

TKB-verdier i vanningsvann fra Numedalslågen



**Oppsummering av prøveresultatene for perioden
2005-2008**

Rapport utarbeidet av



Forord

I nedre del av Lågen har det i en årrekke vært diskusjon om bakterieinnholdet (målt som termotolerante koliforme bakterier- TKB) i Lågen og egnetheten som kilde for vanningsvann for grønnsakproduksjon på friland. Det har også vært diskusjon om hvordan TKB-verdiene endrer seg gjennom et vanningsystem. Disse spørsmålene ble forsøkt avklart i en rapport som kom i 2004. Det var her indikasjoner på at TKB-verdiene falt kraftig gjennom et vanningsanlegg og at TKB ikke kunne finnes igjen på plantene som nylig var vannet.

For å få bedre sammenliknbare data tok jordvanningsinteressene i Larvik initiativ til et nytt og mer presist opplegg for finne svar på hvordan TKB-verdien utvikler seg i små og store vanningsanlegg. Prøver er tatt i perioden 2005-2008. Denne rapporten oppsummerer resultatene.

Rapporten er utarbeidet av naturforvalter Ingar Aasestad i Naturplan. Vannprøver er tatt av Leif Simonsen og Gorm Johansson.

Prosjektet er finansiert med BU-midler samt midler fra Hedrum/Tjølling jordvanning, Tjølling jordvanning, Nedre Lågen Jordvanning, Holmfoss jordvanning og Nordkvelde og Furulund jordvanning.

Hvarnes 02.12.2008



Ingar Aasestad
Naturforvalter
Naturplan

Sammendrag

Jordvanningsinteressene i Lågen har tatt initiativ til en undersøkelse av hvordan TKB-verdiene i vanningsvann fra Lågen utvikler seg gjennom et vanningsanlegg. Både et stort fellesanlegg (Hedrum/Tjølling jordvanningsanlegg) og lite privat anlegg (anlegget på Reinemo) er undersøkt. Det er i perioden 2005-2008 tatt prøver fra inntaket ved Lågen, ved vanningsvogn, ved planten og av plantemasse. Totalt er 90 prøver analysert.

Resultatene viser generelt lave verdier av TKB i Lågen ved prøvetaking med et nivå fra 0 til 20 TKB/100 ml. Tall fra kommunenes overvåkning av Lågen viser imidlertid at TKB-verdiene kan endre seg raskt over kort tid og at endringene sommerstid ser ut til å være knyttet til nedbør etter lengre tids tørke. Når man benytter disse dataene til å klassifisere Lågens egnethet til jordvanning over en kortere periode (potensiell vannings sesong), og lengre periode (90-persentil av TKB-verdiene gjennom året), havner den i klassen "ikke egnet" etter SFTs system. Imidlertid viser vår undersøkelse at Lågavannet kan klassifiseres om "egnet" til jordvanning når vanning faktisk foregår.

Det er ingen tendens til at TKB-verdiene reduseres fra Lågen og fram til plante verken gjennom det store (lange) eller det lille anlegget. Det er således ingen forskjell mellom det store og det lille anlegget når det gjelder TBK-verdier i vanningsvannet.

Analyseresultatene av blad fra plante som nylig er vannet viser laveste verdi for analysemetoden. Dvs. at man i praksis ikke har funnet TKB på de planteprøvene.

Innhold

INNLEDNING	1
MÅLSETTINGER	2
METODE	3
RESULTATER	5
DISKUSJON	7
KONKLUSJON	7
LITTERATUR	8
VEDLEGG 1	8

Innledning

På slutten av 1990-tallet og begynnelsen av 2000-tallet kom det flere rapporter der vannkvaliteten i Lågen ble karakterisert som uegnet som kilde for jordvanning. Den samme konklusjonen kom i lågenovervåkingen i 2006 (Rukke 2007). Her klassifiseres egnetheten til jordvanning ved Holmfoss, Bommestad og Gloppe bru basert på 90-persentilen for året og samlet vurdering gjennom vanningssesongen til "Ikke egnet" til jordvanning (Rukke 2007, se også Simonsen 2007).

