

Oppdragsgiver	Navn Furutangen Utvikling AS	Kontaktperson Jan Skogheim
Oppdrag	Nummer og navn 21502 Åmot, Furutangen overordnet plan for overvannshåndtering	Oppdragsleder Ingrid Alne
Dokument	Nummer 21502-01-1 Utført av Ingrid Alne	Dato 2021-12-17 Kontrollert av Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	17.12.2021	IA	PR	Versjon 1

Overordnet plan for overvannshåndtering for Furutangen

Sammendrag

I forbindelse med detaljregulering av Tjennstuåsen og Tanghøgda, er Skred AS forespurt om å utføre en overordnet vurdering av overvannshåndtering for hele Furutangen hytteområde med hensyn på resipientene.

Det er gitt overordnede føringer for overvannshåndtering for nye utbyggingsområder. Det er gjort en vurdering av kapasiteten til resipientene av utbyggingsområdene på Furutangen, som i hovedsak er Granåsbekken og Bruråsbekken. Resipientene anses å ha god kapasitet i nedre del og vil ikke påvirkes i stor grad av en eventuell økning i avrenning. Bekkene som renner gjennom planområdet er små og man vil derfor få en relativt stor påvirkning der det er kort responstid. Det er derfor viktig å sikre gode løsninger for håndtering av overvann lokalt i de nye utbyggingsområdene samtidig som man sikrer at nedstrøms kryssinger som kan påvirke bebyggelse har tilstrekkelig kapasitet for dimensjonerende flom, som er 200-årsflom + 40 % klimapåslag.

Det er anbefalt at områder som drenerer til Granåsbekken fordrøyer lokalt slik at dagens avrenning ikke øker opptil minimum 10-års gjentakintervall. Fordrøyning bør utføres i åpne, felles løsninger der det er mulig, for eksempel i forbindelse med veikryssinger eller naturlige lavbrekk. Området på Tjennstuåsen som drenerer til Bruråsbekken anses å få tilstrekkelig fordrøyning i de to tjernene i øvre del, slik at bekken ikke vil påvirkes lenger ned.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Befaring	4
1.3	Forbehold	4
2	Regelverk og føringer	5
2.1	Overvannshåndtering	5
2.1.1	Regelverk	5
2.1.2	Statlig planretningslinje (SPR) for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning	5
2.1.3	Kommuneplanens arealdel	6
2.1.4	Overordnet strategi for overvannshåndtering	6
3	Beskrivelse av området	7
3.1	Vassdrag og flomveier	8
3.1.1	Gjennomgående bekker	9
3.1.2	Nedstrøms forhold	10
3.2	Grunnforhold	11
4	Vurdering av resipienter i og nedstrøms planområdet	12
4.1	Beskrivelse av nedbørfelt	12
4.1.1	Gjennomgående bekker	12
4.1.2	Granåsbekken og Bruråsbekken	12
4.2	Flomberegning med utvalgte metoder for Granåsbekken og Bruråsbekken	14
4.2.1	Vannføringsstasjoner og flomfrekvensanalyse	14
4.2.2	Flomformler for små nedbørfelt	15
4.2.3	Klimaframskrivninger	16
4.2.4	Vurdering av resultater og dimensjonerende vannføring	16
4.3	Vannføring i gjennomgående bekker	17
4.4	Vurdering av kritiske punkt	17
5	Overvannshåndtering	20
5.1	Planlagte tiltak	20
5.2	Mål og strategi	21
5.2.1	Trinn 1 – Mindre nedbørhendelser	21
5.2.2	Trinn 2 – Forsinkelse og fordrøyning	21
5.2.3	Trinn 3 – Flomveier	21
5.3	Overvannsmengder fra nye utbygginger	22
5.3.1	Tjennstuåsen	22
5.3.2	Tanghøgda	23
5.4	Vurdering av behov for fordrøyning	25
5.4.1	Tjennstuåsen	25
5.4.2	Tanghøgda	25

6	Anbefalinger for håndtering av overvann.....	26
7	Referanser	28

Figurer

Figur 1: Lokaliseringen av planområdet ved Furutangen i Åmot kommune.	4
Figur 2: Illustrasjon av treleddsstrategien (miljokommune.no).	6
Figur 3: Oversiktskart over planområdet	7
Figur 4: Bekker, flomveier og kritiske punkt i området.....	8
Figur 5: Bekk 1 like etter avskjæringen (venstre) og ved nytt hyttefelt (høyre).....	9
Figur 6: Bekk 2 (venstre) og bekk 3 (høyre) ved henholdsvis Fuglåsveien og Granåsveien.	9
Figur 7: Granåsbekken og Bruråsbekken nedstrøms planområdet.	10
Figur 8: Løsmassekart fra NGU for området.	11
Figur 9: Nedbørfelt for de tre største bekkeløpene i planområdet.	12
Figur 10: Nedbørfelt for Granåsbekken og Bruråsbekken.	13
Figur 11: Hypsografisk kurve for de vurderte stasjonene og Granåsbekken.....	14
Figur 12: Lokasjon til vurderte vannføringsstasjoner.....	15
Figur 13: Registrerte stikkrenner med målt dimensjon. De to minste har to med samme dimensjon.	18
Figur 14: Stikkrenne nedstrøms Tjennstuåsen som bør utbedres.	19
Figur 15: Stikkrenne under Bjørkevegen, før utløpet av Granåsbekken i Nordre Osa.	19
Figur 16: Planlagte tiltak med flomveier.	20
Figur 17: Fordeling av avrenning fra det nye utbyggingsområdet på Tjennstuåsen.	22
Figur 18: Fordeling av avrenning fra det nye utbyggingsområdet på Tanghøgda.	24
Figur 19: Foreslåtte tiltak for overvannshåndtering.	27

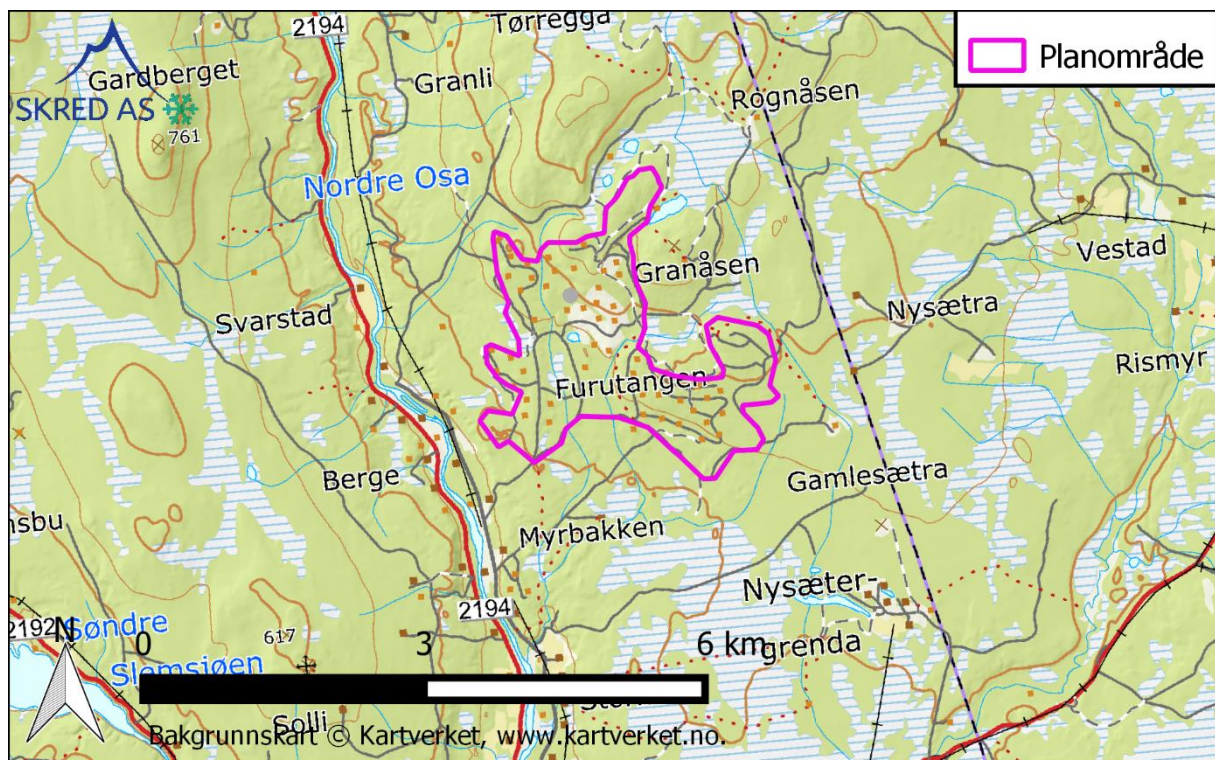
Tabeller

Tabell 1: Feltkarakteristikk til bekkene i planområdet.....	12
Tabell 2: Feltkarakteristikk til vurderte nedbørfelt.	13
Tabell 3: Feltkarakteristika til utvalgte vannføringsstasjoner.....	14
Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier.	15
Tabell 5: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Granåsbekken	16
Tabell 6: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Bruråsbekken	16
Tabell 7: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for de to bekkene inkludert klimapåslag.	17
Tabell 8: Beregnet vannføring ved dimensjonerende flom for småbekkene.	17
Tabell 9: Kapasitet til stikkrenner når vannet står opp til toppen av innløpet. (SINTEF, 1992)	18
Tabell 10: Estimat av endret spissavrenning fra planområdet etter utbygging.	23
Tabell 11: estimat av endret spissavrenning fra Tanghøgda etter utbygging.	24

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med detaljregulering av Tjennstuåsen og Tanghøgda, er Skred AS forespurt om å utføre en vurdering av overvannshåndtering for hele Furutangen hytteområde. Dette etter at NVE har kommet med merknad til detaljreguleringene hvor det er etterlyst en helhetlig overvannsplan for Furutangen med kapasitetsvurdering av resipienter til nye utbyggingsområder, blant annet Granåsbekken og Buråsbekken. Utstrekning av området er vist på Figur 1 under.



Figur 1: Lokaliseringen av planområdet ved Furutangen i Åmot kommune.

1.2 Befaring

Befaring av området ble utført 04.11.2021 av Ingrid Alne (Skred AS). Det var oppholdsvær og generelt gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots og med drone.

1.3 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger. Da anbefales det å utføre en ny vurdering. Informasjon om tidligere flomhendelser er viktige for vurderingene. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere hendelser, bør det tas med i betraktningene.

2 Regelverk og føringer

2.1 Overvannshåndtering

2.1.1 Regelverk

En oversikt over gjeldende regelverk for overvann finnes i *NOU 2015:16 Overvann i byer og tettsteder* (Klima- og miljødepartementet, 2015). Det forelegger i dag ikke et samlet regelverk som omhandler overvannshåndtering. De lover og forskrifter som anses som mest sentrale for vurdering av overvann i det aktuelle planområdet gjengitt under:

- Vannressursloven § 7
«Utbygging og annen grunnutnytting bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen. Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen, dersom dette kan gjennomføres uten urimelige kostnader.»
- TEK17 § 13-11
«Terreng rundt byggverk skal ha tilstrekkelig fall fra byggverket dersom ikke andre tiltak er utført for å lede bort overvann, inkludert takvann.»
- TEK17 § 15-8
 - 1) *«Overvann og drensvann skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt for å sikre vannbalansen i området og unngå overbelastning på avløpsanleggene»*
 - 2) *«Bortledning av overvann og drensvann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper ved dimensjonerende regnintensitet...»*
- Grannelova § 2
«Ingen må ha, gjera eller setja i verk noko som urimeleg eller uturvande er til skade eller ulempe på granneeigedom. Inn under ulempe går òg at noko må reknast for farleg.»

