

Oppdragsgiver	Navn Areal+ AS	Kontaktperson Andreas R. Lindheim
Oppdrag	Nummer og navn 18260 Nordre Land, Huldreheimen – Flom og overvann	Oppdragsleder Petter Reinemo
Dokument	Nummer 18160-01-2 Utført av Per Wiréhn/Petter Reinemo	Dato 2019-12-20 Kontrollert av Petter Reinemo/Ingrid Alne

Vurdering av flomfare og overvannshåndtering for H810_3 Huldreheim

Versjon 1: 18150-01-1 14.12.2018

Versjon 2: 18150-01-2 20.12.2019 Spesifisert tekst i avsnitt 1.3, 3.6.1.1 og 3.6.1.2

Sammendrag

I forbindelse med reguleringsplan for H810_3 Huldreheim ved Synnfjell i Nordre Land kommune der det utført vurderinger av flomfare og overvannshåndtering for planområdet.

Elva Synna samt 4 kryssende bekker utgjør en potensiell flomfare for planområdet. Planlagt bebyggelse faller i utgangspunktet innenfor sikkerhetsklasse F2 i TEK §7-2 som medfører at største årlige sannsynligheten for flom skal være mindre enn 1/200. Basert på flomberegninger, hydrauliske modelleringer og GIS-analyser er det utarbeidet faresoner for estimert 200-årsflom. I utgangspunktet anbefales det å legge ny bebyggelse utenfor faresonene. Dersom det skal etableres bebyggelse innenfor faresonene må det utføres risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot flom. Ved praktisk bruk av faresonene skal det benyttes en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,5 meter.

Utbyggingen av 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. For å sikre god overvannshåndtering samt ikke påføre nedstrøms området økt belastning anbefales det å legge opp til en treleddsstrategi. Det er utarbeidet forslag til reguleringsbestemmelser som skal sikre tilstrekkelig håndtering av overvann i planområdet.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Befaring	5
1.3	Forbehold	5
2	Regelverk og føringer	6
2.1	Naturfare i plan- og bygningsloven	6
2.1.1	Loverket	6
2.1.2	TEK 17 og flomfare	6
2.1.3	Kommunedelplan	7
2.2	Aktuell sikkerhetsklasse	7
2.3	Overvannshåndtering	8
2.3.1	Loverket	8
2.3.2	Kommunedelplan	8
3	Vurdering av flomfare	9
3.1	Beskrivelse av vassdrag	9
3.1.1	Synna	9
3.1.2	Bekker	9
3.2	Flomberegning	10
3.2.1	Metode	10
3.2.2	Synna	11
3.2.3	Kryssende bekker	17
3.3	Hydraulisk vurdering	19
3.3.1	Synna	19
3.3.2	Bekk 1	21
3.3.3	Bekk 2 – 4	22
3.4	Flomveier og nedstrøms områder	22
3.5	Faresoner for flom	23
3.6	Anbefalt håndtering av Synna og kryssende bekker	24
4	Overvannshåndtering	26
4.1	Dagens situasjon	26
4.2	Mål og strategi	26
4.3	Anbefalt håndtering av overvann	26
4.3.1	Ledd 1 - Kildekontroll	27
4.3.2	Ledd 2 – Forsinkelse og fordrøying	28
4.3.3	Ledd 3 – Flomveier	29
4.3.4	Forslag til reguleringsbestemmelser for overvannshåndtering	29
5	Konklusjon	30
6	Referanseliste	31

Figurer

Figur 1: Plangrensene til H810_3 Huldreheim med NVE sine aktsomhetssoner for flom.....	4
Figur 2: Karakteristisk bilde av elveløpet til Synna (venstre) og Synndammen (høyre).	9
Figur 3: Karakteristiske bilder av bekkeløp (venstre: Bekk 1, høyre: Bekk 2).	10
Figur 4: Nedbørfelt til Synna beregnet ved vurdert planområde	12
Figur 5: Vurderte målestasjoner med tilhørende nedbørfelt.	13
Figur 6: Hypsografisk kurve til utvalgte målestasjoner	14
Figur 7: Feltgrenser for sidebekker.	17
Figur 8: Lokasjon av tverrprofiler i den hydrauliske modellen i tilknytning til Huldreheim. ...	20
Figur 9: Resulterende vannlinje og energilinj for en fremtidig 200-årsflom i Synna i tilknytning til Huldreheim. Profilene refererer til Figur 8.	21
Figur 10: Illustrasjon fra beregningsresultatene fra Bekk 1 i Hec-Ras.	22
Figur 11: Faresoner for 200-årsflom og flomveier.	23
Figur 12: Illustrasjon av treledsstrategien (miljokommune.no).	27
Figur 13: Nødvendig fordrøyningsvolum for kompensasjon for tette flater.	28

Tabeller

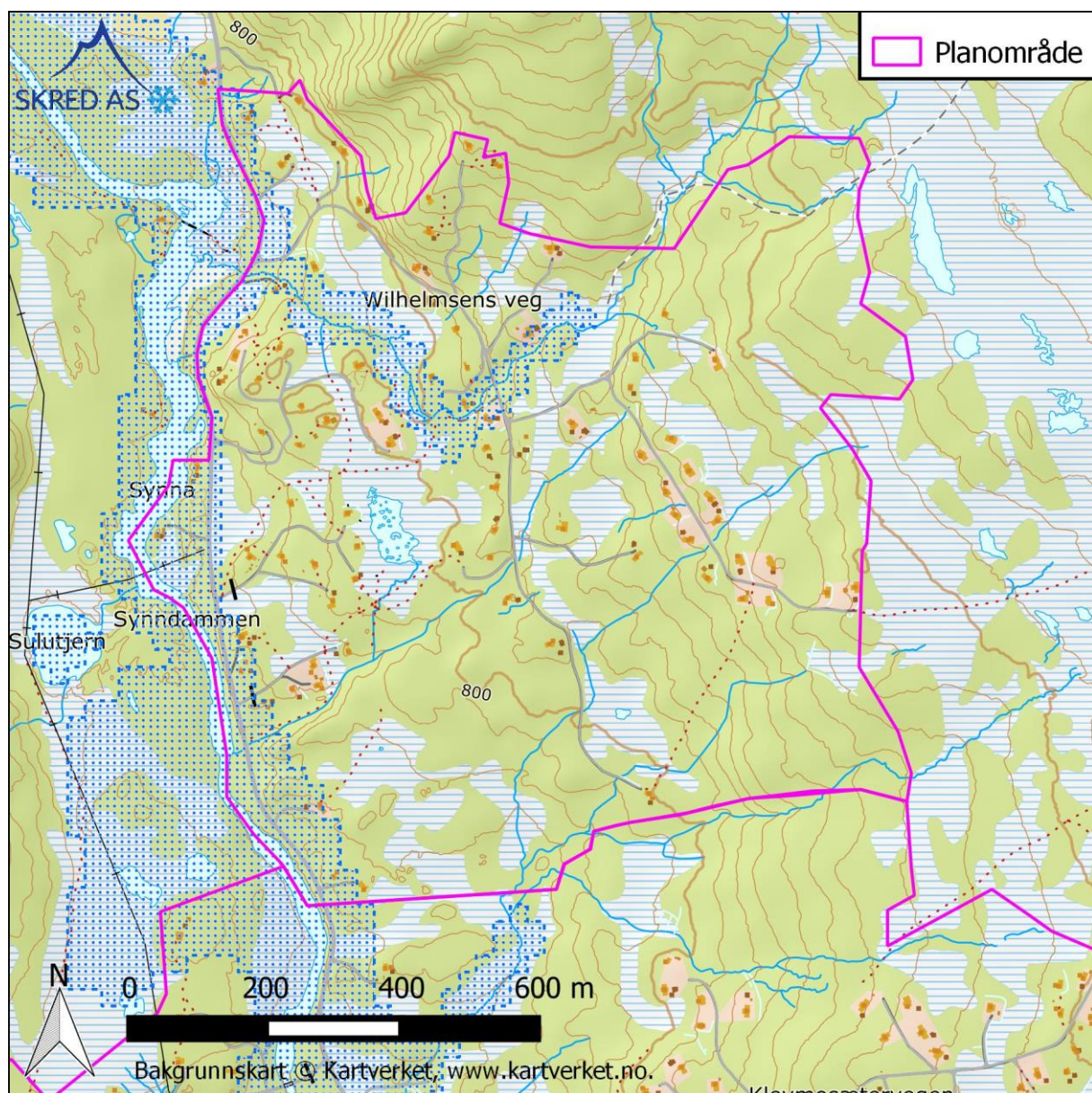
Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2017).	6
Tabell 2: Feltkarakteristika til Synna.	11
Tabell 3: Feltkarakteristika til utvalgte målestasjoner.	13
Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte målestasjoner (døgnmiddel).	14
Tabell 5: Beregnede forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring.	14
Tabell 6: Resultater gitt fra regionale flomformler og frekvenskurver (døgnmiddel).	15
Tabell 7: Resultater fra flomformelverket.	15
Tabell 8: Sammenligning av resultat fra flomberegning med ulike metoder	16
Tabell 9: Dimensjonerende vannføring for Synna.	16
Tabell 10: Feltareal til vurderte bekker.	17
Tabell 11: Resultater fra den rasjonale formelen.	18
Tabell 12: Resultat fra flomformelverket for bekk 1.	18
Tabell 13: Dimensjonerende 200-årsflom i kryssende bekker.	19
Tabell 14: Anbefalt rørdimensjon og minste tverrsnitt på overløp	24

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med planlagt regulering av H810_3 Huldreheim i Nordre Land kommune er Skred AS bedt om å utføre vurderinger av flomfare og overvannshåndtering. Reguleringsplanen skal legge til rette for fortetting av eksisterende hytteområder.

