

---

RAPPORT

# Overvannshåndtering Mosetertoppen

---

OPPDRAKSGIVER

Mosetertoppen Hafjell AS

EMNE

Gjennomgang av flomberegning og tiltak

DATO / REVISJON: 21.jan 2022 / 01

DOKUMENTKODE: 10227461-01-RIVass-RAP-001

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Overvannshåndtering Mosetertoppen</b>			DOKUMENTKODE	10227461-01-RIVass-RAP-001
EMNE	Gjennomgang av flomberegning og tiltak			TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Mosetertoppen Hafjell AS</b>			OPPDRAGSLEDER	Ivar Tangerud Haga
KONTAKTPERSON	Stein Plukkerud			UTARBEIDET AV	Ingunn Weltzien og Nina Sømme
KOORDINATER	SONE: XXX	ØST: XXXX	NORD: XXXXXX	ANSVARLIG ENHET	Multiconsult ASA
GNR./BNR./SNR.	X / X / X /				

01	21.01.2022	Ny tabell i vedlegg 3	INW, NIS	KO	IVH
00	06.01.2022	For bruk	INW, NIS	KO	IVH
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## SAMMENDRAG

Multiconsult har fått i oppdrag å gjøre en uavhengig faglig vurdering av planleggingen og gjennomføringen av overvannshåndteringen på deler av Mosetertoppen i perioden 2009 – 2016. På grunn av det omfattende materialet, har vi valgt å skrive et fyldig sammendrag enn hva som er vanlig. Sammendraget gir en oversikt over det viktigste regelverket for overvannshåndtering og sikring mot flom langs vassdrag er gjennomgått og sett i lys av de tidspunktene reguleringsplanene ble godkjent og utbyggingen gjennomført.

### Regelverk

I 2010 ble kapittel 7 som omfatter krav om sikkerhet mot naturpåkjenninger, herunder **flom**, inkludert i byggt teknisk forskrift (TEK). De samme kravene er gitt i TEK2017. Kravene gjelder både ved regulering og utbygging. Merk at forskriften gjelder for bygninger og ikke veier, kanaler, fordrøyningsmagasin og andre anlegg, selv om kommunen har stilt de samme kravene for anlegg i reguleringsplaner og bestemmelser. Bygninger på Mosetertoppen som er bygd fra og med 1.juli 2010, er omfattet av forskriften. Dvs. at nye hytter og andre bygninger i sikkerhetsklasse F2 skal sikres mot 200-årsflom iht. § 7-2. Før 2010 henviste TEK til sikkerhetsnivåer i NVEs gjeldene retningslinjer der de samme sikkerhetsklassene er anbefalt og ikke et krav.

For **kryssing av veier** vil Statens Vegvesen sin håndbok N018 (2005) og N200 (versjoner 2014 og 2018) gjelde. Håndbøkene omhandler planleggings- og prosjekteringsgrunnlag for drenering gjennom og langs veifyllinger, samt hvilken høyde veidekket skal legges på ved kryssing av elver og bekker.

Ved vurdering og prosjektering av **tiltak for overvannshåndtering** brukes gjeldene krav og retningslinjer for den kommunen utbyggingsområdet ligger i. Dersom det ikke foreligger lokale forskrifter, bestemmelser i kommuneplanen eller klare krav fra kommunen, benyttes *Veiledning om klimatilpasset overvannshåndtering* fra 2008 og TEK. Under arbeidet med reguleringsplanene på Mosetertoppen fra 2008 til 2016, har gjeldende forskrifter vært TEK 2007, og TEK10 (gjeldende fra 1.juli 2010). TEK17 som trådte i kraft 1.juli 2017 erstatter TEK10. Alle planer utarbeidet etter 1.juli 2017 skal følge TEK17.

I TEK10 §§ 15-10 er det stilt krav om at *overvann i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt for å sikre vannbalansen i området og unngå overbelastning på avløpsanleggene. ... Infiltrasjon og fordrøyning er å foretrekke ut fra miljøhensyn og avløpsnettets begrensninger til å ta imot store nedbørsmengder. Lokal håndtering av overvannet er også fordelaktig med tanke på vannbalansen i området, jf. [vannressursloven § 7, annet ledd](#).*

Kommunen er vassdragsmyndighet etter vannressursloven § 7, annet ledd, både i saker som omhandler grunnvann, overvann og vassdrag.

### Historikk

VA-normen for Øyer kommune ligger på nettet i dag, men det ligger ingen historikk på når denne først gang ble vedtatt. I dag er det krav om å bruke gjentaksintervall utfra TEK17s sikkerhetsklasser som i de fleste tilfeller gjelder gjentaksintervall på 200 år. IVF-kurver fra Lillehammer skal brukes og den lastes ned fra Lillehammer kommune sin hjemmeside. Det krav om å legge til 40 % klimapåslag, men det er ikke presisert hvilket tidsintervall det er for.

I reguleringsplanen fra 2009 er det lagt til grunn nedbør med 50 år gjentaksintervall og 25 % klimapåslag etter anbefaling i *Veiledning om klimatilpasset overvannshåndtering*. Klimapåslaget er lagt til nedbørverdiene og vannføringene er beregnet med IVF-kurve for Lillehammer. Flomberegninger for vassdragene og overvann ble senere oppdatert for gjentaksintervall 200 år og med klimapåslag 20 % iht. følgende krav fra kommunen i hhv. 2013 og 2016:

- *Alle stikkrenner, grøfter og andre for overvannshåndtering skal dimensjoneres for 200-års flom med klimapåslag 20 % iht. TEK10 §7-2.*
- *Nedstrøms vannveger for overvann skal føres i bekkeløp sikret i forhold til 200-års flomvannføring med klimapåslag på 20 %.*

Hvorvidt kommunen har krav til å endre gjentaksintervall som skal benyttes til dimensjonering av overvannstiltak har vi ikke grunnlag for å vurdere.

### Vurderinger

**Flomberegning** for de tre bekkene som renner gjennom reguleringsområdet; Nordre og Søre Slåbekken og Skurgrasbekken er av Structor utført med den rasjonelle metoden og IVF-kurven til Lillehammer for gjentaksintervall 200 år og klimapåslag 20 %. Vår vurdering er at det burde vært vurdert om IVF-kurven var pålitelig og representativ

ved å sammenligne med en eller flere kurver i nærheten, spesielt siden kurven til Lillehammer er basert på en relativt kort måleperiode (23 år) sammenlignet med hvilket gjentaksintervall flomberegningen er utført for. Vi anbefaler derfor å bruke noe høyere nedbørverdier i nye flomberegninger dersom det er aktuelt.

Det er vanskelig å kvantifisere endring i avrenning til Mosåa som følge av utbyggingen på Mosetertoppen. I utgangspunktet vil utbygging gi en større andel tette flater og dermed raskere avrenning. Grusveier og bearbeidet mark vil gi raskere avrenning fra Mosetertoppen, mens sprengte byggegropser ifm. hytteutbygging kan gi magasinering av vann ved lav fyllingsgrad. En eventuell økt avrenning til Mosåa fra et felt på 0,8 km<sup>2</sup> for et totalfelt til Mosåa på 40 km<sup>2</sup> er beregnet til 1,34 m<sup>3</sup>/s ved flomtoppen på 68,5 m<sup>3</sup>/s, men arealbruksendringer og utbygging av flere områder oppstrøms Øyer kan gi en mer betydelig økning. På den annen side kan en raskere avrenning fra delfeltene Nordre Slåbekken, Søre Slåbekken, Skurgrasbekken/Dalanbekken og Lysa ned til Mosåa kan redusere flomtoppen i Mosåa ved Øyer sentrum dersom de kommer før flomtoppen til Mosåa ved samløp med bekkene. Det krever imidlertid mer detaljerte hydrologiske analyser.

**Klimaendringenes** innvirkning på nedbør og flomvannføring har vært anbefalt å vurdere fra 2008, men regional veiledning for valg av størrelsen på klimapåslaget kom først i 2011. Fra 2011 har det vært anbefalt å legge på minst 20 % klimapåslag i flomberegninger for små felt på Østlandet og Innlandet.

Klimapåslag ifm. dimensjonering av tiltak for overvannshåndtering settes av kommunene. Anbefalte klimapåslag på nedbør er gitt i *Veiledning om klimatilpasset overvannshåndtering* fra 2008:

Tidshorizont	Økning i regnintensitet
I dag	0 %
Om 10 år	5 %
Om 25 år	12,5 %
Om 50 år	25 %
Om 100 år	50 %

Basert på dette har vi vurdert at det ikke er feil å bruke 20 % klimapåslag i prosjekteringen av tiltak for overvannshåndtering, men siden nedbørfeltene til bekkene som renner gjennom Mosetertoppen er små og relativt bratte, vil de reagere raskt på styrtregn og vi har vurdert at klimapåslaget bør være 30 % for ett døgn, 40 % for to av de tre timene med mest intens nedbør, og 50 % for den timen med mest intens nedbør.

### **Tiltak**

På bakgrunn av kravene i TEK og fra Øyer kommune har Structor dimensjonert fire fordrøyningsanlegg, kanaler i deler av bekkeløpene til Nordre og Søre Slåbekken og Skurgrasbekken, samt stikkrenner gjennom veier i reguleringsområdet. Fordrøyningsmagasinene er etablert for å dempe flomtoppen ved 200-årsflom med 20 % klimapåslag i de tre bekkene som er beregnet å øke etter utbygging pga tettere overflater og raskere avrenning. Dimensjonen og funksjonen til fordrøyningsmagasinene er kontrollert i en hydraulisk modell ved å rute 200-årsflommen inkl. klimapåslag fra ny flomberegning med den rasjonelle metoden og den nye IVF-kurven til Lillehammer.

### **Oppsummering**

Basert på gjennomgangen kan vår vurdering av og spørsmål til overvannshåndteringen på Mosetertoppen oppsummeres som følger:

- Krav og innsigelser fra NVE og kommune i den enkelte reguleringsplan er fulgt opp og implementert i planlegging av tiltak. Det savnes en helhetlig rapport for Mosetertoppen med dokumentasjon på metodikk, krav, retningslinjer m.m.
- Det ser ut til i overvannsnotatene [2] [3] [4] at ressurser med spesialisering innen vann, avløp og overvannshåndtering har gjort vurderinger og prosjektering tiltak både for overvann og vassdrag. Det ville vært hensiktsmessig med ressurs(er) med hydrologisk og vassdragshydraulisk kompetanse fra prosjektets start for å sikre at flomfare fra vassdrag er vurdert iht. NVEs retningslinjer og veiledere.
- I flomberegningen savner vi vurderinger og begrunnelse for valgt metodikk, IVF-kurve og avrenningsfaktor. Det er ikke henvisning til kilder for flomberegningen. Det har vært vanskelig å etterprøve beregningene uten å se på regnearkene til Rambøll/Structor. Kontrollberegning for delfeltene i samarbeid med Structor kan utføres ved behov, og eventuelt oppdatere flomberegningen med ny IVF-kurve for Lillehammer.

- Utbyggingen og tiltak på Mosetertoppen har endret flomveiene gjennom reguleringsområdet. For å kontrollere at det finnes trygge flomveier som sikrer hyttene mot 200-årsflom med klimapåslag og at bekkene ikke tar nye løp under flom, kan det gjøres en flomveisanalyse. Den kan gjøres for vassdragene eller for hele området og vise hvor vannet renner ved intensiv nedbør. Analysen vil også vise mer detaljert hvordan utbyggingen påvirker nedstrøms områder deriblant Mosåa.
  - Dimensjonen på kanalisering av bekkeløpene gjennom Mosetertoppen er ikke kontrollert. Vi har sett tegning G02 som viser steinstørrelse og tverrsnitt til kanalene, men kapasiteten vil variere med helningen på kanalen, og strekninger med ulik helning må derfor kontrolleres hver for seg. Det kan utføres vha. oppmåling med GPS og/eller høydenivåer fra terrengmodellen benyttet til modellering av fordrøyningsmagasinene.
  - Dimensjonen til stikkrennene under veier er ikke kontrollert i denne gjennomgangen. Er de dimensjonert iht. Vegvesenets håndbøker? Vi anbefaler en kontroll av at dimensjonen til stikkrennene mot flomverdiene ved kryssningspunkter for å sikre at bekkene ikke tar nye løp under flom.
  - Flommer vil ikke dempes vesentlig i fordrøyningsmagasinene. Flomtoppen i bekkene fra Mosetertoppen vil nå Mosåa rett før flomtoppen fra fjellet, og dermed vil vi ikke anbefale å forsinke flommen fra bekkene. Det ville vært hensiktsmessig å dempe flommen, men da må lukene ha mindre kapasitet og magasinene økes, men de vil bli uforholdsmessig store og vi anbefaler derfor ikke å gjennomføre tiltak på dagens fordrøyningsmagasin.
  - Vurderinger av skred- og erosjonsfare er ikke gjort i denne rapporten. Endringer i hydrologi og flomtopper kan øke erosjonsfaren langs vassdragene og det anbefales å gjøre slike vurderinger for reguleringsområdene på Mosetertoppen.
-

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

<b>1</b>	<b>Bakgrunn .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Relevant regelverk, veiledere og retningslinjer .....</b>	<b>9</b>
2.1	Plan- og bygningsloven § 28-1 .....	9
2.2	Vannressursloven (fra 2001).....	9
2.3	Byggteknisk forskrift. Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger .....	10
2.4	Innsigelser .....	10
2.5	Retningslinjer og veiledere flom i vassdrag .....	11
2.6	Retningslinjer og veiledere overvannshåndtering.....	12
<b>3</b>	<b>Gjennomgang av reguleringsplaner og prosjektering .....</b>	<b>15</b>
3.1	Reguleringsplaner – Mosetertoppen .....	15
3.2	Beregnet behov for fordrøyning.....	16
3.3	Utførte tiltak .....	18
<b>4</b>	<b>Vurdering av flomberegninger .....</b>	<b>23</b>
4.1	Den rasjonelle metode.....	24
4.1.1	Feltareal.....	24
4.2	Nedbørintensitet .....	25
4.2.1	Avrenningsfaktor .....	27
4.3	Klimapåslag.....	28
<b>5.</b>	<b>Vurdering av fordrøyningsmagasinenes funksjon.....</b>	<b>29</b>
4.4	Flomberegning .....	29
4.5	Ruting.....	31
4.6	Resultater .....	36
4.7	Vurderinger .....	37
<b>5</b>	<b>Oppsummering og forslag til videre arbeid .....</b>	<b>38</b>
5.1	Flomberegning og prosjekterte tiltak .....	38
5.2	Erosjonsfare.....	39
<b>6</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>Vedlegg 1. Ruting av 200-årsflom gjennom Moksjøen .....</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>Vedlegg. Kart fra NEVINA.....</b>	<b>44</b>
8.1	Mosåa ved utløpet av nedre Moksjøen .....	44
8.2	Nordre Slåbekken ved utløp i Mosåa .....	44
8.3	Søre Slåbekken ved utløp i Mosåa.....	45
8.4	Skurgrasbekken ved utløp i Mosåa.....	45
8.5	Lysa ved utløp i Mosåa.....	46

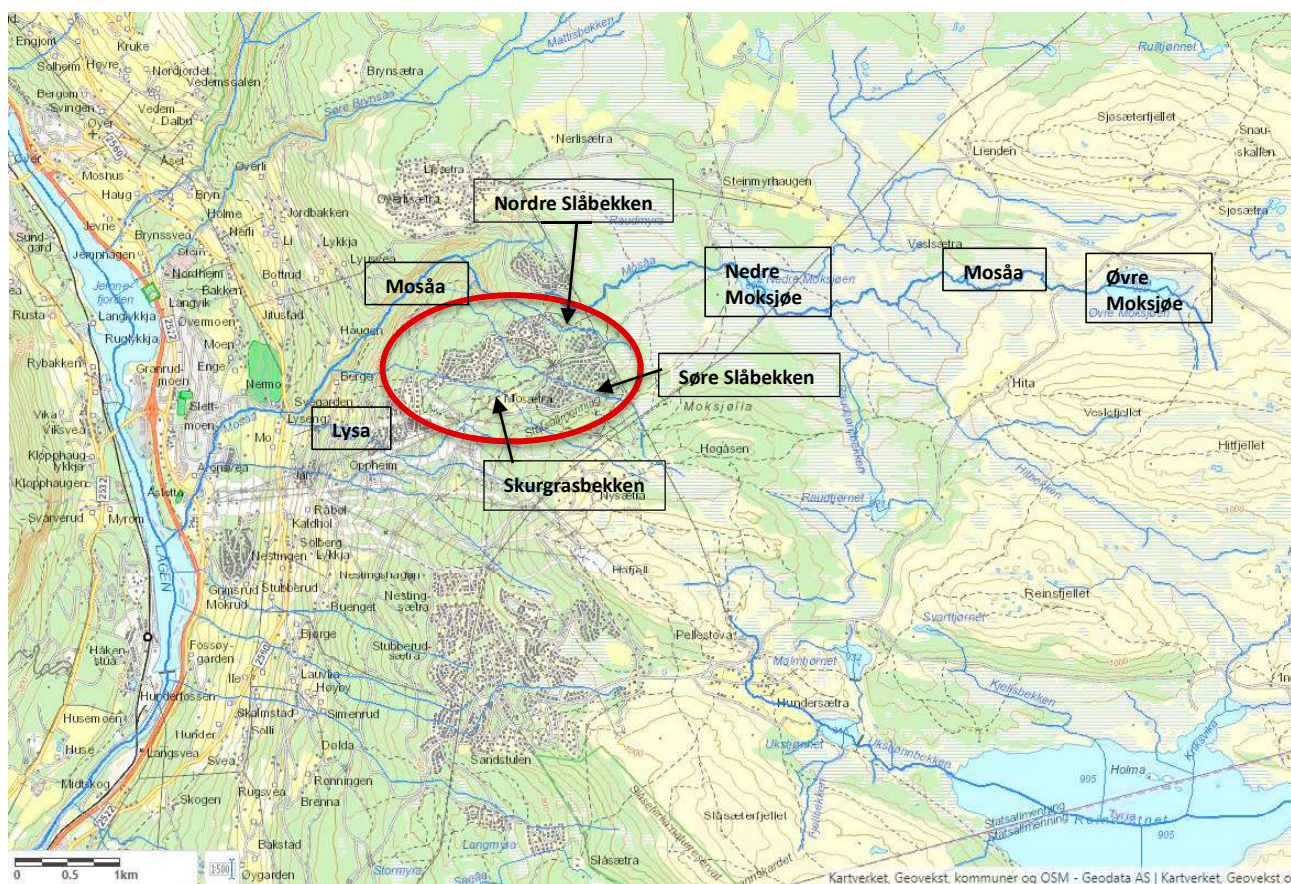
## 1 Bakgrunn

Multiconsult er gitt i oppdrag av Mosetertoppen Hafjell AS å gjøre en uavhengig faglig vurdering av overvannshåndteringen for Mosetertoppen hytteutbygging med tilhørende infrastruktur. Området er vist i Figur 1-1. Vi har gjennomgått tidligere vurderinger og grunnlag for prosjektering av overvannshåndtering [1] [3] [4]. Vurderingen har tatt hensyn til at krav til dimensjoneringsgrunnlag har endret seg ilt utbyggingen som har foregått fra reguleringsplanen ble godkjent i 2009 og detaljregulering for de ulike delfeltene i 2014, 2015 og 2016.

