

Lørenskog kommune



Plan for regulering av vannføring i Losbyelva

Ved bygging av turvei i kulvert under

Rv. 159

10. juli 2015

Utgivelsesdato	10. juli 2015
Saksbehandler	Åshild Sognnæs Hauso (sign)
Kontrollert av	Olav Solbjør (sign)
Godkjent av	Ola Jarl Nedrelid (sign)
Signaturer	
Status	Versjon 01
Rapport nr.	Rapport nr. 01
Oppdragsgiver	Lørenskog kommune

Innhold

SAMMENDRAG	4
1 <i>Bakgrunn</i>	<i>5</i>
2 <i>Regulering av vannføring</i>	<i>6</i>
3 <i>Oppsummering og konklusjon.....</i>	<i>12</i>
APPENDIKS I NEDBØRSBEREGNINGER	13
APPENDIKS II VANNFØRING NEDSTRØMS MØNEVANN	16
APPENDIKS III BILDER REGULERINGSMULIGHET	20
APPENDIKS IV KART	26

SAMMENDRAG

Det skal bygges en turvei langs Losbyelva, fra Gamleveien til Elveveien, i Lørenskog kommune. Turveien skal krysse langs elva under Rv. 159 og Fv. 353 gjennom eksisterende veikulvert. For å holde turveien tørr mesteparten av året skal det bygges opp et vanntett trau for turveien. I forbindelse med bygging av dette trauet må vannstanden i Losbyelva reguleres for å få mulighet til å anlegge en tørr byggegrop under anleggsperioden.

Den mest hensiktsmessige måten å anlegge en tørr byggegrop på er å demme opp med en fangdam oppstrøms og en nedstrøms byggegropa. Et rør legges mellom som fører vannet gjennom byggegropa. Med rørdiameter på 1.200 mm vil røret, ifølge parameter hentet fra Vassdragshåndboka, ha en kapasitet på 1,95 m³/s.

Med en fangdam som tillater en overhøyde på 80 % vil kapasiteten økes til omlag 3 m³/s ved samtidig tilstrekkelig lav vannstand i elven nedstrøms anleggsstedet.

Røret vil ikke ha kapasitet til å ta unna vannføringstoppene som skyldes høy nedbørintensitet. NVE skal søkes om tillatelse til å regulere vannstanden i Losbyelva ved hjelp av demningene i vassdraget. Det eksisterer fem demninger med reguleringsmulighet, som tilsammen har 31 km² av det totalt 54 km² store nedbørsfeltet til anleggsstedet i Losbyelva. Ved å senke vannstanden kontrollert i disse innsjøene før byggestart vil man danne et buffervolum som kan dempe nedbørstoppene innenfor visse nedbørmengder. For å få minst mulig endring i vannstand skal vannføring ut av demningene reguleres aktivt. I perioder med tørrvær, tappes i overkant av normalvannføring for å ha magasineringskapasitet ved regnvær. I regnværperioder tappes ned mot minstevannføring, og i større regnvær stenges utløpet helt for å minimere vannføringen ved byggegropa. Regulering tas hånd om av Losby Bruk, i samarbeid med Lørenskog kommune. Utførende entreprenør skal samarbeide tett med reguleringsmyndighet for en optimal samordnet gjennomføring, og skal planlegge sine arbeidsoperasjoner iht. dette for en trygg gjennomføring tilpasset forventet nedbørsituasjon på grunnlag av tilgjengelige nedbørprognoser.

Nedstrøms den nederste demningen er det ingen reguleringsmulighet, og nedbørstoppene for de nederste 23 km² må håndteres ved byggegropa. Det legges til rette for å montere midlertidige lensepumper, á 200 l/s for å øke kapasiteten gjennom byggegropa i perioder hvor det er meldt sterk nedbør. Det er beregnet at man med rimelig god sikkerhet kan takle en regnhendelse på 15 mm i løpet av ett døgn.

Beregning av vannføring er basert på tall fra NVEs Lavvannskart og metrologiske data. Det foreligger ingen systematiske vannføringsmålinger i dette vassdraget. Beregningene er derfor usikre, og man kan også være uheldig å få en svært regnfull vinter, eller en enkelt regnhendelse med høy intensitet. Man kan derfor ikke utelukke at kapasiteten til rør og pumpeledninger overskrides, og byggegropa fylles med vann. Overskrides vannføringskapasiteten ved byggegrop er det derfor lagt inn en evakueringsplan som entreprenør skal utarbeide, og iverksette etter avtale med byggherren, og som skal sikre arbeidere og anlegget i byggegropa ved en oversvømmelse.

Manøvreringsreglementet skal detaljeres og konkretiseres i samarbeid med Losby Bruk og Lørenskog kommune som reguleringsmyndighet etter aksept fra NVE. Justeringer må forventes å bli nødvendig gjennom denne prosessen.

1 BAKGRUNN

Det skal bygges en Elvepark med turvei langs nedre del av Losbyelva, fra Gamleveien til Elveveien, hvor Losbyelva møter Fjellhamarelva.

Turveien krysser i kulverten under Rv. 159 Strømsveien og Fv. 353 Sykehusveien, langs Losbyelva. Her eksisterer det i dag en slags gangvei, men denne er stort sett oversvømt og tilslammet. Denne gangveien skal derfor oppgraderes og et vanntett trau skal bygges for å holde gangbanen tørr minst 80 % av året.

For å gjennomføre bygging av trauet under Sykehusveien og Strømsveien, må en tørr byggegrop etableres. Elveløpet avstenges med en fangdam oppstrøms og en nedstrøms byggegropen, og vann ledes forbi i en omløpsledning. For å redusere vannføringen, og særlig nedbørstoppene, er det nødvendig å regulere vannføringen ved hjelp av reguleringsdemningene i Losbyvassdraget. Dette er betinget av en forutgående og kontrollert nedtapping av vannene oppstrøms Mønevannsdammen.

Entreprenøren skal utarbeide en evakueringsplan for arbeidene i byggegropen i tilfelle vannføringen i elva overstiger kapasiteten til omløpsledningen, og gropen må oversvømmes.

Nedbørsfeltet for Losbyelva er totalt 54 km², hvorav 31 km² ligger oppstrøms Mønevannsdammen, som er det nederste regulerte vannet i vassdraget. Oppstrøms Mønevann ligger flere regulerte vann. Arealet på de regulerbare vannene er gitt i Tabell 1 og kart er gitt i Figur 1. Nedstrøms Mønevann er det ingen reguleringsmulighet, og all nedbør fra nedbørsfeltet nedstrøms Mønevann vil måtte ledes forbi byggegropa i omløpsledningen.

Tabell 1 Vann med reguleringsmulighet

Areal	km ²	moh. (nn54)	Estimerte tilgjengelige reguleringshøyder ved befaring (m)
Mønevann	0,27	173	3
Geitsjøen-Tangendammen	0,36	173	1,6
-Røyrvann	0,17	173	1
Morterudvannet	0,16	219	3
Dretvann	0,34	258	4
Halsjøen	0,27	279	2
Sum	1,57		

Byggeperioden er antatt å vare i 3 måneder, dvs. 90 dager. Byggeperioden er lagt til jan-mars, fordi en på denne tiden av året har minst nedbør, samtidig med at det gir minst ulemper i forhold til flora og fauna i og rundt elva, og i forhold til allmenne interesser som friluftsliv og jordbruk langs elva.