Vestre og nordre del av planområdet er dekket av NVE sin aktsomhetssone for flom der elva Synna og en bekk fra Veslefjellet utgjør potensiell flomfare. I tillegg krysser flere mindre bekker gjennom planområdet som også må håndteres tilstrekkelig. Overvann internt i planområdet må håndteres på en slik måte at nedstrøms områder ikke får økt ulempe. Planområdet med NVE sin aktsomhetssone for flom er vist på figur 1.



Figur 1: Plangrensene til H810_3 Huldreheim med NVE sine aktsomhetssoner for flom.

1.2 Befaring

Befaring av området ble utført 2018-09-10 til 2018-10-10 av Per Wirèhn, Skred AS. Det ble utført registreringer både fra bakken og med drone. Det var klarvær og generelt gode befaringsforhold.

1.3 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik de fremkom fra befaringsobservasjoner, tilgjengelige flyfoto, terrengdata på vurderingstidspunktet og foreliggende plankart og bestemmelser. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for flomforholdene. Det kan innbefatte hogst, terrenginngrep eller fysiske endringer i vassdraget som en konsekvens av erosjon, masseavlagring og menneskelige inngrep. 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 Naturfare i plan- og bygningsloven

2.1.1 Lowerket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

2.1.2 TEK 17 og flomfare

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK10 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (DiBK, 2017).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2017).

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk der oversvømmelse har liten konsekvens, både økonomisk og samfunnsmessig. Det innebærer byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebærer de fleste byggverk beregnet for personopphold som bolighus, hytter, kontorer, skoler og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter tiltak der flom vil føre til store konsekvenser. Sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan påføre omgivelsene stor forurensning ligger innenfor sikkerhetsklassen. Sykehjem, beredskapsfunksjoner, kritisk infrastruktur og avfallsdeponier er nevnt som eksempler.

I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

2.1.3 Kommunedelplan

I utkast til kommunedelplanen for Synnfjell øst (2018-2030) er det gitt bestemmelser for håndtering av flom. Hensynssone for flomfare i planen tilsvarende som NVE sine aktsomhetssoner. Det er valgt å ta hensyn til foreliggende utkast til kommunedelplan, selv om denne ikke er endelig vedtatt.

- Bestemmelse B19 – Byggeforbud langs vann og vassdrag flomfare

«I områder inntil 50 meter fra strandlinjen, målt i horisontalplanet ved middelvannstand langs innsjøer og vann med areal over 10 daa, dvs. Synnfjorden, Oppsjøen, Dokksfløy, Store Skjervungen samt vassdraget Synna er bygge- og anleggstiltak etter pbl kap. 20 ikke tillatt.

I øvrige vassdrag med helårs vannføring gjelder grense for byggeforbudssone på 30 meter fra strandlinjen.

I reguleringsplaner kan annen byggegrense fastsettes.

Alle vassdragskryssinger skal dimensjoneres for 200-årsflom med tilfredsstillende vassdragsteknisk utforming for å hindre oppstuvning, erosjon og uønsket masselagring.»

- Bestemmelse B105 – Hensynssone for flomfare

«Innenfor hensynssone flom vist i plankartet gjelder NVEs retningslinjer 2/2011 "Flaum og skredfare i arealplanar", eller den til enhver tid gjeldende retningslinje, skal legges til grunn ved planlegging og utførelse av nye tiltak. Det tillates ikke etablering av ny bebyggelse langs vann og vassdrag på lavere enn nivå for en 200-års flom + 30 cm, med mindre det utføres tiltak som sikrer ny bebyggelse mot flom.»

2.2 Aktuell sikkerhetsklasse

Basert på kravene til sikkerhet i TEK17 og bestemmelser i kommunedelplan virker sikkerhetsklasse F2 mest aktuell. Det medfører at årlig sannsynlighet for flom skal være mindre enn 1/200.

2.3 Overvannshåndtering

2.3.1 Lowerket

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

2.3.2 Kommunedelplan

I bestemmelser og retningslinjer for kommuneplanens arealdel er overvann omhandlet i de generelle bestemmelsene. I avsnitt 2.4.1.1 er følgende gitt:

«Overvann skal håndteres lokalt, dvs. på egen grunn ved infiltrasjon og fordrøyning eller på annen måte.»

3 Vurdering av flomfare

3.1 Beskrivelse av vassdrag

3.1.1 Synna

Elva Synna renner langs den vestre kanten av planområdet og utgjør en potensiell flomfare. I oppstrøms del langs planområdet har elva en slak karakteristisk der restene etter en eldre dam, Synndammen, utgjør et skille der elva blir brattere. Ved Synndammen er landkarene bevart, der elveløpet går åpent. Under flom forventes det at konstruksjonen vil snevre strømningsstverrsnittet som videre kan gi en oppstrøms oppstuvning. Figur 2 viser et karakteristisk bilde elveløpet samt Synndammen sett ovenfra.



Figur 2: Karakteristisk bilde av elveløpet til Synna (venstre) og Synndammen (høyre).

3.1.2 Bekker

Bekken fra Veslefjellet nord i planområdet er også dekket av NVE sin aktsomhetssone for flom. I tillegg krysser flere mindre bekker gjennom området som kan skape problemer under flom dersom de ikke håndteres tilstrekkelig.

Nedbørfeltene til bekkene er påvirket av oppstrøms hyttefelt og infrastruktur der tilstand på stikkrenner og drensveier kan være avgjørende for vannmengden i bekkene i en flomsituasjon. For eksempel kan tilstopping av en stikkrenne potensielt lede flomvann over til nabofelt og føre til en betydelig økning i flomvannføring her.

Gjennom planområdet renner bekkene i løp med varierende tverrsnitt. Stedvis er bekkene godt definert, mens de andre steder har mindre definert løp der flomvann i større grad vil fordele seg i terrenget. Bekkekantene består i stor grad av løsmasser og torv, og det ble ikke påvist pågående erosjon under befaringen. Flomfare forventes i stor grad å være relatert til kritiske punkter som kryssende veier og stikkrenner.

Figur 3 viser to karakteristiske bilder av bekkeløpene.



Figur 3: Karakteristiske bilder av bekkeløp (venstre: Bekk 1, høyre: Bekk 2).

3.2 Flomberegning

3.2.1 Metode

Retningslinjer for flomberegninger (NVE 2011), Veileder for flomberegninger i små nedbørfelt (NVE, 2015a) samt Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt (NVE, 2015b), er lagt til grunn for flomberegningen.

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. De ulike metodene som er benyttet i flomberegningene av Synna og bekkene er beskrevet under.

Vannføringsmålinger og flomfrekvensanalyse

De foreligger vannføringsmålinger i Synna for perioden 1979-1987. Med bakgrunn i den korte måleserien er det funnet et utvalg målestasjoner som sammen med målingene fra Synna kan gi en indikasjon på flomforholdene. Indikasjonen fås gjennom beregning og vurdering av spesifikk middelflom og flomfrekvensanalyse, samt analyse av feltkarakteristika opp mot aktuelt nedbørfelt.

Regionale formformler

I NVE (2011) er regionale flomformler og frekvenskurver for norske vassdrag presentert. Formelverket er utviklet for nedbørfelt med feltareal $> 20 \text{ km}^2$, men bør også brukes forsiktig der feltareal $< 100 \text{ km}^2$

Flomformelverk for små nedbørfelt

I NVE (2015a) 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.

Rasjonelle metoden

Den rasjonelle formelen beregner vannmengder basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. Dimensjonerende nedbør hentes fra relevant IVF-kurve eller nedbørstatistikk, basert på estimert konsentrasjonstid. Det foreligger ulike anbefalinger til hvor store felt formelen bør benyttes til. Anbefalingene varierer mellom 0,2 og 5 km². Generelt bør formelen benyttes forsiktig i naturlige felt og helst i kombinasjon med andre metoder.

3.2.2 Synna

3.2.2.1 Nedbørfelt

Nedbørfeltet til Synna er identifisert gjennom NVE-applikasjonen NEVINA. Feltet drenerer et fjellområde østover mot Synnfjorden som ligger rett oppstrøms planområdet, og består av en blanding mellom skog, myr og snaufjell. Synnfjorden gir potensiale for naturlig flomdemping i feltet hvilket gjenspeiler seg i den effektive sjøprosenten. Det er ingen reguleringsmagasiner i nedbørfeltet.

