

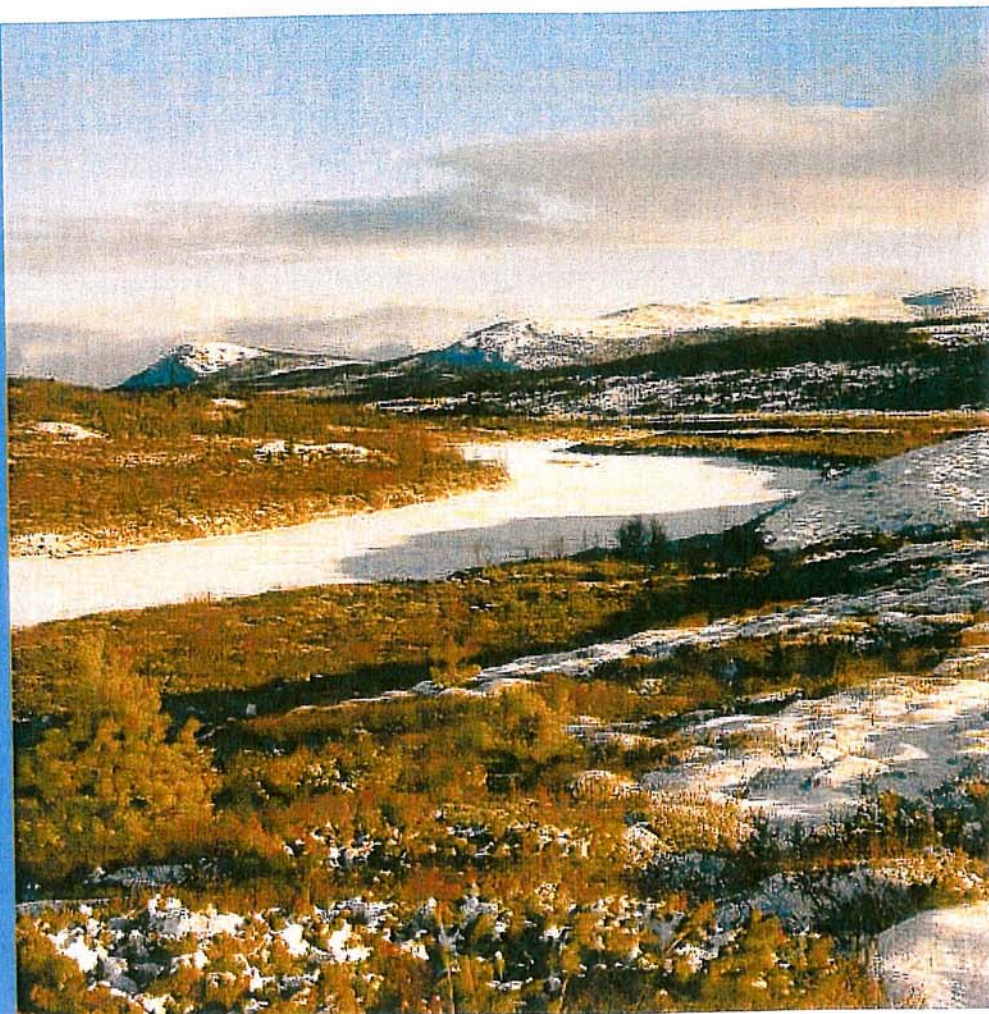


Utvidelse av Einunna kraftverk og nytt magasin i Markbulia

Virkninger på vanntemperatur- og isforhold

Randi Pytte Asvall

13
2007



OPPDRAGSRAPPORT A

Utvidelse av Einunna kraftverk og nytt magasin i Markbulia

Virkninger på vanntemperatur- og isforhold

Oppdragsrapport A nr 13 2007

Utvidelse av Einunna kraftverk og nytt magasin i Markbulia Virkninger på vanntemperatur og isforhold

Oppdragsgiver: Glommen og Laagens Brukseierforening

Forfatter: Randi Pytte Asvall

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag:

Forsidefoto: Einunndalen (Ketil Gjermundshaug)

ISSN 1503-0318

Sammendrag: Det utvidete Markbulimagasinet blir betydelig større enn nåværende inntaksmagasin, Markbulidammen. Det islagte areal øker betydelig, isleggingen av de dypeste områdene forsinkes noe. På de grunne områdene blir isen liggende på tørt land ved nedtapping. Isløsningen påvirkes av oppfyllingen av magasinet.

Emneord: Isforhold, regulering

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

November 2007

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Om prosjektet	6
1.1 Dybdeforhold og areal i Markbulimagasinet	6
1.2 Manøvrering	7
2 Isforhold	10
2.1 Nåværende isforhold	10
2.2 Virkninger på isforholdene	13
3 Vanntemperatur om sommeren	15
3.1 Nåværende forhold	15
3.2 Virkninger av reguleringen	16

Forord

På oppdrag for Glommens og Laagens Brukseierforening har NVE, Hydrologisk avdeling utført hydrologiske analyser i Einunnavassdraget..

Arbeidet har omfattet vurderinger av virkningene av utvidelse av Einunna kraftverk og nytt magasin i Markbulia på vanntemperatur- og isforhold.

Grunnlagsmaterialet er levert av Glommen og Laagens Brukseierforening.

Oslo, november 2007



Rune Engeset

seksjonssjef



Randi Pytte Asvall

prosjektleder

Sammendrag

Rapporten omtaler nåværende isforhold og mulige endringer ved den foreslåtte utvidelse av inntaksmagasinet til Einunna kraftverk.

Det fremlegges 2 alternativer, oppdemming på henholdsvis 10 m og 9 m over nåværende HRV. Magasinarealet øker fra 0.4 km² til henholdsvis 3.1 km² og 2.3 km². Det legges opp til betydelig døgn- og ukeregulering.

Isleggingen vil forsinkes noe på de dypeste delene av magasinet, det som nå er Markbulidammen. Døgnregulering vil føre til stedvis oppsprekking og vann på isen langs land. Normalt vil oppfyllingen av magasinet begynne i første del av mai, de fleste år vil da fortsatt magasinet være islagt, slik at isløsningen i stor grad vil være avhengig av magasinfyllingen. Isen som ved nedtapping blir liggende på tørt land vil ligge noe lenger enn snøen her ligger nå. Det blir fortsatt svekket is i området ved inntaket til kraftstasjonen.