NVE skal søkes om unntak fra konsesjonsplikt for regulering av vannstanden, basert på redegjørelsen gjort i denne rapporten, samt beregninger som er vist i appendiksene.

2 REGULERING AV VANNFØRING

2.1 Forutgående nedtapping

Det er fem demninger med reguleringsmulighet i Losbyvassdraget. Reguleringsmulighet ble estimert ved befaring tirsdag 2. juni 2015. På befaringen var NVE var representert ved Bjarne Jevne, Lørenskog kommune ved Audun Løkse (prosjektledelse Elveparken-prosjektet) og Magne Kjensli (virksomhetsleder idrett og friluftsliv). Hjellnes Consult var representert ved Åshild Hauso og Olav Solbjør. Erling Bergsaker fra Losby Bruk viste rundt på anleggene. Antatte reguleringshøyder er gitt i Tabell 1.

De fem reguleringsdammene er ved Mønevann, Geitsjøen/Fløyta, Morterudvann, Dretvann og Halsjøen. Fløyta henger sammen med Røyrvann, men med en lang grunne som skiller vannene, noe som begrenser reguleringsmuligheten i Røyrvann. Grunna er estimert til å ha en dybde på ca. 1 m ved full demning ved Tangendammen. Både Dretvann og Halsjøen er reservevannkilder og reguleringsmyndighet er NRV. Demningen ved Dretvann ble rehabilitert i 2014/2015 og er dermed i god stand. De resterende demningene er gamle fløtningsdammer som vedlikeholdes noe av Losby Bruk. Kart over området og innsjøenes og nedbørsfeltenes areal er gitt i figur 1.

Før byggeperioden starter må vannene tappes ned, slik at et volum tilstrekkelig for å demme opp for nedbørstopperne er tilgjengelig. Det skal reserveres et volum for minstevannføring ved tørrvær i min. 30 dager, slik at elva ikke går tørr, eller at vannstand senkes lavere enn det som gis tillatelse til fra NVE. Vannstanden senkes derfor kun ned til det som er angitt som effektiv reguleringshøyde i Tabell 2.

I appendiks 1 er beregninger for nedbørsdata gitt. Gjennomsnittlig nedbør i perioden jan-mars i Losbyområdet er 142 mm, regnet ut i fra de med 15 siste årene, hvorav de fire maksårene er utelatt. Det er angitt at i gjennomsnitt ligger 11 mm igjen som snø i mars.

Det er i disse beregningene antatt at man i minimum 40 dager i løpet av den 90 dager lange anleggsperioden kan minimum tappe mengder angitt som nødvendig tapping i Tabell 34 og kart 2 Appendiks IV, for å angi magasinvolum.

Ved nedtapping av vannene, forut for byggeperioden i november desember, må det tappes inntil verdier gitt i tabell 4.

Gjennomsnittlig nedbør i perioden november-desember er 190 mm, se tabell 3 appendiks I. En nedbørsmengde 35 % høyere enn gjennomsnittet legges til grunn for anslaget. For å sikre at vannene kan være nedtappet før anleggsstart skal det søkes om tillatelse om å tappe en vannføring tilsvarende inntil 60 % av 2-3-årsflom. Ved Mønevannsdemningen er vannføring ved 2-3-årsflommen iht. flomfrekvensanalyser anslått til rundt 5,2 m³/s, 60 % tilsvarende 3 m³/s avrundet. Se tabell 4 for vannføringer for øvrige demninger.

Dette gir et tappevolum ut fra Mønevann på 5,2 m³/s * 60 % * 60 s * 60 min * 60 døgn = 15,5 mill. m³. Dette er en vannføring som vassdraget bør tåle, men som også med god margin gir tilstrekkelig kapasitet til å tappe ned nødvendig reguleringsvolum på 1,53 mill. m³, med antatt nedbøren på 0,250 m * 31,8 km² = 8 mill. m³ innen byggestart.

Tabell 2 Reguleringshøyder

	Nedbør januar- mars (m3)	Magasinvolum for nedbør * (m3)	Magasin for tørrvær (m3)	Volum som skal tappes ned (m3)	Nødvendig nedtapping inkl. tørrværs- tapping** (m)	Effektiv regulerings- høyde** (m)
Mønevann	694 300	382 914	103 032	279 882	1,6	1,2
Geitsjøen	1 179 000	504 043	85 860	418 183	1,6	1,3
Røyrvann ***	1 349 300	131 233	-	131 233	0,9	0,9
Morterud- vannet	419 200	275 430	11 750	263 680	1,9	1,8
Dretvann	233 180	225 750	14 798	210 951	0,7	0,7
Halsjøen	294 750	232 542	8 262	224 280	1,0	0,9
Sum	4 169 730	1 751 912	223 703	1 528 210		

*Forutsatt tapping minimum tilsvarende vannmengder gitt i tabell 4 i minimum 40 dager

** Reduksjonsfaktor på 0,9 for reduksjon av areal ved synkende vannstand

***Røyrvann er ikke regulert med demning, men henger sammen med Fløyta. Grunnen mellom disse vannene er antatt til rundt 1 m. Det er derfor ingen reguleringsmulighet her. Som beregningsgrunnlag antas det at vannstand i Røyrvann styres fra Tangendammen ned til et nivå på 0,9 meter, dvs. at grunnen blir tørrlagt.

Tabell 3 Vannføring

		Minstevannføring		Middelvannføring	
Nedbørsareal(m ²)	Nedbørsareal inkl. oppstrøms areal (m ²)	Alminnelig lavvannføring (l/s/km ²)	(l/s)	(l/s/km ²)	(l/s)
Mønevann	5,3	1,5	47,7	20,3	646
Geitsjøen	9	1,5	39,8	20,2	535
-Røyrvann	10,3	-	-	-	-
Morterudvannet	3,2	1,7*	5,4	-	-
Dretvann	1,78	1,7*	6,9	21,6	87
Halsjøen	2,25	1,7	3,8	-	-

