

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O-127/64.

Undersøkelser av vannprøver fra

Lågen og Mesna.

Saksbehandler: cand.real. J.E. Samdal.

Rapporten avsluttet 26.mai 1966.

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E:		Side:
1.	INNLEDNING	3
2.	PROBLEMSTILLING OG MÅLSETTING	4
3.	RESULTATENE AV UNDERSØKELSENE	4
3.1.	Tidligere kjemiske undersøkelser utført ved Statens Institutt for Folkehelse	4
3.2.	Kjemiske undersøkelser utført ved NIVA	5
3.3.	Bakteriologiske undersøkelser	8
4.	KONKLUSJON	8

T A B E L L E R:

1.	Enhetene for kjemiske analyseresultater	9
2.	Analyseresultatene av tidligere kjemiske undersøkelser utført ved Statens Institutt for Folkehelse	10
3.	Feltobservasjoner og resultatene av kjemiske undersøkelser utført ved NIVA	12
4.	Resultatene av bakteriologiske undersøkelser av vannprøver fra Lågen og Mesna. Utført av Statens mikrobiologiske Laboratorium, Lillehammer	17

1. INNLEDNING.

Den foreliggende rapport redegjør for resultatene av bakteriologiske og kjemiske undersøkelser av vannprøver tatt i Lågen og Mesna i tiden fra desember 1964 til desember 1965.

Undersøkelsene kom i stand etter henvendelse fra Byingeniøren i Lillehammer. For tiden forsynes Lillehammer med vann både fra Lågen og Mesna, men det er behov for sikrere og større vannforsyning, og planene for dette utredes av rådgivende ingeniør Elliot Strømme, Oslo.

Vannprøvene for kjemisk undersøkelse har vært tatt av herr Oddvar Olafsen ved byingeniørkontoret i Lillehammer, bortsett fra prøvetagningene den 12/7-65, som ble tatt av herr C. Høgsveen. Vannprøvene for kjemisk undersøkelse ble sendt fra Lillehammer til vårt laboratorium i Oslo for nærmere undersøkelse.

Samtlige bakteriologiske undersøkelser er blitt utført ved Statens Mikrobiologiske Laboratorium i Lillehammer, og resultatene er velvilligst stillet til vår disposisjon.

Prøvene for kjemiske og bakteriologiske undersøkelser ble tatt i Lågen ved Fåberg st. og i Mesna ved Kroken.

I forbindelse med undersøkelsene og prøvetagningene ble det foretatt en befaring av nåværende vannverk i Lågen og Mesna den 9/4-65. Følgende personer deltok i befaringsen:

Byingeniør	K. Urbye	Lillehammer,
avd.ingeniør	Røthe	" "
direktør	S. Pettersen	Lillehammer E-verk,
siv.ing.	E. Strømme	Oslo,
siv.ing.	V. Haffner	Statens Institutt for Folkehelse,
cand.real.	J.E. Samdal	NIVA.

2. PROBLEMSTILLING OG MÅLSETTING.

Prinsipielt kan vannforsyning til Lillehammer baseres på følgende råvannskilder:

1. Lågen.
2. Mesna.
3. Infiltrasjonsvann fra Lågens nedre del.
4. Mjøsa.

Lågen er kanskje den mest aktuelle vannkilde for Lillehammer i fremtiden. Vannet i Mesna-vassdraget er i stor utstrekning forhåndsdisponert til kraftverksformål, og Lillehammer kommune regner ikke med å disponere tilstrekkelige mengder drikkevann fra Mesna. Mulighetene for å benytte infiltrasjonsvann fra Lågens nedre del undersøkes for tiden av Norges Geologiske Undersøkelse. Mjøsa som råvannskilde har ikke vært vurdert i rapporten "Lillehammer kommunes fremtidige vannforsyning" (siv.ing. Elliot Strømme A/S av 23/2-65.) Målsettingen med prøvetagningene og undersøkelsene av vannprøver fra Lågen og Mesna har vært å skaffe en oversikt over kvaliteten av vannet i disse to vassdrag både bakteriologisk og kjemisk. En slik kvalitetsoversikt ble ansett som nødvendig, særlig i forbindelse med påtenkte renseanlegg ved fremtidig utvidelse av vannforsyningen for Lillehammer.

3. RESULTATENE AV UNDERSØKELSENE.

Enhetene for resultatene fra de kjemiske undersøkelser står oppført i tabell 1. Undersøkelsene er utført etter våre standardforskrifter for kjemiske undersøkelser.