Dette var særlig alvorlig for jordvanningsinteressene i nedre deler av Lågen, siden det her er store grønnsakarealer som vannes gjennom flere store og små vanningsanlegg. Det var TKB-nivået i Lågen som var problemet. Jordvanningsinteressene hevdet imidlertid at det reelle TKB-nivået ved vanning var langt lavere enn den 90-persentilverdien basert på alle prøver gjennom året, som ble brukt til kategorisering av egnethet til jordvanning. Videre hevdet jordvanningsinteressene at TKB-nivået ville falle på sin vei frem til planten pga fysisk stress i vanningsanlegget og solstråling ved planten. Jordvanningsinteressene startet derfor et prosjekt der de tok vannprøver i vanningssesongen for å dokumentere sine påstander.

I 2004 utarbeidet Grønn dal en rapport om TKB og vanningsvann fra Lågen basert på de analysedata som var innhentet av jordvanningsinteressene i 2003 og 2004 (Simonsen 2004). Resultatene viste bl.a. at TKB-verdiene i vanningsvannet falt til dels betydelig på sin vei fra Lågen til planten. Resultatene var imidlertid beheftet med en del usikkerheter fordi vannprøvene var tatt av flere forskjellige personer. Videre var prøvetakingsopplegget ikke systematisk nok til å gi gode sammenliknbare resultater. Et annet forhold var at endringene i vanningsanlegg med kort avstand fra inntak til vanningssted ikke ble undersøkt.

Med denne bakgrunnen ble dette nye prosjektet satt i gang. Viktige elementer i prosjektet har vært at prøvetakingen skulle utføres likt fra gang til gang og helst av samme person slik at uønskede tilfeldigheter ved selve prøvetakingen ble redusert til et minimum. Videre ble det satt opp et bedre prøvetakingsopplegg som skal gjøre det lettere å sammenlikne resultatene og trekke konklusjoner. Prosjektet skulle i utgangspunktet gå over de tre vekstsesongene 2005-2007. På grunn av den nedbørsrike sommeren i 2007, ble det tatt få prøver. Det ble derfor besluttet at prosjektet skulle utvides også til å omfatte 2008-sesongen. Resultatene for årene 2005-2007 er presentert tidligere i egne rapporter (Simonsen 2006, 2007 og 2008). Denne rapporten oppsummerer resultatene fra alle 4 årene, inkludert også 2008-målingene.

Analyser for påvisning av fekal forurensning v.h.a. TKB

Til påvisning av fekal forurensning har man valgt å basere seg på fire forskjellige bakterietyper som finnes i forskjellig mengdeforhold hos alle pattedyr. En av disse er **termotolerante koliforme bakterier – TKB**. Denne bakterietypen benyttes som indikator på vannets innhold av **fersk** avføring. Noen slike bakterier kan også finnes i jord, på råtnende planterester og i industriavløpsvann, men de fleste som gjenfinnes i vassdrag, kommer nok fra avføring.

I vann vil slike bakterier sakte dø ut (inaktiveres). Inaktivering av koliforme og termotolerante koliforme bakterier går raskere i saltvann enn i ferskvann, raskere i sollys enn i mørke, og raskere i varmt vann enn i kaldt vann. Lengst overlever de i mørke i kaldt ferskvann. Nær samme eller mindre overlevelsessevne har de vanligste sykdomsbakterier som smitter fra avføring via vann. Påvises "TKB" eller "E. coli" som er en bakterie innen TKB-gruppen, kan alle bakteriesmittestoffer vi finner i avføring, være tilstede.

Målsettinger

Hovedmål

Hovedmålsettingen med prosjektet er å gi jordvanningsinteressene med vanningsvann fra Numedalslågen en dokumentasjon på utviklingen av TKB-verdier fra vannkilde til plante i vanningssesongen, samt å formidle resultatene til aktuelle forvaltningsorganer. Dette skal oppnås ved å gjennomføre analyser av vanningsvann og plantemasse fra tre vekstsesonger samt rapportere og formidle resultatene i skriftlige rapporter og i temamøter.