Et større magasin vil gjøre det lettere å unngå de isproblemene som tidvis oppstår ved Meløyseter ved at tappingen fra Fundin kan tilpasses værforholdene uten at det går ut over produksjonen.

Området med usikker is i Savalen vil øke noe.

1 Om prosjektet

Planene omfatter bygging av ny inntaks- og reguleringsdam i Markbulia og nytt Einunna kraftverk, som i sin helhet vil erstatte eksisterende anlegg. Dette vil gi økt reguleringshøyde, økt magasinivolum og økt slukeevne i Einunna kraftstasjon. Det gjøres ingen ting med eksisterende ovenforliggende magasiner, som derfor blir som i dag. Det foreligger 2 alternativer, oppdemming til kote 870 (alternativ 1) og oppdemming til kote 869 (alternativ 2). Driftsvannet fra nye Einunna kraftstasjon føres direkte ut i Savalen.

I den videre teksten omtales nåværende inntaksmagasin som Markbulidammen og nytt utvidet inntaksmagasin som Markbulimagasinet.

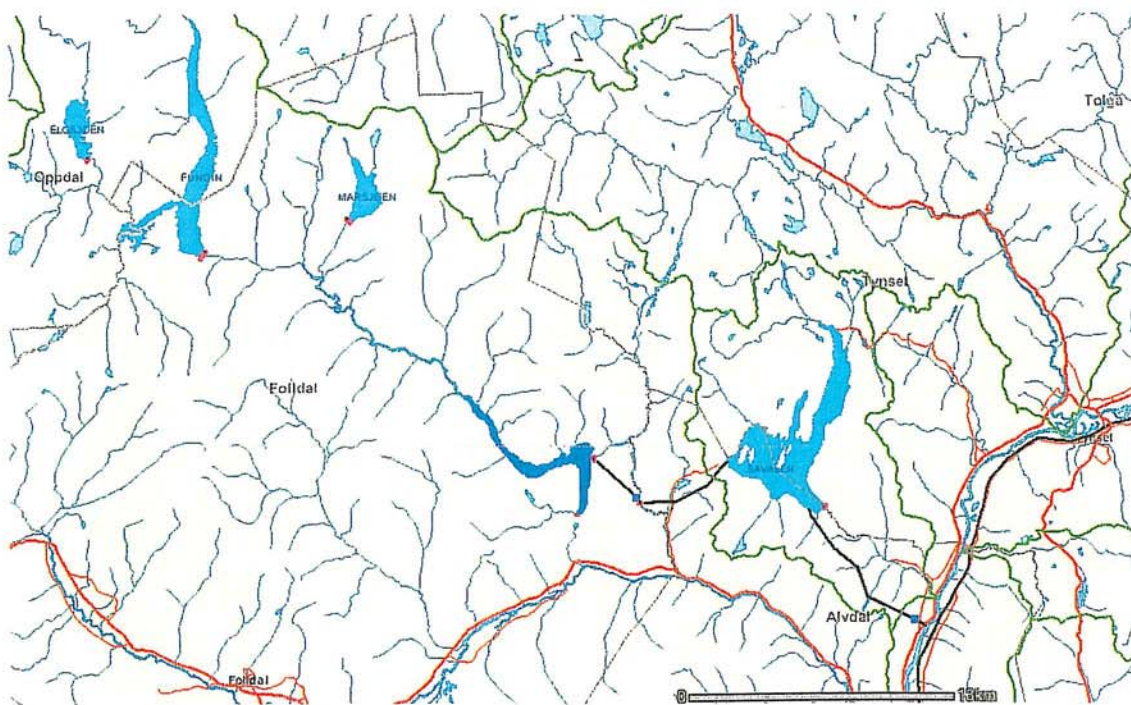


Fig. 1: Oversikt over magasiner, dammer og vannveier.

1.1 Dybdeforhold og areal i Markbulimagasinet

Det er nylig utarbeidet et dybdekart for den nåværende Markbulidammen. (fig 2). Den er svært grunn og de dypeste partier har dyp på ca 5 m ved fullt magasin. Arealet ved nåværende HRV er 0.4 km².

Dybdeforhold i prosjektert magasin over nåværende HRV fremgår av figur 3. Ved den høyeste foreslåtte reguleringshøyde på 870 moh (alternativ 1) vil magasinet nå ca 6 km lenger oppover i Einunndalen og vel 2 km lenger sørover mot Moskardet.

Den vestlige grenen oppover Einunndalen, der elva demmes opp, vil i øvre del fortsatt danne en elveliknende vannflate. Den blir bredere enn nå, gjennomgående ca 100-200 m bred avhengig av reguleringshøyden og topografien. Videre nedover får magasinet mer karakter av en lang og smal innsjø. Det blir til dels store grunne arealer.