Det er ulike krav for håndtering av overvann og sikring mot flomfare langs vassdrag. Overvann er definert som vann som renner av på overflaten som følge av regn og smeltevann der nedbørintensiteten overstiger infiltrasjonskapasiteten i bakken [1], og opphører når det renner ut i et vassdrag. Det er tre vassdrag med bekker som renner gjennom Mosetertoppen hytteområde; Nordre Slåbekken, Søre Slåbekken og Skuregrasbekken (se Figur 1-1) Bekkene har utløp i Mosåa.

Vi har definert problemstillingen i tre hovedpunkter:

- Er hyttene sikret mot flom fra overvann iht. gjeldene krav?
- Er hyttene sikret mot flom i vassdrag iht. gjeldene krav?
- Vil flomfaren øke nedstrøms som følge av utbyggingen?



Figur 1-1 Oversiktskart som viser utbyggingen på Mosetertoppen og Mosåa som renner fra Øverfjellet ned gjennom Øvre og Nedre Moksjøen og ned til Lågen. Bekkene som renner gjennom Mosetertoppen har utløp i Mosåa.

Det er gjort en overordnet vurdering av om bygninger er flomutsatt eller utbyggingen har ført til raskere avrenning til Mosåa.



## 2 Relevant regelverk, veiledere og retningslinjer

Utbygging langs vassdrag og endringer i vassdrag skal planlegges og gjennomføres iht. plan- og bygningsloven (pbl), vannressursloven og byggt teknisk forskrift (TEK). Nedenfor følger en oversikt over de viktigste kravene.

### 2.1 Plan- og bygningsloven § 28-1

*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.*

*For grunn som ikke er tilstrekkelig sikker, skal kommunen om nødvendig nedlegge forbud mot opprettelse eller endring av eiendom eller oppføring av byggverk, eller stille særlige krav til byggegrunn, bebyggelse eller uteareal.*

➔ Kravene til sikkerhet er videre konkretisert i TEK10/17, og gitt hjemmel i pbl § 28-1 som omhandler forhold som skred, flom m.m. Naturlige og menneskeskapte farer og ulemper behandles på samme måte

### 2.2 Vannressursloven (fra 2001)

Bestemmelser for alle som skal iverksette tiltak som berører vassdrag eller grunnvann

#### § 5. (forvalteransvar og aktsomhetsplikt)

*Enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser.*

*Vassdragstiltak skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade og ulempe for allmenne og private interesser. Denne plikten gjelder så langt den kan oppfylles uten uforholdsmessig utgift eller ulempe. Vassdragsmyndigheten kan ved forskrift fastsette nærmere regler om planlegging, gjennomføring og drift av bestemte typer vassdragstiltak.*

#### § 7.(vannets løp i vassdrag og infiltrasjon i grunnen)

*Ingen må hindre vannets løp i vassdrag uten hjemmel i denne lov.*

*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.*

#### § 10.(vannuttak og minstevannføring)

*Ved uttak og bortledning av vann som endrer vannføringen i elver og bekker med årssikker vannføring, skal minst den alminnelige lavvannføring være tilbake, hvis ikke annet følger av denne paragraf. Det samme gjelder når vann holdes tilbake ved oppdemming.*

*I konsesjon til uttak, bortledning eller oppdemming skal fastsetting av vilkår om minstevannføring i elver og bekker avgjøres etter en konkret vurdering. Ved avgjørelsen skal det blant annet legges vekt på å sikre*

- a) vannspeil,
- b) vassdragets betydning for plante- og dyreliv,
- c) vannkvalitet,
- d) grunnvannsforekomster.

*Vassdragsmyndigheten kan gi tillatelse til at vilkårene etter første og annet ledd fravikes over en kortere periode for enkelttilfelle uten miljømessige konsekvenser. Vedtak etter dette ledd kan ikke påklages.*

➔ Nye tiltak skal ikke øke flomfaren for tredje part

### 2.3 Byggeteknisk forskrift. Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger.

I 2010 ble kapittel 7 som omfatter krav om sikkerhet mot naturpåkjenninger inkludert i byggeteknisk forskrift (TEK). Kravene gjelder både ved regulering og utbygging. Merk at forskriften gjelder for bygninger og ikke veier, kanaler, fordrøyningsmagasin og andre anlegg. Bygninger på Mosetertoppen som er bygd fra og med 1.juli 2010, er omfattet av forskriften. Dvs. at nye hytter og andre bygninger i sikkerhetsklasse F2 skal sikres mot 200-årsflom iht. § 7-2 (se Tabell 2-1). Før 2010 henviste TEK til sikkerhetsnivåer i NVEs gjeldene retningslinjer [6] der sikkerhetsklassene i Tabell 2-1 er anbefalt og ikke et krav.

#### **§ 7-2. Sikkerhet mot flom og stormflo**

*(2) For byggverk i flomutsatt område skal det fastsettes sikkerhetsklasse for flom etter tabellen under. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrides.*

Tabell 2-1 Sikkerhetsklasser i TEK17 (uendret siden TEK10).

<b>Sikkerhetsklasse for flom</b>	<b>Konsekvens</b>	<b>Største nominelle årlige sannsynlighet</b>
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

### 2.4 Innsigelser

Øyer kommune og NVE har hatt innsigelser til bestemmelsene vannressursloven, plan- og bygningsloven § 28-1 og kravene i TEK17 med krav til flere faglige vurderinger/beregninger og tillegg. Innsigelser fra NVE er oppsummert i tabell 1-1.

For reguleringsplanen i 2009 ble det i forkant gjennomført avklarende møter med Øyer kommune og NVE og krav og innspill ble implementert i planen før den gikk til behandling.

Tabell 1-1: Innsigelser fra NVE

Reguleringsplan	Felt	Merknad fra NVE	Avklaringer/tilsvar
201402	FB8	Påpeker at overvanns- og flomvurderingene er dokumentert i de tidligere planprosesser og at man ikke kan se at dette er fulgt opp på tilfredsstillende og helhetlig måte for disse planforslagene.	Det er gjennomført møte med NVE og Fylkesmannen. Det er utført supplerende og utvidet utredning av flom og overvannsproblematikk. Detaljering av tiltak i de aktuelle vassdragene samt utvidelse detaljering og endring i fordrøynings tiltak. Bestemmelser med krav om 200 år gjentaksintervall og klimapåslag 20 %.
201301	FB7		
201307	FB1+2+3+11+15	Hensynet til vassdrag, vassdragsinngrep og flom er ikke tilfredsstillende ivaretatt.	Merknadsbehandlingen er gjennomført igjennom avklarende møter med NVE og utarbeidelse av egne notater og beregninger/tegninger ifbm overvannshåndtering og sikring av bekkeløp mot 200 års flom. Tilsvarende innsigelse og behandling som for detaljreguleringsplan for områdene FB7 og FB8. Gjentaksintervall 200 år og 20 % klimapåslag.
201601	FB9	Dokumentere tilstrekkelig sikkerhet med tanke på flom og overvannsutfordringer etter utbygging.	Forslag til tiltak som for FB7 og FB8; åpne bekkeløp og vegetasjonssoner inkludert fordrøyning i fordrøyningsanlegg FLS2. Gjentaksintervall 200 år og 20 % klimapåslag.

## 2.5 Retningslinjer og veiledere flom i vassdrag

Det anbefales at flomfarevurderinger ifm. utbygging langs vassdrag utføres med bakgrunn i NVEs retningslinjer og veiledere.

- NVEs retningslinjer for kommunale, regionale, statlige og private aktører som jobber med arealplaner og byggesaker:
  - Retningslinjer for arealbruk og sikring i flomutsatte områder (1999)*
  - Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag (2008)*
  - Flaum- og skredfare i arealplanar (2011, rev. 2014)*
  - Sikkerhet mot flomfare – utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak (høringsutgave som utgis i 2022)*
- NVEs retningslinjer for flomberegninger:
  - Retningslinjer for flomberegninger (2011)*
  - Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt (2015)*
- Statens Vegvesens håndbok N018 (2005) og N200 (versjoner 2014 og 2018) omhandler planleggings- og prosjekteringsgrunnlag for drenering gjennom og langs veifyllinger. Anbefalt

gjentakintervann for dimensjonering av stikkrenner, grøfter og høyde på veibanen er gitt i Tabell 403-1 i N018 [8]:

Veg-/dreneringselement	Valg av returperiode			
	Veg med omkjøringsmuligheter		Veg uten omkjøringsmuligheter	
	Konsekvenser		Konsekvenser	
	Store	Små	Store	Små
Rister, sluk, overvannsledning, terrenggrøfter	25 år	10 år	50 år	25 år
Kulvert, innløp, utløp, nedføringsrenne med mulighet for stighøyde <sup>1)</sup> og/eller alternativt flomløp	50 år	25 år	50 år	50 år
Kulvert, innløp, utløp, nedføringsrenne uten mulighet for stighøyde eller alternativt flomløp <sup>2)</sup>	50 år	25 år	100 år	100 år
Sikring av nye eller justerte elve- eller bekkeløp	50 år	25 år	100 år	100 år
Flomsikker høyde på vegbane	100 år	50 år	200 år	200 år
Spesielt flomømfintlige vegelement, f.eks. fylling av EPS	100 år	100 år	200 år	200 år

4. Klimaendringer. Fra 2008 [6] har NVE anbefalt å vurdere klimaendringenes innvirkning på nedbør og flomvannføring, men regionale veiledning for klimapåslag kom først i 2011. Relevante rapporter er:

- 2011: Hydrological projections for floods in Norway under a future climate
- 2015: Klima i Norge 2100
- 2016: Klimaendring og framtidige flommer i Norge

## 2.6 Retningslinjer og veiledere overvannshåndtering

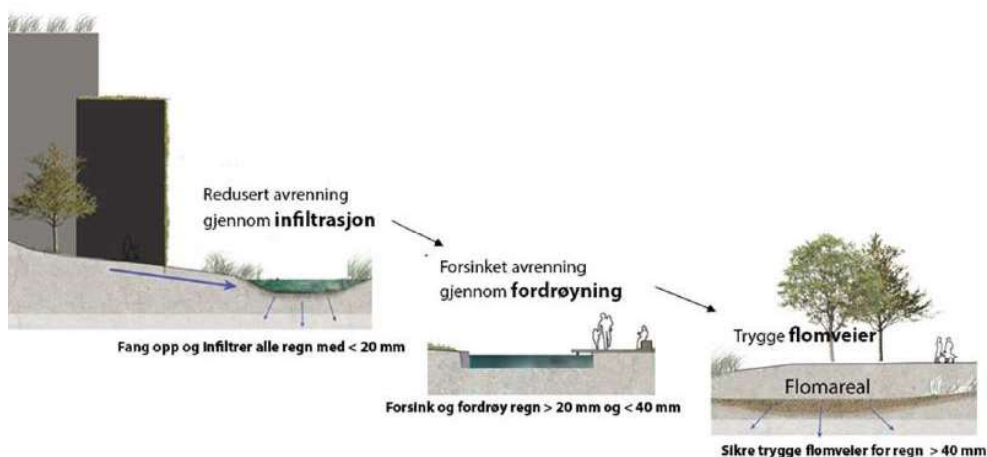
Overvannsplanleggingen og reguleringsplanarbeidet for Mosetertoppen er gjennomført i perioden fra 2008 – 2016.

Ved vurdering og prosjektering av tiltak for overvannshåndtering brukes gjeldene krav og retningslinjer for den kommunen utbyggingsområdet ligger i. Dersom det ikke foreligger lokale forskrifter, bestemmelser i kommuneplanen eller klare krav fra kommunen, benyttes Veiledning om klimatilpasset overvannshåndtering [1] og byggeteknisk forskrift. Under arbeidet med reguleringsplanene på Mosetertoppen fra 2008 til 2016, har gjeldende forskrifter vært TEK 2007 [19], og TEK10 [18] (gjeldende fra 1.juli 2010). TEK17 som trådte i kraft 1.juli 2017 erstatter TEK10. Alle planer utarbeidet etter 1.juli 2017 skal følge TEK17.

Vanlig tilnærming ved planlegging av overvannshåndtering for et område er oppsummert kalt «tretrinnsstrategi».

### 1. Tretrinnsstrategi

I forbindelse med utbygging av nye områder tas det normalt utgangspunkt i tretrinnsstrategien når en skal planlegge overvannshåndtering.



Figur 2-1: Illustrasjon (Multiconsult) av strategi for håndtering av nedbør. Tallene er eksempler og tilpasses lokalt.

Overvannet skal i den grad det er mulig tas hånd om åpent og lokalt slik at vannets kretsløp opprettholdes og naturens selvrensingsevne utnyttes. Som vist i Figur 2-1 er de tre trinnene i tretrinnsstrategien:

- 1) Infiltrering av små nedbørsmengder
- 2) Fordrøye og forsinke større nedbørsmengder
- 3) Lede overvannet trygt i åpne flomveier ved ekstreme nedbørshendelser.

## 2. Veileder om klimatilpasset overvannshåndtering

Norsk Vanns Rapport 162/2008, «Veiledning om klimatilpasset overvannshåndtering»[4], er et viktig verktøy i planleggingen av overvannshåndtering og gir veiledning og råd om hvordan få overvann inn på alle nivåer i arealplanleggingen.

Krav til gjentakintervall for nedbør og klimafaktor settes av kommunene og det vil derfor være variasjoner ut ifra de lokale forhold i den enkelte kommune. Det kan også variere mellom de enkelte utbyggingsområdene i kommunen, ut ifra blant annet terrenget, type bebyggelse og samfunnsøkonomiske betraktninger. I Norsk Vann`s rapport er det et anbefalt minimumskrav for dimensjonerende gjentakintervall. Hvorvidt kommunen har krav til å endre gjentakintervall som skal benyttes til dimensjonering av overvannstiltak har vi ikke grunnlag for å vurdere.

Tabell 2-2: Norsk Vanns anbefalte minimums dimensjonerende gjentakintervall for separat- og fellsavløpssystem

Dimensjonerende regnskylhyppighet* (1 i løpet av "n" år)	Plassering	Dimensjonerende oversvømmelses-hyppighet** (1 i løpet av "n" år)
1 i løpet av 5	Områder med lavt skadepotensiale (utkantområder, landkommuner etc)	1 i løpet av 10
1 i løpet av 10	Boligområder	1 i løpet av 20
1 i løpet av 20	Bysenter/industriområder/forretningsstrøk	1 i løpet av 30
1 i løpet av 30	Underganger/områder med meget høyt skadepotensiale	1 i løpet av 50

Oppsummert:

- Generelle krav og retningslinjer settes i kommuneplanen.