Delmål

- Ta vannprøver for å dokumentere TKB-nivå i vanningskilden, Numedalslågen, i vanningssesongen.
- Ta vannprøver for å dokumentere utviklingen i TKB-verdier i vanningsvannet når det passerer gjennom et anlegg med stor avstand fra inntak til vanningssted og når det passerer gjennom et anlegg med liten avstand fra inntak til vanningssted.
- Vannprøver skal tas 3 ganger pr vanningssesong ved vanninntak i Lågen, ved vanningsvogn og ved plante for stor og lite vanningsanlegg.
- Planteprøver skal tas for å dokumentere TKB-nivå på planter vannet med vann fra Lågen.
- Planteprøve skal tas fra stort vanningsanlegg 0, 2 og 4 dager etter vanning tre ganger i vanningssesongen.
- Vann og planteprøver skal tas på lik måte hver gang, fortrinnsvis av samme person.
- Det skal utgis en resultatrapport etter hver prøvetakingssesong.
- Det skal utgis en avsluttende rapport med en samlet vurdering og konklusjon
- Det skal holdes et avsluttende møte hvor resultatene av undersøkelsen presenteres for oppdragsgivere, forvaltning og andre med interesse for resultatene. Ved behov kan det avholdes møte etter hver sesong.

Metode

Prøvetaking i det store anlegget ble gjennomført på Hedrum/Tjølling jordvanningsanlegg. Prøvetaking ved vanningssted og av plantemasse ble gjort hos Anders Olav Håkestad på Håkestad vestre i Tjølling (figur 1). Prøvetakingsstedet ligger ca 10 km inne på ledningsnettet. I 2008 ble det også tatt en prøveserie hos Martinsen som er en annen bonde tilknyttet Hedrum/Tjølling jordvanningsanlegg. Prøvetaking i det lille anlegget ble gjennomført hos Øystein Lie på Reinemo ca 500 meter fra inntaket i Lågen. Vanninntaket på dette anlegget ligger ca 450 meter nedstrøms inntaket til Hedrum/Tjølling jordvanning og på motsatt elvebredd (figur 1).

Prøveflasker ble hentet på BUVA avd. Larvik i perioden 2005 - 2007. I 2008 ble flaskene hentet på VestfoldLAB. Prøven fra Lågen ble tatt ved å holde flasken i bunnen med tuten mot strømmen og ca 3 cm under overflaten. Prøven fra vogn eller tilsvarende ble tatt ved at flasken ble holdt i bunnen og fylt med vann slik at evt. forurensing fra hånden ikke skulle forekomme. Prøven ved planten ble samlet inn ved at flasken ble montert på pinner ca 30 cm over bakken med en trakt på toppen. Det tok ca 90 minutter å fylle flasken med ca 150 ml vann.