2.1.2 Statlig planretningslinje (SPR) for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning

4.1 *«Ved planlegging av nye områder for utbygging, fortetting og transformasjon, skal det vurderes hvordan hensynet til et endret klima kan ivaretas. Det bør legges vekt på gode helhetlige løsninger, som også kan bidra til økt kvalitet i uteområder.*

Planer skal ta hensyn til behovet for åpne vannveier, overordnede blågrønne strukturer, og forsvarlig overvannshåndtering. Naturbaserte løsninger, eksisterende (våtmarker, naturlige bekker mv.) eller nye (grønne tak og vegger, kunstige bekker og basseng mv.) bør vurderes. Dersom andre løsninger velges, skal det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort.»

2.1.3 Kommuneplanens arealdel

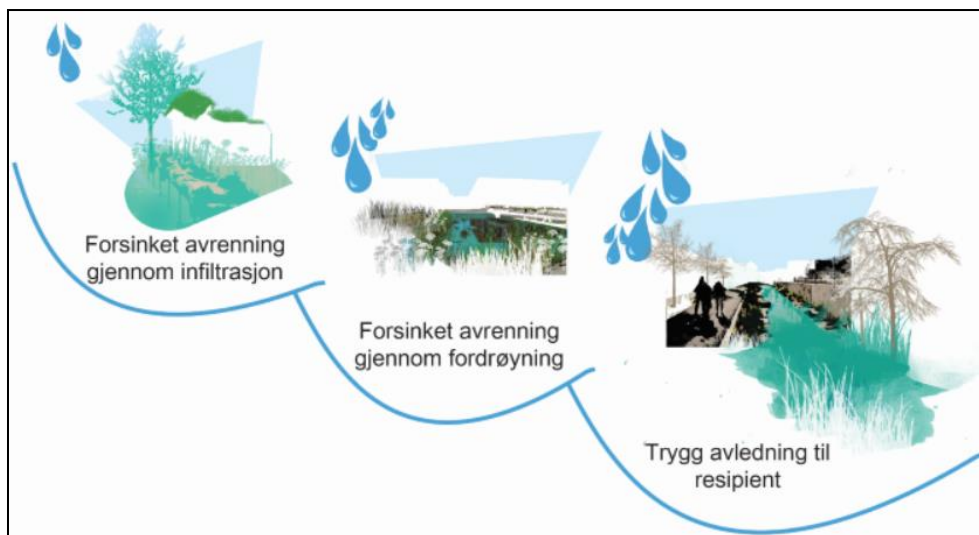
Kommuneplanens arealdel 2016 – 2030 for Åmot kommune har følgende bestemmelse knyttet til overvannshåndtering:

«§ 1.4 Overvann og vannveier (pbl §11-9 pkt. 3)

Overvannshåndtering og vannveier skal være dimensjonert for forventede økte nedbørmengder og 200 års flom.»

2.1.4 Overordnet strategi for overvannshåndtering

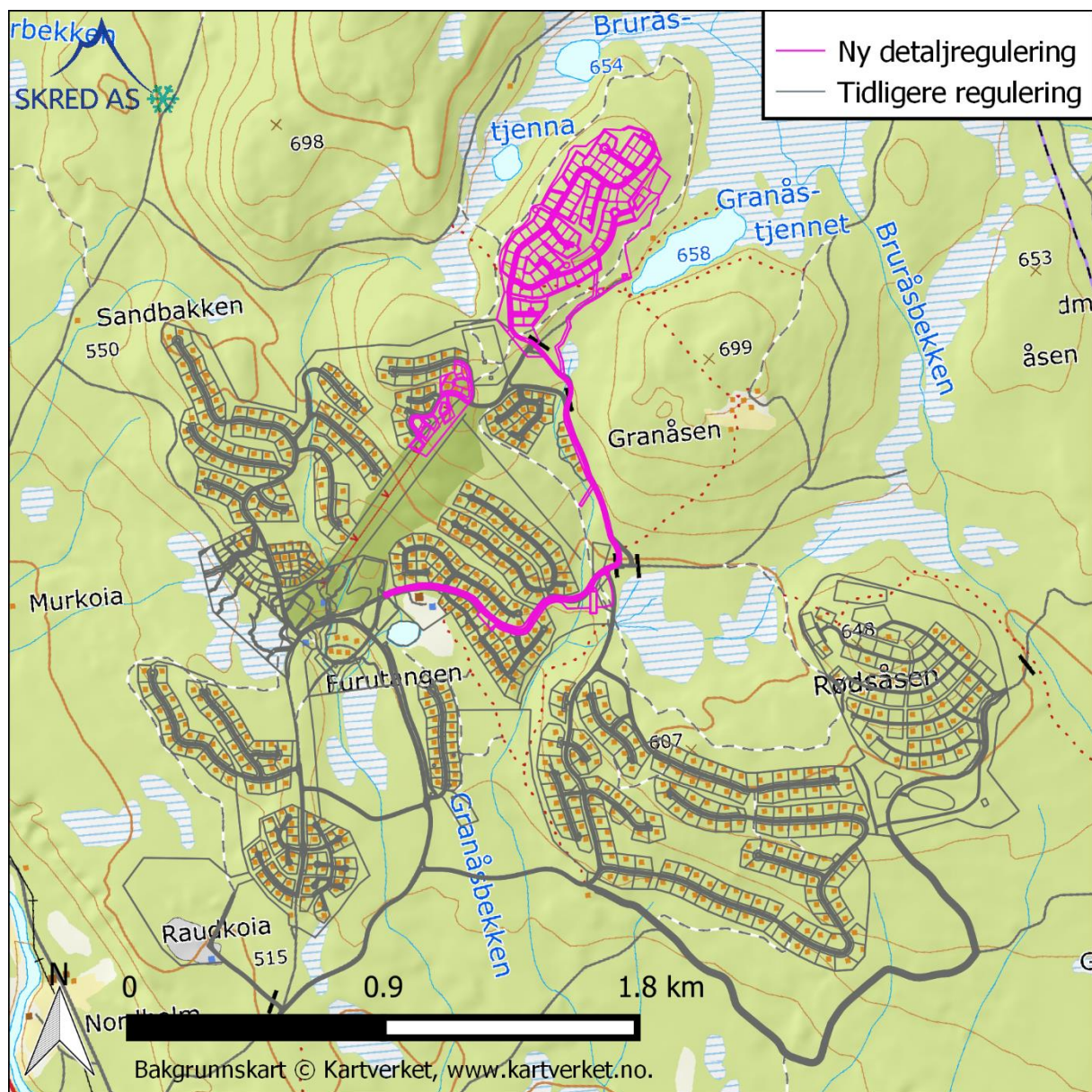
Overvann i området skal håndteres lokalt og mest mulig åpent i henhold til 3-trinnsstrategien (Figur 2). I trinn 1 skal avrenning fra mindre nedbør fanges opp og infiltreres lokalt i grøntområder, regnbed og andre åpne overvannstiltak. I trinn 2 skal avrenning fra større nedbørmengder fordrøyes og forsinkes før et eventuelt påslipp til ledningsnett eller resipient. I trinn 3 skal det sikres trygge flomveier for avrenning fra ekstreme nedbørmengder, det vil si det overskytende avrenningsvolum som ikke tas hånd om i trinn 2.



Figur 2: Illustrasjon av treleddsstrategien (miljokommune.no).

3 Beskrivelse av området

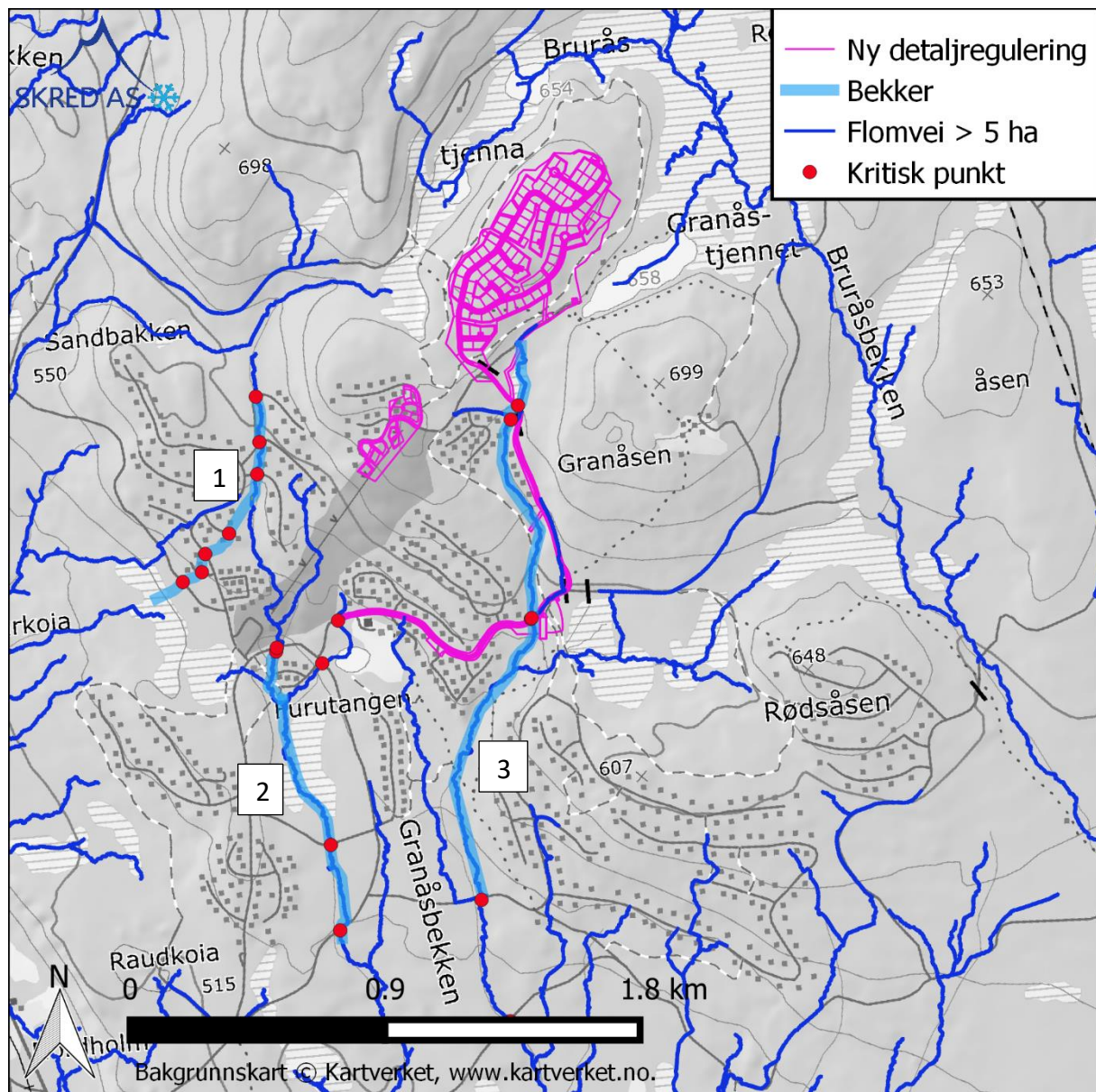
Furutangen-området ligger på et høydeplatå som heller mot sør. Området består av hytter, aktivitetsområde og alpinbakke med tilhørende veier. Det er flere mindre bekker som drenerer området. De ubebygde områdene består i hovedsak av skog med noen mindre tjern og myrer. Det nye reguleringsområdet på Tjennstuåsen ligger på en høyde som drenerer både mot nord, vest og sørøst som vist i Figur 3. Det nye reguleringsområdet på Tanghøgda ligger i toppen av alpinbakken.