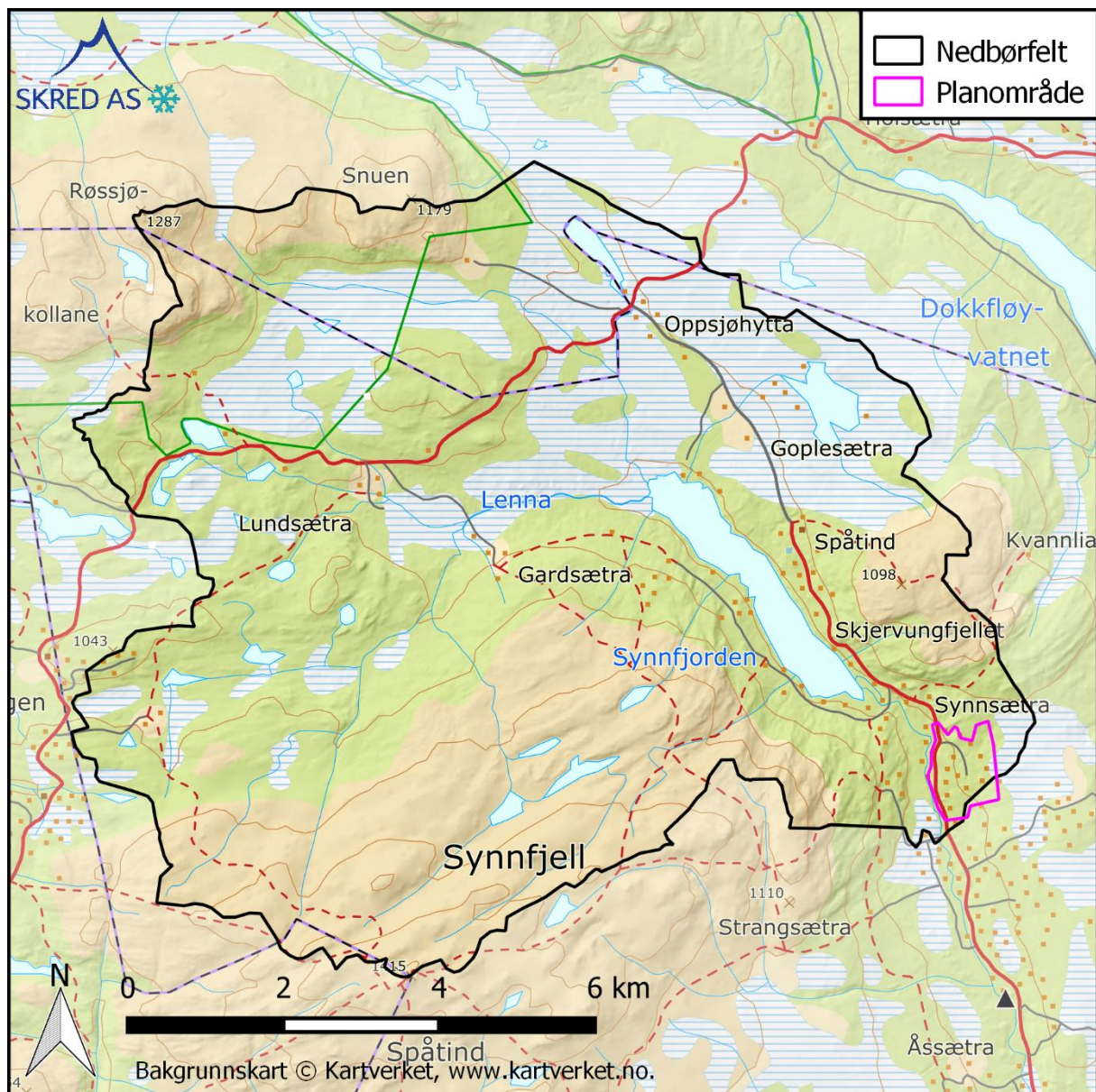
Det foreligger vannføringsmålinger i Synna for perioden 1979-1987. Den korte måleserien medfører imidlertid stor usikkerhet, slik at det hydrologiske grunnlaget vurderes som noe begrenset.

Feltkarakteristika for nedbørfeltet til Synna er vist i tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 4.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Synna.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	qN* [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snaufjell	Sjø [%]	Høydeint [moh]
Synna	87,4	25	2,2	46	26	23	5	774 - 1408

*Hentet fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990.



Figur 4: Nedbørfelt til Synna beregnet ved vurdert planområde

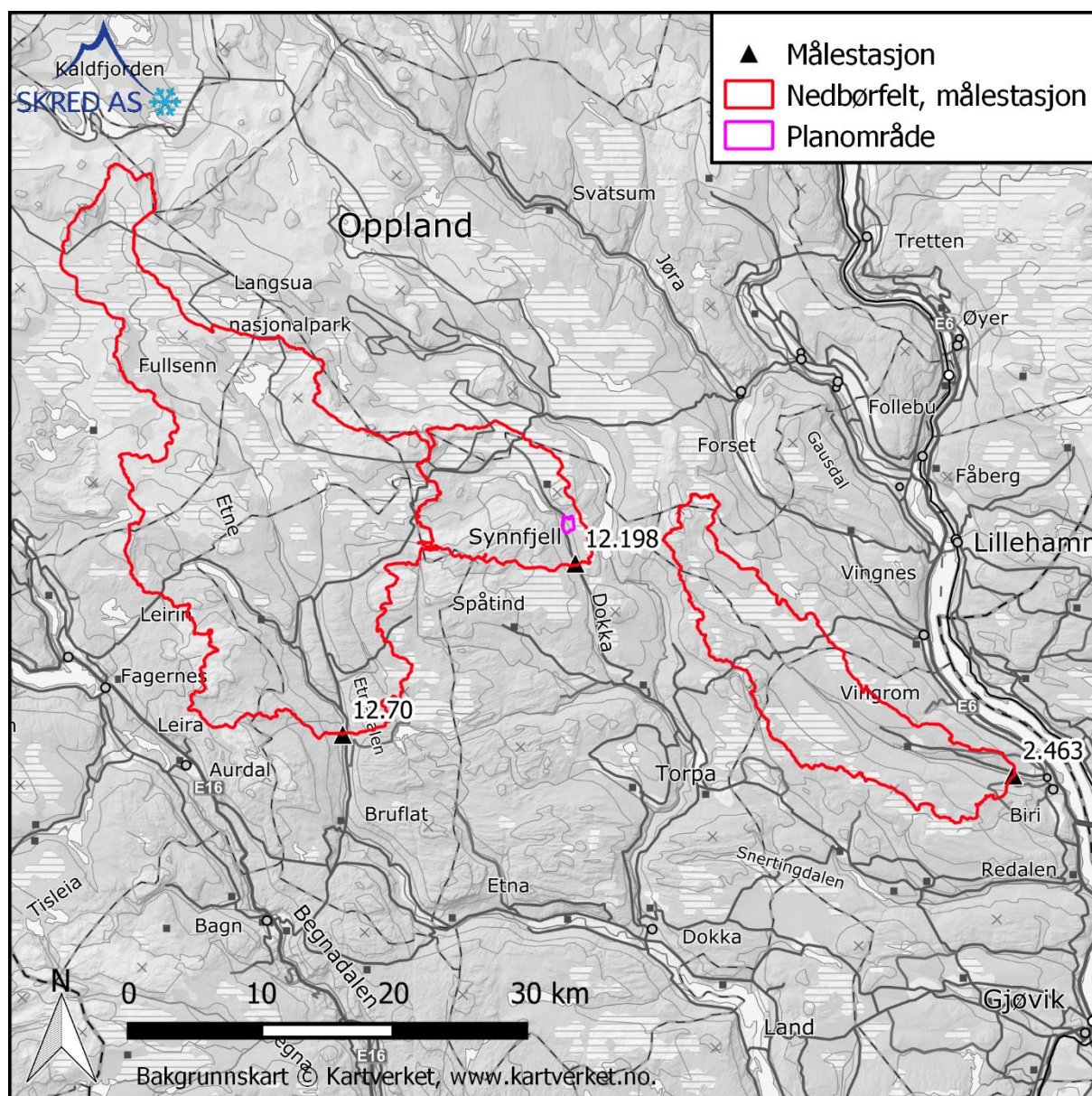
3.2.2.2 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

Det er funnet et utvalg målestasjoner som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i Synna. Feltkarakteristika til de utvalgte stasjonene er gitt i Tabell 3, beliggenhet er vist i Figur 5 og hypsografiske kurver er vist i Figur 6. Ingen av feltene er påvirket av regulering. Middellavrenningen er beregnet basert på måleserien ved hver enkelt stasjon. Det er utført flomfrekvensanalyse på døgnverdier for de utvalgte måleseriene. Valg av fordelingen er basert på tilpasning til måledataene og lengde på måleserien. Resultatene fra analysen fremkommer av Tabell 4.

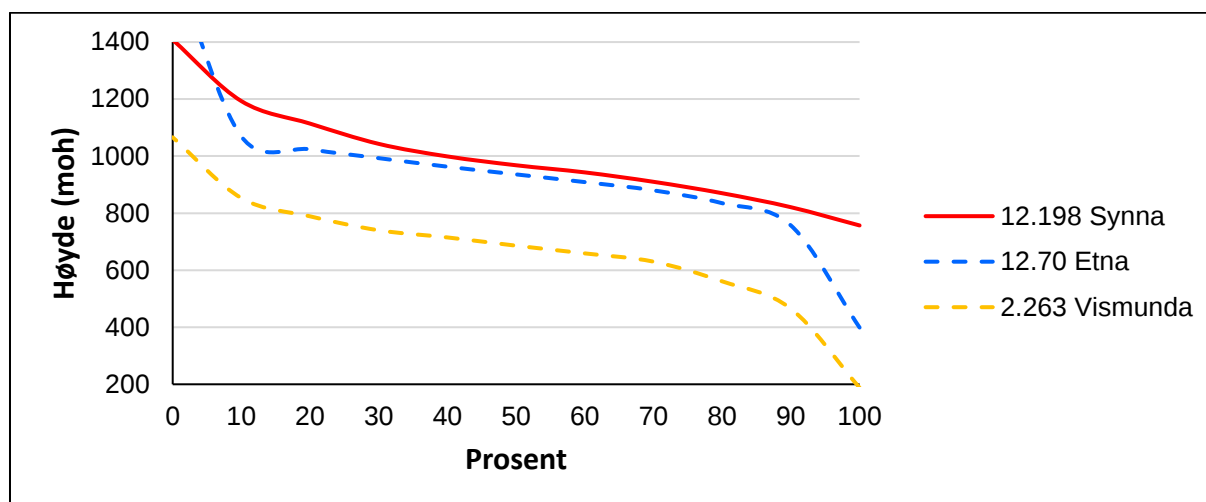
Tabell 3: Feltkarakteristika til utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Måleperiode [år]	q _N [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Høydeint. [moh]
Synna (ved planområde)	87,4	-	25*	2,2	46	23	774 -1408
2.463 Vismunda	192	1988-dd	23	0,04	75	1	188-1086
12.70 Etna	570	1969-dd	67	0,3	49	12	482 - 660
12.198 Synna	104	1979-1987	22	1,6	44	26	757-1408

*Hentet fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990.



Figur 5: Vurderte målestasjoner med tilhørende nedbørfelt.



Figur 6: Hypsografisk kurve til utvalgte målestasjoner

Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte målestasjoner (døgnmiddel).