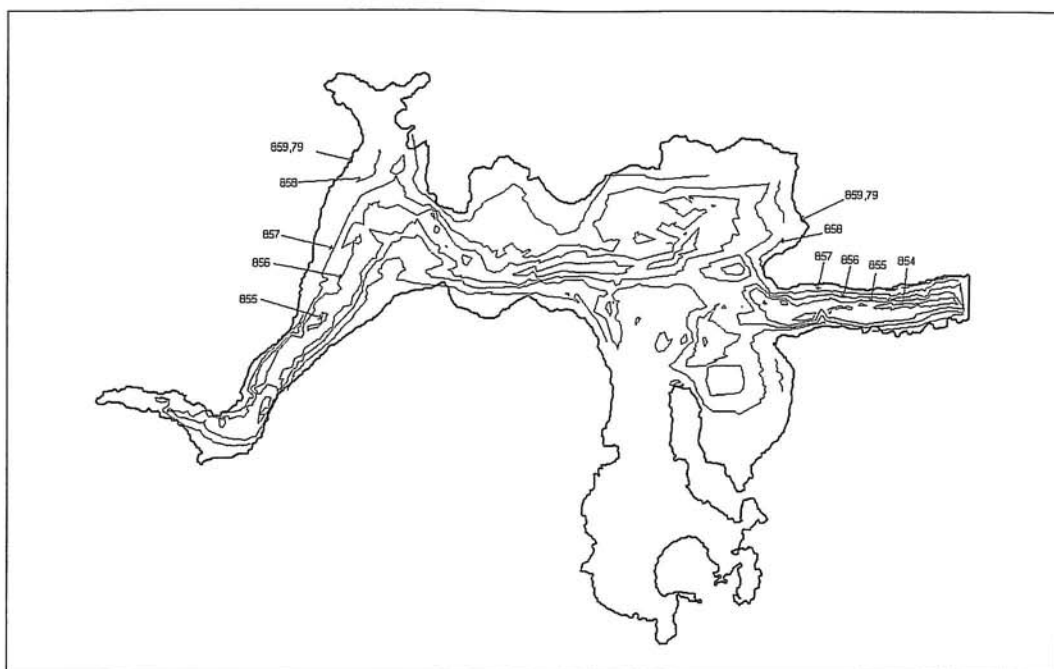


Fig. 2: Dybdekart over Markbulidammen

Den sydlige grenen mot Moskardet blir fra ca 200 m bred i syd, økende til vel 500 m nordover mot nåværende magasin. Ved fullt magasin blir det henholdsvis 10 m og 9 m dyp ved strandlinja til nåværende HRV i magasinet.

I området omkring den nåværende Markbulidammen flyttes strandlinja fra ca 100 m til ca 500 m innover nåværende tørt land.

Ved oppdemming øker arealet fra nåværende 0.4 km² til 3.1 km² ved HRV på 870 m og til 2.3 km² ved HRV på 869 m (fig 4).

1.2 Manøvrering

Tilsiget til Markbulidammen og Markbulimagasinet er regulert ved magasiner i Marsjøen, Elgsjøen og Fundin, som alle ligger 1000-1100 moh. Elgsjø er overført til Fundin. Elva fra Marsjø, Mela renner sammen med Einunna nedenfor Meløyseter. Dette endres ikke. Markbulidammen har nå et magasinivolum på ca 0.9 mill m³ med HRV på 860 moh. Det søkes om å øke reguleringshøyden 10 m (alternativ 1) eller 9 m (alternativ 2). Det nye Markbulimagasinet er oppgitt å få et volum på 14.6 mill m³ (alternativ 1) eller 11.6 mill m³ (alternativ 2) (fig 5).

Det skal fylles i vårflommen og holdes høyere enn 1.5 m under HRV hele sommeren og store deler av vinteren. Mot slutten av vinteren tappes magasinet ned for å utnytte vårflommen. Dette medfører at vannstanden vil være høy fra tidlig sommer til sen vinter. Det er anslått at magasinet vil være på bunn rundt 1. mai og fullt igjen helt i slutten av mai. Selv i årene med sen vårflom forventer en fullt magasin før midten av juni. Oversikt over magasinivannstanden gjennom året er vist i figur 6.