- I reguleringsplaner fastsettes konkrete krav for det enkelte området og kravene forankres i arealbruk, bestemmelser og retningslinjer.
- Den enkelte kommune kan også ha utarbeidet egen VA-norm og en lokal overvannsveileder der krav til utbygger er nedfelt og som er vedtatt i kommunen. Da blir dette gjeldene krav for en utbygger.

### 3. VA-norm

Informasjon om den enkelte kommunes va-norm kan finnes på <https://www.va-norm.no>.

VA-norm for Øyer ligger på nettet i dag, men det ligger ingen historikk på når denne først gang ble vedtatt. I dag er det krav om å bruke gjentakintervall utfra TEK17s sikkerhetsklasser som i de fleste tilfeller gjelder gjentakintervall på 200 år. IVF-kurver fra Lillehammer skal brukes og den lastes ned fra Lillehammer kommune sin hjemmeside. Det skal legges på 40% klimapåslag.

### 4. Teknisk forskrift 2007 [19]

Da reguleringsplanen for Mosetertoppen ble utarbeidet og vedtatt i 2009 gjaldt Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk av 22.januar 1997. Denne ble senest ajourført med endringer ved forskrift av 26.januar 2007 derav «Teknisk forskrift 2007» [19]. Iht. § 11-3 *skal overvann infiltreres, fordrøyes eller bortledes slik at det ikke oppstår skade eller ulempe ved dimensjonerende vannmengde. Vannmengde større enn dimensjonerende vannmengde skal på annen måte søkes ledet bort med minst mulig skade eller ulempe for miljø og omgivelser.* Dimensjonerende vannmengder er ikke definert i denne forskriften.

### 5. Byggteknisk forskrift - TEK 10 [18]

Denne forskriften ble fastsatt av Kommunal- og regionaldepartementet 26.mars 2010 og trådte i kraft 1.juli 2010. Tek10 er gjeldene for alle planer behandlet etter denne dato.

Overvann er ikke en naturfare på linje med flom og skred. Med overvann menes overflateavrenning (regn og smeltevann) fra plasser, gater, takflater etc. Hyppige episoder av styrtregn/ekstremnedbør vil føre til økt overvann og lokale oversvømmelser på steder der det ikke er vassdrag. Slike oversvømmelser kan medføre betydelig skader. Dette er spesielt viktig å ha fokus på ved fortetting i urbane områder. Overvann skal ivaretas i arealplanlegging og av prosjekterende ved utbygging.

Se byggteknisk forskrift (TEK10) §§ 15-10 :

*c) Overvann, herunder drensvann, skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt for å sikre vannbalansen i området og unngå overbelastning på avløpsanleggene.*

*Veiledning til annet ledd bokstav c*

*Lokal overvannshåndtering innebærer å la vannet finne naturlige veier via infiltrasjon til grunnen og/eller renne bort via åpne vannveier og dammer. Det vil ofte være nødvendig med fordrøyning der vassdrag eller ledningssystem ikke har tilstrekkelig kapasitet.*

*Tilførselen av overvann til hovedledning skal minimaliseres. Alt overvann bør tas hånd om lokalt, dvs. gjennom infiltrasjon, utslipp til resipient, eller på annen måte utnyttet som ressurs, slik at vannets naturlige kretsløp opprettholdes og naturens selvrensingsevne utnyttes.*

*Infiltrasjon og fordrøyning er å foretrekke ut fra miljøhensyn og avløpsnettets begrensninger til å ta imot store nedbørsmengder. Lokal håndtering av overvannet er også fordelaktig med tanke på vannbalansen i området, jf. vannressursloven § 7, annet ledd. Når lokal håndtering av overvannet ikke er mulig ut fra naturgitte og praktiske grunner, kan kommunen bestemme at overvannet ledes bort i egne ledninger til vassdrag. Kommunen er vassdragsmyndighet etter vannressursloven § 7, annet ledd.*

### 3 Gjennomgang av reguleringsplaner og prosjektering

#### 3.1 Reguleringsplaner – Mosetertoppen

Det er utarbeidet reguleringsplaner for Mosetertoppen, en helhetlig områdeplan i 2009 og deretter er det utarbeidet detaljregulering for delfelt i 2014, 2015 og 2016.

##### 1. Mosetertoppen – hele området

I reguleringsplanen for Mosetertoppen, vedtatt 2009, er det gitt konkrete tiltak for overvannshåndtering og prinsippene i vedlegget «Vurdering av overvannshåndtering» av 19.12.2008, [1], skal legges til grunn. Det er gjennomført formell dialog med Øyer kommune og NVE i reguleringsprosessen og reguleringsplan/bestemmelser er utformet med bakgrunn i disse avklaringene.

- Det er krav om 50 års gjentaksintervall for nedbør og 25% klimapåslag.
- Det overordnede prinsippet som skal følges er at vannføringen i bekkene ikke skal økes ut nedstrøms og fordrøyning av vann skal skje i åpne dammer.

Det ble godkjent i reguleringsplanen at tiltak for overvannshåndtering dimensjoneres etter 50 års gjentaksintervall for nedbør og 25% klimapåslag. Sikkerhet mot flom fra vassdrag er ikke omtalt i reguleringsplanen eller *Vurdering av overvannshåndtering* [2].

##### 2. Felt FB7 og FB8

Detaljregulering av de to delfeltene er to ulike planer, men de har fått samme avklaringspunkt og merknader fra NVE og sees i sammenheng med området for øvrig. Ref. dokument: «Vurdering av flomvannføring i vassdrag» av 23.10.2014, [2]. De to delfeltene vil i stor grad ligge innenfor avrenningsområdet til FLS 3 og FLS 4. I denne planen er FLS 4 flyttet noe lenger nedstrøms i feltet og totalt volum for FLS 3 og FLS 4 er på 3.000 m<sup>3</sup>.

- Alle overvannstiltak skal dimensjoneres for 200-års flom med klimapåslag 20% iht. TEK10 §7-2.

Kravet til gjentaksintervall for nedbør er skjerpet mens kravet til klimafaktor er noe redusert, ref. vedtatt plan fra 2009. Planene for FB8 og FB7 er vedtatt i 2014 og 2015.

##### 3. Felt FB1+FB2+FB3+FB11+FB15

Reguleringsendring på deler av gjeldende plan fra 2009. Vassdragskryssinger er i stor grad utført etter den gjeldende planen fra 2009. Bestemmelsene suppleres med endrede dimensjoneringskriterier. Innenfor området ligger fordrøyningsbasseng FLS 2, bassenget får et volum på ca. 1.000 m<sup>3</sup> og flyttes noe iht. en samlet vurdering av vassdrag/overvann for hele området, «Vurdering av flomvannføring i Vassdrag» av 23.10.2014, [3]. FLS 2 blir nå plassert i vassdraget Søre Slåbekken.

- Alle overvannstiltak skal dimensjoneres for 200-års flom med klimapåslag 20% iht. TEK10 §7-2.

Kravet til gjentaksintervall for nedbør er skjerpet mens kravet til klimafaktor er noe redusert, ref. vedtatt plan fra 2009. Planen er vedtatt i 2015.

#### 4. **Felt FB9**

I reguleringsplanen for Mosetertoppen FB9, vedtatt i 2016, er det et eget punkt på Overvannshåndtering med krav:

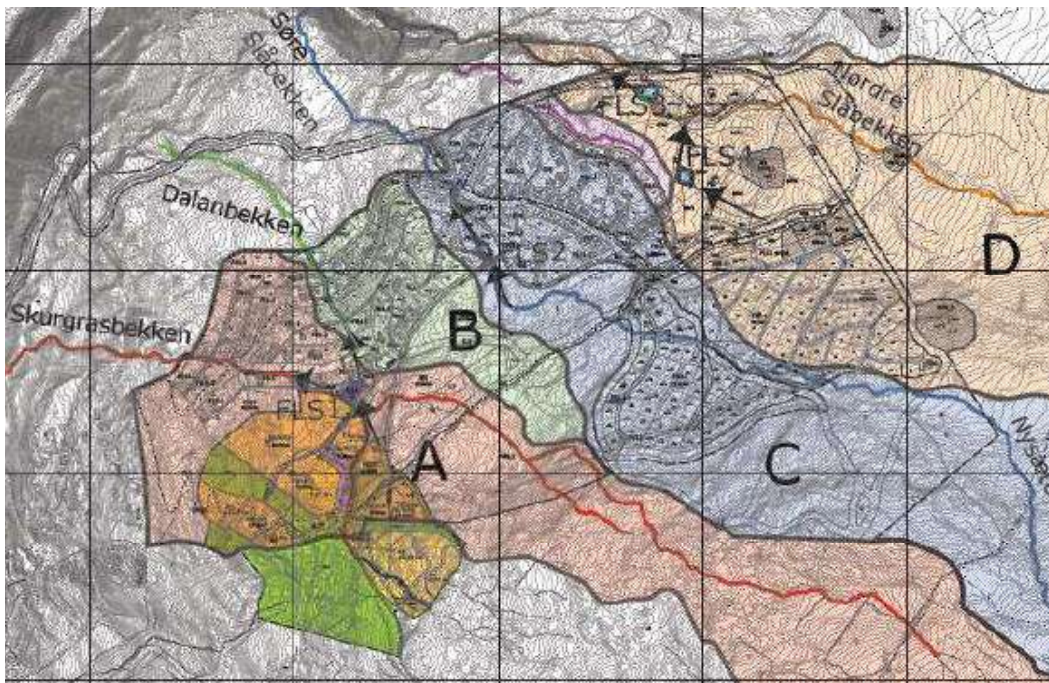
- Takvann og overflatevann føres til terreng på egen tomt, håndteres lokalt og ikke føre til nevneverdig økt avrenningshastighet til Mosåa. Torv skal benyttes som taktekkning på alle bygg
- Alle stikkrenner, grøfter og andre for overvannshåndtering skal dimensjoneres for 200-års flom med klimapåslag 20 % iht. TEK10 §7-2
- Overvann fra veger og veggrøfter ledes som vist i teknisk detaljplan G01.
- Nedstrøms vannveger for overvann skal føres i bekkeløp sikret i forhold til 200-års flomvannføring med klimapåslag på 20 % med utførelse og steinstørrelser som vist på snitt for mindre bekkeløp i teknisk detaljplan G02. Bekkeløpet skal opparbeides med en mest mulig naturlig føring med kulper, varierende bredder og naturlig bunnforhold, men aldri med mindre bredder og dimensjoner enn ovennevnte snitt. Det skal legges til rette for en rask reetablering av kantvegetasjonen.

Kravet til gjentaksintervall for nedbør er skjerpet mens kravet til klimafaktor er noe redusert, ref. vedtatt plan fra 2009.

### 3.2 **Beregnet behov for fordrøyning**

Overvannsmengder er beregnet med den rasjonelle metode og nedbørdata er hentet fra Meteorologisk institutt, det er brukt IVF-kurve for Lillehammer. Figur 3-1 viser utsnitt av prinsippskisse for avrenning Mosetertoppen.





Figur 3-1: Prinsippkisse planlagt avrenningssituasjon

- **Beregninger utført av Rambøll i 2009 (Forslag til reguleringsplan for Mosetertoppen)**

I reguleringsplanen fra 2009 er det lagt til grunn nedbør med 50 år gjentakintervall og 25 % klimapåslag. Klimapåslaget er lagt til nedbørsverdiene og vannføringene er beregnet med IVF-kurve for Lillehammer. Avrenningskoeffisienter før utbygging og etter utbygging er anslått.

Beregnet volum som må fordrøyes for å oppnå prinsipp om at vannføringen i bekkene ikke skal økes ut nedstrøms innfor hvert nedbørsfelt er beskrevet i vedlegg til reguleringsplan, «Vurdering av Overvannshåndtering» datert 19.12.2008:

Felt A: 3.000 m<sup>3</sup> forslag til fordrøyning i åpen dam.

Felt B: 1.100 m<sup>3</sup> forslag til fordrøyning i åpne grøfter.

Felt C: 4.600 m<sup>3</sup> fordrøyning i en mindre åpen dam. Denne vil ikke ha tilstrekkelig kapasitet. Det planlegges avbøtende tiltak, flate partier må utformes slik at disse får en fordrøyningskapasitet og noe av avrenningen fra øvre del kan ledes over til nedslagsfelt D.

Felt D: 2.350 m<sup>3</sup> fordrøyning i 2 åpne dammer. Det foreslås å legge til rette for å motta noe vann fra felt C.

- **Beregninger utført av Rambøll i 2014 (HAFJELL SKIANLEGG, MOSETERTOPPEN, REGULERINGSPLAN)**

Det stilles nå krav om nedbør med 200 år gjentakintervall og 20 % klimapåslag. Beregnet med nedbørskurve for Lillehammer hentet fra Meteorologisk institutt. Avrenningskoeffisientene før og etter utbygging beholdes.

Felt A: FLS1 er under etablering og bygges etter gjeldende reguleringsplan fra 2009. Fordrøyningen skjer i åpen dam med to utløp, ett til Skurgrasbekken og ett til Dalanbekken. Nedre del av området er utbyggt med infrastruktur og etablert bekkeløp. Feltet er ikke beregnet på nytt.

Felt B: Infrastrukturen er utbyggt som i reguleringsplan fra 2009. Fordrøyningen skjer i åpne grøfter. Feltet er ikke beregnet på nytt.

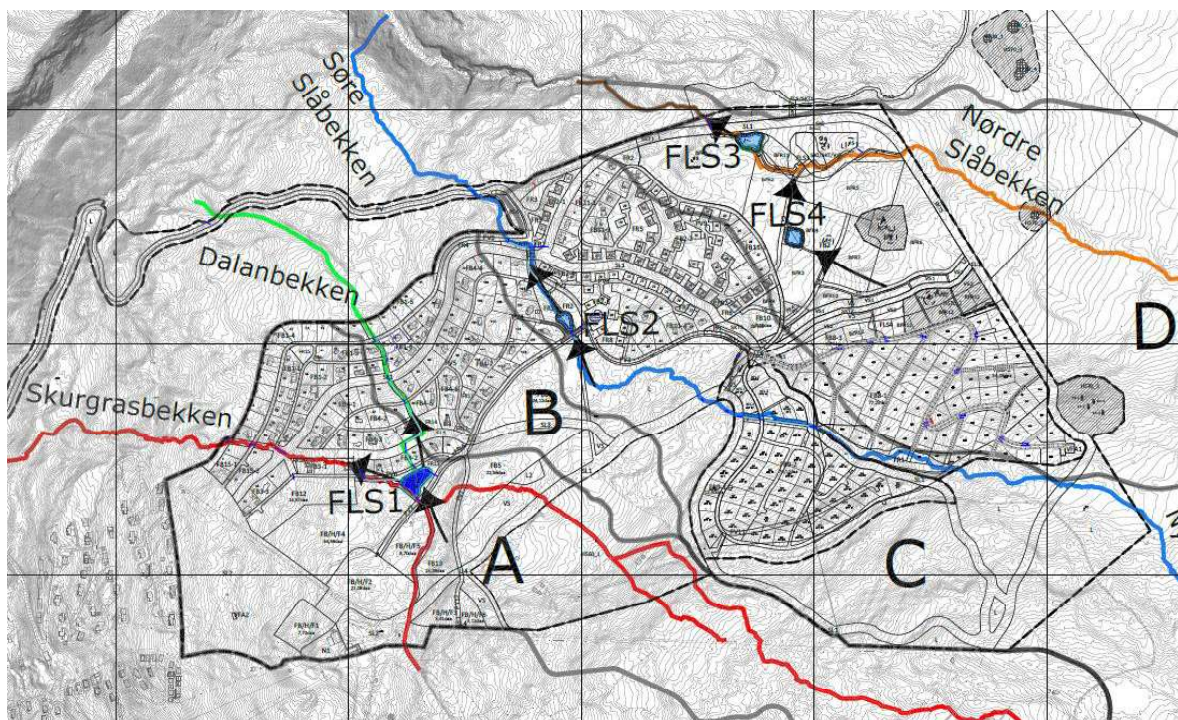
Felt C: Planlagt FLS2 er en åpen dam med fordrøyningsvolum beregnet til 1.000 m<sup>3</sup> med 200 år gjentaksintervall og 20 % klimapåslag. Feltareal =145 ha.

Felt D: Planlagt to åpne dammer, FLS3 og FLS4 fordrøyningsvolumet er beregnet til 3.000 m<sup>3</sup> med 200 år gjentaksintervall og 20 % klimapåslag. Feltareal=129 ha.

### 3.3 Utførte tiltak

Sommeren 2017 gjennomførte Structor befaringer og innmålinger av de gjennomførte tiltakene for å kartlegge utførte tiltak. Figur 2-3 viser utsnitt fra tegning Y02 «Innmålte flomtiltak» datert 12.07.2017. På tegningen er det også vist prinsipper for samlet overvannshåndtering for hele området. Bekkene følger i stor grad sitt opprinnelig bekkeløp. Selve bekkeløpene har gjennom utbyggingsområdene fått en annen utforming og er plastret med stor stein (se Figur 3-3 til Figur 3-8).