Målestasjon	År	Middelflom		Q_{20}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Metode	Kurvekvalitet (flom)
		Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s*km ²]				
2,463 Vismunda	28	50	260	2,14	3,25	Gumbel (L-mom)	Dårlig
12.70 Etna	46	104	182	1,63	2,02	GEV (Max)	Bra
12.198 Synna	9	26	250	1,37	1,73	Gumbel (L-mom)	Ukjent

3.2.2.3 Forhold mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring

Forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring estimeres fortrinnsvis fra målinger i det aktuelle vassdraget. Da det ikke foreligger målinger med finoppløst data i Synna er formel for forholdstallet gitt i NVE (2011) vurdert som aktuelle. Formlene gir et forholdstall på 1,20 for vårflo og 1,33 for høstflo.

Forholdstallet beregnet fra registrerte flommene med finoppløst data ved relevante målestasjoner er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Beregnede forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring.

Målestasjon	Dato	Q_{mom} [m ³ /s]	$Q_{døgn}$ [m ³ /s]	$Q_{mom}/Q_{døgn}$
12.70 Etna	02.06.1995	229.0	208.4	1.10
12.70 Etna	23.05.2013	226.8	192.6	1.18
12.70 Etna	21.05.2010	157.1	147.9	1.06
2.463 Vismunda	02.06.1995	193.9	169.4	1.14

Fra forholdstallene beregnet ved referansevassdragene og formelverket vurderes en faktor på ca. 1,3 realistisk for Synna.

3.2.2.4 Regionale flomformler

Synna ligger i høstflomregion H3 og mellom vårflomregionene V4 og V3. Alle de tre flomregionene er vurdert. Resultater gitt fra de regionale flomformlene og frekvenskurver for Synna er presentert i Tabell 6.

Tabell 6: Resultater gitt fra regionale flomformler og frekvenskurver (døgnmiddel).

Elv	Flomregime	q _M [l/s*km ²]	Q ₂₀ / Q _M	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₁₀₀₀ / Q _M
Synna	H3	118	2	3.4	4.7
Synna	V3	231	1.6	2.2	2.5
Synna	V4	202	1.8	2.6	3.1

3.2.2.5 Flomformelverk for små felt

Formelverket er utviklet for nedbørfelt med feltareal mindre enn feltet til Synna, men vurderes allikevel relevant for å kunne gi en indikasjon. Middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 virker rimelig sammenlignet med verdiene ved målestasjonene. Det er derfor valgt å benytte en middelavrenning på 25 l/s*km² i flomformelverket.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 7. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre- og nedre konfidensintervall (95%).

Tabell 7: Resultater fra flomformelverket

Estimat	Middelflom		Q ₂₀ / Q _M	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₁₀₀₀ / Q _M	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]						
Lav (95%)	12.8	147				22.3	36.6	51.4
Middel	25.7	294	1.73	2.85	4.0	44.6	73.2	102.7
Høy (95)	51.4	588				89.1	146.3	205.5

3.2.2.6 Klimaframskrivninger

Gjennom anbefalinger i NVE (2016) og Klimaprofil Oppland (Norsk Klimaservicesenter, 2017) er et klimapåslag på 30 % vurdert som hensiktsmessig for Synna.

3.2.2.7 Vurdering av resultater

12.198 Synna ligger ca. 2,5 kilometer nedstrøms planområdet og er således svært relevant. Da måleperioden er kort samt at kvaliteten på vannføringskurven er usikker, er det heftet usikkerhet til verdiene herfra.

2.463 Vismunda har dobbelt så stort feltareal og liten naturlig flomdemping i form av vann eller innsjøer. Feltet er mer langstrakt og har større andel skog og lavere andel snaufjell enn Synna. Den dårlige kvaliteten på vannføringskurven gir stor usikkerhet.

12.70 Etna har betydelig større feltareal som indikerer en god del lavere spesifikke flomverdier enn i Synna.

Basert på analyse av målestasjonene synes en spesifikk døgnmiddelflom på 250 l/s*km^2 beregnet ved 12,198 Synna realistisk. Verdien samsvarer godt med flomformel for region V3. Med et vurdert forholdstall på 1,3 mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring gir det spesifikk kulminert middelflom på 325 l/s*km^2 . Denne verdien samsvarer med middelestimatet fra flomformelverket.

Det er stort sprik i frekvensfordelingen gitt av de ulike metodene. Frekvensanalysene fra målestasjonene innbefatter en del usikkerhet, der 12,70 Etna har best kvalitet. Etna-kurven samsvarer med frekvensfordeling for region V3. For å ta hensyn til usikkerheten i valget benyttes frekvensfordeling for region V4 som gir en fordeling mellom resultatene fra stasjonene. I Tabell 8 er resultatene fra de ulike metodene for flomberegning sammenlignet.

Tabell 8: Sammenligning av resultat fra flomberegning med ulike metoder

Metode	Middelflom [l/s*km^2]	q200 [l/s*km^2]
Vurdert fra målestasjoner	325	560 - 1050
Regionale flomformler	118-231	660 - 685
Formelverk for små nedbørfelt	147-588	415-1675

3.2.2.8 Dimensjonerende vannføring for Synna

Dimensjonerende flommer beregnet for Synna er gitt i Tabell 9. Spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg er beregnet til ca. 1100 l/s*km^2 .

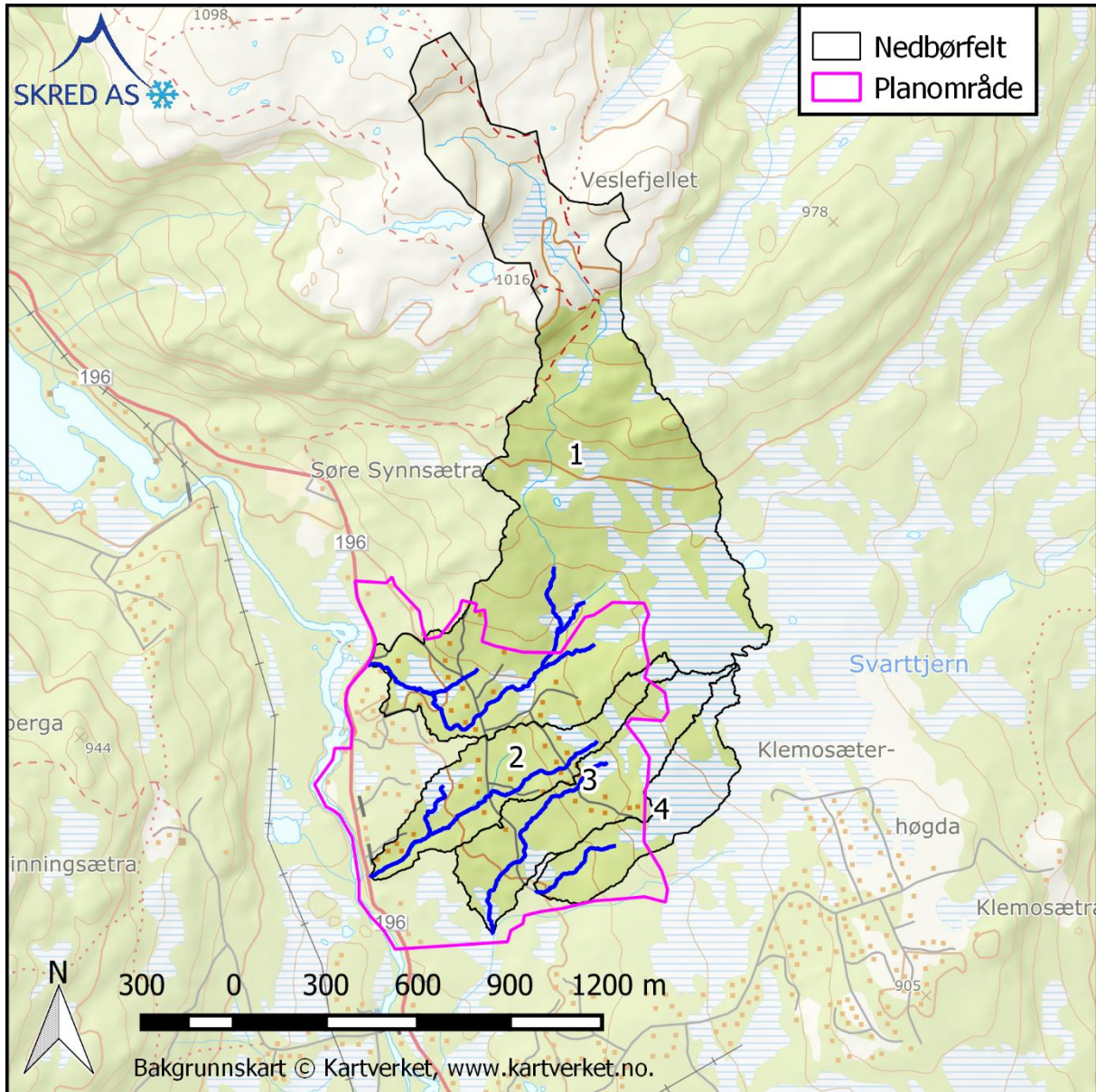
Tabell 9: Dimensjonerende vannføring for Synna.

Vassdrag	Feltareal [km^2]	Klimatillegg	Middelflom		Q ₂₀₀ [m^3/s]
			Q _M [m^3/s]	q _M [l/s*km^2]	
Synna	87.4	30%	37	423	96

3.2.3 Kryssende bekker

3.2.3.1 Nedbørfelt

Nedbørfeltet til bekkene som berører planområdet er identifisert gjennom GIS-analyse basert på en terrengmodell etablert på LiDAR-data med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter. Bekker og feltgrenser er vist i Figur 7 og feltarealer er oppsummert i Tabell 10.



Figur 7: Feltgrenser for sidebekker.

Tabell 10: Feltareal til vurderte bekker.