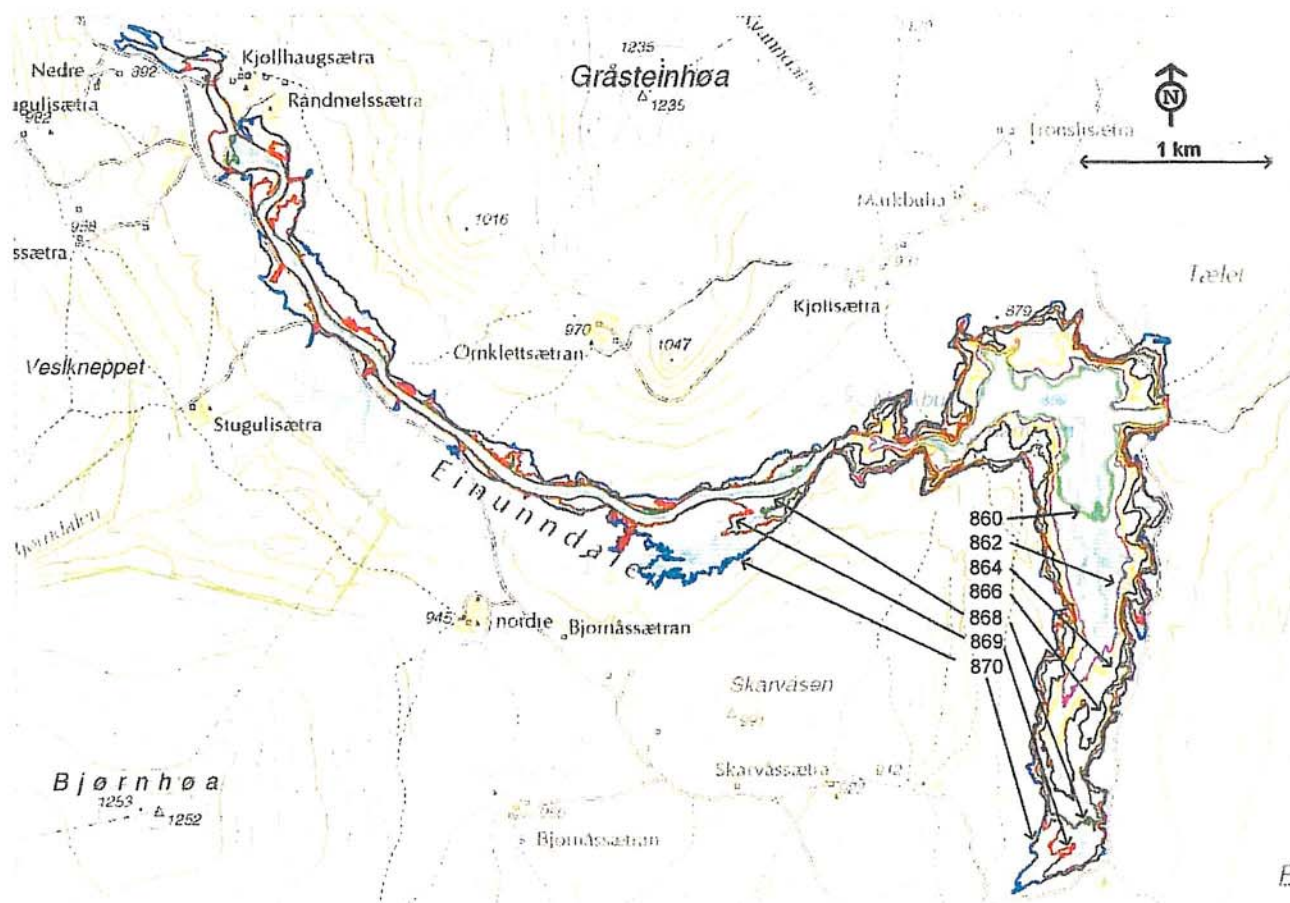


Fig. 3 Dybdeforhold i det nye Markbulimagasinet

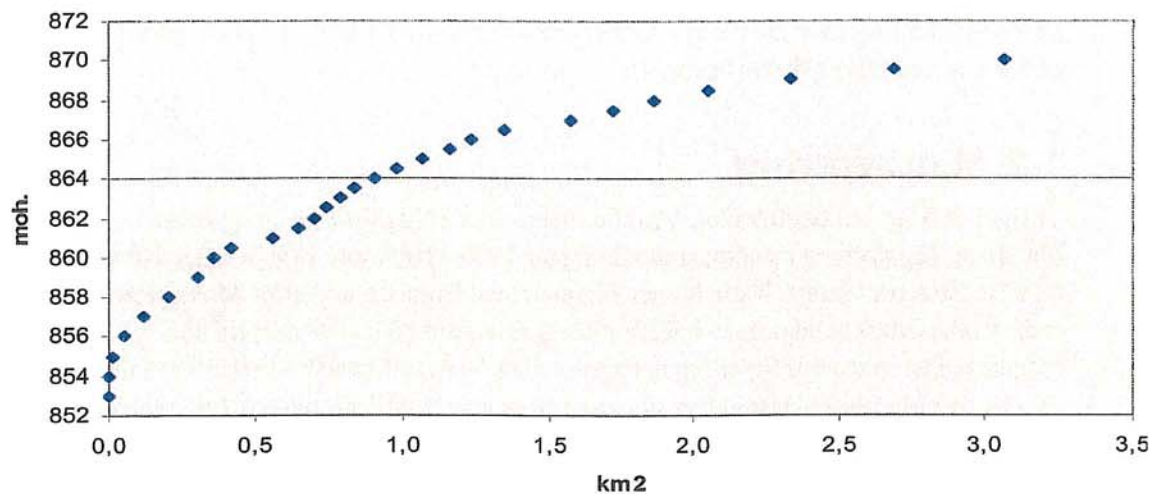


Fig. 4: Arealkurve for det planlagte Markbulimagasinet

Slukeevnen i Einunna kraftstasjon er planlagt økt til $18 \text{ m}^3/\text{s}$. Det nye inntaket er planlagt på kote 848, som er under nåværende LRV. Det må påregnes døgn- og ukevariasjoner i driften, og dette vil gi større variasjoner i vannstanden i magasinet enn nå. Døgnlige

variasjoner er beregnet til 30-40 cm ved vannstand 869 m, og til 40-50 cm ved vannstand 868 m. Nærmere 870 m kan det påregnes døgnvariasjoner på 25-30 cm. Som det fremgår av figur 6 øker døgnvariasjonen med synkende vannstand ved samme produksjonsmønster.