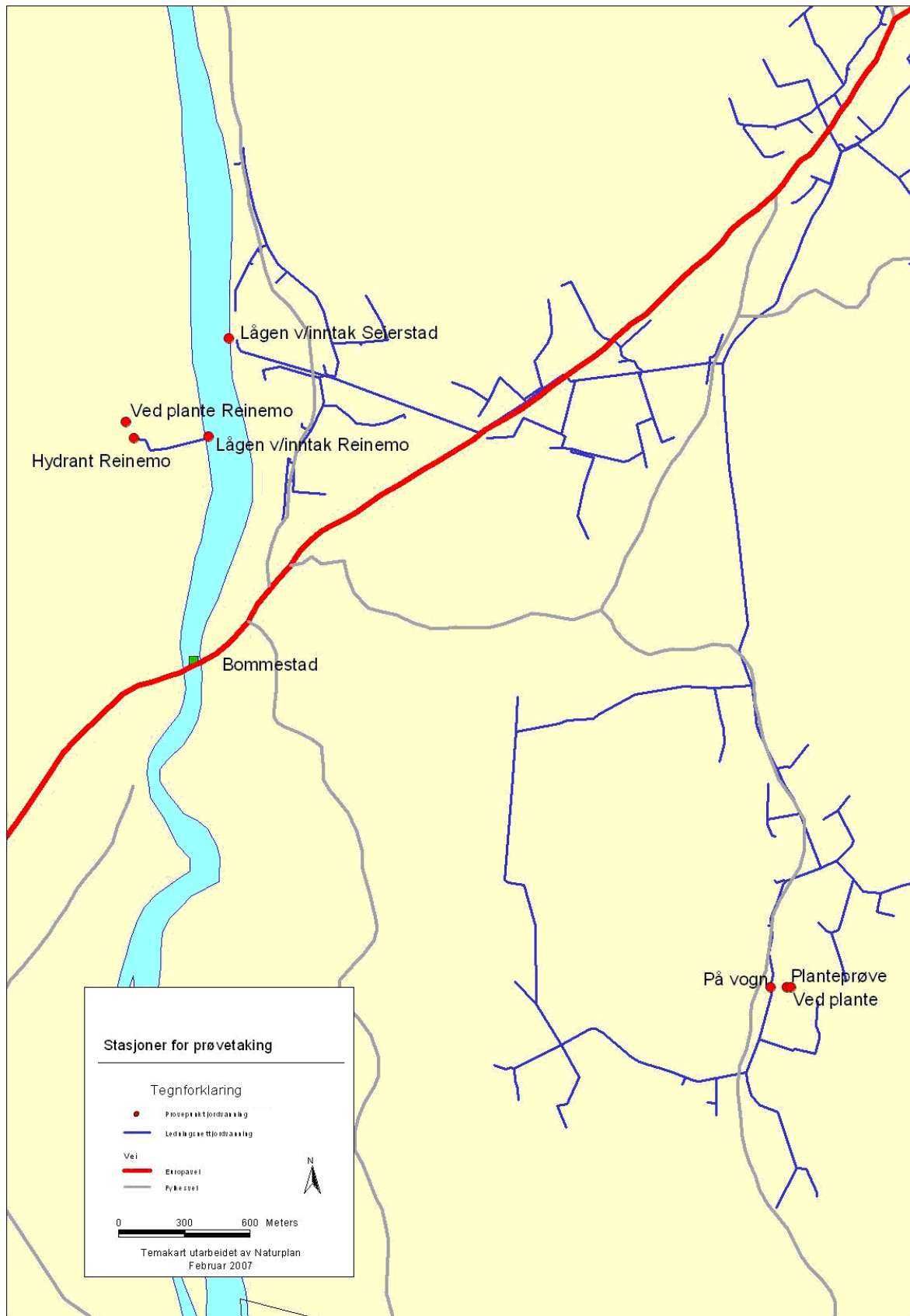
Bladprøven ble samlet inn i en ny, gjennomsiktig ”brødpose” like etter at vandusjen hadde passert bladet. Bladet ble holdt opp slik at vanningsvann rant av, men det ble ikke ristet. Bladet ble samlet inn ved at brødposen ble vrent over hånden og brukt som en hanske. Posen ble vrent tilbake over bladet og knytt igjen. Alle prøver ble umiddelbart etter innsamling skjermet for sollys og transportert i kjøleboks til laboratorium for analyse. For årene 2005-2007 ble prøvene analysert av EUROFINS Norge avd. Larvik. For 2008 er prøvene analysert av VestfoldLAB AS, Åslyveien 21, 3170 SEM.