3.1. Tidligere kjemiske undersøkelser utført ved Statens Institutt for Folkehelse.

Tidligere undersøkelser av vannprøver fra Lågen og Mesna er utført ved Statens Institutt for Folkehelse. Resultatene av disse undersøkelsene står oppført i tabell 2. I kommentarene til analyseresultatene påpekte overingeniør V. Haffner at vannkvaliteten i Lågen er mindre humuspåvirket enn i Mesna. Overingeniør V. Haffner henledet videre oppmerksomheten på at

vannkvaliteten både i Lågen og Mesna kan variere etter nedbørs- og flomforhold.

3.2. Kjemiske undersøkelser utført ved NIVA.

Feltobservasjonene og analyseresultatene står i tabell 3. Tallmaterialet i tabell 3 er såpass stort at det tillater en bearbeidning etter enkle statistiske retningslinjer. Det er særlig tallmaterialets aritmetiske middeltall og spredningen omkring middeltallet som har interesse.

Aritmetisk middeltall har vi beregnet ut fra følgende formel:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum X_i$$

der N er antall observasjoner og X_i er enkeltobservasjoner. Videre har vi beregnet tallmaterialets spredning eller standardavviket ved uttrykket:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N} \sum X_i^2 - \bar{X}^2}$$

Variasjonene i tallmaterialet er gitt ved variasjonskoeffisienten:

$$C_v = \frac{s \cdot 100}{\bar{X}}$$

I Lågen og Mesna er det særlig følgende fysikalsk - kjemiske egenskaper ved vannet som har betydning:

1. Temperatur.
2. Innhold av svevepartikler.
3. Humusinnhold.
4. Jern og mangan.
5. Mineralske bestanddeler.

Innholdet av svevepartikler uttrykkes ved verdiene for sedimenterbare stoffer, turbiditet og farge. Humusinnholdet av vannet kommer best til uttrykk ved verdiene for farge og permanganattall, mens innhold av mineralske bestanddeler illustreres ved vannets spesifikke ledningsevne, hårdhet og alkalitet ved siden av verdiene for magnesium og klorid.

I den følgende tabell er sammenstillet antall observasjoner, aritmetisk middel og variasjonskoeffisienten for de viktigste fysikalsk-kjemiske egenskaper ved vannet i Lågen og Mesna:

	Lågen			Mesna		
	N	\bar{X}	C_v	N	\bar{X}	C_v
Temp.	25	7,0	68	25	7,9	60
pH	26	7,0	37	26	6,8	3,2
Sp. ledn. evne	26	26,7	20	26	22,8	5,7
Farge, ufilt.	26	17	39	26	38	16
" filt.	24	9	54	24	30	21
Turbiditet	26	2,2	65	26	1,1	80
Perm. tall	26	1,5	50	26	5,1	14
Hårdhet	7	7,5	16	7	5,9	8,8
Alkalitet	7	2,9	13	7	2,1	19
Jern	24	70	62	24	90	16

På grunnlag av verdiene i tabellen kan vi kommentere vannets fysisk-kjemiske egenskaper (Pkt. 1-5 s.6) på følgende måte:

Vannets temperatur.

Temperaturen av vannet i Lågen og Mesna var praktisk talt den samme, og middeltallet og variasjonskoeffisientene var av samme størrelsesorden.

Turbiditet.

Turbiditeten i Lågen var gjennomgående høyere enn i Mesna, men den varierte mer i Mesna enn i Lågen.

For 4 prøvetakningers vedkommende foretok vi en mikroskopisk undersøkelse av svevepartiklene i Lågen og Mesna. Resultatene av disse undersøkelsene kan sammenstilles slik:

Dato/år	Resultat av mikroskopisk undersøkelse	
	Lågen	Mesna
31.5.65.	Biologiske partikler og leire	Vesentlig partikler av biologisk natur
8.6.65.	Biologiske partikler og leire	Vesentlig partikler av biologisk natur
14.6.65.	Biologiske partikler og store mengder leire	Vesentlig partikler av biologisk natur
21.6.65.	Forholdsvis mye leire	Vesentlig partikler av biologisk natur, men enkelte partikler som kan være leire

Partikkelmengden i Mesna var vesentlig av biologisk natur, mens partikkelmengden i Lågen besto av relativt store mengder leire ved siden av partikler med biologisk opprinnelse. I hovedtrekkene var de største av partiklene 20-30 μ , mens de minste partikler var mindre enn 10 μ . Leirfraksjonen av partikkelmengden i Lågen opptrådte under sommerflommen, og resultatene viste klart at leiren ikke sedimenterte i Tosna.

Humusinnhold.