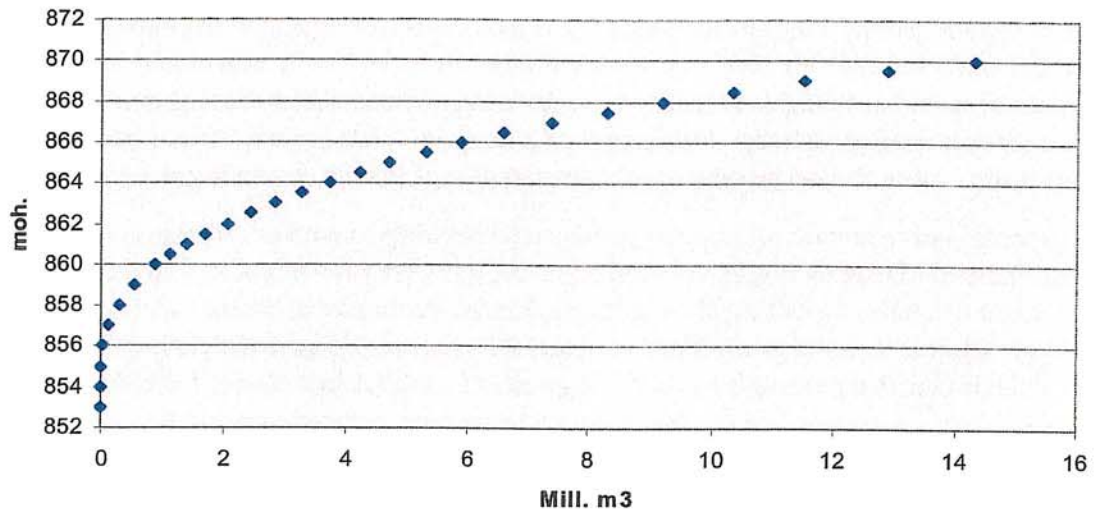


Fig. 5: Volumkurve for Markbulimagasinet

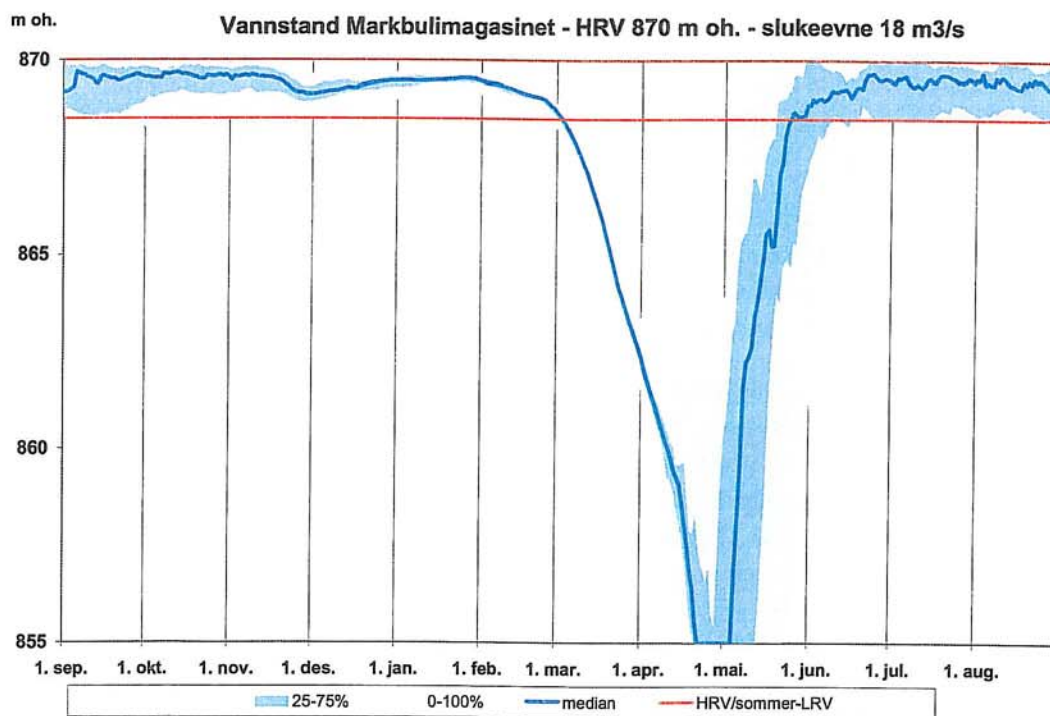


Fig. 6: Beregnete vannstander i Markbulimagasinet

2 Isforhold

2.1 Nåværende isforhold

Det er observert når magasinene Elgsjø (1133 moh), Marsjø (1064 moh) og Fundin (1021 moh) har blitt helt islagt, og når de har blitt helt isfrie. (fig 7). Magasinene islegges omtrent samtidig, vanligvis i løpet av november. Bare i enkelte år er det registrert at sjøene er helt islagt i oktober. Det er også godt samsvar i tiden for helt isfritt. Dette skjer stort sett i første halvdel av juni, og ofte noe tidligere på Fundin enn på Elgsjø og Marsjø.

Observasjonene er gjort på grunnlag av ukentlige befaringer i området, vanligvis noe sjeldnere til Marsjø og Elgsjø enn til Fundin. Det kan være vanskelig å angi en eksakt dato for helt islagt og helt isfritt. Registreringene har derfor noe usikkerhet, men gir likevel et godt inntrykk av isdekkets varighet. Det opplyses videre at det går kort tid, vanligvis bare få dager, fra isleggingen begynner til sjøene er helt islagte, mens det kan være større variasjoner og ta litt lenger tid fra isløsningen begynner om våren til sjøene er helt isfrie. Dette varierer med værforholdene.

Tappingen av "varmt vann" (1-3 °C) fra dypere lag i Fundin medfører at Einunna går åpen hele vinteren et stykke nedover fra Fundin, ofte helt til Meløyseter. Videre nedover er elva normalt islagt, og vanntemperaturen om vinteren er her svært nær frysepunktet.

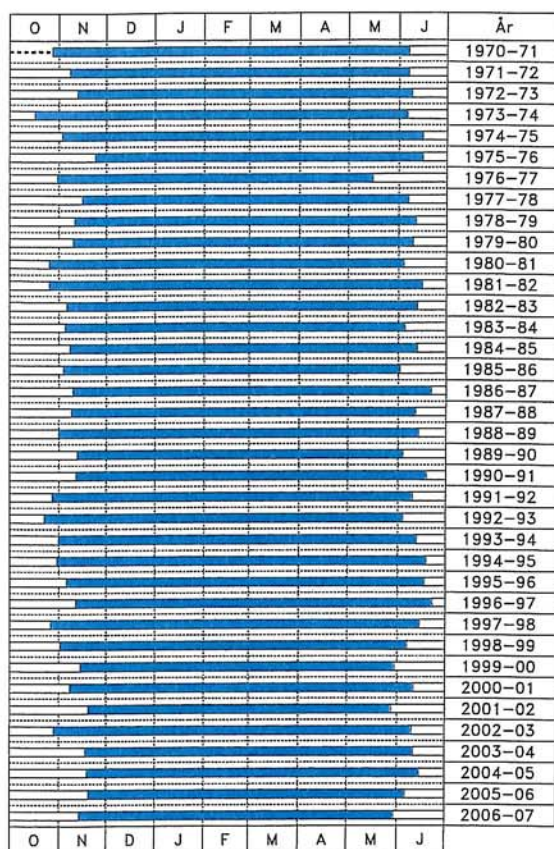
I dette fjellområdet er det til dels meget lave vintertemperaturer og ofte sterk vind med snødrev. Dette har ført til at det tidvis er kraftig sarrproduksjon som kan gi stor isoppstuvning i elva ved Meløyseter. For å søke å unngå overvatning og skader her har det som skadereduserende tiltak blitt laget en voll mellom husene og elva. I tillegg blir forholdene overvåket og tappingen søkt tilpasset værforholdene, slik at skader i størst mulig grad unngås.

Videre nedover Einunndalen renner elva rolig og er normalt pent islagt. Det er et markert fosseparti ca 900 moh der elva går delvis åpen. Videre nedover er det igjen svakt fall til Markbulidammen. Det kan være enkelte strømråker, men det foreligger ikke opplysninger om at dette er til hinder for ferdsel på isen verken på elva eller på Markbulidammen.