Felt	Feltareal [ha]
1	118
2	18
3	21
4	15

Nedre del av nedbørfeltene består av hytteområder med infrastruktur. De tette flatene, som er blitt opparbeidet i form av hytter, gårdsplasser og veier, kan potensielt bidra til at en større del av nedbøren går direkte til avrenning. Da disse områdene utgjør en liten andel av det totale feltet, anses effekten å være liten i dag. De øvre delene av nedbørfeltene består av skog- og myrområder og for Bekk 1 snaufjell øverst i feltet. Myrområdene vil i normalsituasjoner kunne holde igjen store mengder vann og dermed forsinke vannføringen ut av feltet. Etter våtere perioder, der myrene er mettet, vil den fordrøyende effekten avta og en kan forvente en raskere avrenningskarakteristikk med markante flomtopper. De flatere myrpartiene i feltet forventes å ha en fordrøyende effekt.

3.2.3.2 Den rasjonale formelen

IVF-kurven fra 12670 Lillehammer er brukt for dimensjonerende nedbør. Verdiene korrelerer bra sammenlignet med den regionale kurven gitt i MET (2015).

Konsentrasjonstiden til feltet er estimert ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Avrenningskoeffisient (C-verdi) er satt til 0,5 basert på terrengtype/grunnforhold, erfaringsdata, anbefalinger i aktuelle veiledere og forventningen om en lang teleperiode.

Tabell 11 gir beregningsparametere og beregnet 200-årsflom i de vurderte bekkene med bruk av den rasjonale formelen.

Tabell 11: Resultater fra den rasjonale formelen.

Felt	Feltareal [ha]	Kons. tid [min]	I200 [l/s*ha]	C-verdi	q200 [l/s*km ²]	Q200 [m ³ /s]
1	118	100	37	0,5	1865	2,2
2	18	60	54	0,5	2780	0,5
3	21	60	54	0,5	2860	0,6
4	15	60	54	0,5	2670	0,4

3.2.3.3 Flomformelverket

Resultatene gitt fra flomformelverket for bekken fra Veslefjellet (Bekk 1) er presentert i tabell 12. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre og nedre konfidensintervall (95 %).

Tabell 12: Resultat fra flomformelverket for bekk 1.

Vassdrag	Estimat	Middelflom		Q ₂₀ / Q _M	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
		Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]				
Bekk 1	Lav (95%)	0.5	382			0.8	1.3
	Middel	0.9	764	1.72	2.76	1.6	2.5
	Høy (95%)	1.8	1528			3.2	5.1

3.2.3.4 Klimaframskrivninger

Gjennom anbefalinger i NVE (2016) og Klimaprofil Oppland (klimatilpasning.no) er et klimapåslag på 40 % vurdert som hensiktsmessig for sidebekkene. Dette da konsentrasjonstiden vurderes mindre enn 3 timer.

3.2.3.5 Dimensjonerende vannføring

For Bekk 1 gir middelestimatet fra flomformelverket noe høyere verdier enn den rasjonelle metoden. Det er valgt å sette middelestimat fra formelverket i Bekk 1 og resultatene fra den rasjonelle formelen for resterende bekker som dimensjonerende. Spesifikk 200-årsflom inklusive klimatillegg er beregnet til ca. 2800 l/s*km² i Bekk 1 og mellom 3500 og 3700 l/s*km² i de resterende bekker.

Dimensjonerende flommer inkludert klimatillegg fremkommer av tabell 13.

Tabell 13: Dimensjonerende 200-årsflom i kryssende bekker.

Bekk	Feltarel [ha]	Klimatillegg [%]	Q200 [m ³ /s]
1	118	40	3.25
2	18	40	0.70
3	21	40	0.80
4	15	40	0.60

3.3 Hydraulisk vurdering

3.3.1 Synna

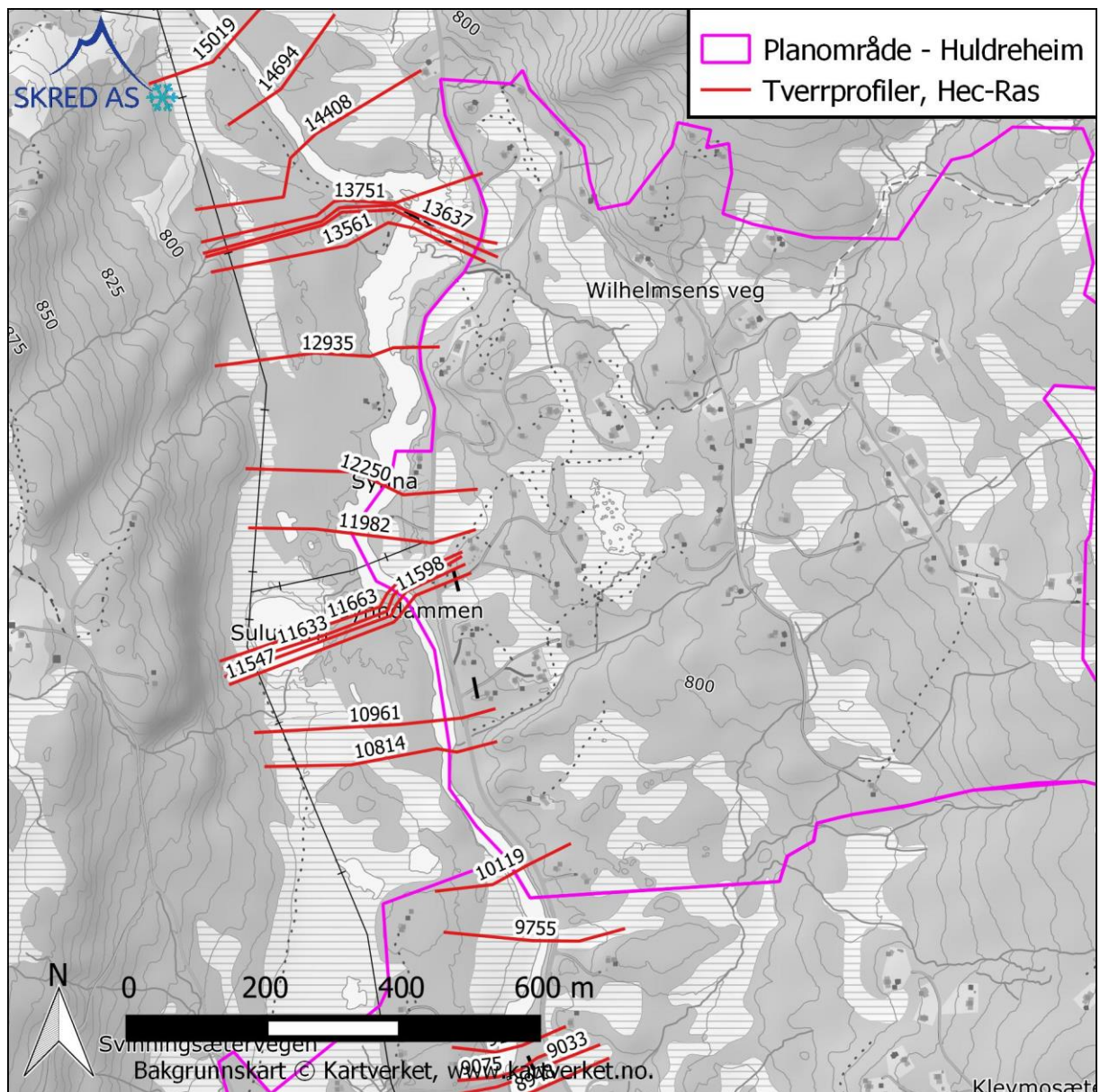
3.3.1.1 Metode og modelloppsett

I den hydrauliske modelleringen av Synna er programvaren Hec-Ras 5.0.6 benyttet. Det er benyttet en 1-dimensjonal modell som er satt opp for en strekning på ca. 4,4 kilometer mellom Synnfjorden og inntaket til Torpa kraftverk.

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2016 er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter, som tverrprofilene til Hec-Ras er hentet ut fra da skanningen er gjort på lav vannføring. Det er 4 konstruksjoner på strekningen som forventes å kunne påvirke vannlinjen under flom. Det inkluderer gangbru i nærheten av Vesleslåttvegen, Synndammen, kjørebru oppstrøms Jomyrkroken, samt kjørebru der Krokhølvegen krysser Synna. Geometrien til konstruksjonene ble målt opp under befaringen og er inkludert i den hydrauliske modellen.

Vi har ikke fått tilgang på kjente samtidige målinger av vannføring og vannstand i Synna, som gir grunnlag for kalibrering. Ruhetsverdiene er derfor satt basert på registreringer under befaringen, aktuell litteratur (Spreafico m. fl., 2001) og erfaringsdata. Det er benyttet et Manningstall på 30 i hovedløpet og 20 langs sidekantene.

Hec-Ras modellen inkluderer totalt 48 tverrprofiler. Profilene i tilknytning til H810_3 Huldreheim er vist i Figur 8.

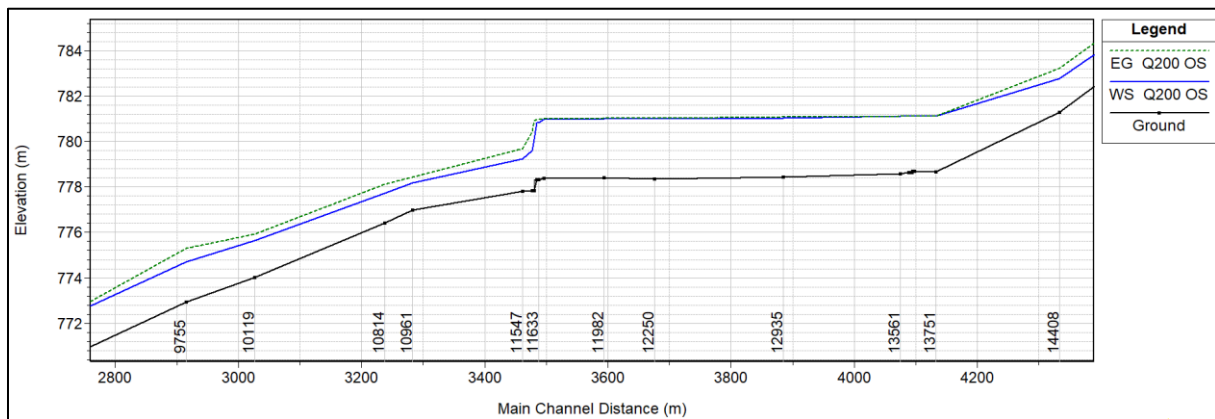


Figur 8: Lokasjon av tverrprofiler i den hydrauliske modellen i tilknytning til Huldreheim.