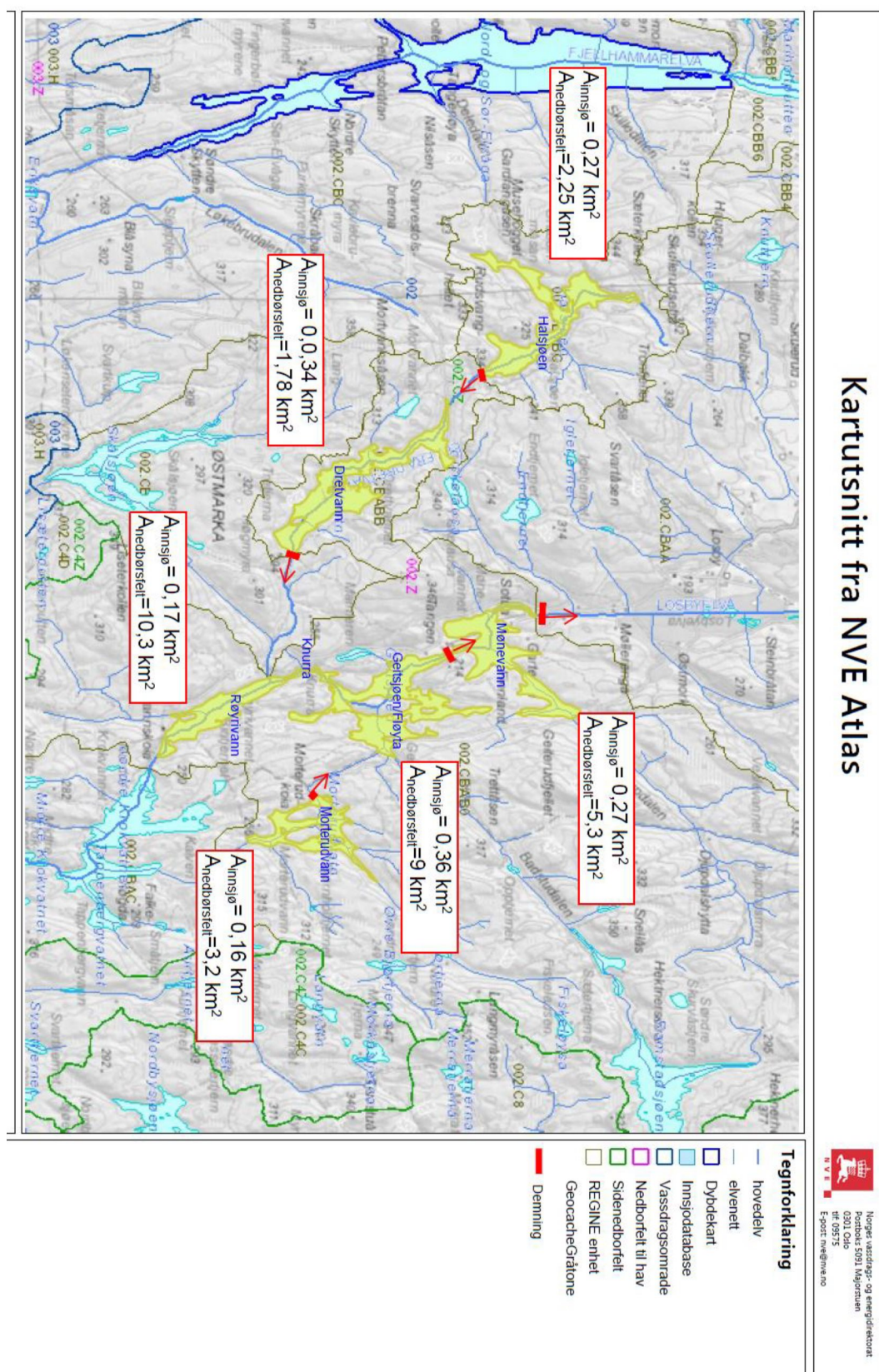
*Estimert, da det ikke er angitt i Lavvannskart.no

**Forutsetter tapping i november-desember

Tabell 4 Tapping

Tapping	Nødvendig tapping i byggeperiode* (l/s)	Tapping før byggeperiode (l/s)
Mønevang	700	3 000
Geitsjøen	610	2 500
-Røyrvann	370	1 528
Mortrudvannet	42	302
Dretvann	20	380
Halsjøen	18	212

**Forutsetter tapping i minimum 40 døgn, og en nedbør på totalt 131 mm i byggeperioden for å unngå oversvømmelse av reguleringsdemningene. I perioder hvor nedbørsituasjonen og kapasiteten i omløpsrøret tillater det bør avrenning økes for å bedre marginene.*



Figur 1 Oversikt over de regulerbare innsjøene i Losbyvassdraget. Kart med oversikt over vannføring for tapping for hhv. minstevannføring, makstapping før byggeperioden og makstapping i byggeperioden er gitt i appendiks IV.

2.2 Tørr byggegrop

Tørr byggegrop er nødvendig for å gjennomføre arbeidene med trauet. Prosjektets opplegg for å sikre en tørr byggegrop for bygging av trauet baseres på anlegg av en fangdam i elveløpet oppstrøms og en nedstrøms anleggsstedet. Elvevannet ledes gjennom byggegroppen i et omløpsrør. For å komme ned på en håndterlig mengde vann må det til en sterk begrensning av vannføringen i Losbyelva. Dette oppnås ved å kontrollere avrenningen oppstrøms Mønevannsdammen. De fleste av vannene oppstrøms denne dammen har demninger som gjør det mulig å tappe ned på forhånd og i tørpperioder i byggetiden som vist iht. avsnitt 2.1. I tørpperioder må det slippes minstevannføring som angitt i tabell 3, kfr. kart 1 Appendiks IV. For å oppnå en ønsket effekt må det foretas en aktiv styring av vannføringen i byggeperioden. Dette ivaretas av Losby Bruk og Lørenskog kommune i samarbeid med utførende entreprenør, og er nærmere beskrevet i avsnitt 2.3.

For nedre resterende del av feltet som utgjør 23 km² eksisterer det ikke tilsvarende reguleringsmulighet, og det må legges til rette for å ivareta avrenningen herfra ved andre tiltak som skissert i det etterfølgende.

Antatt byggetid for kritiske arbeider i kulverten er 10-12 uker. Denne legges til den antatt tørre tiden av året når det samtidig er minst risiko for skadelig påvirkning av fisk og bunndyrfauna, dvs. januar, februar og mars 2016. Arbeidene kan om nødvendig fordeles over to vintersesonger, 2016 og 2017, men det legges opp til å gjennomføre arbeidene 2016. Beregningene for vannføring nedstrøms Mønevann er gitt i appendiks II.

Avrenningen fra en nedbørshendelse som overstiger kapasiteten til omløpsrøret gjennom byggegropa vil ikke kunne kontrolleres, og det er innarbeidet følgende tilleggstilltak:

- Pumpeberedskap med forberedt inntakskum oppstrøms øvre fangdam som kan mobiliseres og i driftsettes på relativt kort varsel. Det legges slanger gjennom byggegropa. Pumpeanlegget skal ha kapasitet som angitt i mengdespesifikasjonen, og skal utstyres med separat strømkilde. Entreprenøren må iverksette døgnerberedskap for å holde anlegget i drift. Oppgjør iht. enhetspriser i spesifikasjonen.
- Rydding og evakuering av byggegropa dersom vannføringen overstiger summen av vannføringen gjennom røret og pumpekapasiteten. Dette vil medføre ekstraarbeider og fremdriftsavbrudd i arbeidene under flommen og etterfølgende opprydding som entreprenøren kompenseres for i henhold til rater i dokumentet.
- Entreprenøren skal holde tett kontakt med meteorolog under gjennomføringen, følge nedbørs situasjonen nøye og vurdere behov for tiltak mot eksisterende og forventet nedbørs situasjon. Dette gjøres i nært samarbeid med byggherrens representant og reguleringsmyndighet for ovenforliggende vassdrag. Iverksetting av pumpetiltak og evakuering skal bare gjøres etter grundig overveielse og etter avtale med byggherrens representant.

Det må legges inn en god sikkerhet for å ta hånd om høyere timesverdier som må påregnes å opptre, og som ikke kan tas hånd om i det begrensede elvemagasinet oppstrøms fangdammen. På den annen side er det rimelig å tro at noe av nedbøren i den høyeste delen av nedbørfeltet vil falle som snø, og dempe avrenningen. Det må også påregnes at avrenningen kan bli høyere enn antatte 60 % f.eks. pga. tilfrosset mark. Det er som en ser mange usikre faktorer i regnestykket. Hvorvidt en lykkes helt med å magasinere all avrenning fra feltet oppstrøms Mønevann er i seg selv en usikkerhetsfaktor. Som en vet – været styrer vi heller ikke og kan heller ikke forutse en rekke av forutsetningene og det blir derfor en avveining mellom kostnader og sannsynlighet for å ikke kunne gjennomføre arbeidene.