Målt fordrøyningsvolum på terrenngmodellen fra Karverket basert på laserscanning fra 2019 viser fordrøyningsvolum mellom bunn nedre luke til topp veidekke ved utløpskonstruksjon for FLS1, 2 og 3 på hhv. 2950 m<sup>2</sup>, 1350 m<sup>2</sup> og 3340 m<sup>2</sup> (avrundet til nærmeste tier).



Figur 3-2: Skisse flomtiltak.

- Skurgrasbekken, avrenning fra delområde A.  
Målt fordrøyningsvolum i basseng FLS 1 er på 2.067m<sup>3</sup>. To utløp fra basseng. Innløp målt til DN1200 og stikkrenner videre nedover i bekkeløpet, Skurgrasbekken, er DN630/utvendig. Deler av strekningen er murt og deler er plastret.



Figur 3-3: Nedstrøms dam FLS1; plastret kanal (venstre), utløp Skurgrasbekken, (høyre).

- Dalanbekken, avrenning fra delområde B + overløp fra FLS1  
Bekkeløpet følger et friareal gjennom område. Det er etablert gjennomførende stikkrenner med DN800 under vegger/skiløyper.



Figur 3-4: Felt B, plastret kanal til fordrøyning (venstre), kryssing under vei/løype (høyre).

- Søre Slåbekken, avrenning fra delområde C.  
Målt fordrøyningsvolum i basseng FLS 2 er på 961,5 m<sup>3</sup>.  
Nedstrøms bassenget går bekken delvis i sitt naturlige løp før den ledes inn i murt renne og videre i støpt renne under skibruen. Murt bekkeløp er etablert langs Mosæterveien frem til DN1200 stikkrenne under vegen og videre til opprinnelig bekkeløp.



Figur 3-5: Plastret kanal (venstre), støpt kanal langs Mosæterveien under bru (høyre).



Figur 3-6: Utløp fra området (venstre), og ut til naturlig bekkeløp, Dalanbekken ( høyre).

- Nødre Slåbekken, avrenning fra delområde D.  
Målt fordrøyningsvolum i basseng FLS 3 er på 1.890,5 m<sup>3</sup>.  
Målt fordrøyningsvolum i basseng FLS 4 er på 2.759,5 m<sup>3</sup>.  
Til sammen har dammene et fordrøyningsvolum på 4.650 m<sup>3</sup>.  
Nedslagsfeltet til bekken består av skogsterreng og myrområde over antatt fjellgrunn.  
Nedstrøms FLS 3 ledes bekken til en DN800 stikkrenne.



Figur 3-7: Nødre Slårbekken naturtilstand oppstrøms (venstre), trase ned mot FLS4 (høyre)



Figur 3-8: Bekkeløpet mellom FLS4 og FLS3 (venstre/høyre)

Bildet under viser Mosåa vassdraget ved Mosetertoppen Skianlegg/løypetrasèen øverst.



Figur 3-9: Hovedløp Mosåa

## 4 Vurdering av flomberegninger

I prosjekteringen er flomberegningene utført ved bruk av den rasjonelle metode [1]. Det er ikke henvisning til hvilke(n) veileder, norm eller retningslinjer som er benyttet, men følgende rapporter var utgitt og anbefalt å benytte til flomberegninger da reguleringsplanen ble godkjent (2009) og beregningene utført (2008 [1]):

- a. Norsk Vann (2008). *Veiledning om klimatilpasset overvannshåndtering* [5]
- b. NVE (2008). *Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag* [6]

I begge veilederne står det at den rasjonelle metoden benyttes for flomberegninger for små felt. Det er henvisning til følgende referanser for beskrivelse av metodikken:

- c. NVE (1991). *Flomberegning*. [11]

Anbefaler den rasjonelle metoden for flomberegninger i små, bratte vassdrag med feltareal mindre enn 2-5 km<sup>2</sup>

- d. Statens Vegvesen (2005). *Håndbok 018*. Oppdaterte versjoner av håndboken er N200 fra 2014 og 2018. [8] [9] [10].

Den rasjonelle metoden er anbefalt for felt mindre enn 2-5 km<sup>2</sup> for hydraulisk dimensjonering av grøfter, ledninger/rør og kummer. Beskrivelsen av metodikken er uendret fra Håndbok 018 fra 2005 som gjaldt da reguleringsplanen ble godkjent til N200 (versjonene 2014, 2018 og 2021) som gjelder i dag.

Feltarealene er < 2-5 km<sup>2</sup> og den rasjonelle metode er derfor en anerkjent metode for flomberegning til dimensjonering av tiltak for overvannshåndtering. Normen i bransjen var at flomberegning til dimensjonering av stikkrenner og tiltak for overvannshåndtering ble utført med denne metoden,

mens flomberegning for naturlige felt på størrelse med og større enn feltene som er vurdert her (Figur 4-2), har blitt utført med flere metoder;

- flomfrekvensanalyse på nærliggende målestasjoner for vannføring med liknende feltegenskaper
- nedbør-avløpsmodell (PQRUT tilgjengelig på NVEs nettsider) – kalibrert for felt 0,4-792 km<sup>2</sup>

Av målestasjoner for vannføring i nærheten med lange nok serier til frekvensanalyse, har det minste feltet et areal på 27 km<sup>2</sup>. Vi har derfor vurdert at det ikke er relevant å benytte dem til flomberegningen, men vi har kontrollert at den spesifikke flomverdien til bekkene gjennom Mosetertoppen ligger over verdiene til målestasjonene som er naturlig for små felt.

Det er ingen krav til å bruke andre enn den rasjonelle metoden for felt < 2-5 km<sup>2</sup>, men det bemerkes at det ofte er stor usikkerhet til nedbørintensitet og avrenningsfaktoren og flomverdiene betraktes som overslag [8] [11]. Vi savner derfor en vurdering av kvaliteten på benyttet IVF-kurven for Lillehammer og begrunnelse for valg av avrenningsfaktorene 0,3 og 0,6 som er benyttet i flomberegningen i prosjekteringen [1] [3] [4].

NVEs *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt* utgitt i 2015 beskriver i detalj metodikk og fremgangsmåte for flomberegninger for små felt [12]. Flomfrekvensanalyse anbefales hvis det finnes målestasjoner i nærheten for små felt. Nedbør-avløpsmodell brukes om IVF-kurver har ønsket varighet og gjentakintervall, men fortrinnsvis i tillegg til andre metoder. NIFS-formelen, som ble utarbeidet ifm. veilederen, er basert på regresjonsanalyse av små felt (0,2-50 km<sup>2</sup>) og *gir et raskt og enkelt estimat* og bør brukes sammen med andre metoder. Det samme gjelder den rasjonelle metoden. Veilederen var ikke utgitt da flomberegningene til vurdering av overvannshåndtering ble utført [1].

#### 4.1 Den rasjonelle metode

Kulminasjonsvannføring (høyeste vannføring ved en flomhendelse) ved dimensjonerende flom beregnes med følgende formel [8] [11]:

$$Q = C * i * A$$

der Q er avrenning i l/s, C er avrenningsfaktor, i er nedbørintensitet (l/s\*ha) og A er feltareal (ha).

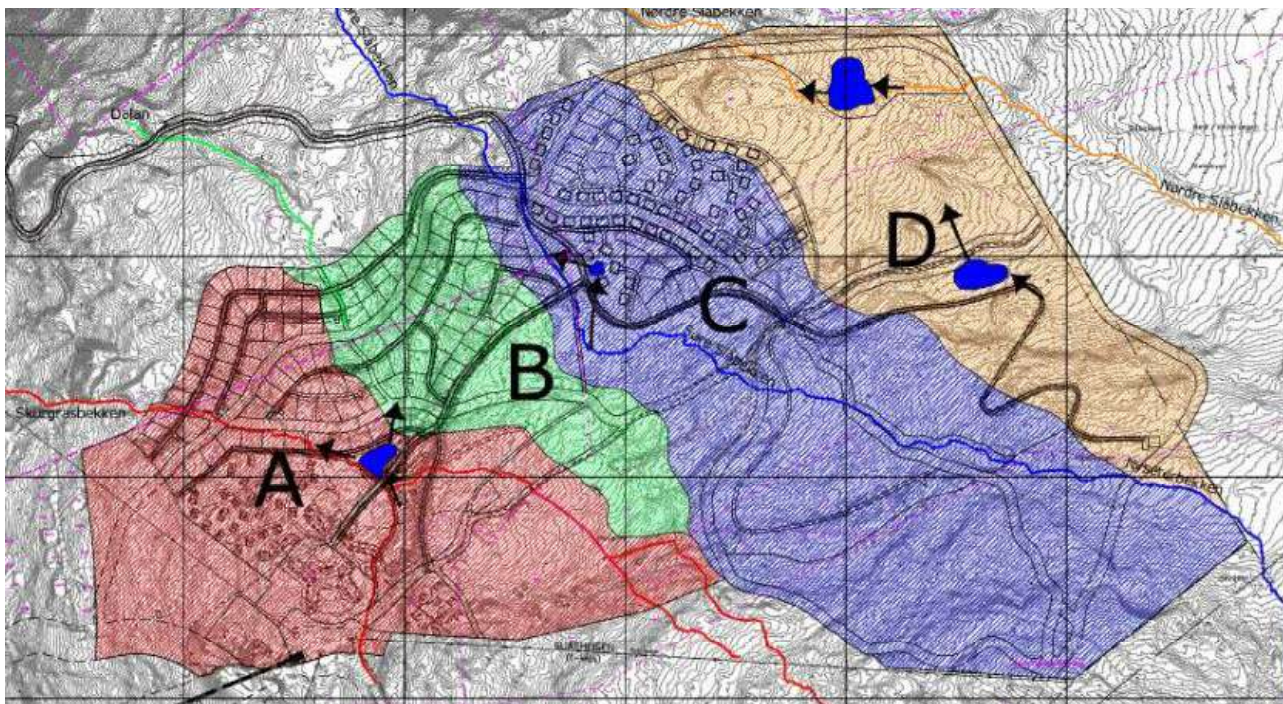
##### 4.1.1 Feltareal

Feltarealene beregnet i prosjekteringen ( $A_{\text{prosjektering}}$ ) er vist i Tabell 4-1 og på kart i Figur 4-1 og Figur 4-2. Feltarealene i kontrollen ( $A_{\text{kontroll}}$ ) er generert automatisk i NEVINA og SCALGO, dvs. feltgrensene er ikke kontrollert, men generert automatisk vha. terrengmodell. Feltarealene beregnet av Structor virker rimelige og vi har derfor valgt å benytte dem i kontrollberegningene for feltene oppstrøms fordrøyningsmagasinene (FLS), mens for bekkene ved utløp i Mosåa har vi beregnet feltareal fra NEVINA (se Vedlegg 0).

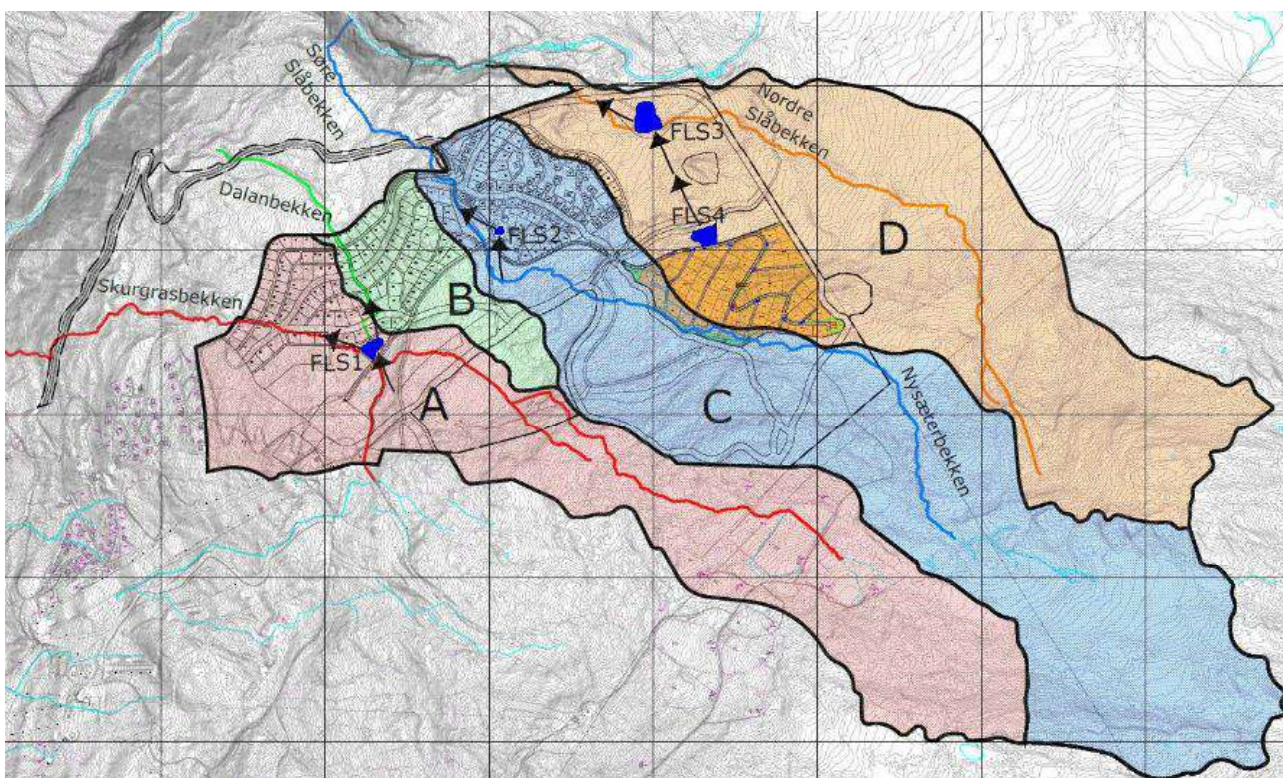
Tabell 4-1 Kontroll av feltareal (km<sup>2</sup>).

Nedbørfelt	$A_{\text{prosjektering}}$ delfelt utbygde omr.	$A_{\text{prosjektering}}$ nederst i reg.omr. (ved FLS)	$A_{\text{kontroll}}$ ved utløp i Mosåa
Nørdre Slåbekken FLS 3 og 4	0,369	1,29	1,22
Søre Slåbekken FLS 2	0,679	1,45	1,57
Skurgrasbekken (Dalanbekken) FLS 1	0,467 (0,191)	1,10	1,29
Referanse	Rambøll (2008) [1]	Structor (2014) [3]	





Figur 4-1 Delfelt for Skurgrasbekken (A), Dalanbekken (B), Søre Slåbekken (C) og Nordre Slåbekken (D) der arealbruken vil endres som følge av utbygging (hentet fra [3]).

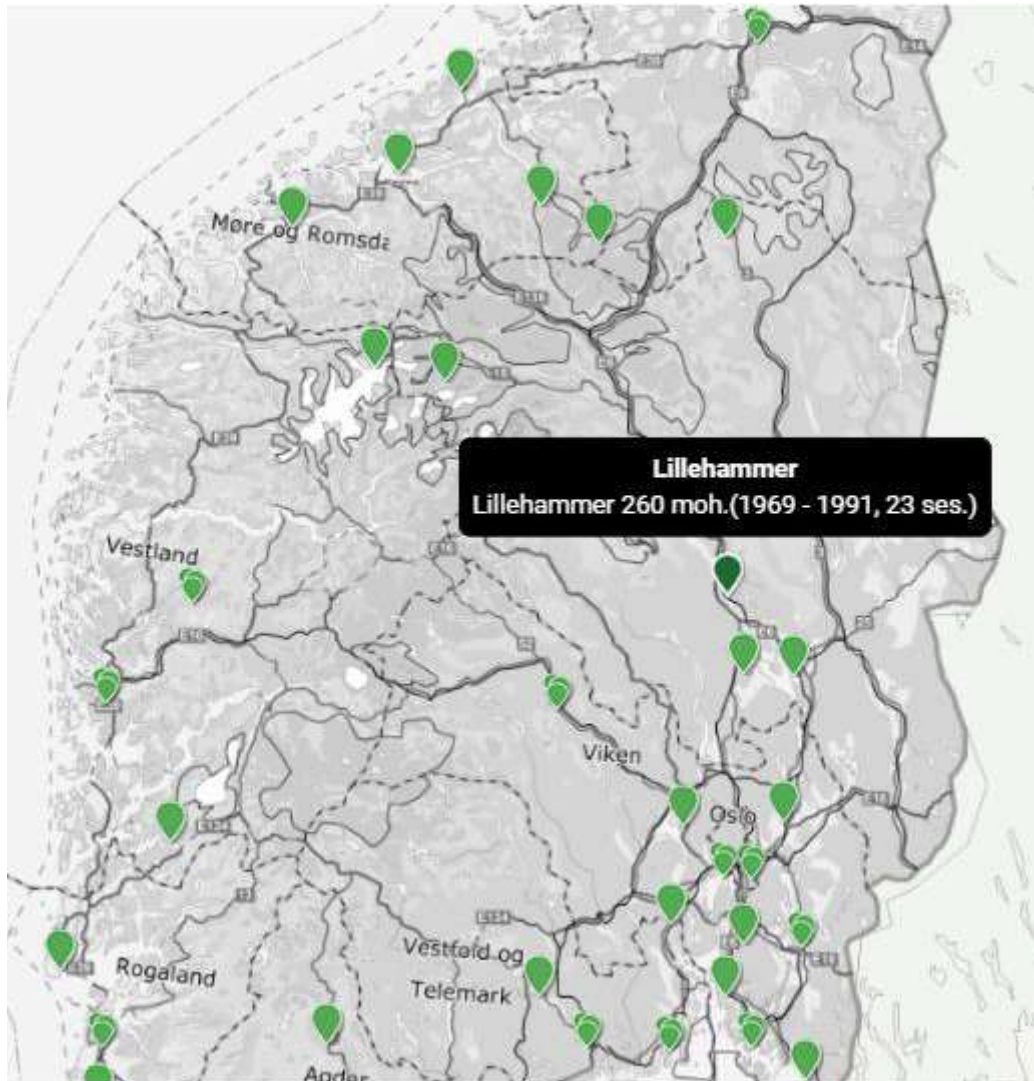


Figur 4-2 Feltarealene til Skurgrasbekken (A), Dalanbekken (B), Søre Slåbekken (C) og Nordre Slåbekken (D) nederst i reguleringsområdet/nær utløp i Mosåa (hentet fra [3]).