Figur 3: Oversiktskart over planområdet

3.1 Vassdrag og flomveier

Det er ingen større bekker eller elver oppstrøms området på Furutangen, og bekkene springer ut fra planområdet. Det er utført en flomveisanalyse av terrengmodellen samt hentet ut flomveier fra GIS-programmet Scalgo LIVE. Metodikken er blant annet beskrevet i Bratlie (2015). De identifiserte flomveiene representerer en situasjon med tette stikkrenner hvor lavpunkter er fylt opp. De største bekkene og flomveier hentet fra Scalgo med kartlagte kritiske punkt i form av bekkelukkinger er vist i Figur 4. Disse er undersøkt og verifisert ved befarng.



Figur 4: Bekker, flomveier og kritiske punkt i området.

3.1.1 Gjennomgående bekker

Bekk 1 er en avskjæring av bekk 2 i nedre del som renner vestover gjennom hyttefelt og videre mot Nordre Osa gjennom myr- og skogsområder. Avskjæringen er godt definert, med unntak av kryssingen av skiløypa hvor det er litt liten overdekning og noe vann kan dra over mot bekk 2 dersom det er høy vannføring. Oppstrøms tilrenningsareal er likevel svært begrenset. Denne er nylig erosjonssikret/lagt om i nedre del av et nytt hyttefelt hvor den renner nokså bratt i nedre del. Deler av denne er tidligere dimensjonert/vurdert i Skred AS rapport 20201-1 datert 22.04.2020.



Figur 5: Bekk 1 like etter avskjæringen (venstre) og ved nytt hyttefelt (høyre).

De nye utbyggingsområdene drenerer til bekkene som er vist som bekk 2 og 3 i Figur 4. De renner som separate bekker til ca. 2 km sør for planområdet. Bekk 2 drenerer en del hyttetomter samt alpinbakken og går lukket under alpinbakken. Bekkeløpet er nylig erosjonssikret nedstrøms Fuglåsveien, som vist i Figur 6. Det er brukt nokså liten stein, men hastighetene vil også være begrenset da det er liten helning i bekken. Bekk 3 renner i stor grad i sitt naturlige løp i myrområder i god avstand til eksisterende hytteområder, som vist i Figur 6.

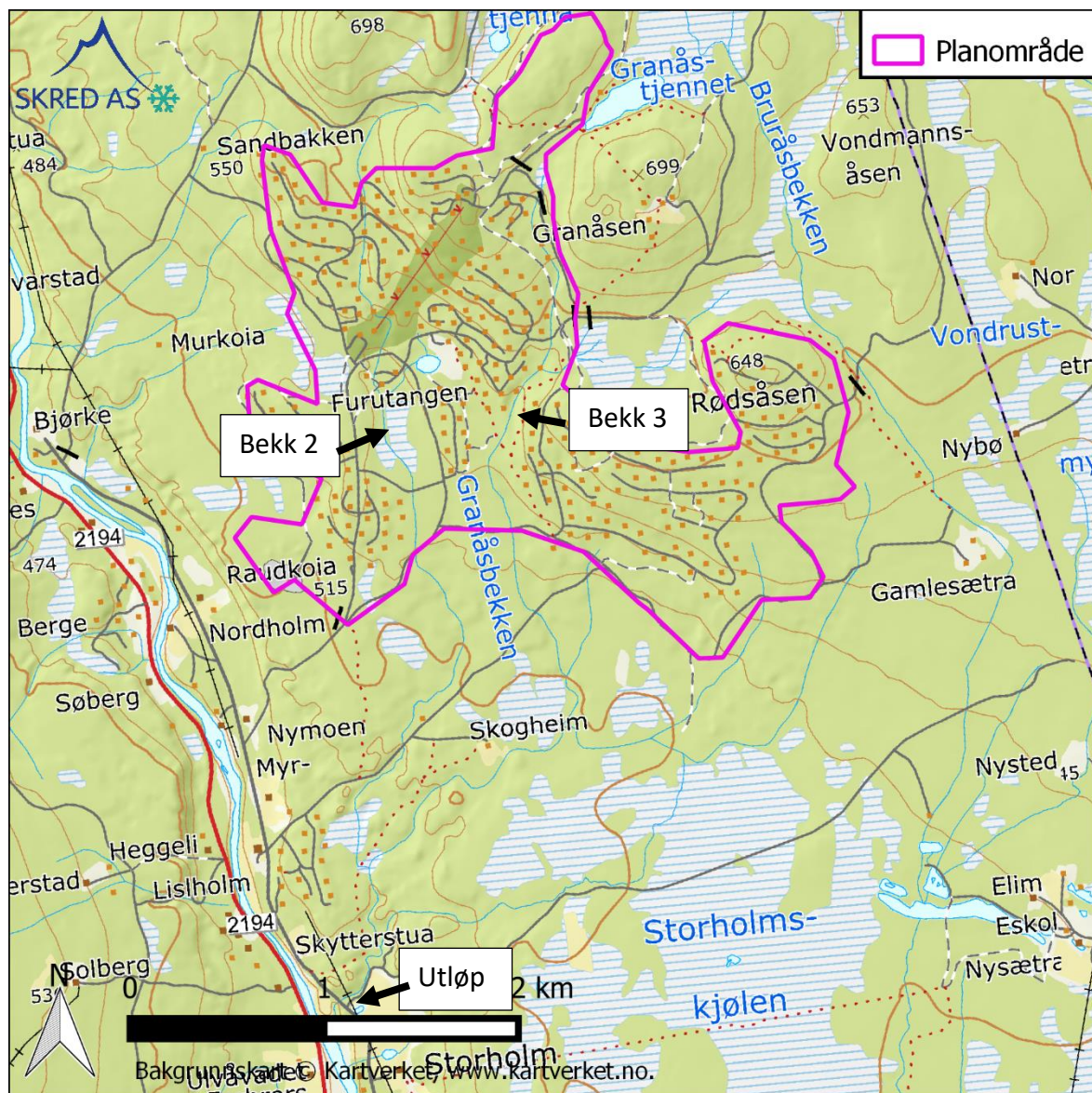


Figur 6: Bekk 2 (venstre) og bekk 3 (høyre) ved henholdsvis Fuglåsveien og Granåsveien.

3.1.2 Nedstrøms forhold

Granåsbekken består av tre delstrenger (bekk 2 og 3) som møtes før utløpet i Nordre Osa, hvorav to av disse drenerer området på Furutangen som vist i Figur 7. Nedstrøms planområdet renner bekkene i slakt myr- og skogsterreng og krysser adkomstveiene til området et par steder. Like før utløpet i Nordre Osa krysser Granåsbekken under Bjørkeveien i en kulvert.

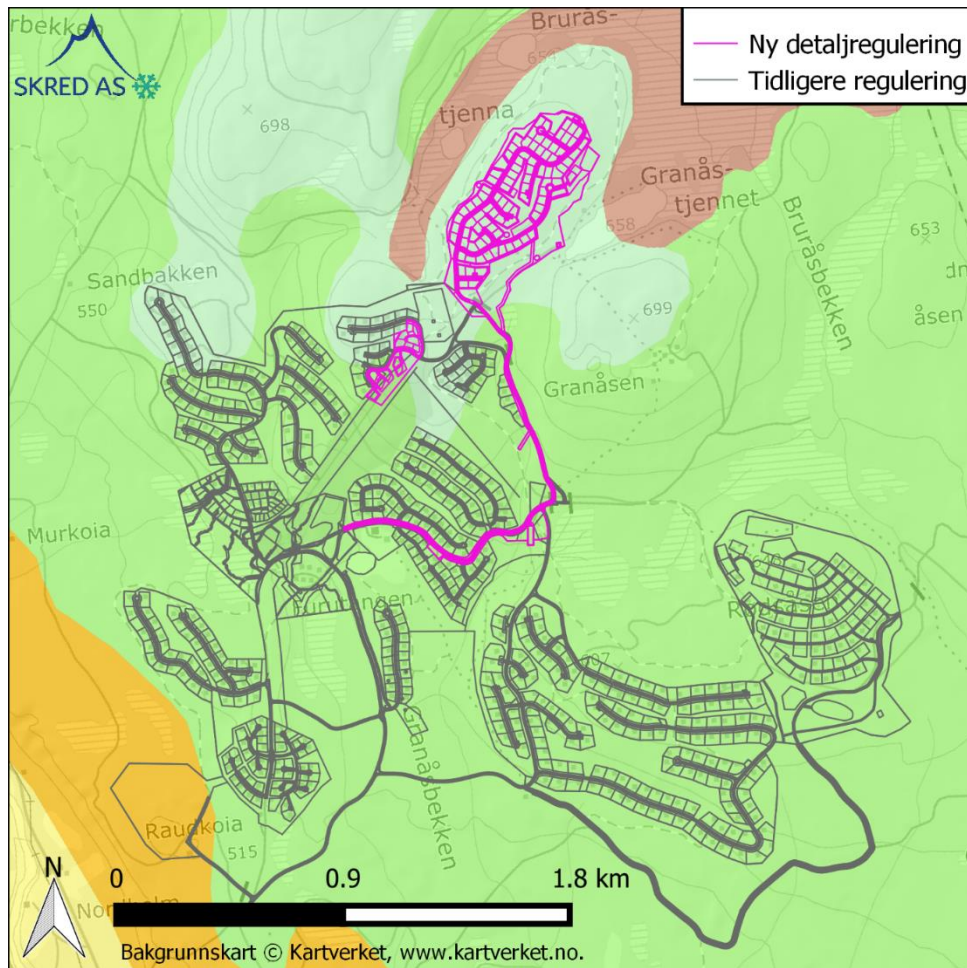
Øst for nedbørfeltet til Granåsbekken ligger Bruråsbekken. Det er ingen eksisterende hyttefelt som drenerer hit, men deler av det planlagte feltet på Tjennstuåsen drenerer hit via to tjern som ligger i øvre del av nedbørfeltet. Bruråsbekken renner uforstyrret gjennom skog- og myrområder med unntak av to kryssende skogsbilveier før det når Nysæter fiskedam. Herfra renner den videre gjennom skogs- og myrterreng ut i Tverrena som har et nedslagsfelt på over 200 km².



Figur 7: Granåsbekken og Bruråsbekken nedstrøms planområdet.

3.2 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av morene i ulik tykkelse (kartlagt i 1:50 000). Infiltrasjonsevnen for denne type løsmasser er klassifisert som egnet. Det er en del myrer i slakt terreng som antas å kunne ha en fordrøyende effekt på videreført vannmengde, spesielt i situasjoner der disse i liten grad er mettet før en nedbør/smeltehendelse.



Figur 8: Løsmassekart fra NGU for området.