Oppsummert oversikt over tekniske tiltak:

- Fangdammer bygges i høyde med dagens elvebredd
- Det etableres et 1.200 mm rør gjennom byggegropa. Som opsjon tas med 1.000 mm rør gjennom byggegropa.
- Det forberedes for innsetting av mobile lensepumper med slange for pumping gjennom byggegropen med inntil 3x200 l/s kapasitet.
- Det innarbeides mulighet for evakuering av byggegropen ved storflom.

Totalvurdering av vannbalansen i feltet i byggeperioden

Tilgjengelig reguleringsmagasin med estimert reguleringshøyder fra tabell 2 blir ca. 1.728.000 m³. Herav reserveres ca. 223.000 m³ for minstevannføring dersom det blir en tørrperiode, dvs. netto utjevningsvolum ca. 1.500.000 m³, kfr. tabell 3.

Total avrenning i 3 mnd. perioden med 131 mm, henholdsvis 169 mm nedbør (kfr. Appendiks I) fra hele feltet på 54 km², blir:

$$Q_{\text{avrenning 131 mm nedbør total}} = 54.000.000 * 0,131 \text{ m} = 7,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{avrenning 169 mm nedbør total}} = 54.000.000 * 0,169 \text{ m} = 9,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Avløpskapasiteten gjennom byggegropa forutsatt fullt rør med D=1.200 eller 1.000 mm uten magasinering blir i 3 mnd. perioden:

$$Q_{\text{avløp D 1200}} = 1,9 \text{ m}^3/\text{s} * 24 * 3.600 * 90 = 14,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{avløp D 1000}} = 1,2 \text{ m}^3/\text{s} * 24 * 3.600 * 90 = 9,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Tas hensyn til magasineringen i vannene som er beregnet til $1,528 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (avrundes til $1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$)

kfr. tabell 2 blir vannbalansen i 3 mnd. perioden:

$$Q_{\text{avrenning netto}} = 7,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3 - 1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3 = 5,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Som det fremgår av denne sterkt forenklede vannbalanseberegningen er det god margin i avrenningskapasiteten målt mot total nedbør i perioden, ved bruk av 1.200 rør. Dette forutsetter en optimal regulering i vannene. Det forutsetter videre at kortere nedbørperioder kan håndteres. Dette er nærmere vurdert Appendiks II.

2.3 Gjennomføring regulering

Basert på opplegg og forutsetninger i dette dokumentet utarbeides reglement for nedtappingen og reguleringen som alle parter er kjent med. Videre må det opprettes en avtale mellom Losby Bruk og Lørenskog kommune v/vassdragsmyndighet og Lørenskog kommune som byggherre som angir instruks og rammer for nedtapping, regulering og bruk av tappeluker og ventiler på en aktiv og mest hensiktsmessig måte for prosjektet og i nødvendig utstrekning tar hensyn til prosjektets behov for å kunne gjennomføre arbeidene på en rasjonell måte. Utførende entreprenør må være kjent med dette og bidra i prosessen med informasjon om arbeidets fremdrift, kritiske arbeidsoperasjoner osv. samt at han må forholde seg til reguleringsmyndigheten som i dette tilfellet blir et samarbeide mellom Losby Bruk og Lørenskog kommune. Under kritiske arbeidsoperasjoner må det regnes med 24/7-beredskap fra reguleringsmyndighet.

Nedtapping av reguleringsdammene må starte minimum 60 dager før anleggsstart.

Vannstand og regulering av vannføring ut av hvert enkelt vann må følges opp kontinuerlig. Vannstandsmålere må installeres. Nedtapping av vannene justeres ved hjelp av hevertløsning og ventiler/luker. Vannstand og kapasiteten ved byggegropa bestemmer nødvendig vannføring ut av vannene.

2.4 Avslutning og gjenoppretting

Når trauet gjennom kulvert ved Rv. 159 og Fv. 353 er ferdig bygd skal vannene fylles ved at utløpet settes lik minstevannføring. Når de er fylt fjernes alle midlertidige installasjoner som rør og ventiler for reguleringen. Dette besørges av Losby Bruk og Lørenskog kommune. Entreprenør sørger for å rydde elveløpet, fjerne fangdammene og den midlertidige pumpekummen.

3 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

I mangel på målinger i vassdraget som ville gitt mulighet for en mer korrekt beregning er rapporten og konklusjonen basert på enkle vannbalansebetraktninger og nedbørstatistikk for å se på realismen i foreslått løsning for tørr byggegrop.

En vellykket gjennomføring avhenger av at entreprenøren holder tett kontakt med meteorolog, samt at nedbørsituasjonen og vannstand i reguleringsvolumene følges nøye i samarbeid med Losby Bruk/LK og byggherrens representant. Behov for tiltak mot eksisterende og forventet nedbørsituasjon skal vurderes kontinuerlig gjennom hele byggeperioden.

Et rør gjennom byggegropa med $D=1.000$ gir som en ser god margin i avrenningen basert på en nedbørmengde på 131 mm i 3 mnd. perioden ut fra denne betraktningsmodellen. Da er 4 maks år i perioden utelatt og det er regnet at 11 mm nedbør ligger igjen i feltet i form av snø. Det er videre lagt til grunn at 1, 5 mill. m^3 nedbør magasineres i på forhånd nedtappede vann fra og med Mønevann og oppstrøms dette, med nedtapping iht. tabell 3. Benyttes 1.200 rør blir avrenningskapasiteten større og reguleringshøydene kan trolig reduseres, samt at det gir en større sikkerhet for å takle større nedbørmengder og særlig kan nedbørserier som beregningene ikke tar hensyn til gi utfordringer. Valg mellom 1.000 og 1.200 rørdiameter påvirkes av mange faktorer for og imot. Det vil koste en del mer på entreprenørens ytelse, men på motsatt side vil det forenkle og redusere kostnaden med reguleringsoppgaven, redusere behovet for maksimal utnyttelse av reguleringsmagasinene, behov for pumpetiltak bla. Det koster også å la arbeidene gå over to perioder da det vil medføre fjerning og reetablering av fangdammer/omløpsrør, renske og reetablere byggegrop mm for en ny vinterperiode. Mest sannsynlig er det fordelaktig å legge inn sikkerhet for en tilnærmet trygg gjennomføring i en normal vinterperiode.

Dette vil også redusere ulempene for friluftaktivitetene i området.

Vår anbefaling er derfor å benytte 1.200 rør som basis i tilbudsgrunnlaget, og med 1.000 rør som opsjon. Dette gjør det mulig på et senere tidspunkt når flere faktorer i kostnadsbildet er avklart å eventuelt endre til 1.000 rør.

APPENDIKS I NEDBØRSBEREGNINGER

Nedbørsberegninger for anleggsperioden januar –mars i Losbyelva.

Nedbørsmålestasjonen i Enebakk og Enebakk- Barbøl er den nærmeste stasjonen som har tilsvarende høyde som nedbørsfeltet til Mønevaan. Stasjonen har vært i drift fra 1895, men ser ut til å ha blitt flyttet til Barbøl i Enebakk i 1997. Denne stasjonen er fortsatt i drift. Stasjonen ligger 163 moh.

Benytter nedbørsdata fra de siste 15 år i beregningene, da nedbøren har økt de senere år.

Det tas ikke hensyn til fordampning eller transpirasjon i beregningen, da dette er svært begrenset i anleggsperioden januar-mars.