Humusinnholdet var gjennomgående betydelig større i Mesna enn i Lågen slik som uttrykt ved farge- og permanganattallene, men variasjonene i humusinnhold var større i Lågen enn i Mesna. Differansen av fargemiddeltallene på ufiltret og filtrert prøve var i begge tilfelle 8 mg Pt/l og således i overensstemmelse med at mengden av svevepartikler i de to elvene var av samme størrelsesorden.

Jern og mangan.

På middeltallsbasis var innholdet av jern og mangan i Lågen og Mesna lavt.

Mineralske bestanddeler.

Innholdet av mineralske bestanddeler var noe høyere i Lågen enn i Mesna. Forskjellen var imidlertid så liten at man kan anse den for å være uten praktisk betydning for vannverksdrift.

3.3. Bakteriologiske undersøkelser.

Resultatene av de bakteriologiske undersøkelser står i tabell 4. Aritmetisk middeltall, antall bestemmelser og variasjonskoeffisientene fremgår av denne tabellen:

	Colif./100 ml			Bakt.tall /ml		
	N	\bar{X}	C_v	N	\bar{X}	C_v
Lågen	25	176	100	24	31	96
Mesna	26	10	105	24	12	79

Resultatene av de bakteriologiske undersøkelser viste at vannet i Lågen og Mesna ikke tilfredsstillende kravene til drikkevann uten forutgående rensing.

4. KONKLUSJON.

1. Vannet i Lågen inneholdt til enkelte tidspunkter svevende leirpartikler, mens innholdet av humus gjennomgående var relativt lavt i løpet av undersøkelsesperioden. Med desinfeksjonsmidler kan man trolig, iallefall til enkelte årstider, ikke oppnå helt tilfredsstillende bakteriologisk kvalitet uten først å fjerne partikkelmengden ved kjemisk felling (fullrensing).

2. Vannet i Mesna er humuspåvirket og innholdet av svevepartikler kan variere alt etter nedbør- og flomforhold. Det er bare kjemisk felling som vil gi markant kvalitetsbedring i kjemisk henseende. Bakteriologisk sett er vannet av en slik kvalitet og forholdene i nedbørfeltet så usikre at bare desinfeksjon i kombinasjon med fullrensing vil gi helt betryggende forhold.

Tabell 1.

Enhetene for kjemiske analyseresultater.

<u>Analysekomponent:</u>	<u>Enhet:</u>
Temperatur	°C
Sedimenterbare stoffer	ml/l
Surhetsgrad	pH
Spesifikk ledningsevne	$10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
Farge	mg Pt/l
Turbiditet	mg SiO ₂ /l
Permanganattall	mg O/l
Hårdhet	mg CaO/l
Alkalitet	ml N/10 HCl/l
Klorid	mg Cl/l
Sulfat	mg SO ₄ /l
Ammoniakk	mg N/l
Alkylbensensulfonat (ABS)	mg Manoxol OT/l
Mangan	mg Mn/l
Jern	µg Fe/l
Magnesium	mg Mg O/l

Tabell 2.

Analyseresultatene av tidligere kjemiske undersøkelser utført ved Statens Institutt for Folkehelse.

Mesna.

mottagn. dato/år	utseende	Farge	pH	Perr. tall	Spes. ledn. evne	Oppl. mg/l min. salter beregn.	Klorid ikke påvist	Ammoniakk <0,05	Nitrat ikke påvist	Jern 40	Mangan 0,02	Hårdhet (total) 5,0	Hårdhet (bikarbonat) 2	Sulfat ikke påvist	Nitritter ikke påvist	Alk. 0,8
7/ 7-64	litt grums ellers klart	25	7,0	4,5	25,9	15	ikke påvist	<0,05	ikke påvist	40	0,02	5,0	2	ikke påvist	ikke påvist	0,8
4/ 8-64	antydning til grums ellers klart	35	6,7	5,7	26,3	15	"	<0,05	"	80	0,03	6,0	2	"	"	0,8
8/ 9-64	"	30	6,8	5,4	26,4	15	"	<0,05	"	70	0,03	6,0	4	"	"	1,3
13/10-64	"	30	6,5	6,2	23,6	13	"	<0,05	"	120	0,07	5,0	1	"	"	0,5
6/11-64	"	30	6,8	5,6	25,4	14	"	<0,05	"	60	0,01	9,0	2	"	"	0,8

Tabell 2 (forts.)

Analyseresultatene av tidligere kjemiske undersøkelser utført

ved Statens Institutt for Folkehelse.