4 Vurdering av resipienter i og nedstrøms planområdet

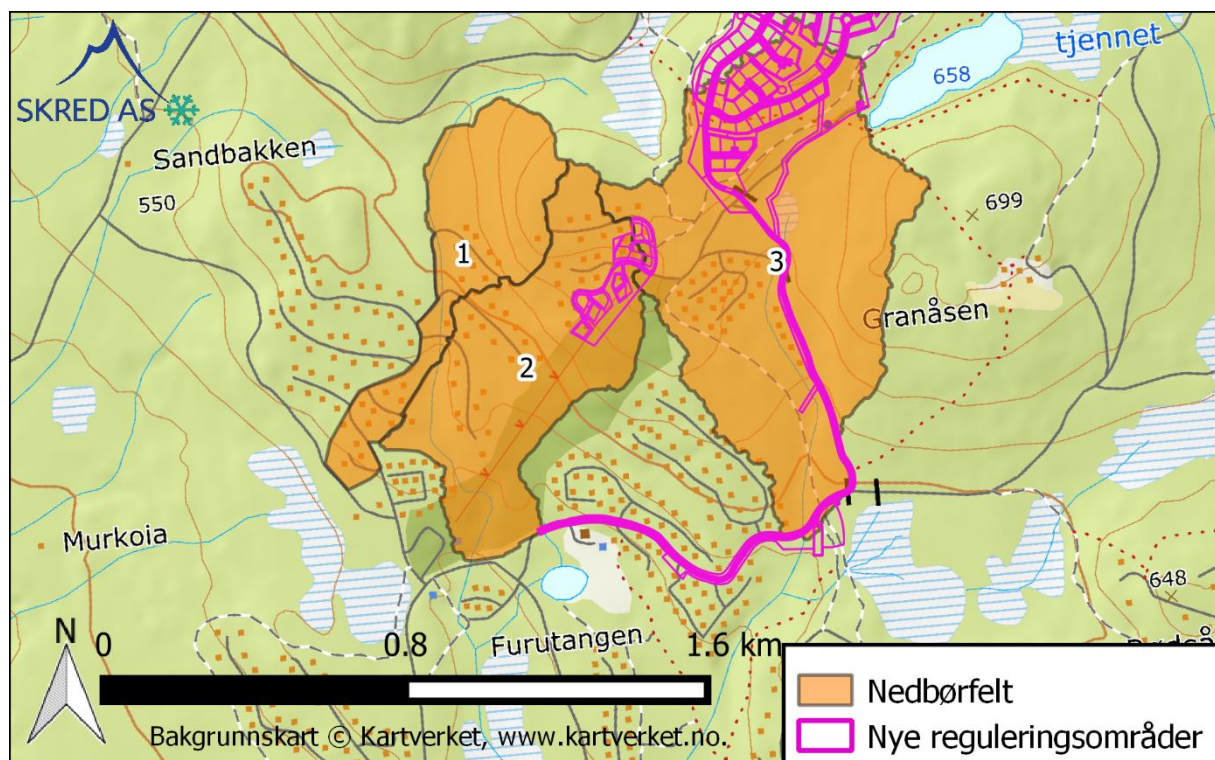
4.1 Beskrivelse av nedbørfelt

4.1.1 Gjennomgående bekker

Nedbørfeltet til de tre største bekkene i planområdet er vist i Figur 9 og feltkarakteristikk er gitt i Tabell 1. Karakteristikk er gitt for et punkt ved utløpet av planområdet. Feltene består i stor grad av skog, hytter, veier samt alpinbakke.

Tabell 1: Feltkarakteristikk til bekkene i planområdet.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q _N [*] [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snaufjell / åpen fastmark [%]	Bebyggd [%]	Høydeint. [moh]
Bekk 1	0.17	17	0	81	0	1	18	560 - 672
Bekk 2	0.33	17	0	44	1	33	22	542 - 675
Bekk 3	0.63	17	0	86	2	1	11	582 - 695



Figur 9: Nedbørfelt for de tre største bekkeløpene i planområdet.

4.1.2 Granåsbekken og Bruråsbekken

Granåsbekken tar imot størstedelen av avrenningen fra Furutangen og består av flere delstrenger (bla bekk 2 og 3). Nedbørfeltet består av en del hytter og veier i øvre del, mens nedre del består av skog og myr. Feltet er på 12 km² ved kryssingen av Bjørkeveien like før utløpet i Nordre Osa, som har et nedbørfelt på nesten 500 km².

Øst for nedbørfeltet til Granåsbekken ligger Bruråsbekken. Det er ingen eksisterende hyttefelt som drenerer hit. Deler av det framtidige hyttefeltet på Tjennstuåsen som drenerer mot Bruråsbekken er på ca. 0,13 km², som fordeles direkte til to tjern på hver side av åsen

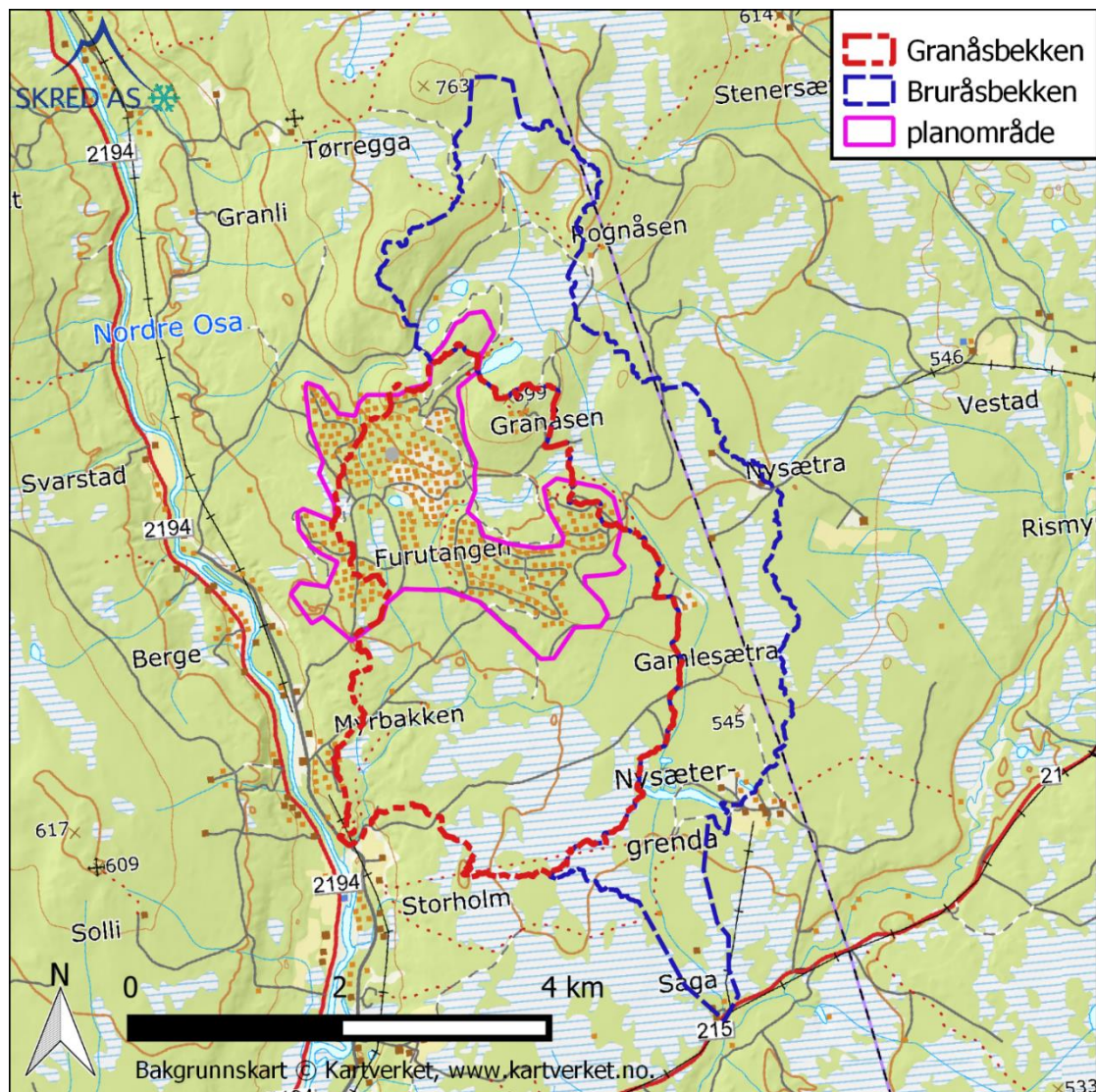
som gir en naturlig fordrøyning. Bruråsbekken renner uforstyrret gjennom skog- og myrområder med unntak av to kryssende skogsbilveier før det når Nysæter fiskedam, hvor utbyggingsområdet utgjør ca. 1 % av nedbørfeltet. Herfra renner den videre gjennom skogs- og myrterreng ut i Tverrena som har et nedslagsfelt på over 200 km². Nedbørfeltet til Bruråsbekken fram til kryssingen av Osveien ved utløpet i Tverrena er på 13,8 km².

Feltkarakteristikk for Granåsbekken og Bruråsbekken er gitt i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 10.

Tabell 2: Feltkarakteristikk til vurderte nedbørfelt.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q _N [*] [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snau-fjell [%]	Bebyggd [%]	Høydeint. [moh]
Bruråsbekken	13.8	16.6	0.35	68.5	27.7	0	1	483 – 756
Granåsbekken	12	15.5	0	73	17	2	7	439 – 746

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 10: Nedbørfelt for Granåsbekken og Bruråsbekken.

4.2 Flomberegning med utvalgte metoder for Granåsbekken og Bruråsbekken

Hvilke metoder som bør benyttes ved en flomberegning avhenger av flere forhold. Valg av metode må blant annet gjøres ut fra geografiske- og meteorologiske parametere, om det finnes målestasjoner i vassdraget eller i nærliggende vassdrag, kvalitet og lengde på eventuelle måleserier, samt det aktuelle nedbørfeltets størrelse og feltkarakteristika.

Veileder for flomberegninger i små nedbørfelt (NVE, 2015a) og *Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt* (NVE, 2015b) er lagt til grunn for flomberegningen. Det er benyttet ulike metoder for å vurdere vannføring i Granåsbekken og Bruråsbekken, mens rasjonale formel er benyttet for å anslå vannføring for bekkene i planområdet.

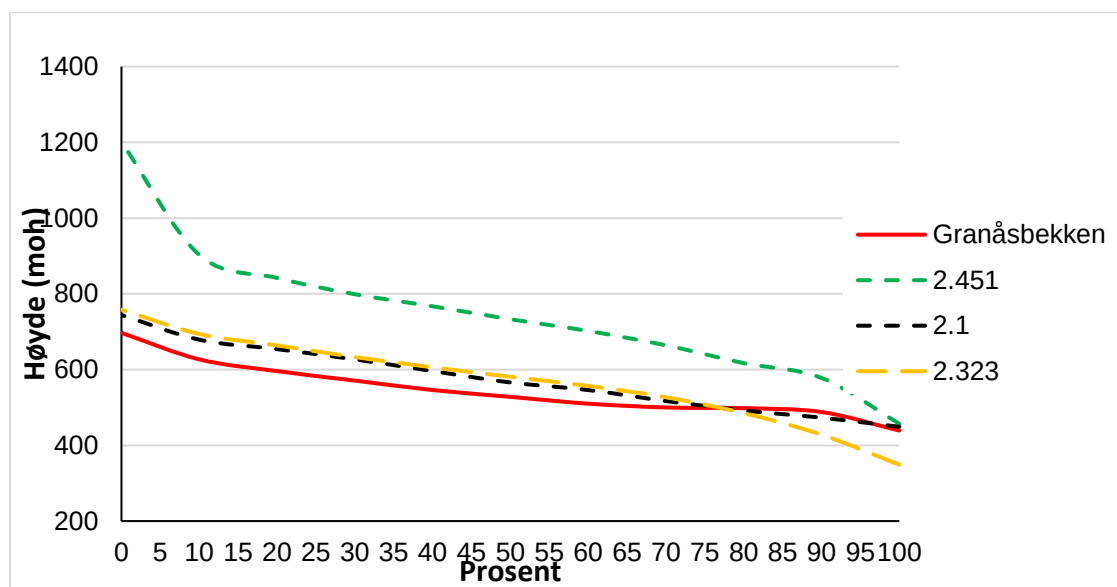
4.2.1 Vannføringsstasjoner og flomfrekvensanalyse

Det finnes ingen målestasjoner i kartleggingsområdene eller i nærliggende vassdrag med tilsvarende karakteristikk som de vurderte bekkene. For å få en indikasjon på vannføringer er det likevel plukket ut et utvalg av de nærmeste målestasjonene med mest sammenlignbar feltkarakteristikk. Alle målestasjonene har nedbørfelt med større feltareal enn de vurderte bekkene. De utvalgte målestasjonene med feltkarakteristikk fremkommer av Tabell 3, mens hypsografisk kurve og beliggenhet er vist i henholdsvis Figur 10 og Figur 12. Fura og Hådammen har god kurvekvalitet på flomvannføring, mens Nordre Osa har middels. 2.451 Nordre Osa anses mindre relevant enn de to andre stasjonene grunnet stort feltareal. Da stasjonen er geografisk representativ er den likevel inkludert.