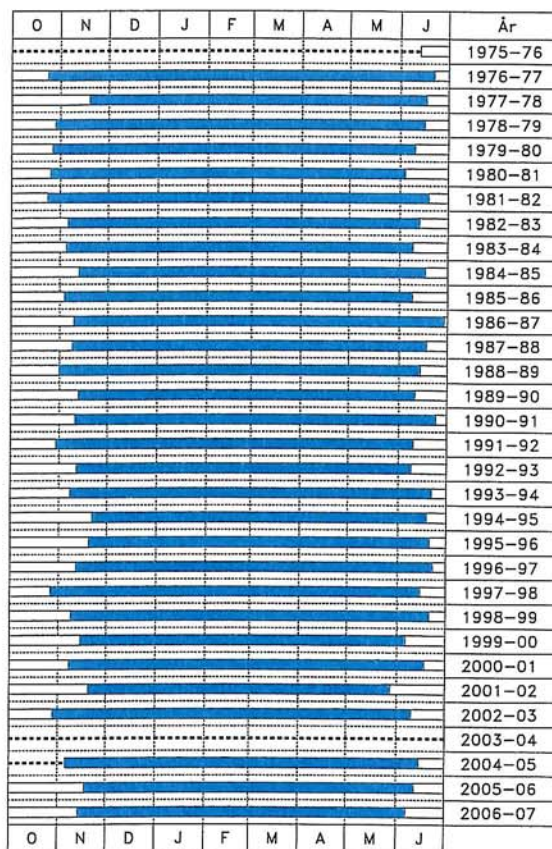
På Markbulidammen er det svekket is eller råk ved inntaket til kraftstasjonen, men vanligvis ikke råk ved innløpet til Markbulidammen. Det er ikke tidligere registrert tidspunkt for islegging og isløsning her. Denne høsten (2007) var imidlertid Markbulidammen helt islagt 12.oktober. Det var da ikke tegn til isdannelse i de ovenforliggende magasiner. Påfølgende mildvær førte til at isen gikk igjen, men 6. november var det igjen islagt på Markbulidammen. Det var da også islagt på de stilleflytende og nedre delene av Einunna, men fortsatt åpent på de øvrige magasinene. Disse var helt islagt 13.november.

Tidspunktet for islegging avhenger i første rekke av værforholdene og dybde og gjennomstrømning i sjøen. Når vannmassene er avkjølt til 4 °C, som er temperaturen for vannets største tetthet, kan et tynt overflatelag avkjøles til frysepunktet meget raskt, særlig i stille og kaldt vær. Mindre vindutsatt lokalisering og langt mindre areal og dyp tilsir at Markbulidammen vanligvis vil islegges tidligere enn de øvrige magasiner selv om disse ligger høyere til fjells.

2.152.0.5100.1 Fundin v/dammen (11)



2.395.0.5100.1 Elgsjø



2.397.0.5100.1 Marsjø

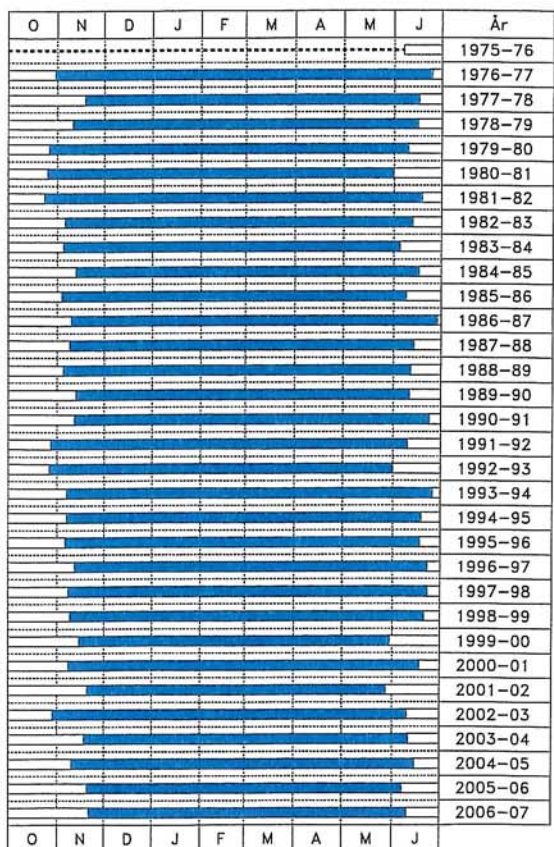


Fig. 7: Tid for helt islagt og helt isfrie forhold i Fundin, Elgsjø og Marsjø

Utløpet av Einunna kraftverk går nå i elva ca 200 m før inntaket til overføringen- til Savalen. Her går elva helt åpen vinterstid. Overføringen til Savalen kommer ut innerst i Gardvika ved Nausestermoen, i en lang og trang vik. Det er ikke systematiske isopplysninger herfra, men en må regne med at store deler av vika er isfri eller har dårlig is hele vinteren, og at eventuell is her må vurderes som usikker for ferdsel i hele vika hele vinteren.



Fig. 8: Øverst vises tidlig islegging på Markbulidammen (12.10.2007) og nederst isforholdene på Einunna, som blir øvre del av planlagt Markbulimagasin (6.11.2007)

2.2 Virkninger på isforholdene

Utbredelse og dybdeforhold i foreslått uvidet Markbulimagasin er vist i figur 3. Figur 9 viser utbredelsen av magasinet ved de to alternativene.

Markbulimagasinets vestre gren, med tilsig som nå fra Einunndalen, blir å betrakte som en stilleflytende elv som nedover dalen blir noe dypere, og får karakter av en relativt grunn og smal innsjø med noen trangere sund.

Den sydlige delen av Markbulidammen har ubetydelige tilløp og ingen gjennomstrømning. Den er relativt grunn, særlig i den sydligste delen. Det blir dypere nordover og ca 10 m ved fullt magasin ved overgang til den "gamle" Markbulidammen. Oppstrøms det utvidete Markbulimagasin vil isforholdene i Einunna ikke påvirkes og elva islegges som nå.

At de sentrale deler av Markbulimagasin kan bli 10 m dypere enn nå og at arealet øker vesentlig, vil forsinke isleggingen. Den sydlige delen av magasinet hvor det er grunt og heller ikke gjennomstrømning vil ofte islegges tidligere, sannsynligvis omtrent som Markbulidammen nå. I den vestlige grenen mot Einunndalen vil isleggingen skje omtrent som på elva i dag. I de dypere partier vil isleggingen kunne forsinkes noe, i størrelsesorden dager. En må regne med svekket is ved inntaket til kraftstasjonen, og området med svekket is øker etter hvert som vannstanden i magasinet synker.