På anlegget Reinemo er det tatt prøver på 6 forskjellige dager fordelt på en i 2005, 2 i 2006 og 3 i 2008. For Hedrum / Tjølling jordvanning er det i tillegg tatt en prøve i 2007, altså til sammen 7 prøvetakinger (tabell 1). Hver gang ble det tatt en prøve ved inntaket i Lågen, en prøve ved vannspreder og en ved plantene. I 2007 og 2008 ble det på hvert sted tatt tre parallelle prøver hver gang, d.v.s. til sammen 9 prøver pr anlegg pr dag. De forutgående årene ble det bare tatt en prøve (3 prøver pr anlegg pr dag). Det viste seg imidlertid praktisk vanskelig å få tatt 3 eller flere vannprøveserier gjennom vanningsseasonen. Hovedårsaken er at det ofte vannes i relativt korte perioder og med ujevne mellom og også til forskjellig tider på de to anleggene. Derfor ble det fra 2007 tatt flere prøver samme dag og over flere påfølgende dager.

Vannprøvene tatt ved plante ved Håkestad 31/7 2008 er utelatt ved analysen da resultatene tyder på at prøven er forurenset. Ved Håkestad er det tatt ut planteprøve i 2005, 2006 og 2008 som i tillegg til TBK også er analysert spesielt for e-coli. I 2008 ble det tatt 3 slike parallelle planteprøver samtidig. De andre to årene ble det tatt en prøve pr gang. Det ble ikke analysert på planteprøver 2 og 4 dager etter vanning da det i praksis viste seg at det ikke ble påvist TKB på planteprøven tatt ut ved vanning.

Tabell 1. Dato for prøvetaking på de to anleggene (totalt antall prøver i parentes, ”pl” referer til antall planteprøver).

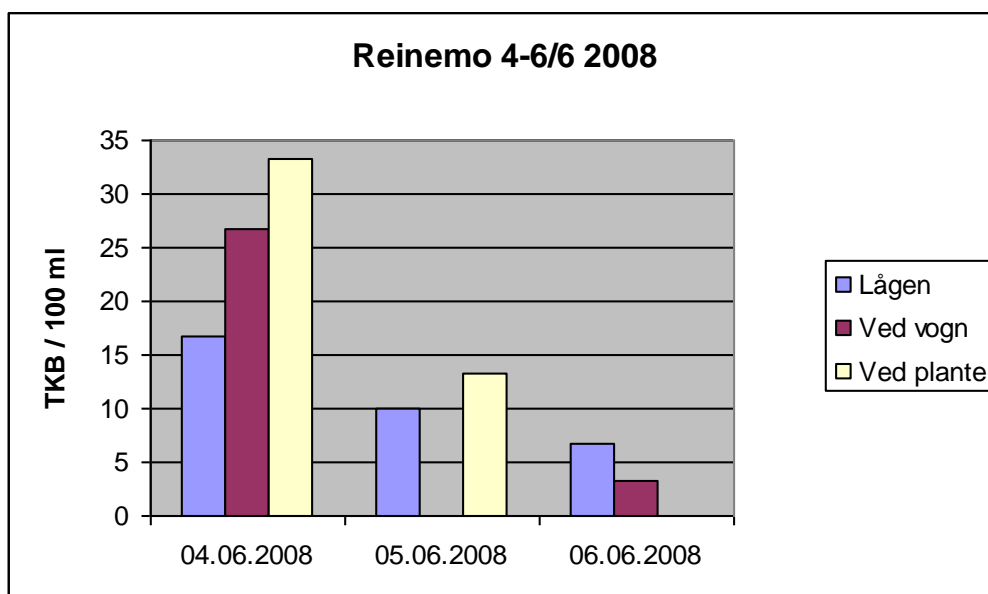
Reinemo vanningsanlegg	13/7-05 (3)	15/6-06 (3)	7/7-06 (3)		4/6-08 (9)	5/6-08 (9)	6/6-08 (9)
Tjølling/Hedrum jordvanning	12/7-05 (3+2pl)	15/6-06 (3)	7/7-06 (3+1pl)	30/8-07 (9)	3/7-08 (9)	29/7-08 (9)	31/7-08 (9+6pl)



Figur 1. Oversiktskart over anlegg og hovedstasjoner for prøvetaking. Stasjonen "Ved plante" og "Planteprøve" varierte noe fra år til år. Stasjonene hos Martinsen er ikke vist på kartet.