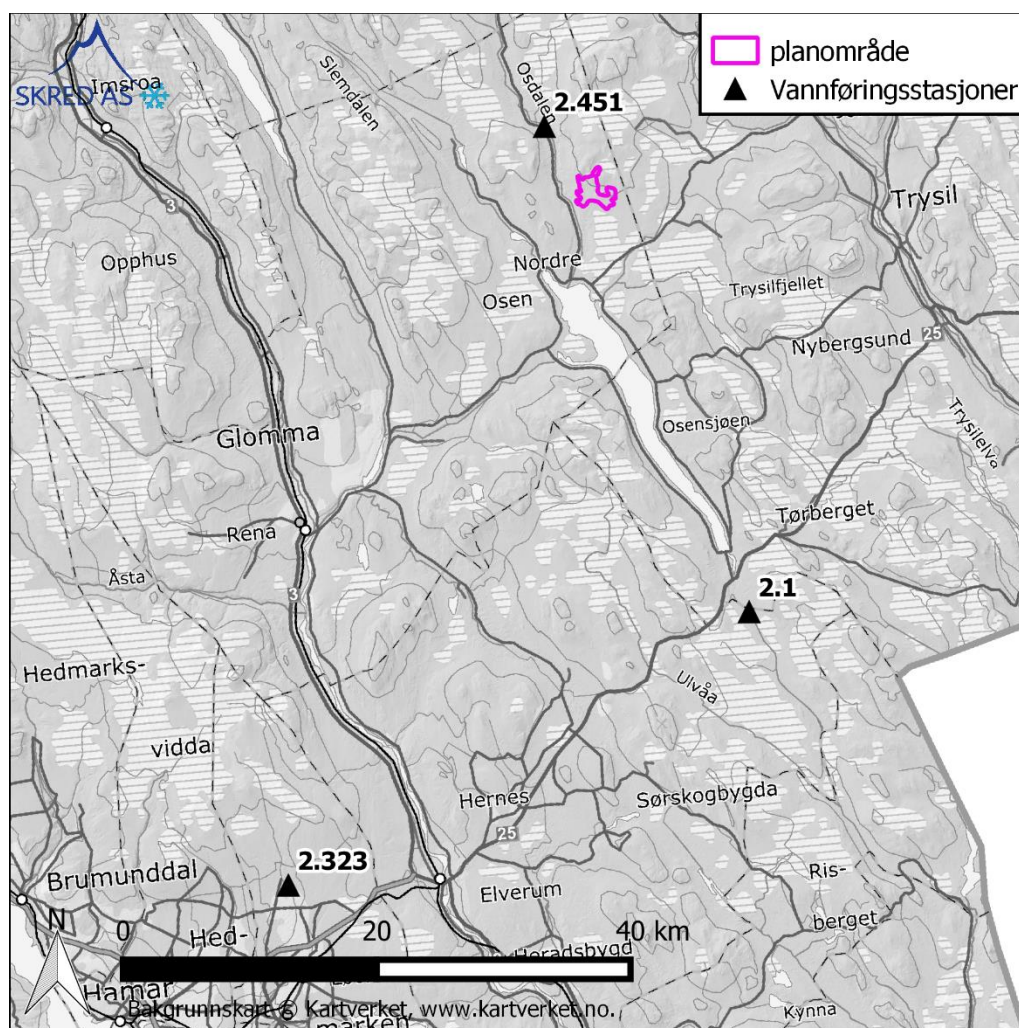
Tabell 3: Feltkarakteristika til utvalgte vannføringsstasjoner.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Periode [år]	qN [l/s*km ²]*	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Høydeint. [moh]
2.1 Hådammen	37.9	1990-2016	22	0.81	70	27	449-744
2.323 Fura	36.4	1971-2020	26	0	80	15	349-758
2.451 Nordre Osa	448	1981-2020	20	0.04	53	17	457-1201

*beregnet ved stasjon



Figur 11: Hypsografisk kurve for de vurderte stasjonene og Granåsbekken.



Figur 12: Lokasjon til vurderte vannføringsstasjoner.

Det er utført flomfrekvensanalyse for måleseriene på døgndata. For å regne om fra døgnmiddel- til kulminasjonsvannføring er gjennomsnittsverdi fra formel for vår- og høstflom blant annet presentert i NVE (2011) benyttet. Resultatene fra analysen er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Q _{kulm} / Q _{døgn}	Middelflom		Q200 / QM	Metode
			qM _{døgn} [l/s*km ²]	qM _{kulm} [l/s*km ²]		
2.1 Hådammen	37.9	1.46	244	356	2.1	Gumbel (mom)
2.323 Fura	36.4	1.65	374	617	2.13	GEV (mom)
2.451 Nordre Osa	448	1.36	199	270	2.35	Gumbel (l-mom)

4.2.2 Flomformler for små nedbørfelt

I NVE (2015b) presenteres et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt der feltareal er mindre enn 50 km². Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er estimat av

middelflom, og resulterende vekstkurve vurderes som robust. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Ved målestasjonene 2.1 Hådammen og 2.451 Nordre Osa er det godt samsvar mellom målt middelvannføring og NVE sitt avrenningskart, mens ved målestasjonen 2.323 Fura underestimerer avrenningskartet den målte middelvannføringen. Dette kan tyde på en tendens til at avrenningskartet kan underestimere i området.

Det er utført beregning med formelverket for Granåsbekken og Bruråsbekken. En middelaavrenning på 17 l/s*km^2 er benyttet inn i formelverket for å ta høyde for at avrenningskartet kan underestimere noe.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 5. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre- og nedre konfidensintervall (95%).

Tabell 5: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Granåsbekken

Estimat	Middelflom		Q_{200}/Q_M	$Q_{200} [\text{m}^3/\text{s}]$
	$Q_M [\text{m}^3/\text{s}]$	$q_M [\text{l/s*km}^2]$		
Lav (95 %)	2.4	199		6.8
Middel	4.8	397	2.86	13.6
Høy (95 %)	9.5	794		27.2

Tabell 6: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Bruråsbekken

Estimat	Middelflom		Q_{200}/Q_M	$Q_{200} [\text{m}^3/\text{s}]$
	$Q_M [\text{m}^3/\text{s}]$	$q_M [\text{l/s*km}^2]$		
Lav (95 %)	2.3	169		6.7
Middel	4.7	339	2.87	13.4
Høy (95 %)	9.3	677		26.8

4.2.3 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2016) og Klimaprofil for Hedemark (Klimaservicesenteret, 2017) benyttes et klimatillegg på 40 % til beregningene.

4.2.4 Vurdering av resultater og dimensjonerende vannføring

Middelestimat fra flomformelverket for middelflom gir godt samsvar med kulminert middelflom for 2.1 Hådammen, mens det ligger en del under estimert middelflom for 2.323 Fura. Basert på feltkarakteristikk vurderes 2.1 Hådammen som mest relevant, men feltstørrelsen gjør at man må kunne forvente høyere spesifikk vannføring i Granåsbekken. Dette samsvarer bra med middelestimatet fra flomformelverket, og det vurderes hensiktsmessig å vektlegge resultatet fra formelverket. Da Nordre Osa er et såpass mye større felt, vektlegges ikke resultatene fra denne.

Dimensjonerende 200-årsflom beregnet for bekkene er gitt i Tabell 7. Spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg er beregnet for Granåsbekken og Bruråsbekken til henholdsvis 1360 l/s km^2 og 1590 l/s km^2 .

Tabell 7: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for de to bekkene inkludert klimapåslag.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klimatillegg [%]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ med Kf [m ³ /s]
Granåsbekken	12	40	13.6	19
Bruråsbekken	13,8	40	13.4	18.8

4.3 Vannføring i gjennomgående bekker

I Skred AS rapport 18126-01 fra 2018 og 20201-01 fra 2020 er det tidligere gjort en flomfarevurdering for bekk 1 og bekk 2. Dimensjonerende flomstørrelser ble vurdert på grunnlag av den rasjonale formel og på nasjonalt formelverk for små nedbørfelt. I henhold til anbefalinger i NVE (2016) og Klimaprofil for Hedmark (Norsk Klimaservicesenter, 2017) ble det benyttet et klimatillegg på 40 % til beregningene. For detaljer henvises det til tidligere rapporter.

Dimensjonerende vannføringer for de vurderte delfeltene er arealskalert fra resultatet fra tidligere rapport og vist i Tabell 5. Spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg ble estimert til mellom 3500 og 4600 l/s*km². Den høyeste verdien er benyttet, ettersom arealene er nokså små og forventes å respondere raskt på kortvarig nedbør. Resulterende verdier er vist i Tabell 8. Da disse feltene både er betydelig mindre samt brattere enn Granåsbekken og Bruråsbekken virker det hensiktsmessig at spesifikke flomverdier kan bli betydelig større.

Tabell 8: Beregnet vannføring ved dimensjonerende flom for småbekkene.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klimatillegg [%]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ med Kf [m ³ /s]
Bekk 1	0.17	40	0.6	0.8
Bekk 2	0.33	40	0.4	0.6
Bekk 3	0.63	40	2.1	2.9