Det tas kun hensyn til den snøen som blir liggende i mars. Man kan forvente en del snøsmelting i mars, og da tilførsel av smeltevaan. Det vil derfor være viktig å ta ha lagringskapasitet i magasinene også mot slutten av byggeperioden, selv om mars er måneden det statistisk regner minst. I fire av de siste 15 årene har det regnet mer enn 280 mm samlet i perioden jan-mars. For å ha mulighet til å gjennomføre denne reguleringen må man være heldig å ha en av de mindre regnfulle periodene. Dette gjelder både tilgjengelig kapasitet i reguleringsmagasinene, og med mulighet for å tappe ned i tørrværsperioder, og i forhold til kapasiteten gjennom den tørre byggeperioden ved trauet.

Tabell 1 Månedsnedbør målt på Barbøl i Enebakk

Nedbør (mm)				
	Januar	Februar	Mars	Sum
1999	119,3	28,9	152,3	300,5
2000	48,6	55,1	49,3	153
2001	118	33,4	45,9	197,3
2002	83,3	76	35,6	194,9
2003	57,4	52,1	26,3	135,8
2004	98,6	33,2	45,4	177,2
2005	68,6	24,2	21,8	114,6
2006	45,3	70,3	57,6	173,2
2007	100	38,8	43,8	182,6
2008	156	81,4	96,2	333,6
2009	64,9	72,4	48,7	186
2010	9,3	49,4	34,3	93
2011		54,2	23,1	77,3
2012	63,4	22,9	16	102,3
2013	37,9	17,1	3,6	58,6
2014	87,8	146,9	64,5	299,2
2015	151,1	52,3	85,8	289,2
Gjennomsnitt	82	53	50	180
Gjennomsnitt når de 4 maks.årene utelates	66	46	35	142

Benytter gjennomsnitt av sum for de 3 månedene som grunnlag

Tabell 2 Midlere snødybde i Barbøl Enebakk

	Midlere snødybde (mm)		
	Jan	Fem	Mars
1999	12	8	34
2000	6	5	5
2001	26	30	32
2002	9	9	10
2003	37	38	23
2004	31	46	29
2005	2	4	7
2006		44	60
2007		24	10
2008		13	3
2009		49	53
2010	43	53	55
2011		62	64
2012	16	26	3
2013	13	27	28
2014	12	14	0
2015	22	33	8
Gjennomsnitt	19	29	25
Antar snøtetthet på 0,45 kg/l			
Gir vannmengde (mm)	9	13	11

Tar hensyn kun til snøen som blir liggende helt til mars.

Nedbør som må magasineres

Nedbør(mm)	180
Nedbør, 4 maksår utelates(mm)	142
-vann lagret i snø (mm)	11
Nedbør som ikke lagres (mm)	169
Nedbør som ikke lagres, 4 maksår utelates (mm)	131
Nedbørsvolum (m3)	5 374 000
Nedbørsvolum, utelatt 4 maksår (m3)	4 169 000

Nedbørareal 31,8 km².

Røde tall angir beregningsverdier

Tabell 3 Nedbør i nedtappingsperiode

	<i>November</i>	<i>Desember</i>	<i>Sum</i>
	251,4	148,8	400,2
	24	39,4	63,4
	77,3	41,4	118,7
	87,9	87,4	175,3
	77,1	54,1	131,2
	122,9	44,8	167,7
	179,5	121	300,5
	101,9	88,5	190,4
	92,7	41,4	134,1
	170,5	84,5	255
	53,3	24,8	78,1
	38,7	137,7	176,4
	129	68,3	197,3
	62,7	166,6	229,3
	136,1	57	193,1
<i>Gjennomsnitt (mm)</i>	107	80	187

APPENDIKS II VANNFØRING NEDSTRØMS MØNEVANN

Omløpsrøret forbi kulverten må dimensjoneres for å ta avrenning fra nedbørsfeltet nedstrøms Mønevann som tilsvarer 23 km². 2-3 års flommen for Losbyelva er ved hjelp av frekvensanalyse beregnet til 3,8 m³/s. Dette er beregnet vannføring i Losbyelva ved Strømsveien i en 2-3 års flom, uten klimafaktor. Vannmengden (nedbørsfelt) oppstrøms Mønevann er ikke inkludert i dette tallet. Man må anta at 2-3-årsflommen for perioden januar-februar er lavere enn for årsbasis, da dette er en tørrere perioden enn årsgjennomsnitt.

Ved en 2-3 års flom risikerer man også at vann stuver tilbake fra Fjellhamarelva, og det vil selv med 1200 rør redusere kapasitet gjennom byggegropen, da vannstanden nedstrøms også stiger. Det er i figur 2 gitt en vurdering av situasjonen ved 2-3-årsflom ved kulverten.

Gjennomsnittlig vannføring for Losbyelva ved kulverten er ut i fra NVEs Lavvannskart rundt 1,0 m³/s.

Byggeperioden jan-mars er valgt delvis fordi det er tidsperioden med statistisk minst nedbør, og vannføring. Man må derfor håpe at 2-3 års flommen ikke inntreffer i dette tidsrommet.

Vannmengder i perioden jan-februar-mars

Basert på registrerte nedbørmengder fra 1990 – 2015 kan det settes opp et statistikk over påregnelig nedbør og et estimat over sannsynlig vannføring.

År	Jan.	Feb.	Mar.
1990	21,0	21,5	4,5
1991	8,0	13,0	14,0
1992	8,0	4,5	8,0
1993	7,1	13,5	2,5
1994	20,0	7,0	8,5
1995	17,0	15,0	11,5
1996	7,0	14,0	0,2
1997	11,0	16,0	9,0
1998	11,0	7,0	15,0
1999	10,5	14,0	15,0
2000	5,0	12,0	15,0
2001	20,0	8,0	17,5
2002	14,0	14,5	9,0
2003	10,5	18,5	6,0
2004	12,2	7,0	11,0
2005	6,0	8,8	9,5
2006	25,0	19,5	13,5
2007	19,0	7,0	9,5
2008	16,5	30,0	30,9
2009	25,0	15,1	12,0
2010	1,8	6,0	10,5
2011	10,0	12,0	4,0
2012	13,0	9,0	14,0
2013	6,0	7,0	4,0
2014	14,5	30,0	8,0
2015	14,0	4,5	18,0
Antall døgn i perioden der maks nedbør overskrider 15 mm, 17 døgn totalt i perioden.	8	6	3

Røde tall angir «ekskluderte» verdier

Blått tall angir valgt beregningsverdi

Tabellen over viser døgn med målt maks nedbør for månedene Januar, Februar og Mars over en 25-års perioden. I disse årene er døgn med mer enn 15 mm nedbør markert med rødt, da det ikke ansees realistisk å takle større nedbørmengder. Det vil i praksis bety at byggegropa kanskje må evakueres ved nedbørmengder av betydning over ca. 15 mm.

Vurdering av vannbalansen på døgnbasis i feltet nedstrøms Mønevannsdemningen

Vannbalanseberegningene nedenfor er basert på valgt beregningskriterium for døgnnedbør på 15 mm ut fra tabellen på foregående side. Røde nedbørtall i tabellen illustrerer at avrenningskapasiteten kan bli anstrengt hvis de inntreffer, men situasjonen avhenger også av tiden nedbøren renner av, som illustrert nedenfor. Her angir negative (blå) tall overskudd av avrenningskapasitet, mens positive (svarte) tall illustrerer manglene avrenningskapasitet.

