstatning av kulvert under Ryfylkevegen	3.067.800 kr
Sted i: Nytt bekkeløp fra Kvitemyrkroken til nytt inntak	1.016.300 kr
Sted j: Nytt inntak i Otervegen	333.000 kr
Sted l: Vedlikehold av grøft og erstatning av kulvert ved Leitevegen	307.800 kr
Sted p: Nytt inntak ved Fullshammarvegen	266.000 kr
Sted q: Terrengendringer og rister / inntak ved Fullshammarvegen	304.500 kr
Sted u: Flomvei Tunglandsvegen	110.875 kr
Sted v: Kryssing av Ryfylkevegen og flomvoll på Tungland	1.067.100 kr
Sted w: Nye kulverter nedre del Fjellsåna	6.397.000 kr
Uforutsette utgifter ca. 20%	23.206.300 kr
Planleggingskostnader ca. 10%	11.603.100 kr
Samlet beløp netto	150.840.900 kr
Merverdiavgift (25 %)	37.710.200 kr
Samlet beløp brutto	188.551.100 kr

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - avskjæringsgrøft nord alt. 2 og nordøst

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
54	Avskjæringsgrøft nord, alternativ 2				
54.1	Rydding av anleggsområdet og fjerning av vegetasjon	m ²	18.600	kr 110	kr 2.046.000
54.2	Skjæring	m ³	51.000	kr 430	kr 21.930.000
54.3	Skråningssikring	m ³	2.500	kr 1.300	kr 3.250.000
54.4	Utgraving grøft / kanal	m	13.800	kr 320	kr 4.416.000
54.5	Bunn- og sidesikring	m ²	3.600	kr 1.300	kr 4.680.000
54.6	Filterlag, tykkelse ≥ 25 cm	m ³	900	kr 530	kr 477.000
54.7	Terrengoppfylling	m ³	4.880	kr 210	kr 1.024.800
54.8	Fylling driftsvei, grus, frostsikker	m ³	1.600	kr 320	kr 512.000
54.9	Bygging av driftsvei med kjørefest dekke	m ²	3.420	kr 210	kr 718.200
54.10	Dekklag driftsvei (grus, singel)	m ²	3.420	kr 27	kr 92.340
54.11	Grunnundersøkelser	RS	1	kr 373.000	kr 373.000
Sum					kr 39.519.340
52	Avskjæringsgrøft nordøst				
52.1	Rydding av anleggsområdet og fjerning av vegetasjon	m ²	13.100	kr 110	kr 1.441.000
52.2	Skjæring	m ³	85.700	kr 430	kr 36.851.000
52.3	Skråningssikring	m ³	5.500	kr 1.300	kr 7.150.000
52.4	Utgraving grøft / kanal	m	8.700	kr 320	kr 2.784.000
52.5	Bunn- og sidesikring	m ²	4.000	kr 1.300	kr 5.200.000
52.6	Filterlag, tykkelse ≥ 25 cm	m ³	1.000	kr 530	kr 530.000
52.7	Terrengoppfylling	m ³	60	kr 210	kr 12.600
52.8	Fylling driftsvei, grus, frostsikker	m ³	490	kr 320	kr 156.800
52.9	Bygging av driftsvei med kjørefest dekke	m ²	1.050	kr 210	kr 220.500
52.10	Dekklag driftsvei (grus, singel)	m ²	1.050	kr 27	kr 28.350
52.11	Grunnundersøkelser	RS	1	kr 373.000	kr 373.000
Sum					kr 54.747.250
53	Flomtunnel til Jørpelandsåna				
53.1	Utgraving av byggegrube inkl. meisling av	m ³	300	kr 850	kr 255.000
53.2	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 959.000	kr 959.000
53.3	Tunnelrør DN 1400	m	390	kr 10.000	kr 3.900.000
53.4	Boring DN 1400	m	390	kr 12.000	kr 4.680.000
53.5	Fortetting av sementemulsjon	RS	1	kr 80.000	kr 80.000
53.6	Sikring av utløpsstrekning / energidreper	RS	1	kr 213.000	kr 213.000
53.7	Installasjoner (rist, stengeanordning, mm.)	RS	1	kr 266.000	kr 266.000
53.8	Grunnundersøkelser	RS	1	kr 373.000	kr 373.000
Sum					kr 10.726.000