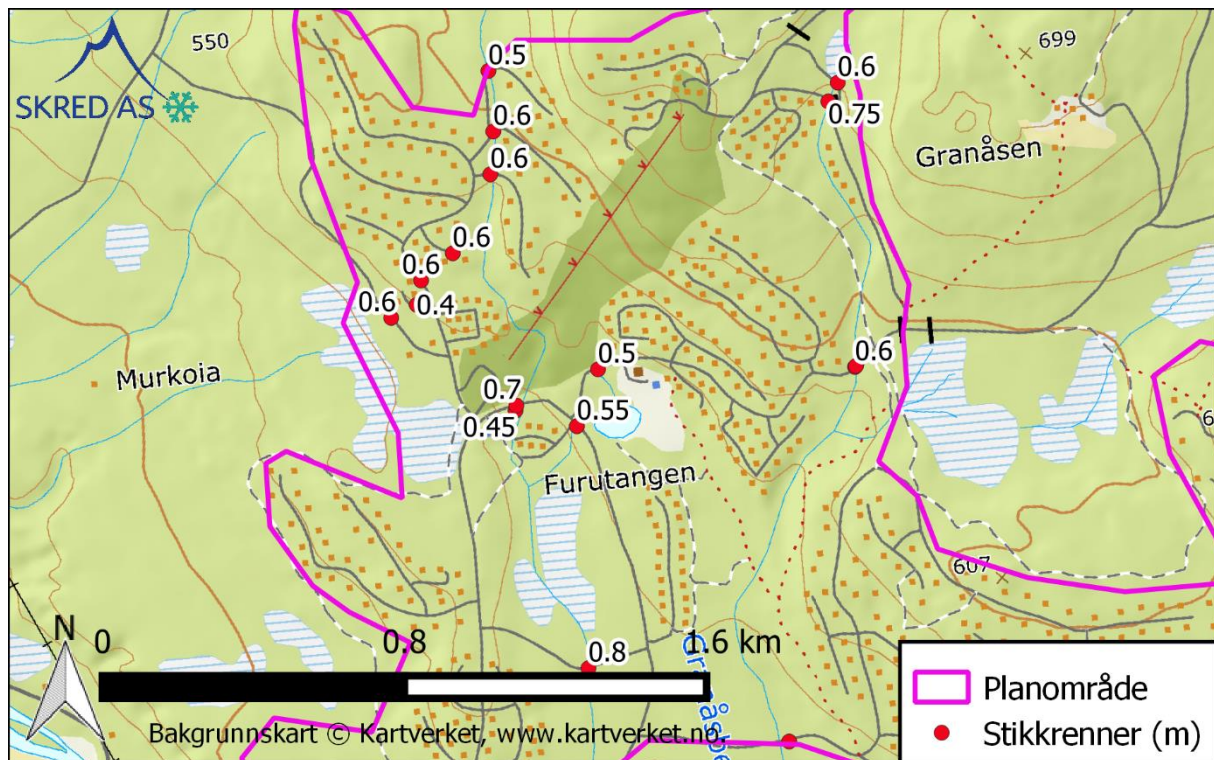
4.4 Vurdering av kritiske punkt

Det er flere bekkekryssinger i planområdet og en del av disse ble målt inn på befaring, som vist i Figur 13. Stort sett alle stikkrennene som ble observert på befaring hadde innløpskontroll og kapasitet kan forventes å tilsvare verdiene gitt i Tabell 9 gitt av tabell i (SINTEF, 1992).

Bekken som drenerer fra Tjennstuåsen har tre stikkrenner i øvre del som vil kunne påvirkes av en økt avrenning og hvor vannet kan havne på avveie dersom de ikke har tilstrekkelig kapasitet. Den øverste har svært dårlig utforming da stikkrenna ligger for høy og vannet heller går i veigrøfta, vist i Figur 14. Man kan benytte området oppstrøms stikkrenna til fordrøyning, så lenge man sikrer at vannet ikke havner på avveie når «bassenget» er fullt.

Like før utløpet av Granåsbekken i Nordre Osa er det en kryssing under Bjørkeveien, som er adkomstveien til hele Furutangen-området. Det bør vurderes en oppdimensjonering av denne, da dimensjon ble målt til ca. 1,6 m + et overløpsrør på ca. 1 m, bilde vist i Figur 15. Denne har ikke kapasitet til en fremtidig 200-årsflom på 19 m³/s.

I bekk 1 anbefales det at de nederste stikkrennene legges med minimum $\varnothing 800$ mm, evt to stk $\varnothing 600$ mm i ulik høyde.



Figur 13: Registrerte stikkrenner med målt dimensjon. De to minste har to med samme dimensjon.

Tabell 9: Kapasitet til stikkrenner når vannet står opp til toppen av innløpet. (SINTEF, 1992)

Dimensjon [m]	0,4	0,6	0,8	1,0	1,6
Kapasitet – utstikkende rør [l/s]	120	320	650	1130	3630
Kapasitet – frontmur [l/s]	135	360	730	1240	3890



Figur 14: Stikkrenne nedstrøms Tjennstuåsen som bør utbedres.



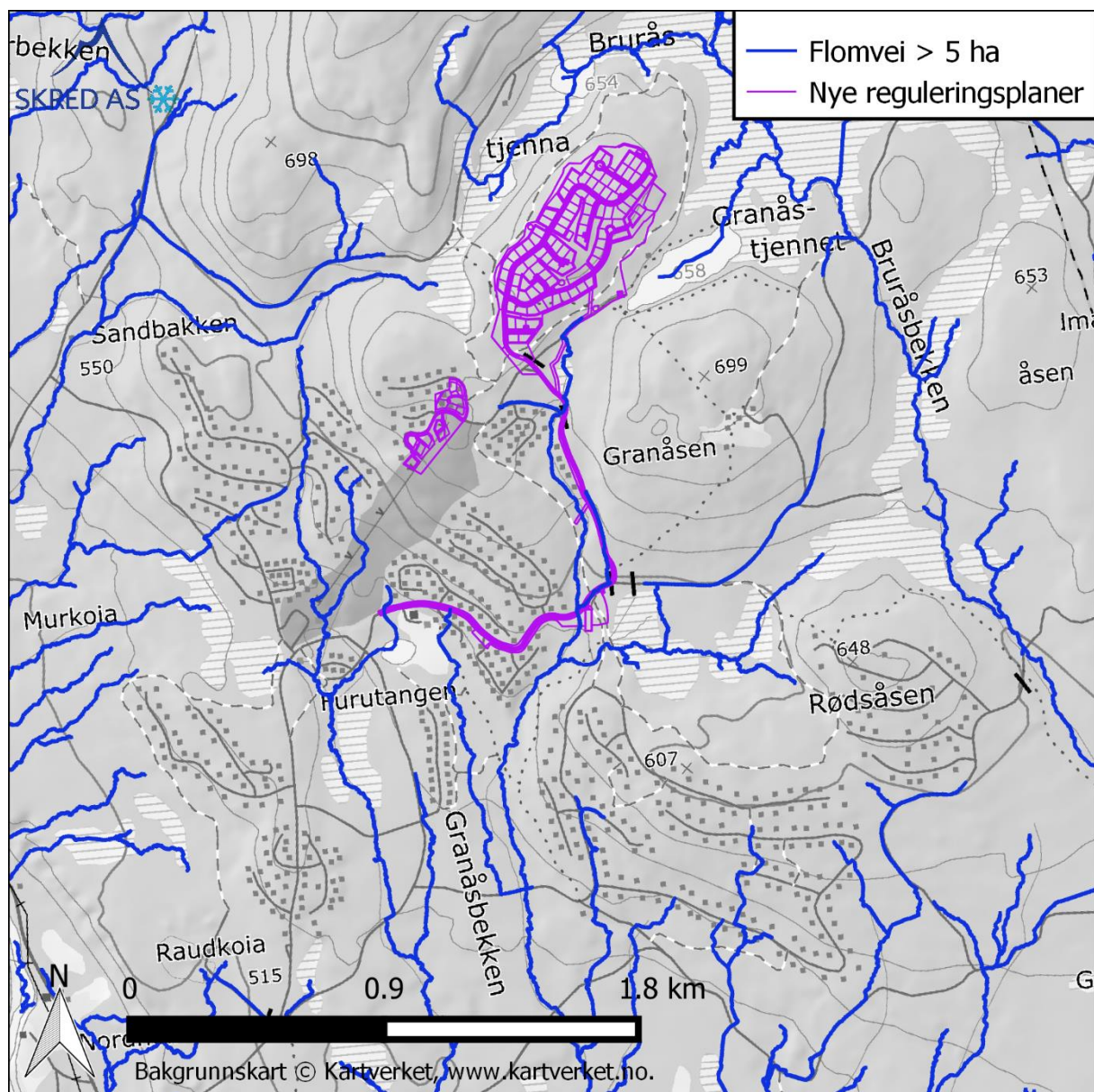
Figur 15: Stikkrenne under Bjørkevegen, før utløpet av Granåsbekken i Nordre Osa.

5 Overvannshåndtering

5.1 Planlagte tiltak

Det planlegges oppføring av 7 nye hytter på Tanghøgda og 91 hytter på Tjennstuåsen med tilhørende infrastruktur, vist i Figur 16. Vi er ikke kjent med ytterligere planlagte nye utbygginger i området.

Utbyggingen i planområdet forventes å kunne påvirke avrenning fra feltet i hovedsak som en konsekvens av større andel tette flater, og ved å påføre feltet en raskere avrenningskarakteristikk (reduisert konsentrasjonstid).



Figur 16: Planlagte tiltak med flomveier.

5.2 Mål og strategi

I henhold til bestemmelsene i kommunedelplanen og gjeldende regelverk skal overvann håndteres lokalt på egen grunn gjennom infiltrasjon og fordrøyning, eller på annen måte. Det er også et mål at nedstrøms områder ikke skal få økt ulempe som en konsekvens av utbygginger oppstrøms. For å oppnå dette kan det utarbeides robuste løsninger for håndtering av overvann gjennom lokal overvannsdisponering (LOD-tiltak). Løsningene skal fungere under alle årstider. Det anbefales at det totale systemet dimensjoneres for en estimert 200-års nedbørhendelse, noe som spesielt setter krav til flomveier.

5.2.1 Trinn 1 – Mindre nedbørhendelser

Mindre nedbørhendelser skal håndteres åpent og gis mulighet for infiltrasjon. Takvann bør ledes direkte ut i terreng til åpne grøfter og infiltrasjonsområder. I utgangspunktet anbefales det å redusere bruk av tette flater.

5.2.2 Trinn 2 – Forsinkelse og fordrøyning

Trinn 2 skal håndtere de vannmengdene trinn 1 ikke klarer å ta unna for opp til en terskelverdi (en dimensjonerende nedbørhendelse). Behovet for fordrøyning avhenger av kapasiteten til resipienten og kritiske punkter nedstrøms. Der hvor bekkene renner tett på eksisterende bebyggelse og har begrenset med plass og kapasitet, må man ikke gjøre tiltak som forverrer dagens situasjon for områder nedstrøms. Det vil si at man ikke skal tillate økt avrenning som følge av økt tette flater sammenlignet med dagens situasjon. Det er vanlig å dimensjonere fordrøyning for minimum 10 års gjentakintervall iht Norsk vann (2008), men noen ganger opp mot 200 års gjentakintervall dersom konsekvensene av økt avrenning nedstrøms er stor. Det kan også være aktuelt å gjøre utbedrende tiltak nedstrøms slik at man gjør situasjonen bedre enn før utbygging.

Dersom resipienten har god kapasitet og det ikke er planlagte eller eksisterende bygg eller utsatte områder nedstrøms som påvirkes av en økt avrenning, vil det være hensiktsmessig å sikre gode løsninger for å ivareta trinn 1 og 3 heller enn å bruke mye ressurser på fordrøyning.

5.2.3 Trinn 3 – Flomveier

Flomveier skal holdes åpne og lede overskytende mengder som ikke håndteres i trinn 2 trygt til resipient. Der flomvei eventuelt må være lukket under lokale veger må det sikres et lavbrekk på veibanen. Ved nye utbygginger må man sikre eksisterende flomveier gjennom planområdet slik at nye bygg ikke er utsatt ved en flomhendelse. Man bør også vurdere flomveiens påvirkning nedstrøms planområdet, ettersom utbygging ofte gir økt avrenning og dermed økt ulempe for utsatte områder.

Det er flere eksisterende hytter som kan påvirkes av eksisterende flomvei, og få økt ulempe ved nye utbygginger og økte vannmengder nedstrøms. Ved vurdering og dimensjonering av flomveier legges 200-års gjentakintervall med 40 % klimapåslag til grunn.