Resultater

Ved å ta tre parallelle prøver i 2007 og 2008, er det vist at lave verdier, tilfeldigheter og måleusikkerhet resulterer i forskjell i resultatene av prøver tatt samtidig på samme sted på opptil 300%. Dette ligger imidlertid innenfor feilmarginen analyselaboratoriet oppgir for metoden (opptil 10 ganger forskjell). Snittet av 3 prøver gir dermed et mer presist resultat enn enkeltprøver.

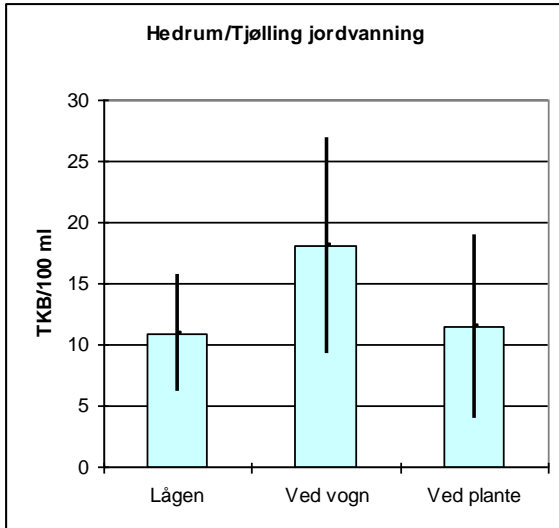


Figur 2. Antall TKB målt i Reinemo vanningsanlegg i perioden 4-6/6 2008. Det er tatt 3 parallelle prøver på hvert sted hver dag. Figuren viser snittet.

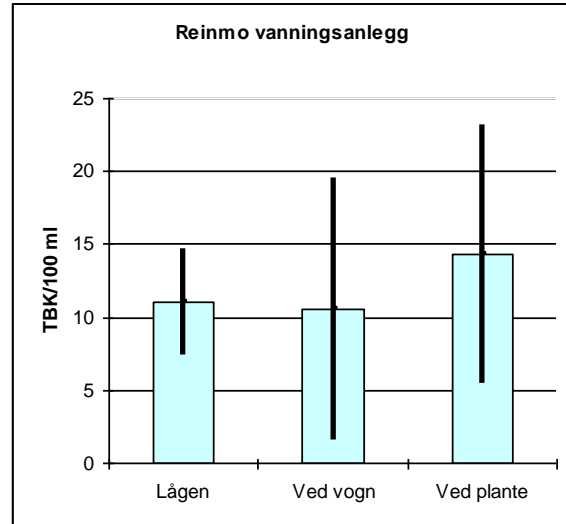
Resultatene fra 2008-målingene ligger omtrent i samme størrelsesorden som tidligere år (vedlegg 1). Målingene på Reinemoanlegget viser verdier opptil 33 TKB / 100 ml. Vi ser også at det er fallende tendens på alle tre målepunktene over de tre dagene prøvene ble tatt ut (figur 2). Resultatene fra Hedrum / Tjølling jordvanning viser også forholdsvis lave verdier for uten vannprøvene tatt ved plante 31/7 (vedlegg 1). Disse prøvene må på en eller annen måte ha blitt forurenset siden det ikke er unormalt høye verdier i noen av de andre prøvene samme dag verken i Lågen-prøvene, ved vanningsvogna eller på plantematerialet. Høyeste verdi er målt til 40 TKB/100 ml, 3/7 -08 ved vanningsvogna. Dette er den høyeste verdien registrert gjennom hele undersøkelsen. Samme dag ble det imidlertid ikke påvist TKB verken i Lågenprøvene eller ved planten. Dette kan indikere noe unøyaktighet i målingene.

Alle prøvene samlet fra hele undersøkelsesprogrammet gir ingen indikasjon på at bakteriekonsentrasjonen endres gjennom verken det store (figur 3) eller det lille anlegget (figur 4). Det er heller ingen signifikant forskjell mellom stort og lite anlegg i gjennomsnittlig bakteriekonsentrasjon målt ved vogn og plante (figur 5).