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - avskjæringsgrøft nord alt. 2 og nordøst

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
27	Sted a: Flomvei Barkanesvegen				
27.1	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	950	kr 640	kr 608.000
27.2	Renne, kantstein eller lignende	m	90	kr 570	kr 51.300
Sum					kr 659.300
28	Sted b: Flomvei parallelt til Ryfylkevegen og i Ole Th. Barkvedsveg				
28.1	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	60	kr 640	kr 38.400
28.2	Ny kantstein	m	18	kr 570	kr 10.260
28.3	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 266.000	kr 266.000
28.4	Rørledning D 400	m	40	kr 8.300	kr 332.000
28.5	Sikring av utløpsstrekning / energidreper	RS	1	kr 213.000	kr 213.000
28.6	Renne, kantstein eller lignende	m	145	kr 570	kr 82.650
28.7	Utgraving grøft / kanal	m	105	kr 320	kr 33.600
28.8	Bunn- og sidesikring	m ²	120	kr 1.300	kr 156.000
28.9	Kledning av grøft	m ²	195	kr 160	kr 31.200
28.10	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	180	kr 640	kr 115.200
Sum					kr 1.278.310
29	Sted c: Flomvei Spøtahaugen og kryssing av Ryfylkevegen				
29.1	Renne, kantstein eller lignende	m	215	kr 570	kr 122.550
29.2	Veiriving- og gjenoppbygging	m ²	150	kr 640	kr 96.000
29.3	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 266.000	kr 266.000
29.4	Rørledning D 400	m	28	kr 8.300	kr 232.400
29.5	Utgraving grøft / kanal	m	140	kr 320	kr 44.800
29.6	Bunn- og sidesikring	m ²	420	kr 1.300	kr 546.000
Sum					kr 1.307.750
30	Sted d: Vedlikehold av grøft				
30.1	Vedlikehold / utgraving av grøft	m	30	kr 160	kr 4.800
Sum					kr 4.800
31	Sted e: Overføring fra Ovrafjelle til Fjellsåna i grøft				
31.1	Vedlikehold / utgraving av grøft	m	160	kr 160	kr 25.600
31.2	Utgraving grøft / kanal	m	145	kr 320	kr 46.400
31.3	Bunn- og sidesikring	m ²	230	kr 1.300	kr 299.000
31.4	Tetting av stikkrenne	m	5	kr 55	kr 275
31.5	Rørledning D 800	m	70	kr 12.000	kr 840.000
31.6	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	3	kr 6.400	kr 19.200
Sum					kr 1.230.475

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - avskjæringsgrøft nord alt. 2 og nordøst

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
32	Sted f: Overføring fra Fjidlebakkane til Fjellsåna i grøft				
32.1	Utgraving grøft / kanal	m	80	kr 320	kr 25.600
32.2	Bunn- og sidesikring	m ²	160	kr 1.300	kr 208.000
32.3	Rørledning D 600	m	8	kr 10.000	kr 80.000
32.4	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 320.000
33	Sted g: Erstatning av kulvert under Ryfylkevegen				
33.1	Riving bru / kulvert	RS	1	kr 213.000	kr 213.000
33.2	Nybygg bru / kulvert	RS	1	kr 2.665.000	kr 2.665.000
33.3	Bunn- og sidesikring	m ²	146	kr 1.300	kr 189.800
Sum					kr 3.067.800
35	Sted i: Nytt bekkeløp fra Kvitemyrkroken til nytt inntak				
35.1	Utgraving grøft / kanal	m	165	kr 320	kr 52.800
35.2	Bunn- og sidesikring	m ²	495	kr 1.300	kr 643.500
35.3	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 320.000	kr 320.000
Sum					kr 1.016.300
36	Sted j: Nytt inntak i Otervegen				
36.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 320.000	kr 320.000
36.2	Bunn- og sidesikring	m ²	10	kr 1.300	kr 13.000
Sum					kr 333.000
38	Sted l: Vedlikehold av grøft og erstatning av kulvert ved Leitevegen				
38.1	Vedlikehold / utgraving av grøft	m	140	kr 160	kr 22.400
38.2	Rørledning D 500	m	30	kr 9.300	kr 279.000
38.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
Sum					kr 307.800
42	Sted p: Nytt inntak ved Fullshammarvegen				
42.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 266.000	kr 266.000
Sum					kr 266.000
43	Sted q: Terrengendringer og rister / inntak ved Fullshammarvegen				
43.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 266.000	kr 266.000
43.2	Terrengtilpasninger	m ²	350	kr 110	kr 38.500
Sum					kr 304.500