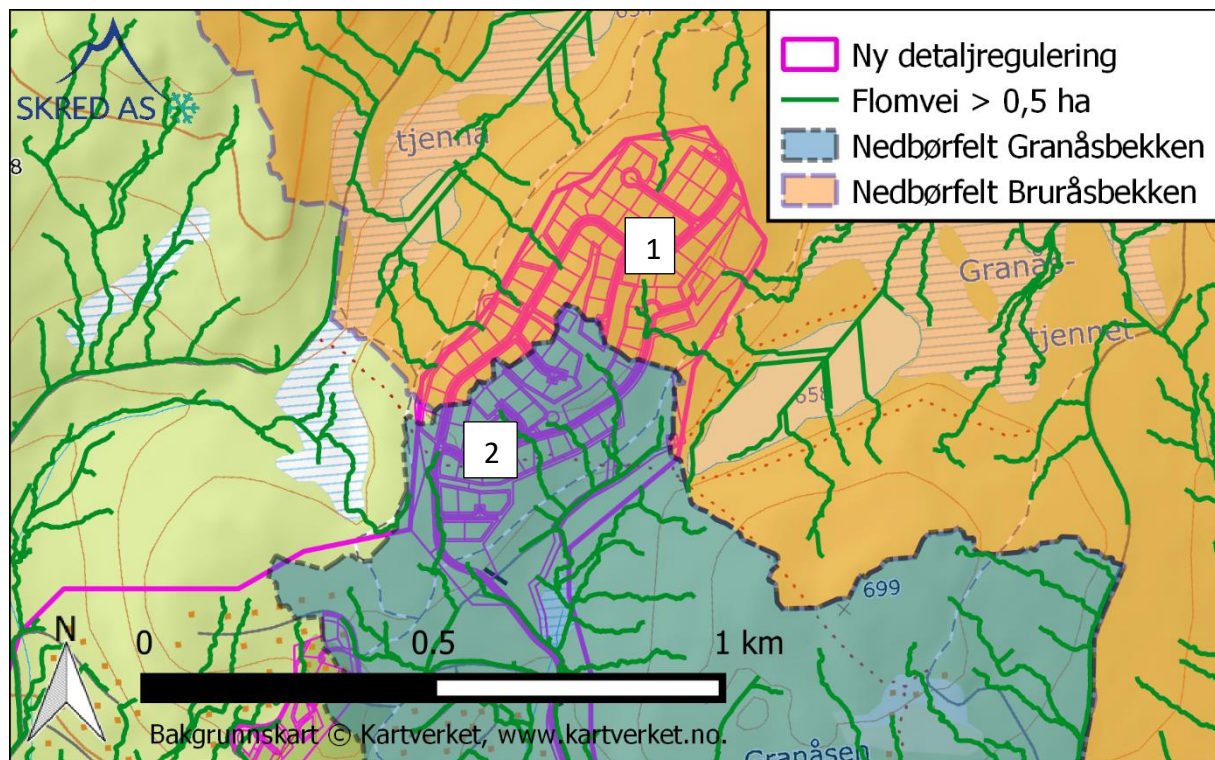
5.3 Overvannsmengder fra nye utbygginger

5.3.1 Tjennstuåsen

Utbyggingsområdet på Tjennstuåsen er på ca. 27 ha og det er oppgitt følgende utnyttelsesgrad:

15 % BYA, maks 230 m² på Tjennstuåsen med totalt 91 hytter og vegareal på ca. 12,7 daa, som totalt gir en maksimal opparbeidelse av tetteflater på 34 daa.

Avrenningen fra det nye feltet på Tjennstuåsen fordeler seg i hovedsak til to resipienter som vist i Figur 17, og vurderes videre som to felt. For å vurdere mulig ulempe av å føre mer vann til resipientene er det beregnet mengde overvann som kan komme fra planområdet ved en 200-årsflom opp mot vannmengden i Bruråsbekken og Granåsbekken. For å få et estimat på denne effekten er det utført en beregning for en 200-års hendelse før- og etter utbygging basert på angitt utnyttelsesgrad og planlagt veiareal innenfor hele planområdet, som igjen er fordelt likt på de to delfeltene.



Figur 17: Fordeling av avrenning fra det nye utbyggingsområdet på Tjennstuåsen.

Det er beregnet avrenning for 200-års gjentaksintervall ved bruk av den rasjonale formel, som er vanlig å bruke for små felt av denne typen. Avrenningskoeffisienten er satt til 0,3 for naturlig felt som i dag består av skog og 0,8 for utbygde områder og veier basert på verdier fra bla Oslo kommune (2017) . Beregnet avrenningskoeffisient for hele området for ettersituasjon er beregnet til 0,36, men rundet opp til 0,4 for å ta høyde for variasjon i tetthet av hytter i de to delfeltene.

IVF-kurven til Lillehammer fra 2019 er benyttet, som er basert på data fra Gjøvik og Hamar i perioden 1968-2018. Konsentrasjonstiden til feltene fram til utløpene er beregnet ved bruk av formel for naturlig felt (SINTEF, 1992). Etter utbygging antas det at mer konsentrert avrenning gjør at konsentrasjonstiden til området reduseres med anslagsvis 5 minutter. Det er lagt til 40 % klimapåslag for å ta høyde for økt intensitet i nedbørhendelser som følge av klimaendringer. Beregninger og resultater er presentert i Tabell 10.

Tabell 10: Estimat av endret spissavrenning fra planområdet etter utbygging.

Område	Areal naturlig [ha]	Kons. tid [min]	I200 [l/s*ha]	C-verdi	Q200 [l/s]	Q200 med klimafaktor [l/s]
Felt 1 før	13.6	30	133.3	0.3	545	760
Felt 1 etter	11.9	25	156.7	0.4	850	1190
Differanse felt 1	-	-	-	-	305	430
Felt 2 før	13.15	50	95.4	0.3	375	530
Felt 2 etter	11.45	45	100.7	0.4	530	740
Differanse felt 2	-	-	-	-	155	210

Beregningene viser at utbyggingen kan føre til en økt vannføring ut av feltet på ca. 430 l/s mot Bruråsbekken og ca. 210 l/s mot Granåsbekken ved en fremtidig 200-års nedbørhendelse. Økningen vil være mindre for lavere returperioder. Beregnet vannføring ved 200-årsflom i Bruråsbekken og Granåsbekken er på ca. 19 m³/s. Disse har en konsentrasjonstid på flere timer i motsetning til avrenningen høyt oppe i feltet som er beregnet til 30-50 minutter. De økte vannmengden utgjør dermed under 1 % av den totale vannføringen i bekkene.

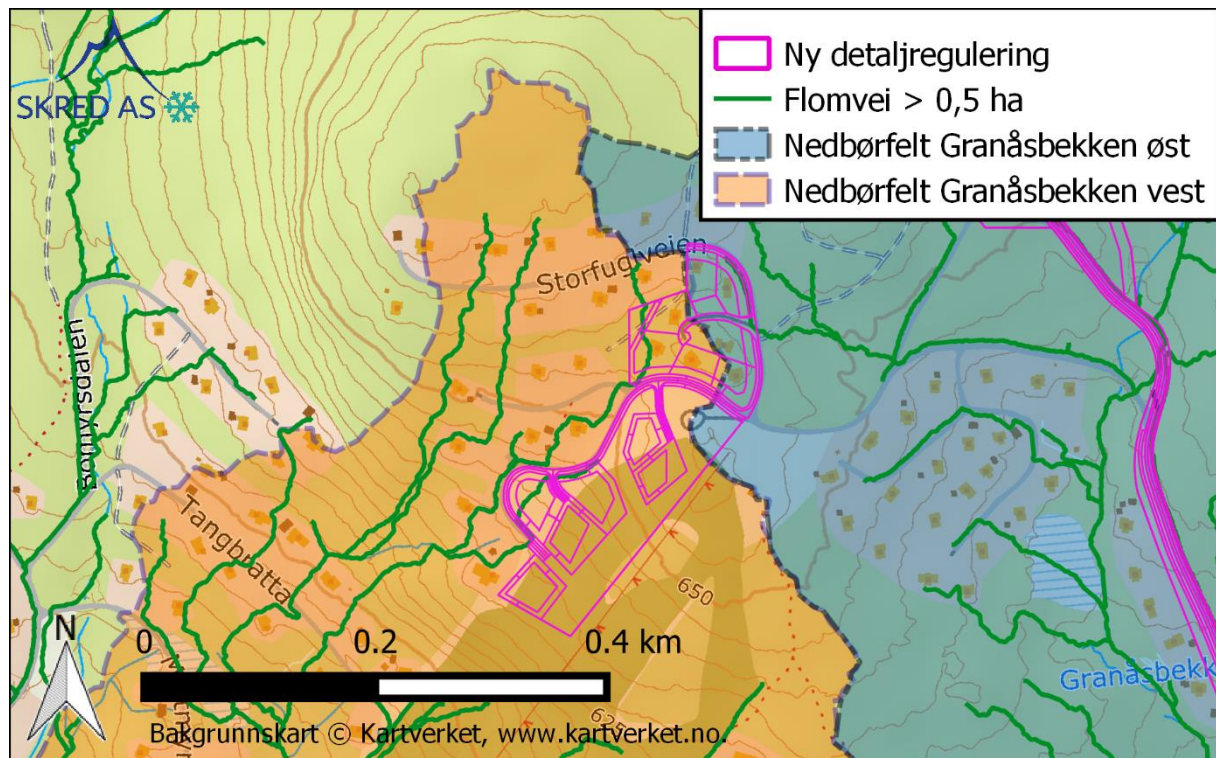
Basert på størrelsen på nedbørfeltet til Bruråsbekken, fordrøyningen i tjernene, feltkarakteristikk, mulige kritiske punkt samt andel hytter som drenerer hit i framtidig situasjon, vurderes påvirkningen til Bruråsbekken som liten. Den vurderes derfor å kunne tåle en økt avrenning fra planlagte hyttefelt på Tjennstuåsen uten ytterligere fordrøyningstiltak.

Selv om Granåsbekken også er en stor resipient i nedre del, er dette en liten bekk i Furutangen-området som renner tett på bebyggelse og infrastruktur med lite naturlig fordrøyning. Man bør derfor kompensere for en økt avrenning ved fordrøyning eller oppdimensjonere kritiske punkt lokalt i planområdet.

5.3.2 Tanghøgda

Tanghøgda er på ca. 1,85 ha med følgende utnyttelsesgrad oppgitt: 12-15 % BYA, maks 220 m² på Tanghøgda med 7 nye hytter samt allerede utbygde hytter i nord og vegareal på 2,7 daa. Feltet drenerer hovedsakelig til den vestre delen av Granåsbekken som drenerer gjennom alpinbakken, ref. figur Figur 4, og det er beregnet en samlet avrenning for å vurdere mulig endring. Ved detaljering av fordrøyningstiltak vil det være hensiktsmessig å

opprettholde dagens avrenningsmønster der deler av området drenerer mot den østre delen av Granåsbekken som vist i Figur 18.



Figur 18: Fordeling av avrenning fra det nye utbyggingsområdet på Tanghøgda.

Det er beregnet avrenning for 200-års gjentaksintervall ved bruk av den rasjonale formel med samme forutsetninger som for Tjennstuåsen. Avrenningskoeffisienten er satt til 0,4 for feltet før utbygging - som i dag består av en bratt alpinbakke i nedre del og eksisterende veier og hytter i øvre del (ny utbygging skal også vurderes for fordrøyning og det er derfor tatt utgangspunkt i situasjonen før utbygging). For nye tette arealer er det benyttet 0,8 som avrenningskoeffisient. Beregnet avrenningskoeffisient for hele området etter er beregnet til 0,49, men rundet opp til 0,5.

Tabell 11: estimat av endret spissavrenning fra Tanghøgda etter utbygging.

Område	Areal naturlig [ha]	Kons. tid [min]	I200 [l/s*ha]	C-verdi	Q200 [l/s]	Q200 med klimafaktor [l/s]
Før utbygging	1,85	30	133.3	0.4	100	140
Etter utbygging	1,6	25	156.7	0.5	145	205
Differanse	-	-	-	-	45	65

Beregningene viser at utbyggingen kan føre til en økt vannføring ut av feltet på ca. 65 l/s mot ved en fremtidig 200-års nedbørhendelse. Økningen vil være mindre for lavere returperioder.