Tilrenning og avrenning balanse med**1.000 rør gjennom byggegropa**

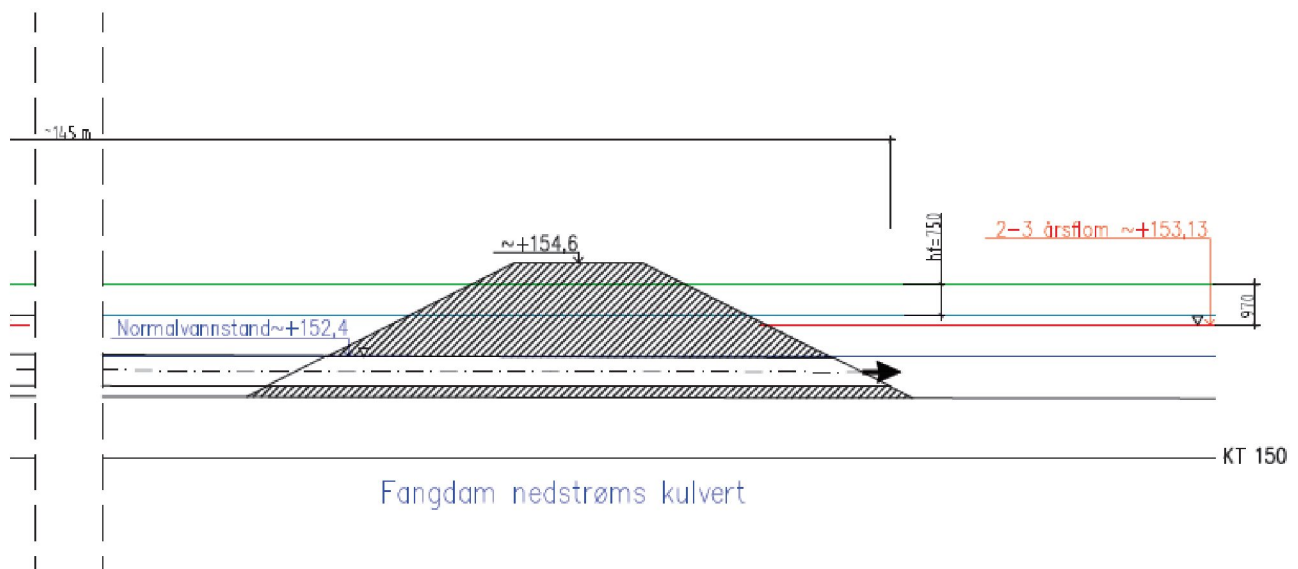
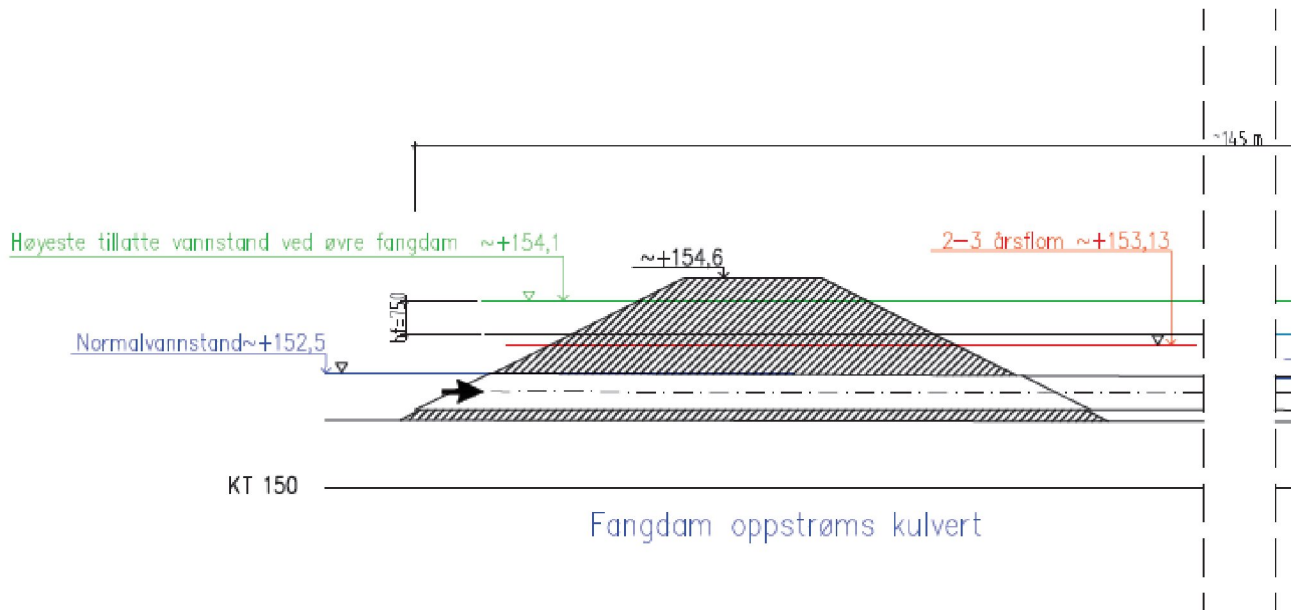
		24 t forløp	16 t forløp	12t forløp
Tilrenning ved 15 mm nedbør:	23 km ² *0,0015 m/d*0,6	207.000 m ³	207.000 m ³	207.000 m ³
Avrenning i røret * t:	2,0 m ³ /s*t*3.600	162.000 m ³	115.200 "	81.000 "
Pumper 3 stk. á 200 l/s	0,6 m ³ /s*t*3.600	51.850 m ³	34.560 "	25.900 "
Magasinering i elva:	1.500 m*6 m*1,0 m	9.000 m ³	9.000 "	9.000 "
Balanse; Tilrenning - avrenning v/80% overhøyde=		-15.850 m³	48.240 m³	91.100 m³

Tilrenning og avrenning balanse med**1.200 rør gjennom byggegropa**

		24 t forløp	16 t forløp	12t forløp
Tilrenning ved 15 mm nedbør:	23 km ² *0,0015 m/d*0,6	207.000 m ³	207.000 m ³	207.000 m ³
Avrenning i røret * t:	3,0 m ³ /s*t*3.600	259.200 m ³	172.800 "	129.600 "
Pumper 3 stk á 200 l/s	0,6 m ³ /s*t*3.600	51.850 m ³	34.560 "	25.900 "
Magasinering i elva:	1.500 m*6 m*1,0 m	9.000 m ³	9.000 "	9.000 "
Balanse; Tilrenning - avrenning v/80% overhøyde=		-113.050 m³	-9.360 m³	42.500 m³

Som en ser av beregningene foran ligger skjæringspunktet for avløpskapasiteten med 1.000 røret mellom 24 timers og 16 timers avrenningsforløp, mens det for 1.200 røret ligger mellom 12 og 16 timers forløp, som nok er et mer realistisk forløp. En løsning med 1.200 mm rør og med en vannstand 80% av rørdiameteren over topp rør på oppstrøms side, gir ifølge Vassdragshåndboka en kapasitet $1,95 \cdot 1,6 = \text{ca. } 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ forutsatt innløpskontroll av røret gjennom byggegropaen.