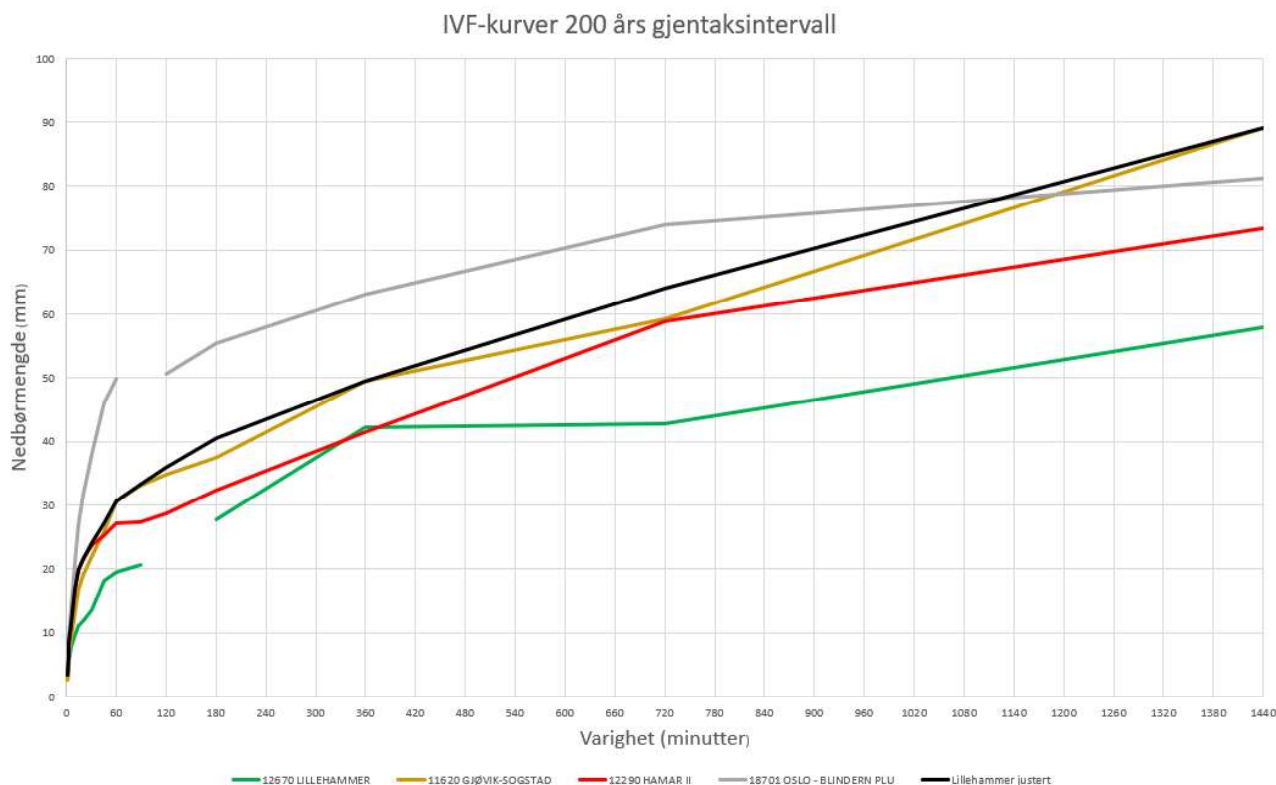
## 4.2 Nedbørintensitet

For å finne dimensjonerende nedbørintensitet er IVF-kurven til Lillehammer (SN12670) benyttet. Måleserien er 23 år (1969-1991) og ligger ca. 15 km fra utbyggingsområdene på Mosetertoppen. Det er naturlig å bruke kurven til Lillehammer siden det er nærmeste målestasjon. På Øyer kommune sin

hjemmeside står det at IVF-kurve hentes fra Lillehammer kommunes hjemmeside der fant vi den «sammensatte-Norconsult-kurven» fra 2019. Denne er vist med sort linje i Figur 4-4 (Lillehammer justert). Vi har ikke funnet ut hvilken kurve som var anbefalt da flomberegningene ifm. prosjektering av tiltakene ble utført [1] [3] [4]. For å vurdere om en IVF-kurve er pålitelig og representativ bør den sammenlignes med en eller flere kurver i nærheten, spesielt siden kurven til Lillehammer er basert på en relativt kort måleperiode (23 år) sammenlignet med hvilket gjentaksintervall flomberegningen er utført for.



Figur 4-3 IVF-kurver (Kilde: Norsk Klimaservicesenter)



Figur 4-4 Relevante IVF-kurver.

Tabell 4-2 IVF-kurver som er relevante å benytte for Lillehammerområdet.

Målestasjon	Høyde (moh.)	Måleperiode	Antall sesonger	Nedbør 60 min	Nedbør 1 døgn
Hamar II	141	1968-2017	45	27,1	73,4
Lillehammer	260	1969-1991	23	19,4	59,9
Gjøvik	240	1974-1996	21	30,5	89,0
Oslo-Blindern	94	1968-2017	49	49,9	81,2

#### 4.2.1 Avrenningsfaktor

I flomberegningene fra prosjekteringen er det ikke oppgitt referanser til beregninger/valg av avrenningsfaktoren,  $C$ . Det er forenklet benyttet avrenningskoeffisienter før og etter utbygging på hhv. 0,3 og 0,6. Vi savner opplysninger om areal typer og begrunnelse for valgte verdier.

NVEs *Flomberegning* [11] og Statens Vegvesen håndbok 018 [8] henviser til en tabell som viser avrenningsfaktor for ulike areal typer (se Tabell 4-3). Avrenningsfaktoren  $C$  varierer fra 0,9 i urbane strøk (og andre tette flater som bart fjell) til 0,2 i skogsområder og områder med dyrka mark (se Tabell 4-3). Håndbok N200 anbefaler å bruke de høyeste verdiene for bratte felt med tette overflater, og de laveste verdiene for flate og permeable flater. Videre anbefales det å bruke nedre sjiktet for regn med varighet kortere enn 1 time og øvre sjiktet for varigheter over 3 timer. Dimensjonerende nedbørintensitet til Nordre Slåbekken og Søre Slåbekken og ved fordrøyningsmagasinene beregnet til hhv. 147 og 125 minutter. Vi finner ikke dimensjonerende nedbørintensitet til Skurgrasbekken i [1].

Iht. tabellen virker 0,3 rimelig iht. Tabell 4-3 for feltene før utbygging som for det meste bestod av skog, med innslag av myr, snaufjell og dyrket mark. En økning til 0,6 for den delen av feltet som er utbygd, dvs. 0,40 km<sup>2</sup> i feltet til Nordre Slåbekken og 0,36 km<sup>2</sup> i feltet til Søre Slåbekken [3], virker rimelig. Avrenningsfaktoren vil sannsynligvis øke noe fordi noe skog og myr er erstattet med grusveier og parkeringsareal, samt bearbeidet mark rundt hyttene, men det er lite asfalt også etter utbygging og de fleste hyttene har gress eller sedum på taket som vil ha en dempingseffekt. Vurderingene over gjelder for ufrosset mark. Avrenningsfaktoren for de ulike arealtypene er avhengig av initialtilstand, dvs. metning og om det er frost. Av faktorer som kan redusere avrenningsfaktoren er gropene som er sprengt ut ifm. hytteutbygging. Gropene er gjenfylt med stein og vil fungere som (fordrøynings)magasin, men tilrenningsfelt og volum er vanskelig å beregne så vi har ikke muligheten til å vurdere denne dempingseffekten.

For nedbør med returperiode 200 år skal C-faktoren økes med 30 % [8], men i og med at vi ikke vet beregningene/vurderingene bak valg av C-faktor er det usikkert om det er tatt hensyn til.

Tabell 4-3 Avrenningsfaktor, C, for ufrosset overflate ved nedbør med returperiode 10 år (Figur 405.2 i Håndbok N200, 2014).

Overflatetype	Avrenningsfaktor, C
– Betong, asfalt, bart fjell og lignende	0,6 – 0,9
– Grusveger	0,3 – 0,7
– Dyrket mark og parkområder	0,2 – 0,4
– Skogsområder	0,2 – 0,5

### 4.3 Klimapåslag

I prosjekteringen er det benyttet 20 % klimapåslag på dimensjonerende nedbørintensitet som har varighet på 50-90 min [1] for utbygde områder og 120-150 min for totale nedbørfelt [3].

I og med at klimafaktor settes av kommunene vil det være variasjoner ut ifra de lokale forhold i den enkelte kommune. Det kan også variere mellom de enkelte utbyggingsområdene i kommunen, ut ifra blant annet terrenget, type bebyggelse og samfunnsøkonomiske betraktninger. I Norsk Vann`s rapport er det et anbefalt en gradvis økning av regnintensitet fra i dag og 100 år frem i tid (se Tabell 4-4).

Tabell 4-4 Gradvis økning av regnintensitetene på grunn av klimaendringene (Tabell 2.3.2 i [5]).

Tidshorisont	Økning i regnintensitet
I dag	0 %
Om 10 år	5 %
Om 25 år	12,5 %
Om 50 år	25 %
Om 100 år	50 %

NVE har fra 2008 anbefalt å ta hensyn til klimaendringer i planlegging og utbygging langs vassdrag der det er fare for flom, erosjon og skred [6]. Små, bratte og masseførende vassdrag og i områder med tette flater (urbane flommer/flom fra overvann), er omtalt som spesielt utsatt for oftere og mer intens nedbørfloer i fremtiden. I NVEs retningslinjer for flomberegninger fra 2011 [12] er det anbefalt å vurdere og kommentere effekten av klimaendringer på dimensjonerende flom med støtte i regionale klimascenarier. I 2011 kom NVE med fylkes-/regionsvise klimaprofiler for nedbør og vannføring [15] der følgende har vært anbefalt for Østlandet, Oppland eller Innlandet:

**2011** (Østlandet og Innlandet): 20% økning for alle felt < 100 km<sup>2</sup> [15].

**2016** (Østlandet): minst 20 % økning i *Alle nedbørfelt med areal < 100 km<sup>2</sup> og andre mindre nedbørfelt som reagerer raskt på styrtregn* [14]. Spesifisert 0 % for Glomma og store felt, og 20 % for middels store felt. Ingen små felt er med i datagrunnlaget til anbefalingene.

**2019** (Oppland): i rapporten «Klimapåslag for korttidsnedbør» er det anbefalt å bruke klimapåslag 30 % for ett døgn, 40 % for 3 timer eller mindre varighet, og 50 % ≤1 time [18].

Nedbørfeltene til bekkene som renner gjennom Mosetertoppen er små og relativt bratte og vil derfor reagere raskt på styrtregn. På bakgrunn av anbefalingene ovenfor bør klimapåslaget være minst 20 %. Vi har vurdert at klimapåslaget bør være **30 % for ett døgn, 40 % for to av de tre timene med mest intens nedbør, og 50 % for den timen med mest intens nedbør.**

## 5. Vurdering av fordrøyningsmagasinenes funksjon

For å vurdere effekten av utbyggingen og fordrøyningsmagasinene på flomforholdene i Mosåa, har vi gjort flomberegning for delfeltene Mosåa oppstrøms Mosetertoppen, Nordre og Søre Slåbekken, Skurgrasbekken og Lysa (se Tabell 5-1). Nedbørfeltene og andre feltegenskaper er vist avsnitt 0. Til kontrollberegninger av flomberegningene fra prosjekteringen, har vi benyttet SVV sin håndbok [8] [9] [10], Vassdragshåndboka [19] og NVEs veileder for små uregulerte felt [12].

Flomforløpene er beregnet med nedbøravløpsmodell (PQRUT) for 200-årsnedbør med 30 % klimapåslag for 24 timer. Det vil si noe om når flomtoppen fra de ulike delfeltene inntreffer og om fordrøynings tiltakene gir en lavere flomtopp i Mosåa. De samme flomforløpene er også beregnet med den rasjonelle metoden for å sammenligne flomverdiene, men siden den ikke beregner naturlig forsinkelse i feltet slik som nedbøravløpsmodellen så vil nedbørforløpet ha samme fordeling over døgnet.

Tabell 5-1 Nedbørfelt for beregning av flom i Mosåa.

Felt	Areal totalfelt (km <sup>2</sup> )	Areal delfelt (km <sup>2</sup> )
Mosåa ved utløpet av Nedre Moksjøen	25,9	
Mosåa før samløp med Nørdre Slåbekken	28,2	2,3
Mosåa etter samløp med Skurgrasbekken	35,4	7,2 (3,8)
Mosåa etter samløp med Lysa	37,6	2,2
Etter samløp med Oppheim	39,9	2,3

### 4.4 Flomberegning

For å estimere økt avrenning til Mosåa nedstrøms Mosetertoppen som følge av utbygging har vi gjort flomberegning med den rasjonelle metoden med benyttet nedbørverdier som vist i Tabell 5-2 (ny IVF-kurve anbefalt for Lillehammer [14]) og beregnet avrenningsfaktor før og etter utbygging som følge av økt andel tette flater. For å finne en avrenningsfaktor som best mulig representerer feltets ulike avrenningsegenskaper har vi brukt en vektet middelvei med verdiene vist i Tabell 5-3.

Beregning av avrenningsfaktoren er vist i Tabell 5-4 og resultatene for beregning av flomverdi med feltegenskapene fra NEVINA (se Vedlegg 2, avsnitt 8) er vist i Tabell 5-5. Økt vannføring som følge av 0,8 km<sup>2</sup> med tettere flater pga. utbygging på Mosetertoppen er estimert til 1,34 m<sup>3</sup>/s. Merk at

flomverdiene er beregnet med den rasjonelle metoden og vil avvike fra beregninger med nedbøravløpsmodell.

Tabell 5-2 200-års nedbør anbefalt til dimensjonering for Lillehammer (hentet fra [14]).

År/min	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2 (mm)	1,5	2,7	3,5	4,9	6,9	8	8,7	9,7	11	12,2	14	15,5	18,2	23,6	30	38
200 (mm)	3,4	6,1	8,3	11,4	16,7	19,9	21,6	24	27,2	30,5	33,2	36	40,5	49,5	64	89
2 (l/s*ha)	250	225	194,4	163,3	115	88,9	72,5	53,9	40,7	33,9	25,9	21,5	16,9	10,9	6,9	4,4
200 (l/s*ha)	566,7	508,3	461,1	380	278,3	221,1	180	133,3	100,7	84,7	61,5	50	37,5	22,9	14,8	10,3

Tabell 5-3 Avrenningsfaktor C (Tabell 1-1 i Vassdragshåndboka, 1998).

Felts overflate	C (min)	C (max)
Hustak og gatedekke	0.85	0.90
Industriområder, tett	0.70	0.90
Bymessig, sentral bykjerne	0.70	0.85
Betong, asfalt, bart fjell o l	0.60	0.90
Bymessig, tett bebyggelse	0.60	0.80
Boligstrøk, rekkehus, blokk	0.50	0.70
Boligstrøkt, ette kvartaler	0.60	0.80
Industriområder, åpent	0.50	0.70
Boligstrøk i by, eneboliger	0.40	0.60
Forstadsstrøk	0.30	0.50
Brakkmark	0.20	0.30
Lekeplasser	0.20	0.40
Jernbanetomter	0.20	0.40
Skogområder	0.20	0.50
Parker, kirkegårder	0.10	0.30
Dyrka mark	0.05	0.25

Tabell 5-4 Beregning av vektet avrenningsfaktor for Mosåa nedstrøms Mosetertoppen før og etter utbygging.