3.3.1.2 Resultater

Modelleringen viser at Synnedammen vil gi en betydelig oppstuvning på oppstrøms vannlinje under flom. Dette skyldes at elveløpet snevres inn til en bredde på ca. 15 meter. Brukarene i tilknytning til oppstrøms gangbru påvirker i liten grad vannlinjen i elva. Nedstrøms Synnedammen øker gradienten i elva som gir høyere vannhastigheter.

Figur 9 viser resulterende vannlinje og energilinje for en fremtidig 200-årsflom der det refereres til profilene i Figur 8.



Figur 9: Resulterende vannlinje og energilinj for en fremtidig 200-årsflom i Synna i tilknytning til Huldreheim. Profilene refererer til Figur 8.

3.3.1.3 Anbefalt sikkerhetsmargin

Basert på en vurdering av usikkerheten i modelleringen og hastighetshøyde anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,5 meter ved praktisk bruk av faresonene i Synna. Det bemerkes at anbefalingen er noe større enn hva som er gitt i bestemmelsene til kommunedelplanen.

3.3.1.4 Sikkerhet mot erosjon

Det ble under befaringen ikke påvist pågående erosjon langs elvekanten. Det vurderes at ny bebyggelse oppnår tilstrekkelig sikkerhet mot erosjon etter kravene i TEK17 dersom det opprettholdes en avstand større enn 20 meter fra elvekant. Dersom bebyggelse legges nærmere elvekanten enn 20 meter bør lokale forhold og eventuelle behov for tiltak vurderes.

3.3.2 Bekk 1

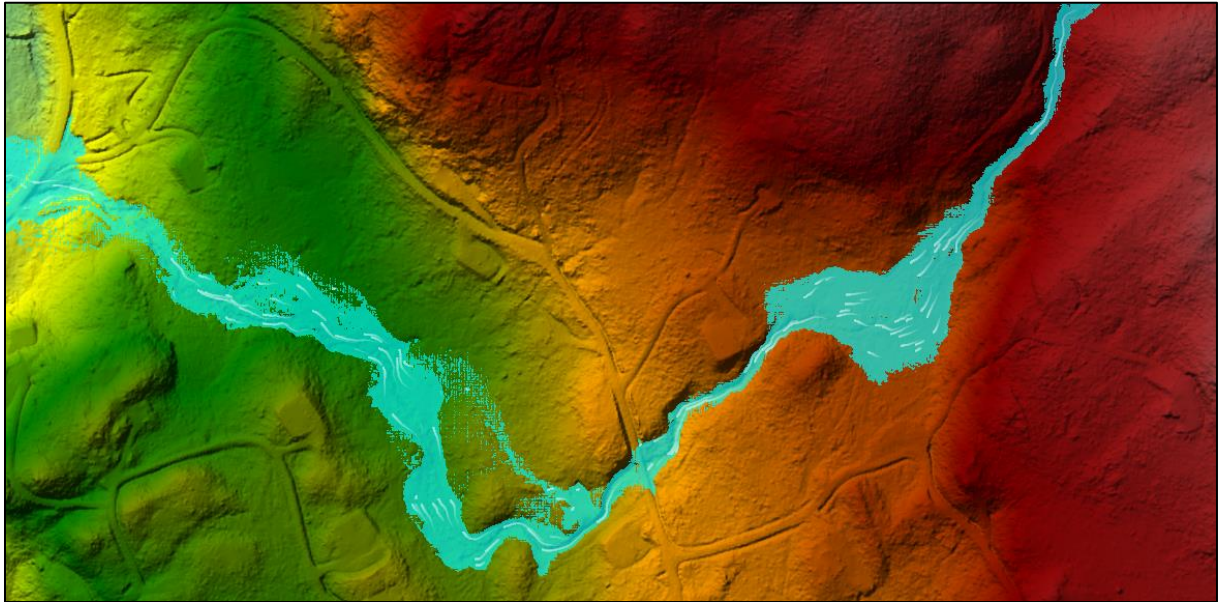
3.3.2.1 Metode og modelloppsett

For bekk 1 er det benyttet 2-dimensjonale beregninger i Hec-Ras. Modelleringen er kjørt på den etablerte terrengmodellen. Bekken har stedvis en gradient som går utover anbefalingene for bruk i Hec-Ras. Dette skyldes at modellen antar en hydrostatisk trykkfordeling, og ikke tar hensyn til effekter som vertikale hastighetskomponenter og luftinnblanding. For å kompensere for disse effektene blir modellen kjørt med høyere ruhetsverdier enn hva som i utgangspunktet er anbefalt, og modellen er kjørt med et høyoppløselig beregningsgrid.

Det er benyttet et beregningsgrid på 1 x 1 meter og et tidsskritt som gir et Courant-nummer mellom 0.1 og 0.8 som videre gir en stabil modell. Grensebetingelser er satt til normalstrømning. Ved vurdering av vannlinje er et Manningstall på 5 benyttet, mens et tall på 15 er benyttet ved vurdering av vannhastigheter og hastighetshøyde.

3.3.2.2 Resultater

Modellresultatene viser at flomvannet i stor grad vil følge bekkeløpet der vannet vil bre seg utover i terrenget i flatere myrområdet og der løpet er mindre definert. Figur 10 viser en illustrasjon fra beregningsresultatene.



Figur 10: Illustrasjon fra beregningsresultatene fra Bekk 1 i Hec-Ras.

3.3.3 Bekk 2 – 4

For de mindre bekkene vurderes flomfare i stor grad å være relatert til kritiske punkter der flomvann kan ledes på avveie. Dette begrunnes med bekkeløpenes definerte karakteristik i kombinasjon med dimensjonerende vannmengder. Kritiske punkter er i NVE (2015a) definert som «tekniske inngrep og naturgitte forhold som ved auka vassføring kan føre til overflømming.» I planområdet kan et kritisk punkt blant annet inkludere etablerte bekkekryssinger og stikkrenner.

Det anbefales å opprettholde en bredde på minimum 5 meter fra hver side av bekkene. Ved vurdering av faresoner er i tillegg resultatene fra flytanalyse med mfd-algoritmen vektlagt. Alle bekkekryssinger i planområdet bør sikres en kapasitet tilsvarende en 200-årsflom.

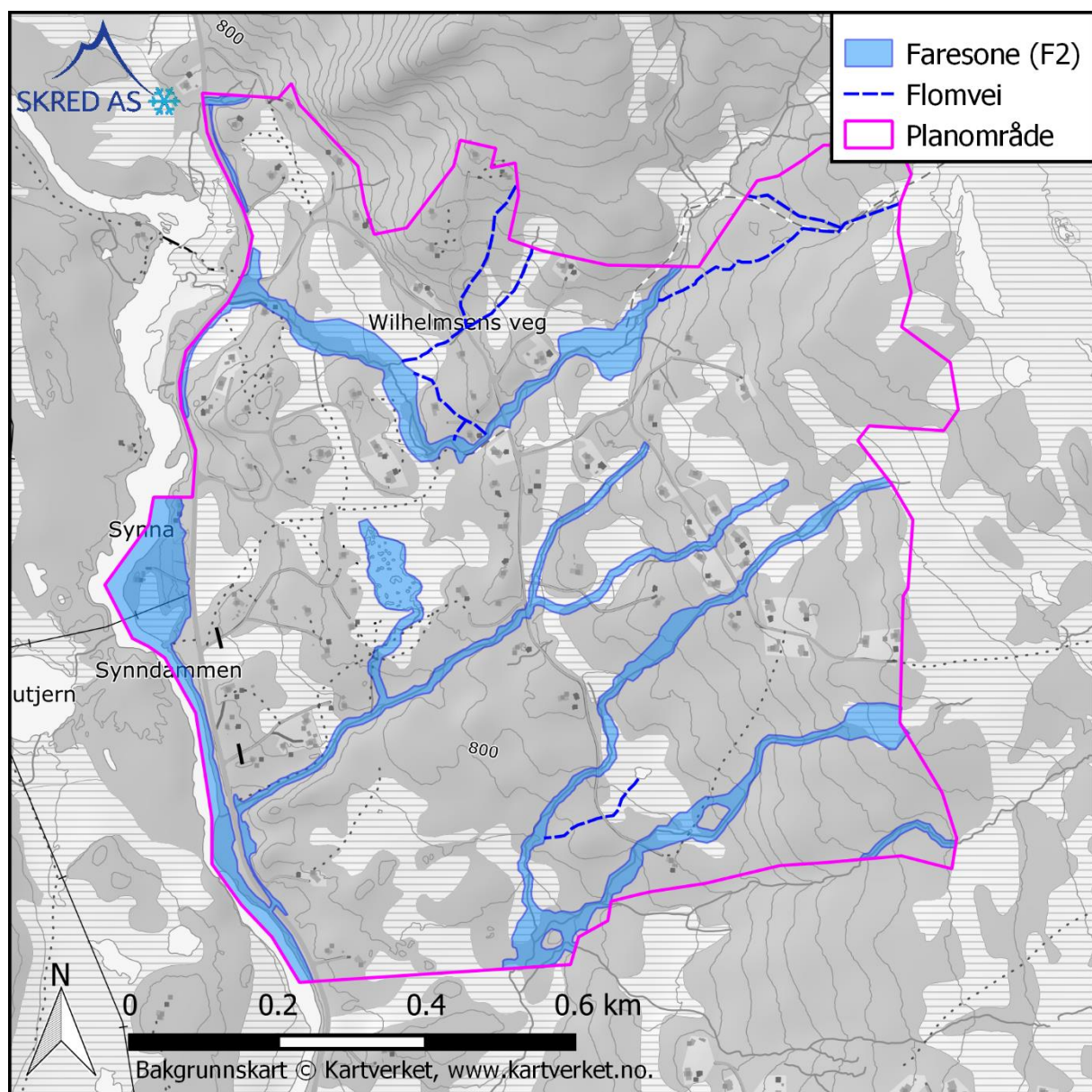
3.4 Flomveier og nedstrøms områder

Det er undersøkt hvordan potensielle flomveier kan påvirke planområdet. Flomveiene er identifisert fra en terrengmodell basert på nyeste tilgjengelige LiDAR-data og med metodene multi-flow-direction (mfd) og single-flow-direction (sfd). Metodene er blant annet beskrevet i Bratlie (2015). Flomveiene ble verifisert under befaringen. Noen av flomløpene var under befaringen tørrlagt uten tegn til avrenning. Disse kan derimot bli aktivisert dersom flomvann kommer på avveie. I arealplanen anbefales det å ta hensyn til disse flomveiene. Flomveiene fremkommer av Figur 11.