For å kunne legge til grunn en beregning med innløpskontroll må vannstanden nedstrøms nedre fangdam ligge minst 0,75 m lavere enn vannstanden oppstrøms øvre fangdam – se figuren neste side, tilsvarende h_f . Ved mindre høydeforskjell vil beregning etter metoden for utløpskontroll gjelde, og vannføringen avtar til 0 ved lik høyde. Falltapet, h_f , som vist i figur 2, er friksjonstapet gjennom røret og singulærtapet ved innløpet til røret. Tapskoeffisient ved innløpet er ifølge Vassdragshåndboka 0,7. Vannstand ved 2-3-årsflom er beregnet ved hjelp av flomfrekvensanalyse, med årsbasis som grunnlag. For perioden januar-mars vil denne være noe lavere. Kun nedbørsfeltet nedstrøms Mønevann er da brukt i beregningen, og ingen klimafaktor er lagt til. Figuren viser at ved vannstand 0,5 meter under topp fangdam oppstrøms byggegropaen ligger vannstanden ved 2-3-årsflomen nedstrøm byggegropaen nesten 1 m lavere.



Figur 2 Kapasitetsbetraktning ved byggegrøp. Enhet: mm.

APPENDIKS III BILDER REGULERINGSMULIGHET



Figur 1 Halsjøen



Figur 2 Dretvann



Figur 3 Dretvann. Bak demningen.



Figur 4 Tangendammen



Figur 5 Demning ved Mønevann



Figur 6 Mønevann



Figur 7 Demning ved Morterudvannet



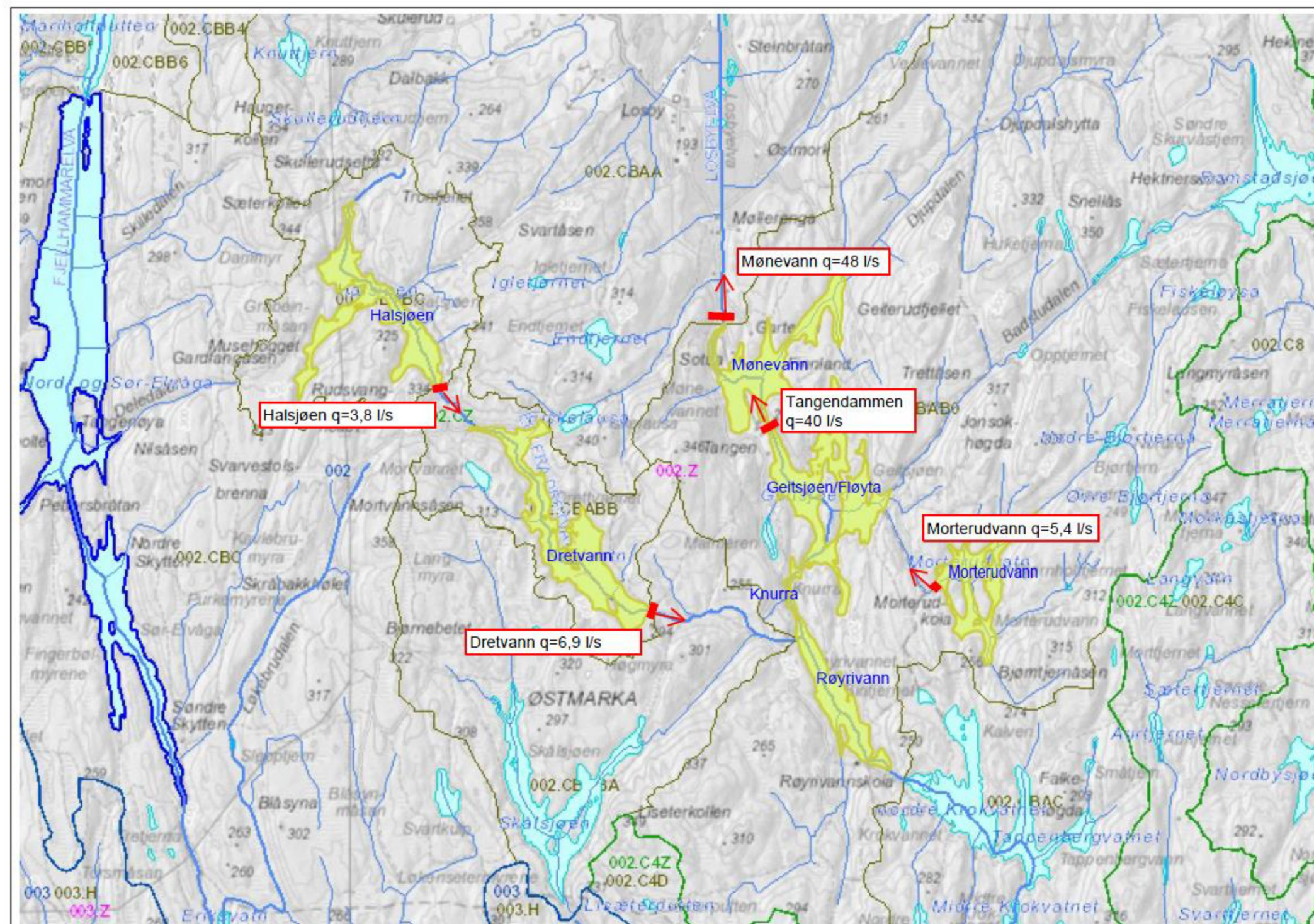
Figur 8 Morterudvannet

APPENDIKS IV KART

Kartutsnitt fra NVE Atlas



Norges vassdrags- og energidirektorat
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo
tlf. 09575
E-post: nve@nve.no



Tegnforklaring

- hovedelv
- elvenett
- Dybdekart
- Innsjodatabase
- Vassdragsområde
- Nedborfelt til hav
- Sidenedborfelt
- REGINE enhet
- GeocacheGrätone
- Demning

Minstevannføring

Målestokk 1:40000
NVEAtlas 7/8/2015



Figur 9 Kart 1 med oversikt over tapping ved minstevannføring. Kfr. Tabell 4 s. 8.