Lågen.

mottagn. dato/år	Utseende	Farge	pH	Perm. tall	Spes. ledn. evne	Oppl. mg/l min. salter beregnet.	Klorid	Ammo- niakk	Nitrat	Jern	Mangan	Hårdhet (total)	Hårdhet (bikar- bonat)	Sulfat	Nitritter	Alk.
7/ 7-64	litt grums ellers klart	5	7,0	1,5	27,8	15	ikke påvist	<0,05	ikke påvist	160	0,01	6,0	4	ikke påvist	ikke påvist	1,3
4/ 8-64	antydning til grums ellers klart	10	6,7	1,5	23,4	13	"	<0,05	"	100	ikke påvist	6,0	2	"	"	0,8
8/ 9-64	"	10	6,9	2,3	24,4	14	"	<0,05	"	80	"	7,0	5	"	"	1,3
13/10-64	"	10	6,3	1,6	28,6	16	"	<0,05	"	120	0,02	6,0	4	spor	"	1,3
6/11-64	"	10	7,0	1,8	36,5	20	"	<0,05	"	60	0,01	8,0	5	ikke påvist	"	1,8

Tabell 3.

Feltobservasjoner og resultatene av kjemiske undersøkelser utført ved NIVA.

Prøvetagn. dato/år	7/12-64		4/1-65		1/2-65		1/3-65		Mesna		Mesna		klorert
	Lågen	Mesna	Lågen	Mesna	ukl.	klorert	ukl.	klorert	ukl.	klorert	ukl.	klorert	
Vann- temp.	12,05	10,50	12,40	10,30	14,00	14,30	12,25	13,20	12,30	13,05	10,40	13,05	11,40
Vannføring m ³ /s	-	-	-	3,0	2,0	-	3,0	-	0,3	1,3	0,3	1,3	2,1
Sed.stoff	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	x)	<0,1	-	-
pH	7,2	7,0	6,8	6,2	7,2	7,1	6,9	6,6	7,0	7,0	6,8	7,0	6,7
Sp.ledn.evne	33,1	22,0	33,3	23,3	29,6	30,0	24,3	28,9	30,4	27,5	23,0	27,5	22,4
Farge ufilt.	25	58	9	41	17	8	44	49	17	6	46	6	41
Farge filt.	-	-	-	-	4	4	39	39	6	0	41	0	39
Turbiditet	6,7	4,9	1,9	1,7	1,6	1,0	0,8	1,0	3,0	0,63	0,72	0,63	0,48
Perm.tall	2,1	5,4	2,5	5,8	1,4	0,90	5,9	5,9	1,4	0,76	5,7	0,76	5,3
Hårdhet	8,2	5,0	7,5	6,5	7,1	6,8	6,0	5,5	5,5	5,5	6,1	5,5	6,1
Alkalitet	3,1	2,1	3,0	2,1	2,4	2,4	1,8	1,7	2,7	2,7	2,1	2,7	1,9
Jern	240	140	80	100	50	50	60	60	70	50	70	50	80
Mangan	x)	x)	x)	x)	x)	x)	x)	x)	x)	x)	x)	x)	x)
ABS	0,05	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magnesium	0,72	0,14	0,86	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Klorid	x)	x)	1,48	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-

x) ikke påvist

Tabell 3 forts.

Prøvetagn. dato/år	Lågen		Mesna		Lågen		Mesna		Lågen	Mesna	Lågen	Mesna
	ukl.	klorert	ukl.	klorert	ukl.	klorert	ukl.	klorert				
	31/3-65		26/4-65		24/5-65		31/5-65					
Vann- temp. °C	13,05	13,30	10,50	11,55	11,40	12,00	10,00	11,00	9,35	7,45	10,35	11,15
Vannføring m ³ /s	0,1	1,2	1,8	3,5	1,2	1,3	2,3	3,7	5,7	5,5	7,8	7,2
Sed.stoff	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	415	-
pH	6,3	6,9	6,9	6,9	7,0	7,1	6,7	6,8	7,0	6,8	7,1	6,9
Sp.leddn.evne	38,2	29,4	23,4	23,1	31,0	33,0	26,5	27,9	34,2	22,8	31,1	22,6
Farge ufilt.	23	10	41	40	15	12	46	44	22	38	30	35
Farge filt.	9	5	34	34	8	6	38	37	19	13	18	29
Turbiditet	2,7	0,98	0,96	0,64	0,72	0,88	2,1	0,96	1,4	1,1	1,7	0,80
Perm.tall	3,4	0,59	5,7	5,4	1,1	0,36	6,1	5,9	2,6	5,0	2,6	4,7
Hårdhet	8,6	5,8	5,7	5,5	7,3	7,5	6,3	6,3	8,5	5,4	2,6	4,7
Alkalitet	2,7	2,3	2,1	1,9	2,9	3,0	2,4	2,3	3,7	2,3	2,6	4,7
Jern	150	50	80	90	50	50	120	140	110	110	18	29
Mangan	0,03	x)	<0,01	0,02	x)	x)	x)	x)	x)	x)	0,05	0,05
Filterbart materiale som tørrestoff mg/l												0

x) ikke pårisset

Tabell 3 (forts.)