Driften ved Einunna søkes nå tilpasset slik at vannstanden i Markbulidammen holdes relativt konstant størstedelen av vinteren. Det tappes ned rett før tilsiget øker om våren. Ved døgnregulering vil det oppstå sprekker langs land, og det kan bli overvann her, særlig der strendene er bratte. Dette kan stedvis gjøre adkomsten til isen vanskeligere. Etter hvert som vannstanden synker flyttes denne sonen utover i magasinet. På landsiden blir da isen liggende på tørt land. For øvrig vil isen være farbar som nå.

Om våren kan den tørrlagte isen bli liggende noe lenger enn snøen ligger på disse områdene nå. Det er vanskelig å si hvor lenge. Det vil bli avhenge av hvor mye snø som ligger på isen, samt eksposisjonen, og værforholdene. Når magasinet fylles opp og vannstanden stiger blir isen landløs, og ferdsel på isen blir vanskelig. Etter foreliggende driftsplan vil dette skje før naturlig isløsning. Etter hvert som magasinet stiger og isen igjen flyter, vil eventuell resterende is tæres raskt. Det er antatt at magasinet vil være fullt i slutten av mai.

Som nevnt ovenfor har det iblant vært store isproblemer ved Meløyseter. Dette skyldes uheldige kombinasjoner av ekstremt vær og tappingen fra Fundin. Med et større inntaksmagasin for Einunna kraftverk vil det være større mulighet for å unngå disse problemene, da tappingen i langt større grad vil kunne tilpasses værforholdene uten at det går ut over driften ved Einunna. Ved å redusere tappingen fra Fundin fra 8 m³/s, som er en vanlig vintertapping, til 4 m³/s, vil det ta ca 7 døgn før vannstanden i Markbulimagasin har sunket ca 1 m ved uendret drift av Einunna kraftstasjon.

Nytt Einunna kraftverk er planlagt med utløp direkte i Savalen. Dette medfører at det ikke lenger blir åpen elv i Einunna ved nåværende utløp av Einunna kraftverk. Ved utløpet i Savalen må en regne med at området med usikker is øker som følge av større midlere vintervannføring og vesentlig større døgnregulering.

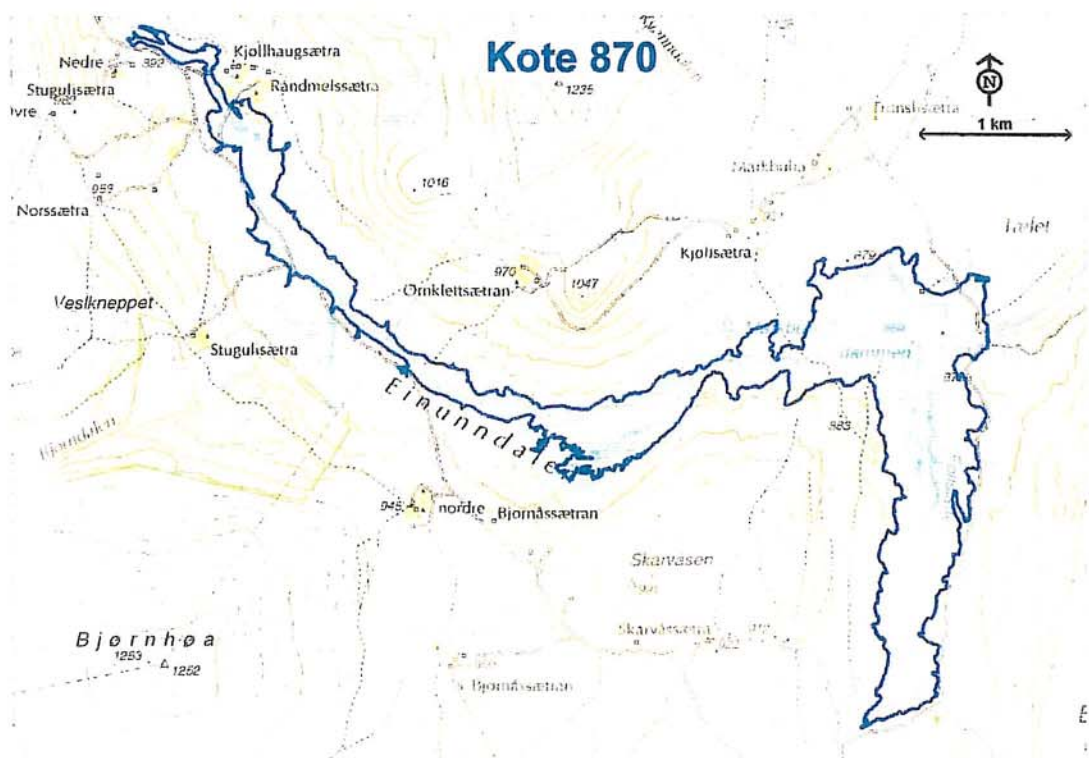


Fig. 9: Utbredelsen av Markbulimagasinet ved vannstander 869moh. og 870moh.