Bekkene som renner gjennom planområdet krysser Synnfjellveien før utløpet i Synna. Kryssingene ble undersøkt under befaringen. Dimensjoner på eksisterende stikkrenner varierer mellom 500 og 1000 mm der tilstanden ved innløpene er varierende. Basert på nomogrammer for innløpskontrollerte kulverter i SINTEF (1992) vurderes det at ingen av kryssingene har kapasitet for en fremtidig 200-årsflom estimert i Tabell 13. Det betyr at flomveier vil bli aktivert i forbindelse med større flommer i bekkene.

3.5 Faresoner for flom

Basert på modelleringer i Hec-Ras, GIS-analyser og vurderinger av Synna og kryssende bekkeløp er det tegnet faresoner som viser hvilket område som vurderes flomutsatt for en årlig sannsynlighet større enn 1/200. Faresonene og identifiserte flomveier er vist i figur 11. Faresonene foreligger også i digitalt format.



Figur 11: Faresoner for 200-årsflom og flomveier.

3.6 Anbefalt håndtering av Synna og kryssende bekker

3.6.1.1 Synna

Ny bebyggelse skal plasseres utenfor faresonen til 200-årsflom i Synna, og minimum 20 meter fra elvekant. Ved praktisk bruk av faresonene skal det benyttes en sikkerhetsmargin på minimum 0,5 meter over estimert flomnivå. Dersom ny bebyggelse legges innenfor faresonene må det utføres risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet.

Det forventes ikke at utbyggingen vil øke flomstørrelser i Synna, da feltene til planområdet forventes å kulminere på et annet tidspunkt enn feltet til Synna grunnet ulik karakteristikk.

3.6.1.2 Bekker gjennom planområdet

Vannføringen i bekkene kan bli betydelig i en ekstremsituasjon. For å ha kontroll på flomvannet anbefales det å holde bekkene åpne, samt sørge for å alle kryssinger (kritiske punkter) har kapasitet for minimum en 200-årsflom. Det inkluderer den totale kapasiteten til stikkrenne og flomvei/overløp.

Dersom ny bebyggelse legges innenfor faresonen til bekkene må det utføres risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet. Tiltak kan være å heve bebyggelse, eller definere bekkeløpet. Eventuelle endringer av bekkeløpet eller flytting av bekkene må prosjektertes for å sikre tilstrekkelig kapasitet. Ved etablering av eventuelle tiltak skal det benyttes en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,5 meter.

Veier, stikkrenner, bruer og andre konstruksjoner som krysser eller påvirker bekkene skal ha en kapasitet som tilsvarer minimum en 200-årsflom. Det inkluderer kapasitet på stikkrenne og overløp over veibanen. Ved alle kryssinger anbefales det å etablere et definert overløp for å sikre at flomvann stikkrenna ikke tar unna for, som en konsekvens av begrenset kapasitet eller tilstopping, ledes trygt tilbake til bekken nedstrøms.

Tabell 14 viser anbefalt minimum rørdimensjon og nødvendig tverrsnitt på overløp over veibanen. Alle rør bør legges med et fall større enn 15 promille for å sikre innløpskontroll. Det kan med fordel legges to parallelle stikkrenner der innløpet til den ene legges noe høyere enn den andre, blant annet med tanke på iskjøving og fare for tilstopping. Steamrør kan også vurderes. Dimensjonene i tabellen må tas hensyn til ved prosjektering av veiene.

Tabell 14: Anbefalt rørdimensjon og minste tverrsnitt på overløp

Bekk	Q200 [m ³ /s]	Dimensjon på rør [mm]	Minste tverrsnittareal på overløp [m ²]
1	3.25	1200	1,5
2	0.70	600	1
3	0.80	600	1
4	0.60	600	1

Eksisterende stikkrenner kan opprettholdes som i dag forutsatt at det sikres tilstrekkelig kapasitet til overløp/flomvei. Kapasitet på overløp/flomveier er i dag varierende i tilknytning til kryssingene.

4 Overvannshåndtering

4.1 Dagens situasjon

Hele planområdet består i dag av bjørke- og blandingskog, spredt fritidshusbebyggelse og infrastruktur i form av hytteveier. I følge NGU sitt løsmassekart består området av morene med til dels stor mektighet, samt torv og myr. Infiltrasjonsevnen er gitt som middels egnet til uegnet. Området drenerer naturlig sørvestover til bekkene og flomveiene identifisert i kapittel 3. Etter perioder med tørrvær forventes det at området kan holde igjen vann og forsinke vannføringen ut av feltet. I våte perioder, der grunnen er mettet, vil den fordrøyende effekten avta og en kan forvente en rask avrenningskarakteristikk med markante flomtopper.

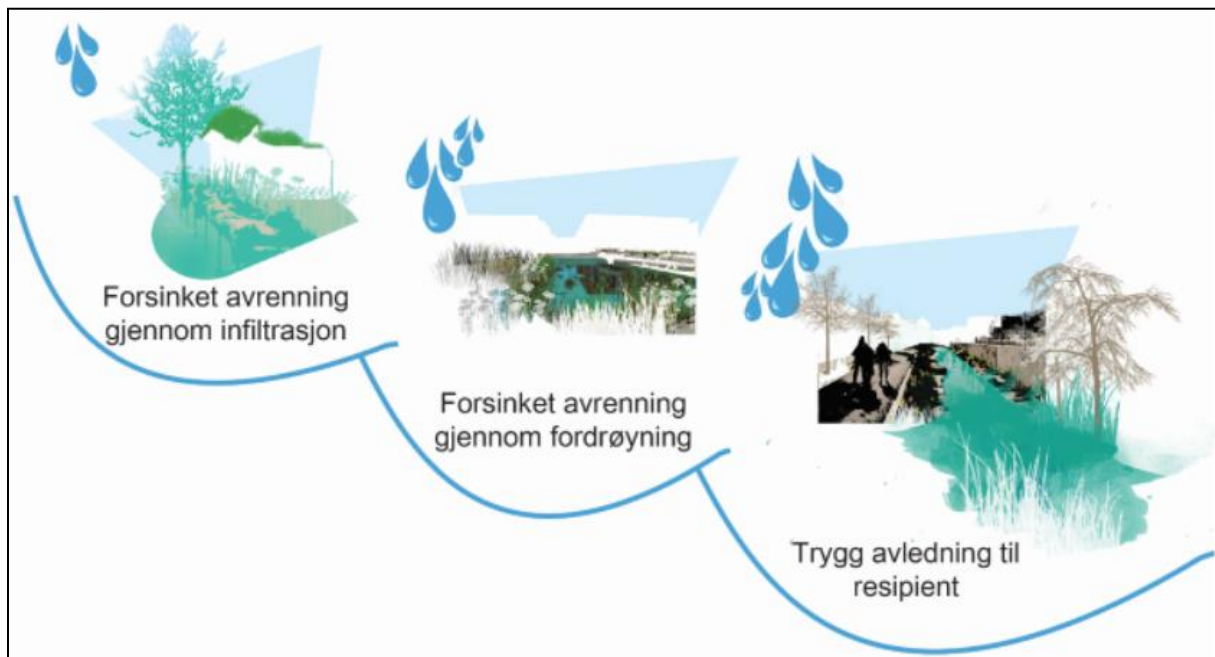
Utbyggingen av planområdet forventes å kunne påvirke avrenning fra feltet i hovedsak som en konsekvens av større andel tette flater, og ved å påføre feltet en raskere avrenningskarakteristikk (reduisert konsentrasjonstid). Tette flater som hustak og veiareal vil nødvendigvis ikke gi en vesentlig høyere avrenningskoeffisient enn en vannmettet myr i en li. Forskjellen er at avrenningskoeffisienten for en tett flate også er høy etter tørrværsperioder, som medfører økt avrenning for lavere returperioder i situasjoner der myrene ville hatt en fordrøyende effekt.

4.2 Mål og strategi

I henhold til bestemmelsene i kommunedelplanen 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 utbyggingen. 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. Løsninger for overvannshåndtering, med unntak av flomveier, bør dimensjoneres for minimum en 20-årshendelse (Norsk Vann, 2008).

4.3 Anbefalt håndtering av overvann

For håndtering av overvann i planområdet anbefales det å legge opp til en treleddstrategi. Strategien bør integreres i reguleringsplanen. Treleddstrategien er illustrert i figur 12. For en utdypende forklaring henvises det til Norsk Vann (2008).



Figur 12: Illustrasjon av treleddsstrategien (miljokommune.no).