Felt	Overflate	Avr.faktor	Areal (%)	Faktor*Areal	Areal (%)	Faktor*Areal
			Før utbygging		Etter utbygging	
	Dyrket mark	0,15	2.700	0.405	2.700	0.405
	Myr	0,40	35.400	14.160	35.400	14.160
	Sjø	1,0	0.900	0.900	0.900	0.900
	Skog*	0,35	49.700	17.395	47.440	16.604
	Snaufjell	0,70	11.300	7.910	11.300	7.910
	Urbant	0,70	0.000	0.000	2.260	1.582
	Totalt		100.0	40.770	100.0	41.561
	<b>C-faktor</b>			<b>0.408</b>		<b>0.416</b>

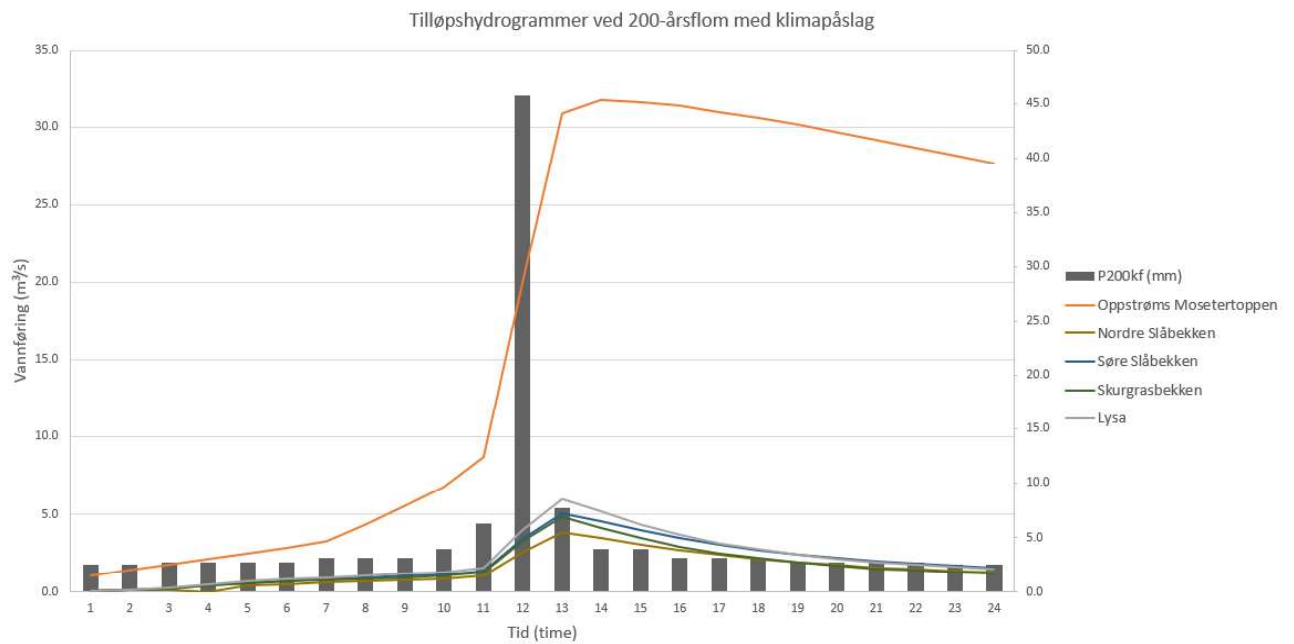
\*22,7 rest/uklassifisert areal er satt til skog

Tabell 5-5 Beregning av 200-årsflom inkl. klimapåslag i Mosåa nestrøms Mosetertoppen før og etter utbygging.

	Mosåa nedstrøms Mosetertoppen før utbygging [m <sup>3</sup> /s]	Mosåa nedstrøms Mosetertoppen etter utbygging [m <sup>3</sup> /s]	Differanse [m <sup>3</sup> /s]
A (km <sup>2</sup> )	35,4	35,4	
QN (l/s/km <sup>2</sup> )	24,0	24,0	
Ase (%)	0,2	0,2	
Avrenningsfaktor, C (-)	0,408	0,416	
Feltlengde, L (m)	9500	9500	
Høydeforskjell, H (m)	677	677	
Konsentrasjonstid, Tc (min)	225,1	225,1	
Intensitet, i (l/s*ha)	33,85	33,85	
Klimafaktor, kf (-)	1,4	1,4	
Vannføring (m <sup>3</sup> /s)	68,45	69,79	1,34

#### 4.5 Ruting

Flomforløpene beregnet for Mosåa ved Mosetertoppen, Nordre Slåbekken, Søre Slåbekken og Skurgrasbekken og Lysa viser at de fire bekkene vil kulminere rett før kulminasjonen til Mosåa. På grunn av usikkerheter knyttet til beregning med nedbøravløpsmodellen PQRUT er det vanskelig å si noe mer nøyaktig om timingen til de ulike delfeltene før det er gjort en mer grundig vurdering av hvilke regn-/smelteforløp og rutingmetodikk som bør benyttes for dimensjonering av eventuelle dempingstiltak.



Figur 5-1 Tilløpshydrogrammer for delfeltene til Mosåa ved Mosetertoppen beregnet i PQRUT.

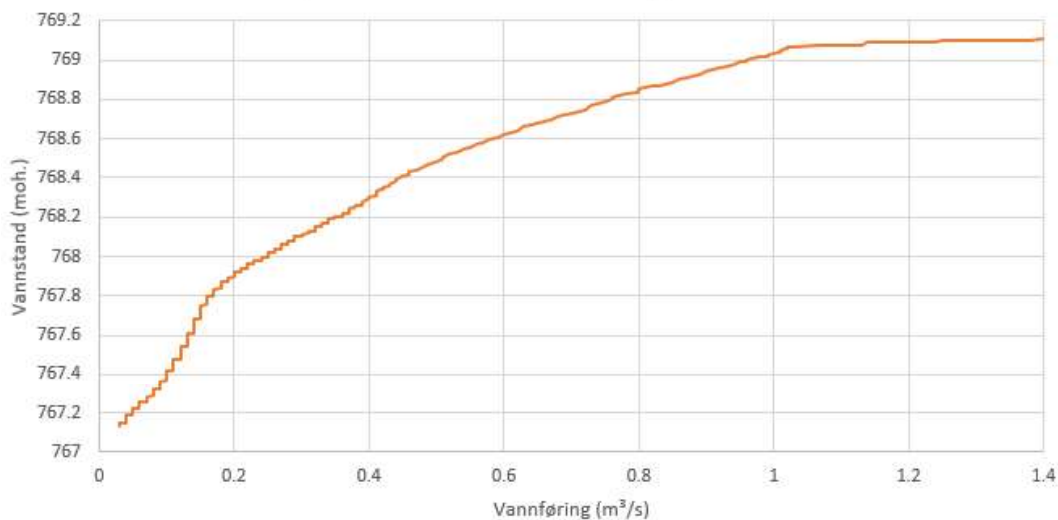
Gjennomgang av tiltakenes påvirkning på tilløp til Mosåa er gjort ved å rute forløpene fra PQRUT (Figur 5-1) gjennom fordrøyningsmagasinene med utløpskonstruksjonene (hentet fra tegningene Y10 F2, Y11 F2 og Y12 F2) i en hydraulisk modell (HEC-RAS versjon 6.0.1). Merk at vi i dette oppdraget har gjort en overordnet vurdering av effekten til fordrøyningsmagasinene, og at det kan være konstruksjoner, som f.eks. stikkrenner, og hydrauliske forhold oppstrøms fordrøyningsmagasinene som vil endre tilløpsflommen beregnet med PQRUT (Figur 5-1). Bilder og kapasitetskurver til lukene er vist i Figur 5-2 til Figur 5-7.





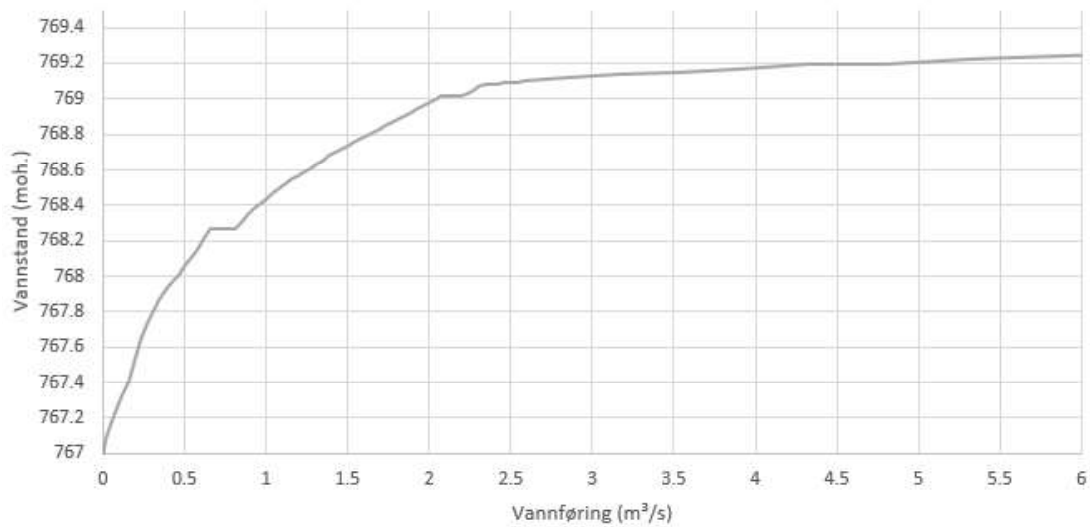
Figur 5-2 Utløpskonstruksjoner ved FLS1 mot Skurgrasbekken (venstre) og Dalanbekken (høyre). Nederste luke til høyre er stengt og derfor ikke med i de hydrauliske beregningene.

Kapasitetskurve luker FLS1 Skurgrasbekken



Figur 5-3 Kapasitetskurvene til de tre lukene til utløpskonstruksjonen FLS1 mot Skurgrasbekken.

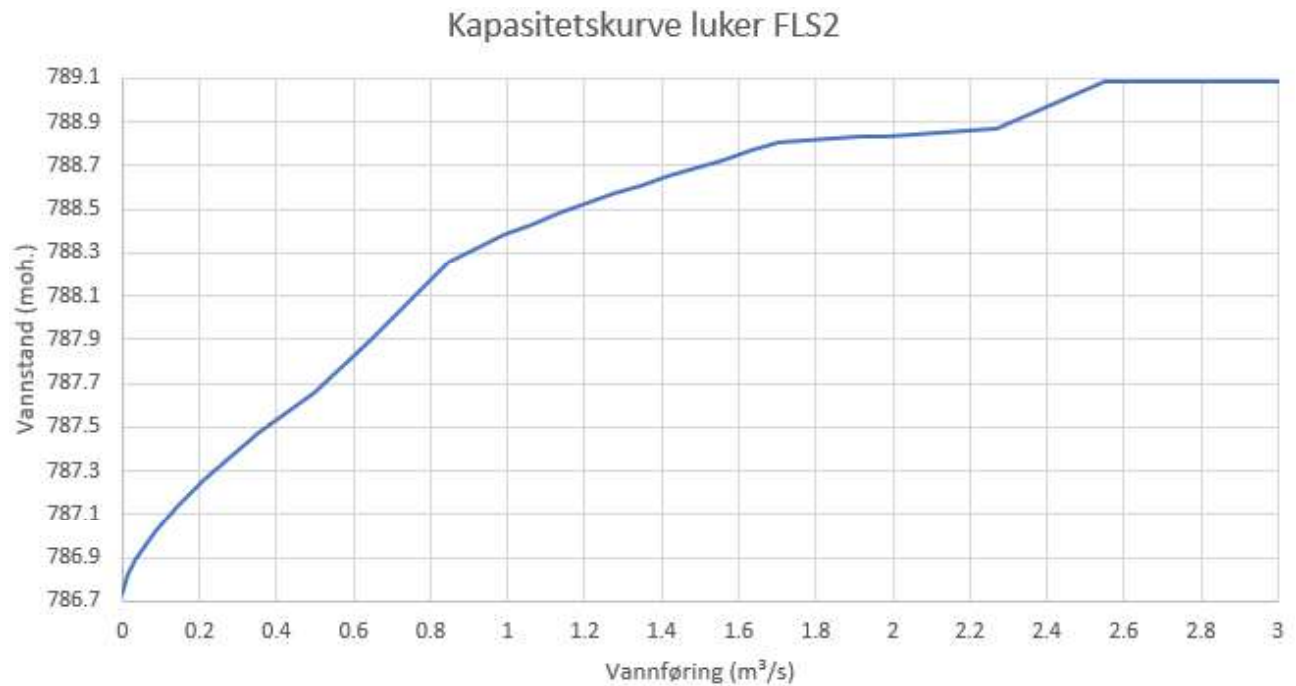
Kapasitetskurve luker FLS1 Dalanbekken



Figur 5-4 Kapasitetskurvene til de tre lukene til utløpskonstruksjonen FLS1 mot Dalanbekken.



Figur 5-5 Utløpskonstruksjonen ved FLS 2, Søre Slåbekken.

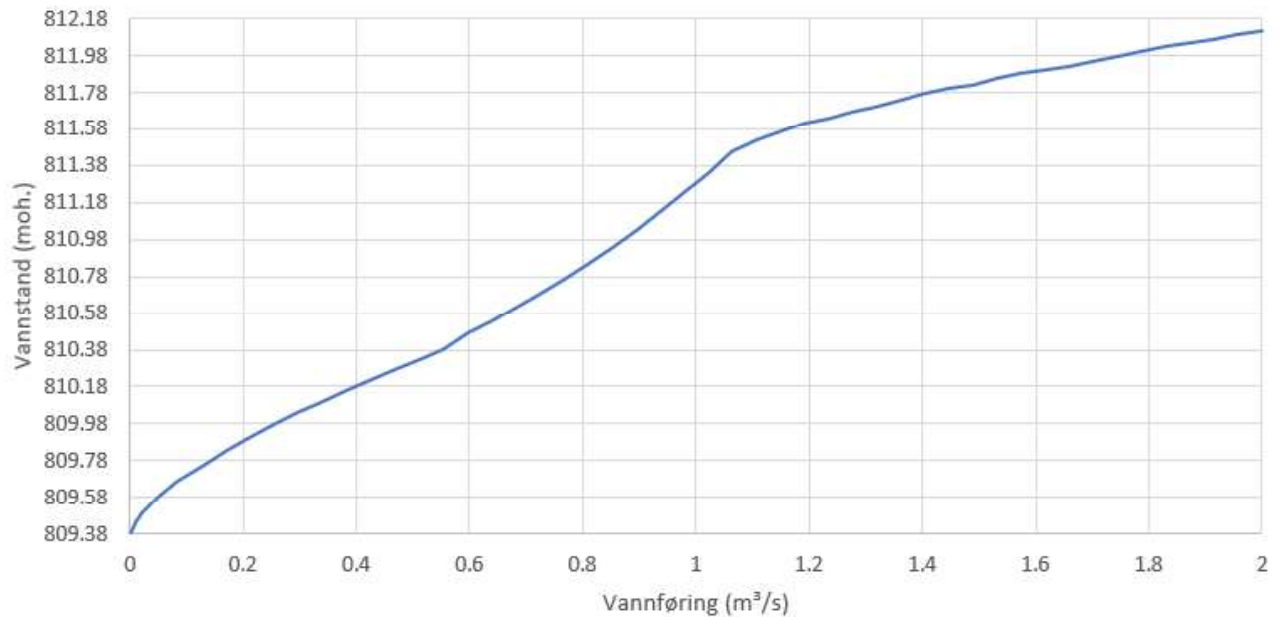


Figur 5-6 Kapasitetskurvene til de to lukene til utløpskonstruksjonen FLS2 (Søre Slåbekken).



Figur 5-7 Utløpskonstruksjonen ved FLS3 (venstre) og FLS4 (høyre), Nørdre Slåbekken.