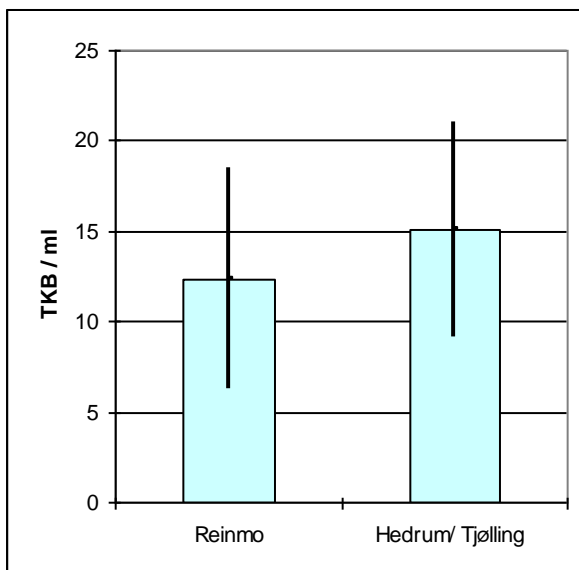
Det er verken påvist TKB eller E. coli-bakterier i noen av de 6 planteprøvene.



Figur 3. Gjennomsnittlig antall TKB målt i anlegget til Hedrum / Tjølling jordvanningsanlegg basert på 15 prøver på hvert sted (12 ved plante), fordelt på 7 ulike prøvetidspunkt og fordelt på 4 år (2005-2008). Mørk strek markerer 95% C.I.¹ for snittet.



Figur 4. Gjennomsnittlig antall TKB målt i Reinemo jordvanningsanlegg basert på 12 prøver på hvert sted fordelt på 6 ulike prøvetidspunkt og fordelt på 3 år (2005, 2006 og 2008). Mørk strek markerer 95% C.I. for snittet.



Figur 5. Sammenligning av gjennomsnittlig antall TKB målt i Reinemo vanningsanlegg (24 prøver) og Hedrum / Tjølling jordvanningsanlegg (27 prøver) for perioden 2005-2008. Prøvene er tatt ved vanningsvogn og plante. Mørk strek markerer 95% C.I. for snittet.

¹ Et 95% konfidensintervall angir intervallet vi med 95% sannsynlighet kan si at gjennomsnittet ligger innenfor. Med andre ord angir konfidensintervallet sikkerhetsmarginene.

Diskusjon

Tallene fra lågenovervåkingen (Rukke 2007) tyder på at man får særlig høye verdier av bakterier i nedbørsperioder om sommeren etter en lengre periode uten nedbør. Prøvene til denne undersøkelsen er tatt ut etter en lengre periode uten nedbør fordi det naturlig nok er da det vannes. Vi finner da også generelt lave TKB-verdier i inntaksvannet til vanningsanleggene.

I henhold til SFTs kriterier (SFT 1997) for egnethet til jordvanning (tabell 2), er alle prøvene for perioden 2005 – 2008 tatt i Lågen innenfor kriteriene for ”Egnet” til jordvanning eller bedre.

Tabell 2. SFTs klasser for egnethet til jordvanning.

Jordvanning		Egnethetsklasser			
Virkninger av:	Parametre	1 Godt egnet	2 Egnet	3 Mindre egnet	4 Ikke egnet
Næringssalter	Total fosfor, µg P/l Klorofyll a, µg/l	<11 <4	11 - 20 4 - 8	20 - 50 8 - 20	>50 >20
Tarmbakterier	Termot. koli. bakt. ant./100 ml Koliforme bakt. ant./100 ml	<2 <20	2 - 20 20 - 200	20 - 100* 200 - 1000*	>100* >1000*

* For vekster i kategori III tillates opp til 150 TKB og 1500 KB, se tekst.