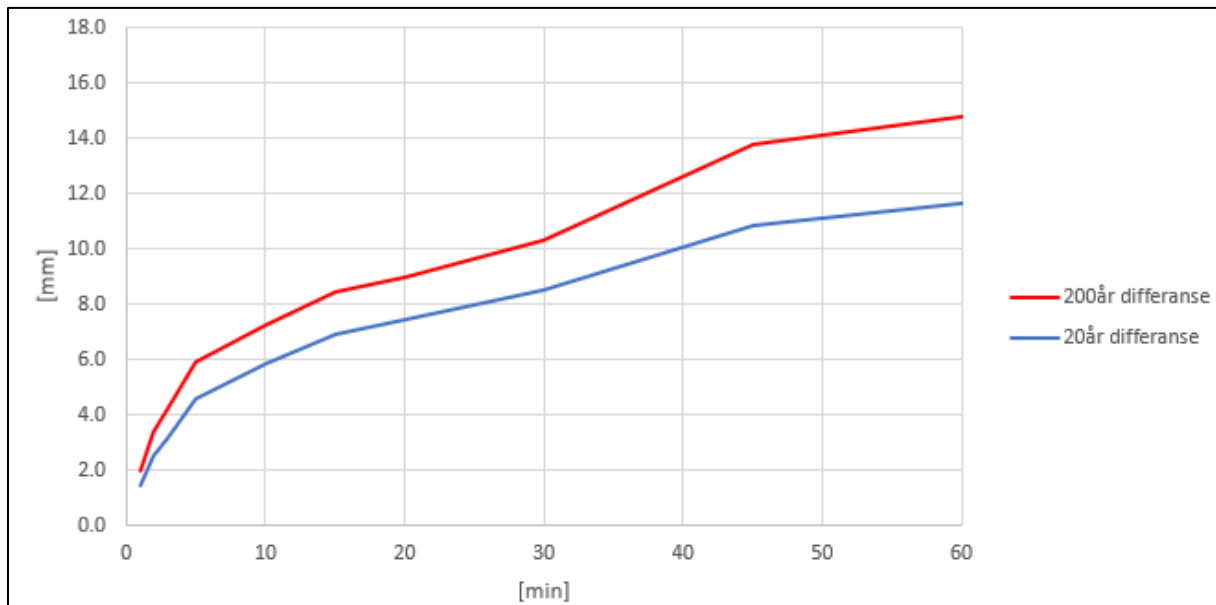
Det foreslår å tilstrebe bruk av åpne overvannsløsninger. Da infiltrasjonsevnen i området er varierende og usikker virker fordrøyende tiltak å være mest hensiktsmessig.

4.3.1 Ledd 1 - Kildekontroll

Ledd 1 innbefatter tiltak som rettes direkte mot kilden på hver enkelt tomt som kommunedelplanen stiller krav om.

Det anbefales å sette krav til at overvann skal håndteres lokalt på hver enkelt tomt, der tekniske løsninger skal velges og prosjekteres på byggeplannivå. I tillegg anbefales det å sette krav til maksimal utnyttelsesgrad/tette flater på hver enkelt tomt, for eksempel 30 %. I utgangspunktet anbefales det å benytte torvtak el. på nye hytter. Der det benyttes harde tak må det kompenseres i form av tiltak på tomta. Takvann bør ledes direkte ut i terreng.

Det er gjort en beregning av nødvendig fordrøyningsvolum som skal kompensere for areal der det opparbeides tette flater. For en 20-års- respektive en 200-års situasjon er IVF-kurve for 12670 Lillehammer er benyttet. For «før utbygging-situasjon» er det benyttet en avrenningskoeffisient på 0,5 mens det for en «etter utbygging-situasjon» er benyttet en koeffisient på 0,9. For «etter utbygging-situasjon» er det i tillegg inkludert et klimapåslag på 40 %, som gir en resulterende koeffisient på 1,26. Beregnet differanse for 20- og 200-års situasjon før og etter utbygging (inkl. klimapåslag) er vist i figur 13. Beregningene forutsetter at konsentrasjonstiden til feltet opprettholdes.



Figur 13: Nødvendig fordrøyningsvolum for kompensasjon for tette flater.

Basert på beregningene anbefales det at > 15 mm per kvm. tett flate skal fordrøyes på hver enkelt tomt. Dette vil tilsvare en teoretisk varighet på 60 minutter for en 200-årsnedbør, som videre tilsvare konsentrasjonstiden til de mindre bekkene gjennom området.

Regneeksempel:

På en tomt skal det etableres tette flater i form av 40 m² parkeringsareal og 50 m² hardt takareal, totalt 90 m². For å oppnå tilstrekkelig fordrøying vil det kreve et volum > 90 m² × 0,015 m = 1,35 m³.

Hvilke løsninger som er mest hensiktsmessig avhenger av forholdene og forutsetningene på hver enkelt tomt. Under gis en oversikt over mulige løsninger, der de i uthevet tekst anses som mest relevante:

- **Grønne tak / torvtak**
- **Små dammer (kan være tørre, med et utløpsarrangement)**
- Nedgravde steinmagasin
- Rørmagasin eller plastkassetter
- Regnbed (vurderes som mindre egnet pga. begrenset infiltrasjonsevne)
- Infiltrasjon på gressflater (vurderes som mindre egnet pga. begrenset infiltrasjonsevne)

4.3.2 Ledd 2 – Forsinkelse og fordrøying

Ledd 2 innbefatter forsinkelse og fordrøying av avrenning som ledes videre fra kilden/hver tomt. Den viktigste funksjonen til leddet i planområdet vil være å forsinke avrenningen for å opprettholde feltets naturlige konsentrasjonstid.

Fra Ledd 1 (hver tomt) anbefales det å lede vannet direkte ut i terreng eller i grøntdrag/definerte nedsenkninger der det tilstrebes lite fall for å redusere vannhastighetene.

4.3.3 Ledd 3 – Flomveier

Potensielle flomveier identifisert i avsnitt 3.4, må håndteres tilstrekkelig. Dette kan entes gjøres ved å avskjære de mot de kryssende bekkene eller ved å sikre traseer gjennom planområdet. Det må sikres at overvann fra hver enkelt tomt drenerer videre mot flomveiene eller til de kryssende bekkene, der de naturlige feltgrensene tilstrebes opprettholdt. Bekkene vil utgjøre nedre del av flomveisystemet i planområdet.

Der flomveier inkluderer veigrøfter anbefales det å benytte stikkrenner med diameter > 400 mm. Det kan med fordel legges to parallelle sikkrenner der innløpet til den ene legges noe høyere enn den andre, blant annet med tanke på iskjøving og fare for tilstopping. Der flomveier/vannveier krysser under veier bør det i tillegg etableres et lavbrekk på veibanen for å ta hensyn til restrisiko.

4.3.4 Forslag til reguleringsbestemmelser for overvannshåndtering

Det gis under forslag og anbefalinger til reguleringsbestemmelser for å sikre tilstrekkelig overvannshåndtering i planområdet:

- Overvann skal håndteres lokalt på hver enkelt tomt. Minimum 15 mm nedbør per etablert kvm. tett flate skal fordrøyes.
- Etablering av tette flater bør begrenses til maksimalt 30 % av tomtearealet.
- Det bør tilstrebes bruk av torvtak eller liknende fremfor harde takflater. Takvann skal ledes direkte ut i terreng.
- I tilknytning til byggverk anbefales det å ta utgangspunkt i preaksepterte ytelser gitt i TEK17 §13-11: «*Terreng rundt byggverk må planeres med fall utover. Fallet må være minimum 1:50 i en avstand på minimum 3 meter fra vegglivet. Der terrenget gjør dette vanskelig, kan alternative tiltak være fall langs veggen og bort fra byggverket, avskjæringsgrøfter og lignende.*»
- Fordrøyd overvann fra hver tomt skal ledes ut i terreng eller i definerte grøntdrag videre mot flomveier eller bekkeløp.
- Det skal sikres trygge flomveier gjennom området der de følger lavbrekk i terrenget, eller avskjæres til nærmeste bekkeløp. Det skal tilstrebes å opprettholde de naturlige feltgrensene.
- Tjern og flatere myrpartier i planområdet skal opprettholdes.
- Det skal etableres et lavbrekk på veibanen, eller etableres et flomløp, ved kryssing av bekker og flomveier. Alle bekkekryssinger skal sikres en kapasitet tilsvarende en 200-årsflom.

5 Konklusjon

Elva Synna samt 4 kryssende bekker utgjør en potensiell flomfare for planområdet til H810_3 Huldreheim. Planlagt bebyggelse faller i utgangspunktet innenfor sikkerhetsklasse F2 i TEK §7-2 som medfører at største årlige sannsynligheten for flom skal være mindre enn 1/200. Basert på flomberegninger, hydrauliske modelleringer og GIS-analyser er det utarbeidet faresoner for estimert 200-årsflom. I utgangspunktet anbefales det å legge ny bebyggelse utenfor faresonen. Dersom det skal etableres bebyggelse innenfor faresonene må det utføres risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot flom. Ved praktisk bruk av faresonene skal det benyttes en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,5 meter.

Utbyggingen av 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. For å sikre god overvannshåndtering samt ikke påføre nedstrøms området økt belastning anbefales det å legge opp til en treleddsstrategi. Det er utarbeidet forslag til reguleringsbestemmelser som skal sikre tilstrekkelig håndtering av overvann i planområdet.

6 Referanseliste

- Bratlie, 2015 Beregning av flomveier med eksempler på bruk i kommunal forvaltning. Kart og plan 1-2015.
- DiBK, 2017. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17) [WWW Document]. Hjemmeside. URL <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>
- Klima- og miljødepartementet, 2015 Overvann i byer og tettsteder. Som problem og ressurs. NOU 2015:16
- Norsk Vann, 2008 Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. Rapport 162-2008
- MET, 2015 Dimensjonerende korttidsnedbør. MET report no. 24/2015.
- NVE, 2015a Veileder for flomberegninger i små nedbørfelt. NVE veileder 7-2015.
- NVE, 2015b Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte nedbørfelt. NVE rapport 97-2015.
- NVE, 2016 Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81-2016
- SINTEF, 1992 Flomberegning og kulvertdimensjonering. Vann og avløp September 1992. STF60 A92101
- Norsk Klimaservicesenter, 2017 Klimaprofil Oppland. Et kunnskapsgrunnlag for klimatilpassing. Juli 2017 [WWW Document]. URL <https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-oppland/attachment/12035?ts=15d9d3c1d03>