Kapasitetskurve luker FLS4



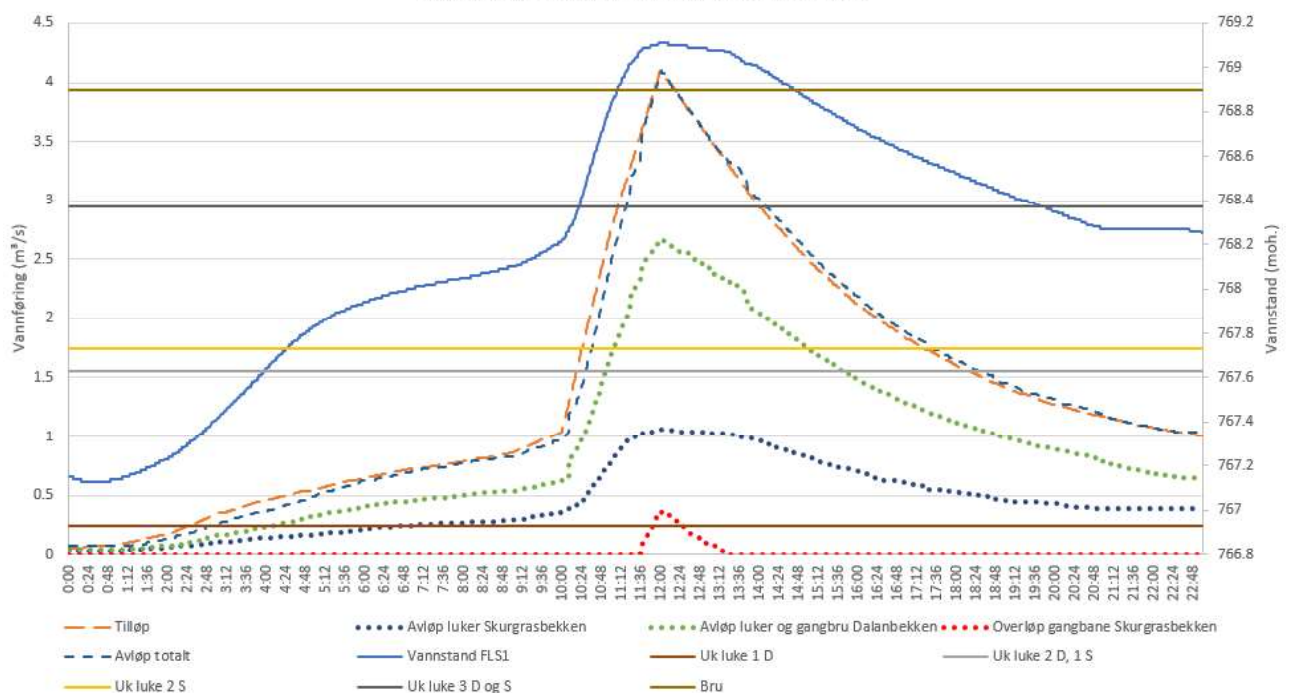
Figur 5-8 Kapasitetskurvene til de to lukene til utløpskonstruksjonen FLS4 (Nordre Slåbekken).

Det er ikke gjort beregninger for FLS3 siden utløpskonstruksjonen og kapasitetskurven er den samme som for FLS4.

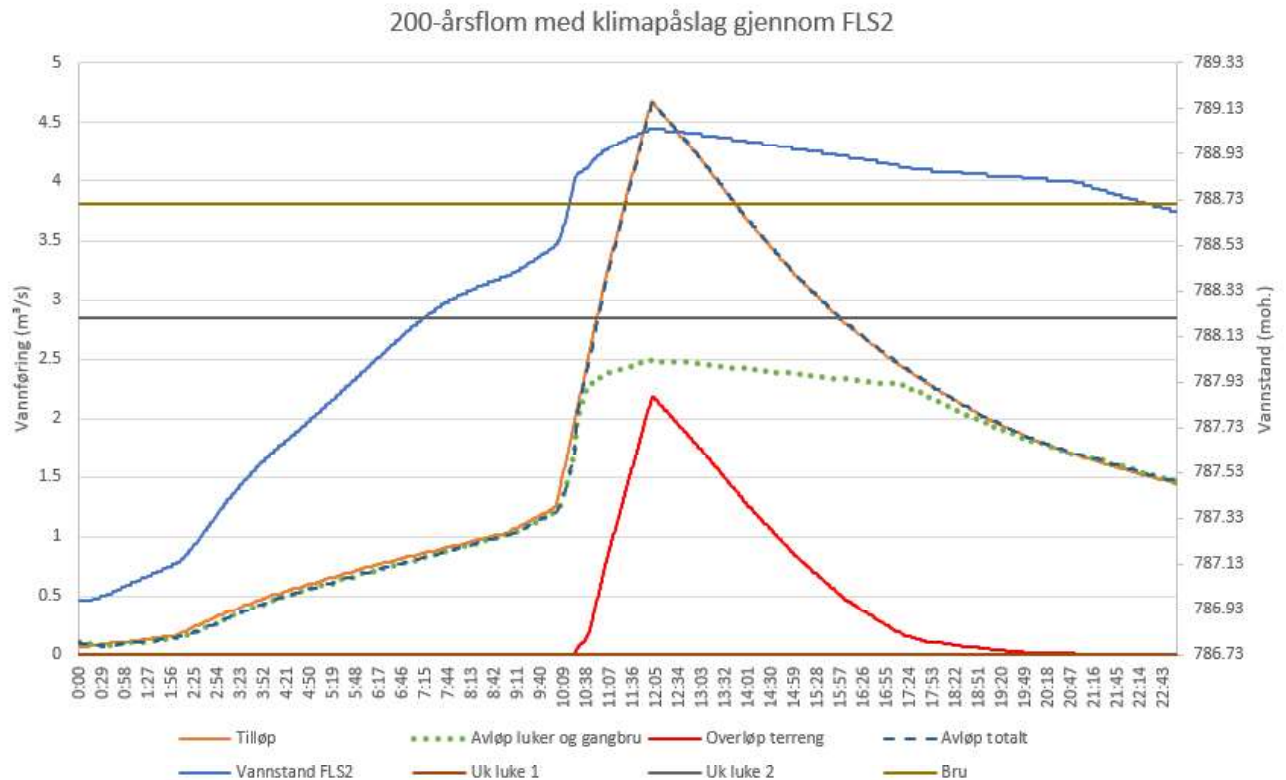
4.6 Resultater

Resultatene fra ruting av 200-årsflommen med klimapåslag gjennom FLS1 og FLS2 viser at flommen i liten grad eller ikke dempes gjennom fordrøyningsmagasinene FLS1, FLS2 eller FLS4.

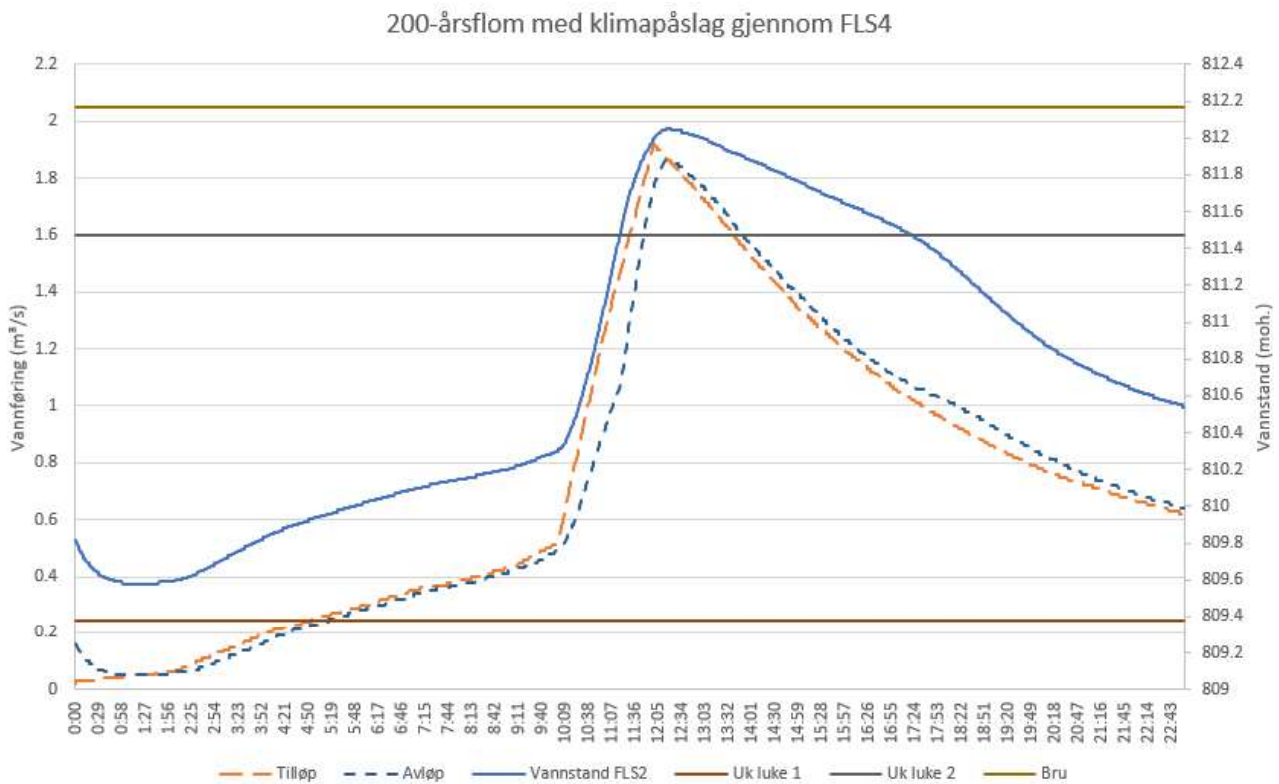
200-årsflom med klimapåslag gjennom FLS1



Figur 5-9 Ruting av 200-årsflom med klimapåslag gjennom FLS1.



Figur 5-10 Ruting av 200-årsflom med klimapåslag gjennom FLS2.



Figur 5-11 Ruting av 200-årsflom med klimapåslag gjennom FLS4.

#### 4.7 Vurderinger

Det er vanskelig å kvantifisere endring i avrenning til Mosåa som følge av utbyggingen på Mosetertoppen. I utgangspunktet vil utbygging gi en større andel tette flater og dermed raskere

avrenning. Grusveier og bearbeidet mark vil gi raskere avrenning fra Mosetertoppen, mens sprengte byggegroper ifm. hytteutbygging kan gi magasinering av vann ved lav fyllingsgrad. En eventuell økt avrenning til Mosåa fra et felt på 0,8 km<sup>2</sup> for et totalfelt til Mosåa på 40 km<sup>2</sup> vil gi en marginal økning i vannføring, se overslagsberegningene i Tabell 5-5, men arealbruksendringer og utbygging av flere områder oppstrøms Øyer kan gi en mer betydelig økning. Det bør bemerkes at raskere avrenning fra tettere overflater kan skape mer lokal erosjon og oversvømmelse langs bekkeløpene/kanalene på Mosetertoppen, men dette er ikke vurdert i dette oppdraget.

En raskere avrenning fra delfeltene Nordre Slåbekken, Søre Slåbekken, Skurgrasbekken/Dalanbekken og Lysa ned til Mosåa kan redusere flomtoppen i Mosåa ved Øyer sentrum dersom de kommer før flomtoppen til Mosåa ved samløp med bekkene. Det krever imidlertid mer detaljerte analyser av hvilke(t) nedbør-/smelteforløp som bør benyttes og en hydraulisk modellering som i større grad tar hensyn til konstruksjoner oppstrøms og nedstrøms fordrøyningsmagasinene. Om flomtoppene til bekkene skal *dempes* kan kapasiteten til lukene reduseres og øke volumet til fordrøyningsmagasinene. Volum vann som renner til fordrøyningsmagasinene i et døgn med 200-års nedbør er mange ganger større enn volumet til fordrøyningsmagasinene så de vil bli uforholdsmessig store.

Om flomtoppen skal *fordrøyes* må nederste luke ha lavere kapasitet, eventuelt om tappelukene nederst i hvert av fordrøyningsmagasinene kan holdes åpne ved normal vannføring og lukkes ved starten av en flomhendelse. Det krever i midlertidig overvåkning og at lukene er tilgjengelige og funksjonelle når flomhendelsen inntreffer. Det kan være en løsning for å fordrøye mindre flommer enn 200-årsflommen, men forsinkelsen kan føre til at flomtoppen fra bekkene inntreffer samtidig med og øker flomtoppen til Mosåa.

## 5 Oppsummering og forslag til videre arbeid

### 5.1 Flomberegning og prosjekterte tiltak

Basert på gjennomgangen i avsnittene ovenfor kan vår vurdering av og spørsmål til overvannshåndteringen på Mosetertoppen oppsummeres som følger:

- Det ser ut til i overvannsnotatene [2] [3] [4] at ressurser med spesialisering innen vann, avløp og overvannshåndtering har gjort vurderinger og prosjektering tiltak både for overvann og vassdrag. Det ville vært hensiktsmessig med ressurs(er) med hydrologisk og vassdragshydraulisk kompetanse fra prosjektets start for å sikre at flomfare fra vassdrag er vurdert iht. NVEs retningslinjer og veiledere.
- I flomberegningen savner vi vurderinger og begrunnelse for valgt metodikk, IVF-kurve og avrenningsfaktor. Det er ikke henvisning til kilder for flomberegningen. Det har vært vanskelig å etterprøve beregningene uten å se på regnearkene til Structor. Kontrollberegning for delfeltene i samarbeid med Structor kan utføres ved behov, og eventuelt oppdatere flomberegningen med ny IVF-kurve for Lillehammer.
- Utbyggingen og tiltak på Mosetertoppen har endret flomveiene gjennom reguleringsområdet. For å kontrollere at det finnes trygge flomveier som sikrer hyttene mot 200-årsflom med klimapåslag og at bekkene ikke tar nye løp under flom, kan det gjøres en flomveisanalyse. Den kan gjøres for vassdragene eller for hele området og vise hvor vannet renner ved intensiv nedbør. Analysen vil også vise mer detaljert hvordan utbyggingen påvirker nedstrøms områder deriblant Mosåa.
- Dimensjonen på kanalisering av bekkeløpene gjennom Mosetertoppen er ikke kontrollert. Vi har sett tegning G02 som viser steinstørrelse og tverrsnitt til kanalene, men kapasiteten vil variere med

helningen på kanalen, og strekninger med ulik helning må derfor kontrolleres hver for seg. Det kan utføres vha. oppmåling med GPS og/eller høydenivåer fra terrengmodellen benyttet til modellering av fordrøyningsmagasinene.

- Dimensjonen til stikkrennene under veier er ikke kontrollert i denne gjennomgangen. Er de dimensjonert iht. Vegvesenets håndbøker? Vi anbefaler en kontroll av at dimensjonen til stikkrennene mot flomverdiene ved krysningpunkter for å sikre at bekkene ikke tar nye løp under flom.
- Ved dimensjonering av fordrøyningsmagasin bør man se på et forløp og rute flommen gjennom magasinet og utløpet for å se hvordan tiltaket vil fordrøye og dempe flommen gjennom en flomhendelse (se avsnitt 5). På bakgrunn av beregningene i kapittel 5, anbefaler vi at flomtoppene i Nordre Slåbekken, Søre Slåbekken, Skurgrasbekken/Dalanbekken og Lysa ikke fordrøyes, da det kan føre til at kulminasjonen til bekkene ved samløp med Mosåa skjer samtidig som kulminasjonen til Mosåa. Fordrøyningsmagasinene slik de er i dag vil ikke fordrøye eller dempe flommen i bekkene vesentlig og de kan derfor forbli slik de er per d.d.

## 5.2 Erosjonsfare

Vurderinger av skred- og erosjonsfare er ikke gjort i denne rapporten. Endringer i hydrologi og flomtopper kan øke erosjonsfaren langs vassdragene og det anbefales å gjøre slike vurderinger for reguleringsområdene på Mosetertoppen.

## 6 Referanser

1. NVE (2020). Overvann i arealplanlegging.  
<https://www.nve.no/arealplanlegging/overvann-i-arealplanlegging/>
2. Rambøll (2008). *Vurdering av overvannshåndtering*.
3. Structor (2014). *Vurdering av flomvannføring i vassdrag*.
4. Structor (2017). *Vurdering av utførte tiltak. FORELØPIG*.
5. Norsk Vann (2008). *Veiledning om klimatilpasset overvannshåndtering*. Rapport 162/2008.
6. NVE (2008). *Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag*. Rapport 1-2008.  
[https://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2008/retningslinjer2008\\_01.pdf](https://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2008/retningslinjer2008_01.pdf)
7. NVE (2011). *Flaum- og skredfare i arealplanar (rev. 2014)*. Rapport 2-2011.  
[http://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2011/retningslinjer2011\\_02.pdf](http://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2011/retningslinjer2011_02.pdf)
8. Statens Vegvesen (2005). *Håndbok 018 Vegbygging. Normaler*.
9. Statens Vegvesen (2014). *Håndbok N200 Vegbygging*.  
<https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-n200-september-2014.pdf>
10. Statens Vegvesen (2018). *Håndbok N200 Vegbygging*.  
<https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-n200-vegbygging-juli-2018.pdf>
11. NVE (1991). *Flomberegning*. Oppdragsrapport 8-91.  
[http://publikasjoner.nve.no/oppdragsrapport/1991/oppdragsrapport1991\\_08.pdf](http://publikasjoner.nve.no/oppdragsrapport/1991/oppdragsrapport1991_08.pdf)
12. NVE (2011). *Retningslinjer for flomberegning*. Rapport 4-2011.