Resultatene fra lågenovervåkingen og jordvanningsundersøkelsen viser at tidspunktet for uttak av vanningsvann er helt avgjørende for bakterieinnholdet i vannet og dermed også klassifiseringen av egnethet ihht SFTs kriterier. For enkelte prøvedatoer og stasjoner kan Lågen klassifiseres som både ”egnet” og ”godt egnet” (Rukke 2007). Videre indikerer resultatene at det i den perioden det faktisk vannes ofte er lave TKB-verdier i Lågen.

Konklusjon

Hovedkonklusjonene fra undersøkelsene er som følger:

- TKB-verdiene i Lågen er generelt lave når det vannes og ligger innenfor kravet til ”egnet for vanning”.
- TKB-verdiene i Lågen kan være svært mye høyere bare få dager etter at våre jordvanningsprøver er tatt. Høye verdier sammenfaller ofte med en nedbørsperiode etter en lengre tørkeperiode. Det drives sjelden jordvanning under slike forhold.
- Klassifisering av Lågens egnethet til jordvanning over en kortere periode (sommersesong) eller lengre periode (90-persentil for året) gir ikke et bilde av egnetheten den dagen det faktisk vannes.
- Det er ingen tendens i til at TKB-verdiene reduseres fra Lågen og fram til plante verken gjennom det store (lange) anlegget eller det lille.
- Det er ingen forskjell mellom det store og det lille anlegget når det gjelder TBK – verdi i vanningsvannet
- Det er ikke påvist TKB på nylig vannet plantemateriale

Litteratur

Rukke, N. A. (2007). Overvåkning av Numedalslågen i 2006. Rapport. Eurofins. Rapport 07/03. 78 s inkl. vedlegg.

SFT, (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn. Veileder 97:04. 31 s.

Simonsen, L. (2004). Jordvanning med vann fra Numedalslågen – Endringer av TKB-verdier gjennom et større vanningsanlegg. Grønn Dal samarbeidet. Rapport. 12s.

Simonsen, L. (2006). TKB-verdier i vanningsvann fra Numedalslågen. Naturplan. Rapport. 8s.

Simonsen, L. (2007). TKB-verdier i vanningsvann fra Numedalslågen. Rapport for vekstsesongen 2006. Naturplan. Rapport. 14s.

Simonsen, L. (2008). Jordvanning med vann fra Lågen – Årsrapport 2007. Naturplan. Notat. 5s.

Vedlegg 1

I tabellen er presentert analyseresultatene fra 2008.

Stort hos Martinsen TKB/100 ml		03.07.2008			
Prøve nr	1	2	3	snitt	
Lågen	0	0	0	0,0	
Ved vogn	40	30	50	40,0	
Ved plante	0	0		0,0	

Stort hos Håkestad TKB/100 ml		29.07.2008			
Prøve nr	1	2	3	snitt	
Lågen	0	0	20	6,7	
Ved vogn	10	0	10	6,7	
Ved plante	10	0	20	10,0	

Stort hos Håkestad TKB/100 ml		31.07.2008			
Prøve nr	1	2	3	snitt	
Lågen	10	30	20	20,0	
Ved vogn	10	30	0	13,3	
Ved plante	1000	2000	1000	1333,3	

Stort hos Håkestad 31.07.2008
TKB/g plantemasse

Prøve nr	1	2	3	snitt
E-coli	0	0	0	0,0
TBK	0	0	0	0,0

Alle tall i følgende tabeller: TKB/100 ml.

Lie 2008 04.jun

Anlegg:	Lite hos Øystein Lie			
Prøve nr	1	2	3	snitt
Lågen	10	20	20	16,7
Ved vogn	30	30	20	26,7
Ved plante	40	40	20	33,3

Lie 2008 05.jun

Anlegg:	Lite hos Øystein Lie			
Prøve nr	1	2	3	snitt
Lågen	10	20	0	10,0
Ved vogn	0	0	0	0,0
Ved plante	30	0	10	13,3

Lie 2008 06.jun

Anlegg:	Lite hos Øystein Lie			
Prøve nr	1	2	3	snitt
Lågen	10	0	10	6,7
Ved vogn	0	10	0	3,3
Ved plante	0	0	0	0,0