5.4 Vurdering av behov for fordrøyning

5.4.1 Tjennstuåsen

Området på Tjennstuåsen som drenerer til Bruråsbekken utgjør en svært liten del av nedbørfeltet til bekken og de to tjernene som området drenerer til vil gi naturlig demping av den økte vannføringen som totalt er beregnet til ca. 0,4 m³/s for en ekstrem nedbørhendelse. Dette fordeles med ca. halvparten til hvert tjern, som ledes videre til et stort, flatt myrområde og renner uberørt fram til fiskedammene ved Nysæter. Ved utløpet av tjernene vil den økte avrenningen være neglisjerbar, da det er snakk om relativt små vannmengder i nokså store tjern.

Området på Tjennstuåsen som drenerer til Granåsbekken anses det hensiktsmessig med krav til fordrøyning med minst 10 års gjentakintervall, samt å sikre at flomveier og kritiske punkt i bekkeløp nedstrøms har tilstrekkelig kapasitet for en framtidig 200-årsflom der bebyggelse kan påvirkes (trinn 3). Dette gjelder spesielt kryssingene som mangler kapasitet, ref. kap 4.4. Nedstrøms hytteområdet på Furutangen vurderes påvirkningen av økt avrenning å være neglisjerbar. Fordrøyning bør utføres i fellesløsninger der det er mulig, gjerne i kombinasjon med veigrøfter og kryssinger.

5.4.2 Tanghøgda

For de nye utbyggingene på Tanghøgda anses det som hensiktsmessig med krav til fordrøyning med minimum 10-års gjentakintervall da det er en del bebyggelse nedstrøms som kan påvirkes av økt vannmengde, samt en bekkelukking under alpinbakken med begrenset kapasitet. I tillegg bør man sikre flomveier og kritiske punkt nedstrøms hvor bebyggelse kan påvirkes slik at disse har tilstrekkelig kapasitet for en framtidig 200-årsflom (trinn 3). Det kan være hensiktsmessig å endre flomveien slik at den går ned alpinbakken istedenfor gjennom hyttefeltet, slik at man reduserer risiko for skade på hytter. Området nedstrøms hyttefeltene vurderes å få en neglisjerbar påvirkning av den økte avrenningen.

6 Anbefalinger for håndtering av overvann

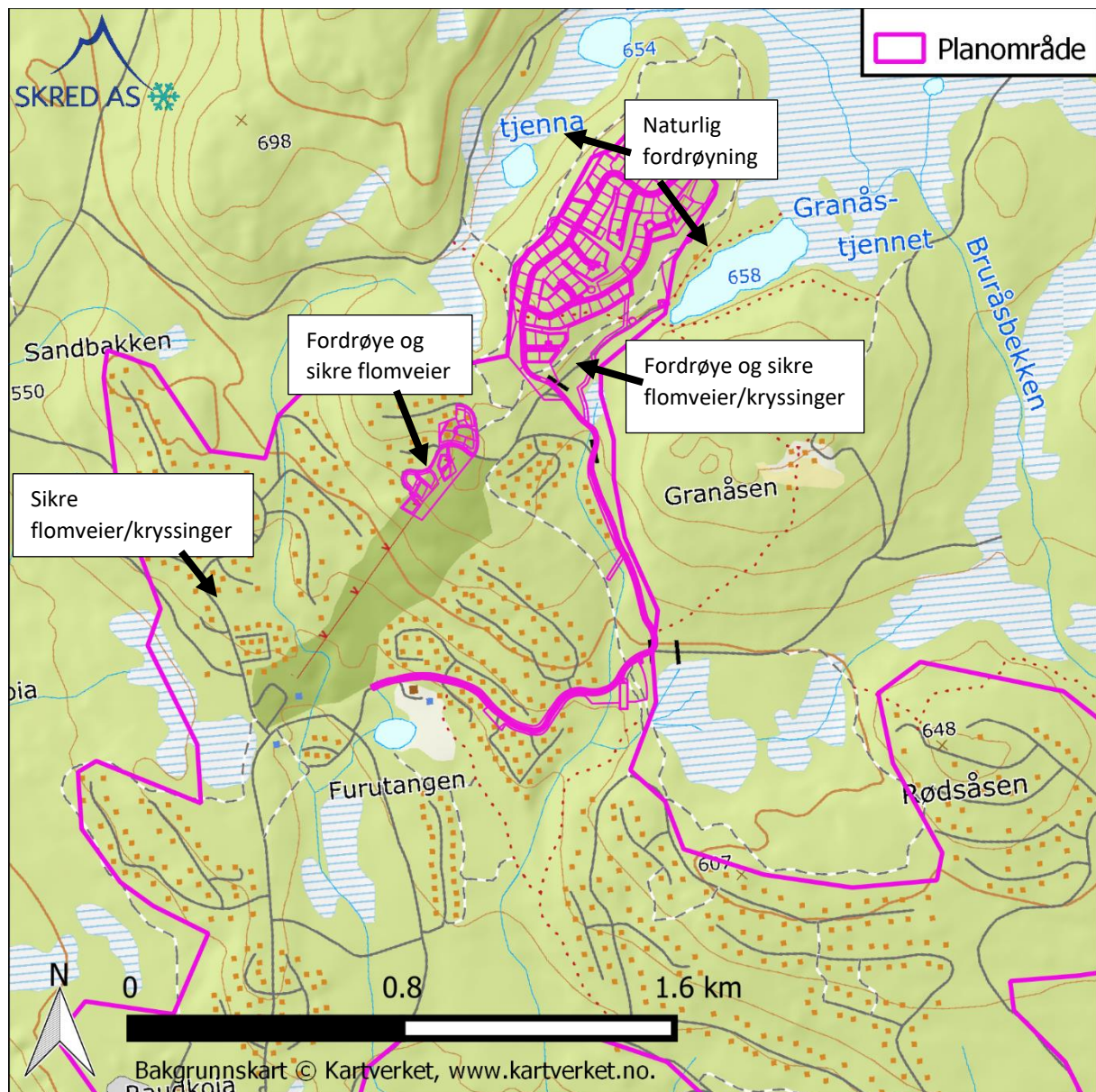
Det er gjort en vurdering av kapasiteten til resipientene av utbyggingsområdene på Furutangen, som i hovedsak er Granåsbekken og Bruråsbekken. Resipientene anses å ha god kapasitet i nedre del og vil ikke påvirkes i stor grad av en eventuell økning i avrenning. Bekkene som renner gjennom planområdet er små og man vil derfor få en relativt stor påvirkning der det er kort responstid. Det er derfor viktig å sikre gode løsninger for håndtering av overvann lokalt i de nye utbyggingsområdene samtidig som man sikrer at nedstrøms kryssinger som kan påvirke bebyggelse har tilstrekkelig kapasitet for dimensjonerende flom, som er 200-årsflom + 40 % klimapåslag. Det er gitt følgende anbefalinger til håndtering av overvann for nye områder på Furutangen i henhold til tretrinns-strategien:

Trinn 1: Mindre nedbørhendelser skal håndteres lokalt i planområdet ved at tette flater reduseres i størst mulig grad slik at mindre nedbør gis mulighet til infiltrasjon. Dagens avrenningsmønster opprettholdes i størst mulig grad. Bevaring av eksisterende jordsmonn og myrer, samt flere mindre utslipp av overvann diffust i terrenget, kan bidra til å opprettholde den naturlige vannbalansen i området. Takvann bør ledes åpent ut på terreng.

Trinn 2: Behovet for fordrøyning avhenger av kapasiteten til resipienten og kritiske punkter nedstrøms. Der hvor bekkene renner tett på eksisterende bebyggelse og har begrenset med plass og kapasitet, må man ikke gjøre tiltak som forverrer dagens situasjon for områder nedstrøms. Det vil si at man ikke skal tillate økt avrenning som følge av mer tette flater sammenlignet med dagens situasjon opp til et visst gjentakintervall, minimum 10 år. Det kan også være aktuelt å gjøre utbedrende tiltak nedstrøms slik at man gjør situasjonen bedre enn før utbygging. Fordrøyning bør utføres i åpne, felles løsninger der det er mulig, for eksempel i forbindelse med veikryssinger eller naturlige lavbrekk.

Dersom resipienten har god kapasitet og det ikke er planlagte/eksisterende bygg eller utsatte områder nedstrøms som påvirkes av en økt avrenning, vil det være hensiktsmessig å sikre gode løsninger for å ivareta trinn 1 og 3 heller enn å bruke mye ressurser på fordrøyning.

Trinn 3: Ved større nedbørhendelser er det viktig å ha definerte flomveier som leder vannet trygt bort fra og forbi bebyggelsen. Ved fremtidige utbygginger skal man vurdere flomveien nedstrøms utbyggingsfeltet og sikre at den ikke gjør skade på bebyggelse ved dimensjonerende nedbørhendelse med 200-års gjentakintervall + 40 % klimapåslag.



Figur 19: Foreslåtte tiltak for overvannshåndtering.

7 Referanser

Bratlie, R. (2015, 1). Beregning av flomveier med eksempler på bruk i kommunal forvaltning.
Kart og plan.

Klimaservicesenteret. (2017). *Klimaprofil Oppland.*

Norsk Klimaservicesenter. (2019). *Klimapåslag for korttidsnedbør - Anbefalte verdier for Norge.*

Norsk Vann. (2008). *Veileder i klimatilpasset overvannshåndtering - Rapport 162.*

NVE. (2015a). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt.*

NVE. (2015b). *Anbefalte metoder for flomberegninger i små felt.* NVE.

NVE. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge.*

Oslo kommune. (2017). *Overvannshåndtering - veileder for utbygger V.1.3.*

SINTEF. (1992). *STF60 A92101 - Flomberegning og Kulvertdimensjonering.*

Vedlegg 1

Estimat av fordrøyningsvolum

Konsentrasjonstid	15	min
Areal	0.33	ha
C	0.5	
Areal_red	0.165	ha
Q _{ut}	41	l/s
Klimat tillegg	1.4	

Varighet	I [l/s*ha]	Andel avrenning	Areal_eff	Q_inn [l/s]	Q_ut [l/s]	dQ [l/s]	dQ mag [l/s]	Volum
1	566.7	1.00	0.17	130.91	41.00	89.91	89.9077	5.4
2	508.3	1.00	0.17	117.42	41.00	76.42	76.4173	5.0
3	461.1	1.00	0.17	106.51	41.00	65.51	65.5141	4.3
5	380	1.00	0.17	87.78	41.00	46.78	46.78	6.7
10	278.3	1.00	0.17	64.29	41.00	23.29	23.2873	10.5
15	221.1	1.00	0.17	51.07	41.00	10.07	10.0741	5.0
20	180	1.00	0.17	41.58	41.00	0.58	0.58	1.6
30	133.3	1.00	0.17	30.79	41.00	-10.21	0	0.2
45	100.7	1.00	0.17	23.26	41.00	-17.74	-17.7383	0.0
60	84.7	1.00	0.17	19.57	41.00	-21.43	-21.4343	0.0
90	61.5	1.00	0.17	14.21	41.00	-26.79	-26.7935	0.0
120	50	1.00	0.17	11.55	41.00	-29.45	-29.45	0.0
180	37.5	1.00	0.17	8.66	41.00	-32.34	-32.3375	0.0
360	22.9	1.00	0.17	5.29	41.00	-35.71	-35.7101	0.0