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - avskjæringsgrøft nord alt. 2 og nordøst

		Enhet	Mengde	Pris	Sum
47	Sted u: Flomvei Svarthølsvegen				
47.1	Rydding av anleggsområdet	m ²	355	kr 55	kr 19.525
47.2	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	195	kr 370	kr 72.150
47.3	Utgraving grøft / kanal	m	60	kr 320	kr 19.200
Sum					kr 110.875
48	Sted v: Kryssing av Ryfylkevegen og flomvoller på Tungland				
48.1	Inntakskonstruksjon	RS	1	kr 266.000	kr 266.000
48.2	Rørledning D 800	m	60	kr 12.000	kr 720.000
48.3	Sikring utløp med plasserte steiner	RS	1	kr 6.400	kr 6.400
48.4	Rydding av anleggsområdet	m ²	450	kr 55	kr 24.750
48.5	Fylling flomvoll, lagvis komprimering	m ³	135	kr 370	kr 49.950
Sum					kr 1.067.100

2 - Jørpeland

2.2 Tiltak for sikring mot Q200 - avskjæringsgrøft nord alt. 2 og nordøst

Enhet	Mengde	Pris	Sum
-------	--------	------	-----

Samlede kostnader

Riggkostnader (ca. 10%)	kr 11.626.700
Avskjæringsgrøft nord, alternativ 2	kr 39.519.340
Avskjæringsgrøft nordøst	kr 54.747.250
Flomtunnel til Jørpelandsåna	kr 10.726.000
Sted a: Flomvei Barkanesvegen	kr 659.300
Sted b: Flomvei parallelt til Ryfylkevegen og i Ole Th. Barkvedsveg	kr 1.278.310
Sted c: Flomvei Spøtahaugen og kryssing av Ryfylkevegen	kr 1.307.750
Sted d: Vedlikehold av grøft	kr 4.800
Sted e: Overføring fra Ovråfjelle til Fjellsåna i grøft	kr 1.230.475
Sted f: Overføring fra Fjidlebakkane til Fjellsåna i grøft	kr 320.000
Sted g: Erstatning av kulvert under Ryfylkevegen	kr 3.067.800
Sted i: Nytt bekkeløp fra Kvitemyrkroken til nytt inntak	kr 1.016.300
Sted j: Nytt inntak i Otervegen	kr 333.000
Sted l: Vedlikehold av grøft og erstatning av kulvert ved Leitevegen	kr 307.800
Sted p: Nytt inntak ved Fullshammarvegen	kr 266.000
Sted q: Terrengendringer og rister / inntak ved Fullshammarvegen	kr 304.500
Sted u: Flomvei Svarthølsvegen	kr 110.875
Sted v: Kryssing av Ryfylkevegen og flomvoller på Tungland	kr 1.067.100
Uforutsette utgifter ca. 20%	kr 25.578.700
Planleggingskostnader ca. 10%	kr 12.789.300
Samlet beløp netto	kr 166.261.300
Merverdiavgift (25 %)	kr 41.565.300
Samlet beløp brutto	kr 207.826.600