<https://www.nve.no/Media/7090/retningslinjer-for-flomberegninger-med-tillegg-1-og-2-juli-2018.pdf>

13. NVE (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. Rapport 7-2015.  
[http://publikasjoner.nve.no/veileder/2015/veileder2015\\_07.pdf](http://publikasjoner.nve.no/veileder/2015/veileder2015_07.pdf)
14. Lillehammer kommune (2019). Nye IVF-kurver for Lillehammer (publisert desember 2019).  
<https://www.lillehammer.kommune.no/nye-ivf-kurver-for-lillehammer.6263058-172351.html>
15. NVE (2011) *Hydrological projections for floods in Norway under a future climate*. Report 5-2011.  
[http://publikasjoner.nve.no/report/2011/report2011\\_05.pdf](http://publikasjoner.nve.no/report/2011/report2011_05.pdf)
16. NVE (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. Rapport 81-2016.  
[http://publikasjoner.nve.no/rapport/2016/rapport2016\\_81.pdf](http://publikasjoner.nve.no/rapport/2016/rapport2016_81.pdf)
17. NVE (2015). *Klima i Norge 2100* (kap. 5.3.2). NCCS rapport 2-2015.  
<http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M406/M406.pdf>
18. Norsk Klimaservicesenter (2019). *Klimapåslag for korttidsnedbør*. NCCS-report no. 5/2019.  
[https://www.met.no/kss/\\_/attachment/download/d98b5369-d1b6-41f7-8bb8-9a4aa55cce0c:6a1677fa77f43e08b8761d61f2b4ea694639d972/kssrapport-5-2019-usignert.pdf](https://www.met.no/kss/_/attachment/download/d98b5369-d1b6-41f7-8bb8-9a4aa55cce0c:6a1677fa77f43e08b8761d61f2b4ea694639d972/kssrapport-5-2019-usignert.pdf)
19. Fergus, T. mfl. (2010). *Vassdragshåndboka*. Trondheim: Tapir Akademiske Forlag.
20. TEK10 (2010). Byggeteknisk forskrift  
<https://www.dibk.no/regelverk/tek/>
21. Teknisk forskrift 2007  
[https://dibk.no/globalassets/byggeregler/tidligere\\_regelverk/tekniske\\_forskrifter\\_2007.pdf](https://dibk.no/globalassets/byggeregler/tidligere_regelverk/tekniske_forskrifter_2007.pdf)



## 7 Vedlegg 1. Ruting av 200-årsflom gjennom Moksjøen

Utløpet til Nedre Moksjøen ble målt opp på befaring av Multiconsult v/Ingunn Weltzien 18.september 2021 (se Figur 7-1 og Figur 7-2). Utløpsgeometrien og høydenivåer er vist i Tabell 7-1. Gjennom dammen er det en kulvert som er rund på oppstrøms side og rektangulær på nedstrøms side (se Figur 7-2 og Figur 7-3). Indre diameter på innløpet til kulverten antas basert på grove oppmålinger å være 1200 mm. Luka stenger for omtrent halve innløpet og nederst i innløpet ble det observert store steiner som reduserer kapasiteten til kulverten. En kapasitetsberegning av kulverten vil ha store usikkerheter. Vi har derfor regnet på avløpsflommen fra Nedre Moksjøen med forutsetningen at alt vannet renner over terskelen, dvs. som at luka er stengt. Det er iht. damsikkerhetsforskriften der startvannstand skal være lik høyeste regulerte vannstand (HRV), men ikke hva som virker å være reelt om luka står delvis åpen til vanlig. Nedre Moksjøen gir liten demping av flomtoppen. Om initialvannstanden ved Nedre Moksjøen hadde vært lik kotehøyden til bunn tappeløp (865,85) ved 200-årsflom med klimapåslag, ville avløpsflommen vært ca. 1 m<sup>3</sup>/s mindre med initialvannstand lik HRV (kote 867,0). Vi har derfor beregnet flomforløp fra Mosåa ved Mosetertoppen i nedbøravløpsmodellen PQRUT der Nedre Moksjøen er inkludert i sjøprosenten.

Tabell 7-1 Utløpsgeometrien ved dam Moksjøen (oppmålt på befaring)

	Lengde (m)	Kote (moh.)	C-faktor
Flomløp (treterskel)	6,1	867,00	1,8
Damkrone (betong)	15,8	867,15	1,5



Figur 7-1 Dam Nedre Moksjøen. Foto: Multiconsult



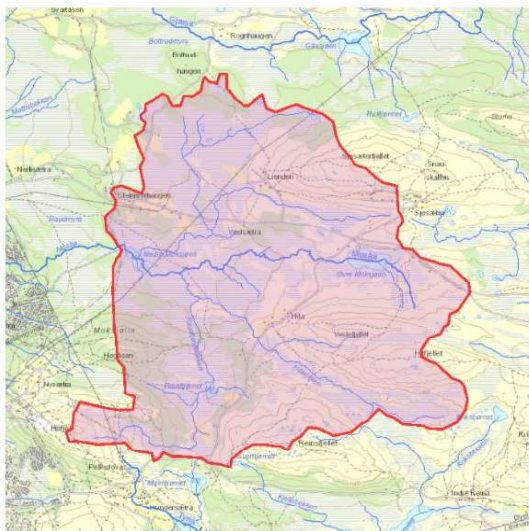
Figur 7-2 Dam Moksjøen sett fra nedstrøms side. Foto: Multiconsult



*Figur 7-3 Tappeløpet ved dam Nedre Moksjøen (sett fra oppstrøms side). Foto: Multiconsult*

## 8 Vedlegg 2. Kart fra NEVINA.

### 8.1 Mosåa ved utløpet av nedre Moksjøen



Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Projeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 260697 E  
 6799767 N

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

### Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 002.DE31Z  
 Kommune.: Øyer  
 Fylke.: Innlandet  
 Vassdrag.: Mosåa

Feltparametere	
Areal (A)	25.9 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0.37 %
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	6.6 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	17.6 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	12.6 m/km
Helning	4.5 °
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.4 km <sup>-1</sup>
Feltleengde (F <sub>L</sub> )	6.2 km

Feltparametere Tilløp	
Effektiv sjø - Tilløp (A <sub>SE-T</sub> )	0.09 %
Feltleengde - Tilløp (F <sub>L-T</sub> )	5.7 km

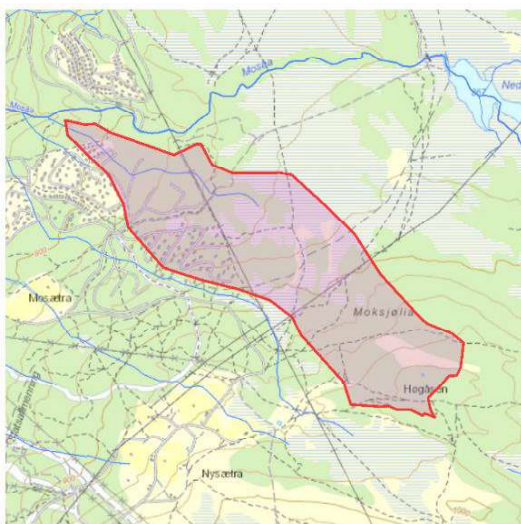
Arealklasse	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	3.0 %
Myr (A <sub>MVR</sub> )	39.8 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	15.3 %
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	1.3 %
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	15.0 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	25.6 %

Hypsografisk kurve	
Høyde <sub>MIN</sub>	867 m
Høyde <sub>10</sub>	883 m
Høyde <sub>20</sub>	903 m
Høyde <sub>30</sub>	914 m
Høyde <sub>40</sub>	927 m
Høyde <sub>50</sub>	937 m
Høyde <sub>60</sub>	953 m
Høyde <sub>70</sub>	973 m
Høyde <sub>80</sub>	991 m
Høyde <sub>90</sub>	1017 m
Høyde <sub>MAX</sub>	1081 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	25.1 l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	472 mm
Vinternedbør	469 mm
Årstemperatur	-1.2 °C
Sommertemperatur	6.4 °C
Vintertemperatur	-6.7 °C



### 8.2 Nordre Slåbekken ved utløp i Mosåa



Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Projeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 258792 E  
 6799399 N

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

### Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 002.DE31Z  
 Kommune.: Øyer  
 Fylke.: Innlandet  
 Vassdrag.: Mosåa

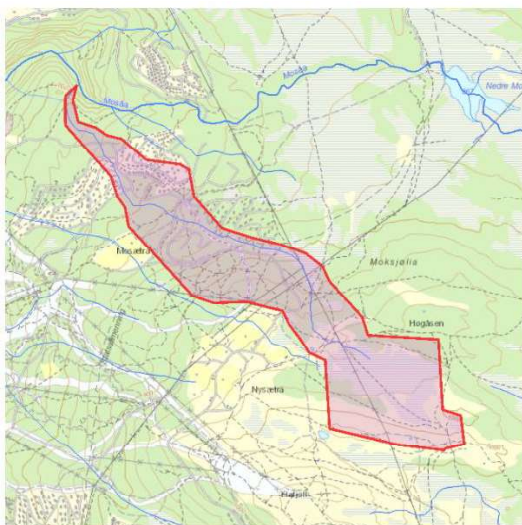
Feltparametere	
Areal (A)	1.2 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	-999 %
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	1.2 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	64.2 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	61.4 m/km
Helning	5.8 °
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.0 km <sup>-1</sup>
Feltleengde (F <sub>L</sub> )	2.5 km

Arealklasse	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	0 %
Myr (A <sub>MVR</sub> )	18.9 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	75.1 %
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	0 %
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	0 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	5.9 %

Hypsografisk kurve	
Høyde <sub>MIN</sub>	/// m
Høyde <sub>10</sub>	819 m
Høyde <sub>20</sub>	838 m
Høyde <sub>30</sub>	854 m
Høyde <sub>40</sub>	867 m
Høyde <sub>50</sub>	880 m
Høyde <sub>60</sub>	895 m
Høyde <sub>70</sub>	914 m
Høyde <sub>80</sub>	941 m
Høyde <sub>90</sub>	966 m
Høyde <sub>MAX</sub>	992 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	22.4 l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	424 mm
Vinternedbør	417 mm
Årstemperatur	-0.9 °C
Sommertemperatur	6.7 °C
Vintertemperatur	-6.4 °C

### 8.3 Søre Slåbekken ved utløp i Mosåa



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
Kartdatum: EUREF89 WGS84  
Projeksjon: UTM 33N  
Beregn.punkt: 258241 E  
6799554 N

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

### Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 002.DE31Z  
Kommune.: Øyer  
Fylke.: Innlandet  
Vassdrag.: Mosåa

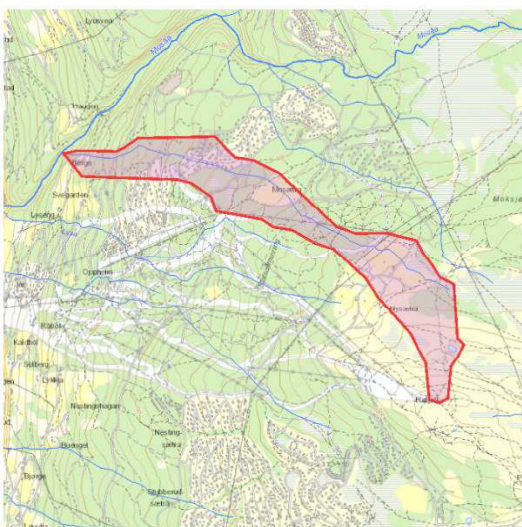
Feltparametere	
Areal (A)	1.6 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0 %
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	3.1 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	82.0 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	87.0 m/km
Helning	6.5 °
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	2.1 km <sup>-1</sup>
Feltleengde (F <sub>L</sub> )	3.5 km

Arealklasse	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	0 %
Myr (A <sub>MYR</sub> )	19.3 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	54.5 %
Sjø (A <sub>SJØ</sub> )	0.0 %
Snau fjell (A <sub>SF</sub> )	2.4 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	23.5 %

Hypsografisk kurve	
Høyde <sub>MIN</sub>	679 m
Høyde <sub>10</sub>	797 m
Høyde <sub>20</sub>	825 m
Høyde <sub>30</sub>	869 m
Høyde <sub>40</sub>	903 m
Høyde <sub>50</sub>	927 m
Høyde <sub>60</sub>	952 m
Høyde <sub>70</sub>	972 m
Høyde <sub>80</sub>	982 m
Høyde <sub>90</sub>	995 m
Høyde <sub>MAX</sub>	1027 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	23.9 l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	418 mm
Vinternedbør	409 mm
Årstemperatur	-0.9 °C
Sommertemperatur	6.7 °C
Vintertemperatur	-6.3 °C

### 8.4 Skurgrasbekken ved utløp i Mosåa



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
Kartdatum: EUREF89 WGS84  
Projeksjon: UTM 33N  
Beregn.punkt: 256974 E  
6798763 N

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

### Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 002.DE31Z  
Kommune.: Øyer  
Fylke.: Innlandet  
Vassdrag.: Mosåa

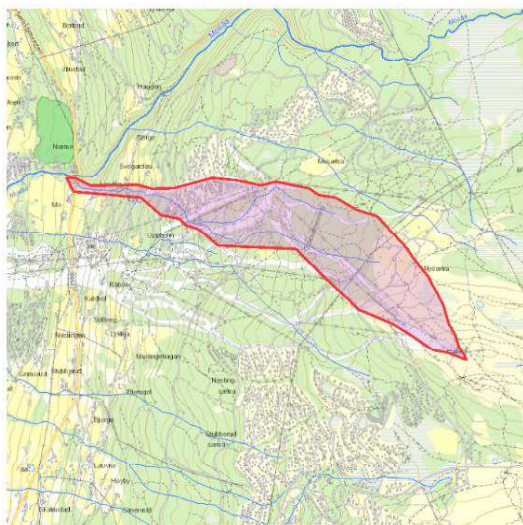
Feltparametere	
Areal (A)	1.3 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0 %
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	3.4 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	161.3 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	133.5 m/km
Helning	8.8 °
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	2.7 km <sup>-1</sup>
Feltleengde (F <sub>L</sub> )	3.6 km

Arealklasse	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	8.8 %
Myr (A <sub>MYR</sub> )	3.7 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	51.1 %
Sjø (A <sub>SJØ</sub> )	0.2 %
Snau fjell (A <sub>SF</sub> )	5.7 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	30.8 %

Hypsografisk kurve	
Høyde <sub>MIN</sub>	415 m
Høyde <sub>10</sub>	660 m
Høyde <sub>20</sub>	730 m
Høyde <sub>30</sub>	770 m
Høyde <sub>40</sub>	809 m
Høyde <sub>50</sub>	867 m
Høyde <sub>60</sub>	924 m
Høyde <sub>70</sub>	942 m
Høyde <sub>80</sub>	968 m
Høyde <sub>90</sub>	1005 m
Høyde <sub>MAX</sub>	1062 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	22.4 l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	399 mm
Vinternedbør	387 mm
Årstemperatur	-0.8 °C
Sommertemperatur	6.8 °C
Vintertemperatur	-6.2 °C

## 8.5 Lysa ved utløp i Mosåa



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
Kartdatum: EUREF89 WGS84  
Projeksjon: UTM 33N  
Beregn.punkt: 256440 E  
6798321 N

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

## Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 002.DE31Z  
Kommune.: Øyer  
Fylke.: Innlandet  
Vassdrag.: Mosåa

### Feltparametere

Areal (A)	1.6 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0 %
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	3.0 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	209.4 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	208.4 m/km
Helning	10.4 ‰
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	2.7 km <sup>-1</sup>
Feltleengde (F <sub>L</sub> )	3.8 km

### Arealklasse

Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	3.6 %
Myr (A <sub>MYR</sub> )	1.6 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	45.7 %
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	0 %
Snau fjell (A <sub>SF</sub> )	7.1 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	42.1 %

### Hypsografisk kurve

Høyde <sub>MIN</sub>	296 m
Høyde <sub>10</sub>	633 m
Høyde <sub>20</sub>	711 m
Høyde <sub>30</sub>	764 m
Høyde <sub>40</sub>	820 m
Høyde <sub>50</sub>	861 m
Høyde <sub>60</sub>	892 m
Høyde <sub>70</sub>	926 m
Høyde <sub>80</sub>	963 m
Høyde <sub>90</sub>	1004 m
Høyde <sub>MAX</sub>	1062 m

### Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	22.2 l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	394 mm
Vinternedbør	381 mm
Årstemperatur	-0.8 °C
Sommertemperatur	6.8 °C
Vintertemperatur	-6.2 °C

## 9 Vedlegg 3. Forholdstall for flommer.

Tabellen nedenfor viser forholdstall mellom flommer med ulike gjentaksintervall beregnet med NIFS-formelen.

	<b>Q<sub>x</sub>/Q<sub>M</sub></b>
<b>QM</b>	1.00
<b>Q5</b>	1.23
<b>Q10</b>	1.43
<b>Q20</b>	1.65
<b>Q50</b>	1.98
<b>Q100</b>	2.27
<b>Q200</b>	2.60
<b>Q500</b>	3.10
<b>Q1000</b>	3.54

Tabell 9-1 Forholdstall mellom ulike gjentaksintervall for NIFS-formelen [13].

	<b>Q<sub>x</sub>/Q<sub>M</sub></b>
<b>Q<sub>M</sub></b>	1.00
<b>Q<sub>5</sub></b>	1.23
<b>Q<sub>10</sub></b>	1.43
<b>Q<sub>20</sub></b>	1.65
<b>Q<sub>50</sub></b>	1.98
<b>Q<sub>100</sub></b>	2.27
<b>Q<sub>200</sub></b>	2.60
<b>Q<sub>500</sub></b>	3.10
<b>Q<sub>1000</sub></b>	3.54