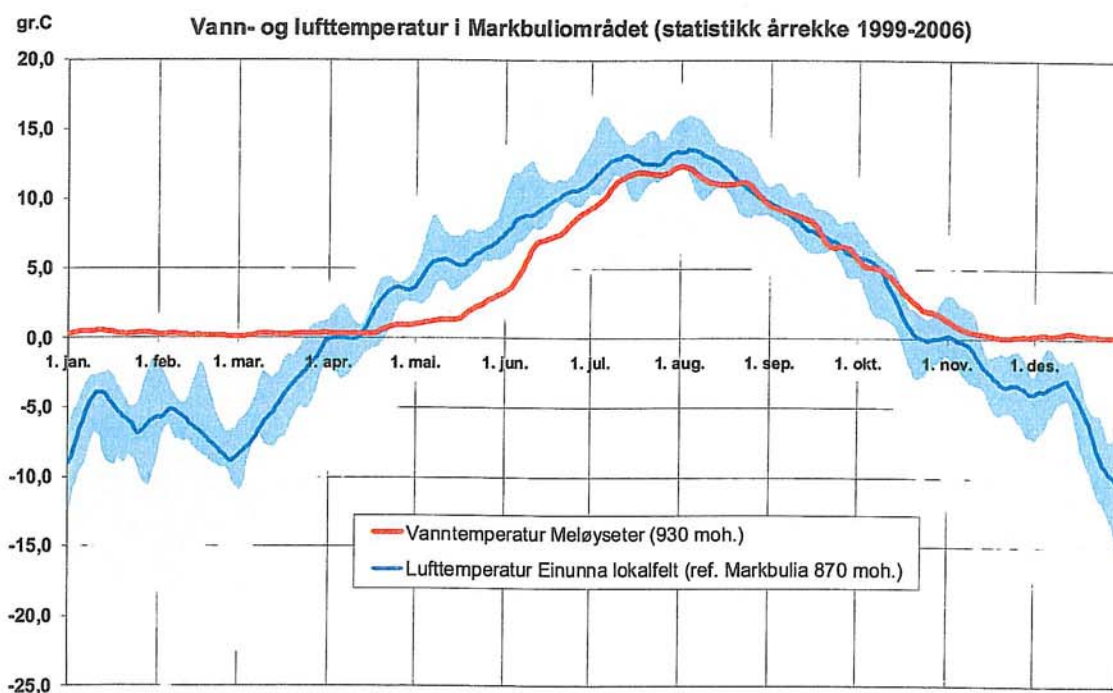
3 Vanntemperatur om sommeren

3.1 Nåværende forhold

Vanntemperaturmålinger er utført om vinteren i Einunna fra utløpet av Fundin til Meløyseter i forbindelse med undersøkelser av isforholdene ved Meløyseter. Ved Meløyseter registreres vanntemperaturen hele året.

Resultatene viser at vanntemperaturen stiger meget raskt fra siste halvdel av mai til den nesten når døgnlig middel for lufttemperaturen i juli eller august. De fleste år når vanntemperaturen opp i 12 °C, men varigheten varierer. Det kan være store variasjoner fra dag til dag og i løpet av døgnet. Vanntemperaturen synker raskt fra august til ned mot frysepunktet i november. Se figur 10.

Temperaturvertikaler ble målt i magasinene i august-september 2007. Sterk vind umiddelbart før målingene førte til at eventuell sjiktning ble nedbrutt, og vannmassene var gjennomblandet ved målingen. Det var alle steder forholdsvis grunt, 15 m eller mindre. Det var ca 11°C i Elgsjø (6 m dypt) og Marsjø (15 m dypt), ca 8°C i Fundin (15 m dypt) og ca 10°C i Markbulidammen (5m dypt).



Figur 10. Gjennomsnitt for vann- og lufttemperatur ved målestasjonen ved Meløyseter i perioden 1999-2006. For lufttemperatur vises også variasjonsbredden i årrekken.

3.2 Virkninger av reguleringen

Generelt vil større dyp føre til at oppvarmingen av vannmassen om sommeren tar noe lenger tid, samtidig som avkjølingen om høsten vil være noe tregere. Samtidig øker varmetilførselen til vannmassen med arealet slik at den midlere oppvarming av vannmassen øker relativt mer over grunne enn dype partier. Vind vil føre til blanding og utjevning av temperaturforholdene i hele innsjøen. I stille vær vil det likevel være slik at det i varme stille perioder vil være høyere temperatur, særlig nær overflaten, på grunne partier enn på dypere partier av magasinet.

I elva ned til innløpet av Markbulimagasinet blir forholdene uforandret. I hovedstrømmen videre mot innløpet av nåværende Markbulidam forventes bare små endringer. I de grunnere og stille områdene utenfor hovedstrømmen kan imidlertid vanntemperaturen når det er varmt og stille vær bli noe høyere om dagen og litt lavere om natten enn nå. Undersøkelser på sammenliknbare steder har vist at det kan være inntil 3°C høyere dagmaksimum og omtrent tilsvarende lavere døgminimum på de grunne partiene enn i hovedstrømmen.

Tilsvarende gjelder i den sydlige oppdemte grenen av magasinet uten gjennomstrømning.

Alt i alt påregnes små endringer i sommertemperaturen.

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2007

- Nr. 1 Peter Bernhard, Lars Bugge, Per F. Jørgensen (KanEnergi): Biomasse -nok til alle gode formål? (41 s.)
- Nr. 2 Lars-Evan Pettersson, Marit Astrup: Vannføringsstasjoner på Østlandet og Sørlandet (49 s.)
- Nr. 3 Torsten H. Bertelsen, ECON, Ove Skaug Halsos, ECON:Regulering av kraftselskapers tjenesteproduksjon Grensesnittet mellom monopol og konkurranseutsatt virksomhet (s.)
- Nr. 4 Randi Pytte Asvall: Isproblemer i Barduelva (20 s.)
- Nr. 5 Nils Kristian Orthe, Øystein Godøy, Kjetil Melvold, Steinar Eastwood, Rune Engeset, Thomas Skaugen: An algorithm review for CryoRisk (45 s.)
- Nr. 6 Ingjerd Haddeland: Hydrauliske beregninger ved bygging av ny bru over Glomma ved Askim (002.B) (19 s.)
- Nr. 7 Beate Sæther: Hydrologiske data og analyser av virkninger i Straumvatnet ved økt vannuttak til settefisk. Sørfold kommune, Nordland (33 s.)
- Nr. 8 Ingeborg Kleivane, Beate Sæther: Hydrologiske data til bruk for planlegging av vannuttak og kraftverk. Bresjavassdraget, Lødingen kommune i Nordland (81 s.)
- Nr. 9 Hervé Colleuille: Groset forsøksfelt (016.H5). Grunnvanns- og markvannsundersøkelser. Tilstandsoversikt 2006-07 (27 s.)
- Nr. 10 Hervé Colleuille: Fillefjell - Kyrkjestølane (073.Z). Grunnvannsundersøkelser. Tilstandsoversikt 2006-07 (17 s.)
- Nr. 11 Hervé Colleuille: Skurdevikåi tilsigsfelt (015.NDZ). Grunnvanns- og markvannsundersøkelser. Tilstandsoversikt 2006-07 (20 s.)
- Nr. 12 Hervé Colleuille, Panagiotis Dimakis, Knut Møen: Lappsætra tilsigsfelt (256.DC). Beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele. Tilstandsoversikt 2006-07 (26 s.)
- Nr. 13 Randi Pytte Asvall: Utvidelse av Einunna kraftverk og nytt magasin i Markbulia Virkninger på vanntemperatur- og isforhold (16 s.)