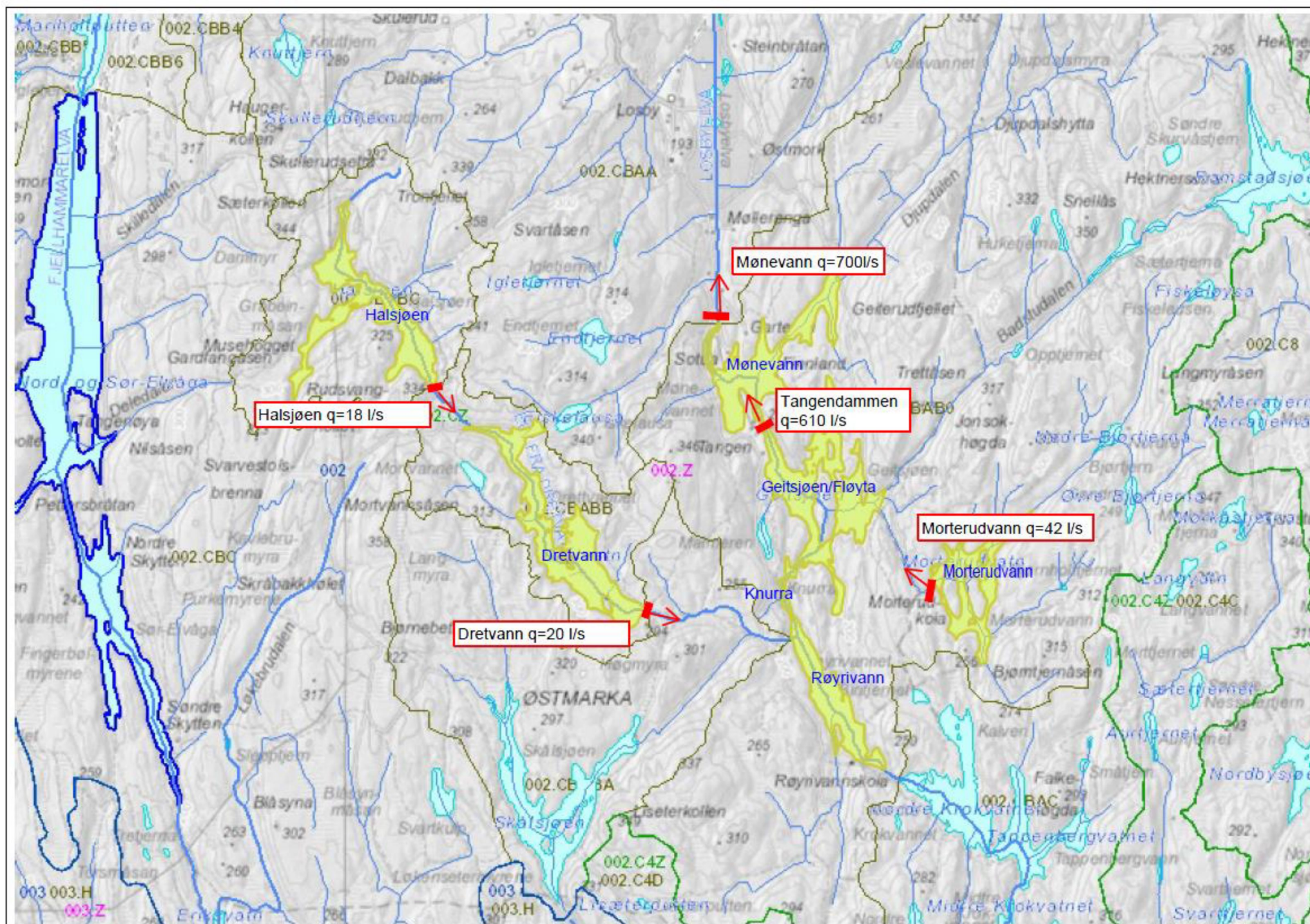
Kartutsnitt fra NVE Atlas



Norges vassdrags- og energidirektorat
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo
tlf 09575
E-post: nve@nve.no

Tegnforklaring

- hovedelv
- elvenett
- Dybdekart
- Innsjodatabase
- Vassdragsområde
- Nedborfelt til hav
- Sidededborfelt
- REGINE enhet
- GeocacheGråtone
- Demning



Nødvendig nedtapning i byggeperioden

Målestokk 1:40000
NVEAtlas 7/8/2015

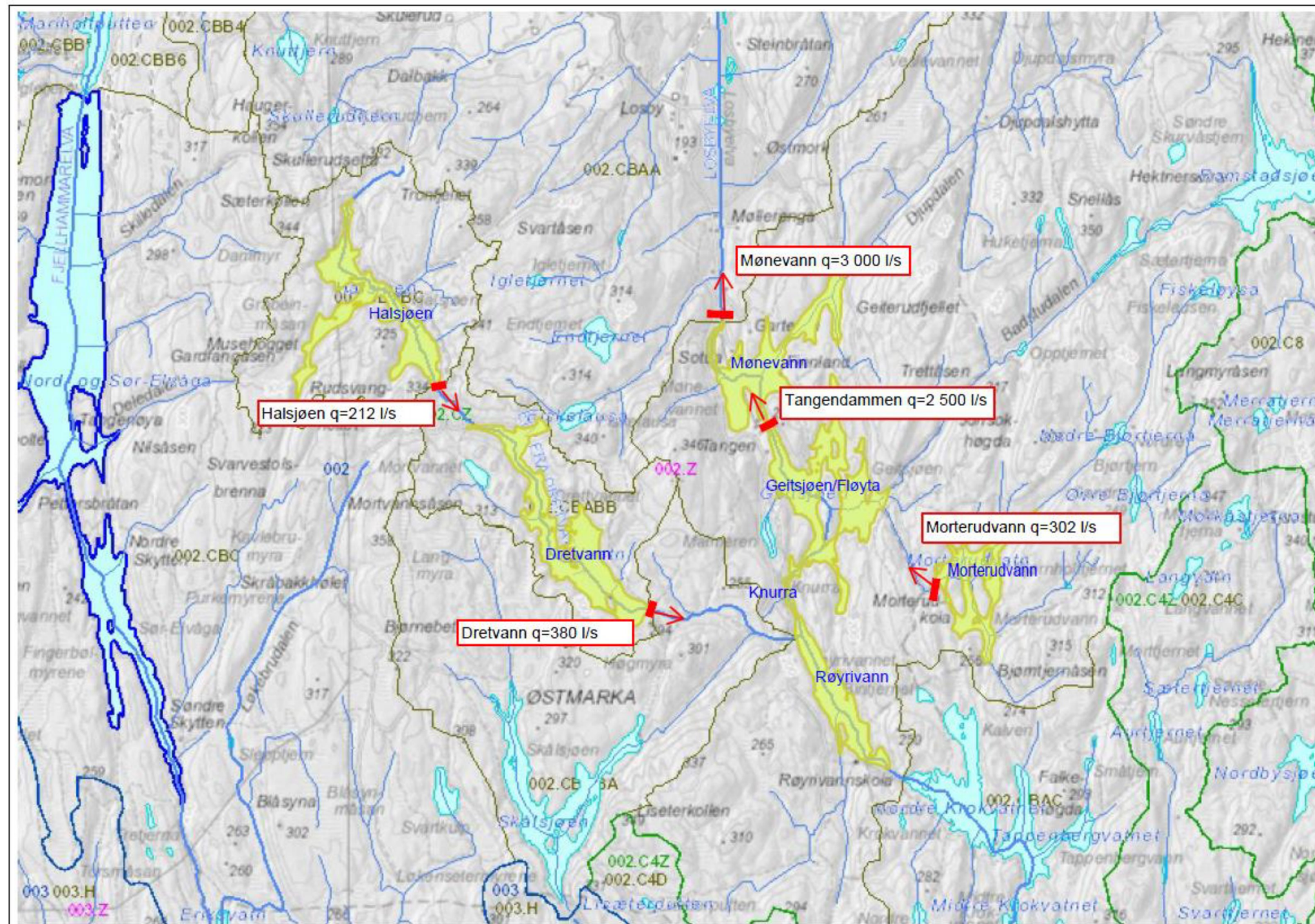


Figur 10 Kart 2 med oversikt over nødvendig tapping i byggeperioden i min. 40 dager. Kfr. Tabell 4 s. 8.

Kartutsnitt fra NVE Atlas



Norges vassdrags- og energidirektorat
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo
tlf. 09575
E-post: nve@nve.no



Tegnforklaring

- hovedelv
- elvenett
- Dybdekart
- Innsjodatabase
- Vassdragsområde
- Nedborfelt til hav
- Sidededborfelt
- REGINE enhet
- GeocacheGråtone
- Demning

Maksimaltapping før byggeperiode

Målestokk 1:40000
NVEAtlas 7/8/2015



Figur 11 Kart 3 med oversikt over maksimaltapping før byggeperiode. Kfr. Tabell 4 s. 8.

Hjellnes Consult as

Plogveien 1
Postboks 91 Manglerud
0612 Oslo



Tlf.: +47 22 57 48 00 - Faks: +47 22 19 05 38
post@hjellnesconsult.no
www.hjellnesconsult.no