Prøvetagn. dato/år	8/6-65		14/6-65		21/6-65		28/6-65		12/7-65		19/7-65	
	Lågen	Mesna	Lågen	Mesna	Lågen	Mesna	Lågen	Mesna	Lågen	Mesna	Lågen	Mesna
Vann-kl.	11,45	10,20	10,15	10,55	11,35	10,05	10,40	10,05	10,26	11,10	11,35	10,20
temp. °C	10,7	12,5	12,0	8,8	9,8	13,6	10,7	12,4	10,2	12,5	13,8	15,7
Vannføring m ³ /s	756		1028		802		786		289		319	
pH	7,0	6,8	7,1	6,9	6,8	6,9	7,0	6,8	7,1	6,9	7,1	6,8
Sp. ledn. evne	25,1	22,5	21,7	22,0	22,4	18,6	13,6	22,2	25,6	23,9	22,3	23,0
Farge ufilt.	25	34	28	40	23	40	18	44	15	40	10	35
Farge filt.	15	27	14	35	11	30	9	40	9	36	5	28
Turbiditet	3,9	0,88	4,4	0,80	4,5	0,96	3,0	0,63	1,6	0,9	1,2	1,0
Perm. tall	2,1	4,7	2,0	5,4	2,3	5,6	1,0	6,2	1,4	5,4	0,5	3,9
Jern	75	95	83	98	58	100	83	90	49	88	32	85
Mangan	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Filterbart materiale som tørrstoff	1,1	0,2	4,2	1,1	2,5	0,5						

Tabell 3 (forts.)

Prøvetagn. dato/år	25/10-65		8/11-65		22/11-65		6/12-65		20/12-65	
	Lågen	Mesna	Lågen	Mesna	Lågen	Mesna	Lågen	Mesna	Lågen	Mesna
Vann- temp.	11,45	10,30	10,05	11,35	10,25	12,00	12,30	10,35	12,15	10,25
Vannføring m ³ /s	5,7	5,6	2,6	3,3	3,0	2,0	0	4,0	1,0	3,0
pH	9,1	6,7	10,3	6,8	8,5	6,8	85	6,7	89,6	6,6
Sp. ledn. evne	7,1	22,4	7,1	23,2	7,2	22,4	7,0	22,7	6,7	23,0
Farge ufilt.	28,0	31	30,5	35	29,7	31	28,8	35	27,8	31
filt.	11	24	9	29	2	24	4	30	2	27
Turbiditet	0,88	0,48	1,1	1,2	0,88	0,40	0,56	0,72	0,56	0,31
Perm. tall	0,80	4,2	1,6	5,0	0,92	5,0	1,3	5,7	1,2	5,5
Jern	33	50	45	63	43	103	25	58	45	70

Tabell 4.

Resultatene av bakteriologiske undersøkelser
av vannprøver fra Lågen og Mesna.

Utført av Statens mikrobiologiske Laboratorium, Lillehammer.

Dato/ år	Lågen		Mesna	
	Bakt.tall/ ml	Colif.(pres)/ 100 ml	Bakt.tall/ ml	Colif.(pres)/ 100 ml
14/12-64		156		5
4/ 1-65	62	71	2	1
18/ 1-65	93	82	5	4
1/ 2-65	14	33	3	0
15/ 2-65		41		27
1/ 3-65	19	56	2	2
15/ 3-65	14	28	1	1
31/ 3-65	2	1	8	17
26/ 4-65	69	500	7	18
10/ 5-65	116	542	10	5
24/ 5-65	45	19	9	1
8/ 6-65	33	542	25	13
21/ 6-65	19	56	36	16
5/ 7-65	11	50	21	20
19/ 7-65	14	105	16	21
1/ 8-65	13	120	32	14
23/ 8-65	7	130	27	28
30/ 8-65	20		15	40
13/ 9-65	19	445	10	13
27/ 9-65	34	336	20	5
11/10-65	74	348	7	1
25/10-65	7	105	4	0
8/11-65	21	185	4	1
22/11-65	12	32	5	0
6/12-65	16	326	5	5
21/12-65	20	185	4	1