

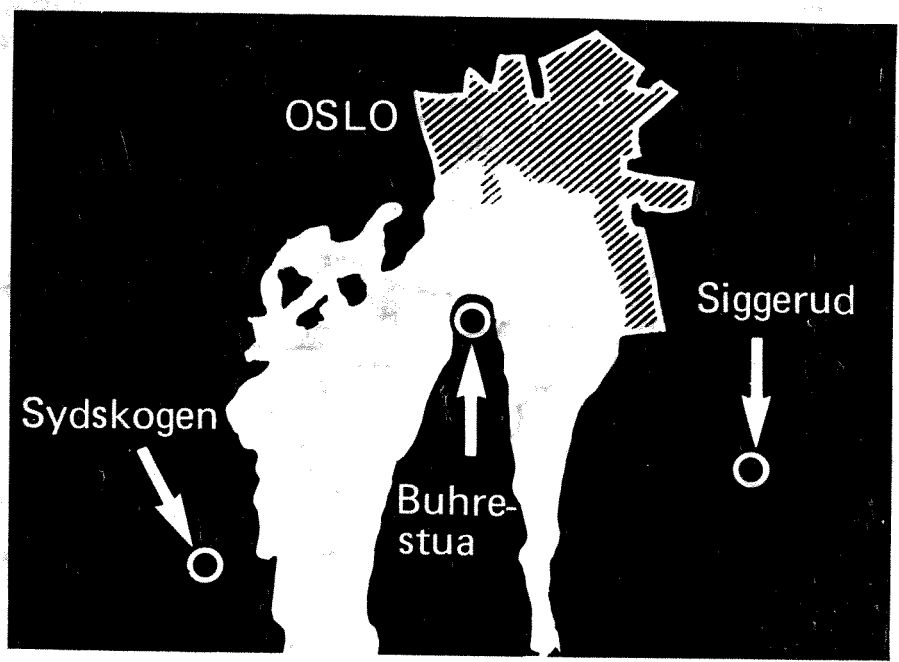
VA RAPPORRT 12|83

O-81041

Spillvannstap fra oppsamlingsnett

DELRAPPORT NR. 2

Automatisk overvåkning av vannforbruk og lekkasje som alternativ metode for beregning av tilføringsgrad.
Resultater fra undersøkelsene ved Sydkogen, Buhrestua og Siggerud



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Hovedkontor
Postadresse:
Postboks 333
0314 Oslo 3
Brekkeveien 19
Telefon (02)23 52 80

Sørlandsavdelingen
Postadresse:
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041)43 033

Østlandsavdelingen
Postadresse:
Rute 866, 2312 Ottestad
Postgiro: 4 07 73 68
Telefon (065)76 752

Rapportnummer: 0-81041
Undernummer: III
Løpenummer: 1705
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Spillvannstap fra oppsamlingsnett. Delrapport 2. Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje som alternativ metode for beregning av tilføringsgrad. Resultater fra undersøkelsen ved Sydskogen, Buhrestua og Siggerud. VA-12/83	Dato: 15. desember 1984
	Prosjektnummer: 0-81041
Forfatter (e): Lasse Vråle	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område: Akershus
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: A/S De-No-Fa og Lilleborg Fabriker Statens forurensningstilsyn (SFT) Boliden Kemi A.B.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Det er gjennomført automatisk overvåking av vannlekkasjer i tre områder, Sydskogen, Buhrestua og Siggerud. Resultatene fra målingene er presentert. Rapporten beskriver en alternativ metode for beregning av tilføringsgrad i områder hvor det ekte vannforbruket er kjent. Denne metoden er ikke avhengig av teoretiske spesifikke tall for forurensningsproduksjon, og tar hensyn til pendler forholdene.

4 emneord, norske:
1. Spillvannstap
2. Oppsamlingsnett
3. Tilføringsgrad
4. Vannlekkasje
VA-12/83

4 emneord, engelske:
1. Load of pollution
2. Collection system
3. Degree of collection
4. Water Leakage

Prosjektleder:

Lasse Vråle

Divisjonssjef:

Oddvar Lindholm

For administrasjonen:

J. E. Samdal
Kon. O. O. O.

ISBN 82-577-0888-7

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
OSLO

0 - 81041

SPELLVANNSTAP FRA OPPSAMLINGSNETT
Delrapport nr. 2

Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje
som alternativ metode for beregning av tilføringsgrad
Resultater fra undersøkelene ved
Sydskogen, Buhrestua og Siggerud

Oslo, 15. desember 1984
Saksbehandler: Siv.ing. Lasse Vråle

F O R O R D

Denne rapporten utgjør del 2 av i alt 4 delrapporter utført under prosjektet 0-81041 "Spillvannstap fra oppsamlingsnett". Prosjektet tar utgangspunkt i programforslag, datert 20. februar 1981, og har til hensikt å bringe klarhet i hva som skjer med det spillvannet som ikke kommer frem til rensesanlegget, med særlig vekt på fosfortapet. Man tok opprinnelig sikte på å studere spillvannstapet fra følgende type felter:

- Hovedsakelig fjellgrøfter
- Hovedsakelig leirgrøfter
- Hovedsakelig sand- og jordgrøfter.

Men parallelt ønsket man å kontrollere om spillvannstapet som beregnes ved tilføringsgradmålinger virkelig er så stort som SFTs statusrapport, datert august 1981, tydet på. Derfor ble det bestemt at de spesifikke forurensningsmengdene som benyttes ved slike beregninger skulle kontrolleres i et 100 prosent tett felt. Dette er beskrevet i delrapport 1, og undersøkelsen er gjennomført ved Sydsbogen i Røyken kommune i perioden fra 19. oktober 1981 til 19. april 1982, altså nøyaktig i et halvt år. Delrapport 3 tar for seg et lukket nedbørfelt hvor det er mulig å kontrollere både oppsamlet spillvannsmengde og det spillvannstapet som når bekkeresipienten nedenfor tettstedet. Delrapport 4 studerer hvordan spillvannstapet fra oppsamlingsnettet påvirker grunnvannet.

Denne rapport (delrapport 2) kan betraktes som et tilleggsprodukt fra spillvannstap prosjektet. De vellykkede målingene av vannforbruket innenfor undersøkelsesområdene gjorde det mulig å måle det ekte vannforbruket (totalt forbruk minus lekkasjer). Disse målingene gav en mulighet for å måle tilføringsgrad på en ny alternativ metode som er presentert i rapporten. Disse resultatene var så interessante at det virket naturlig å gjøre disse bedre kjent ved å utgi en egen rapport. Siden det ikke er bevilget midler for å videre-utvikle metoden foreløpig, og det dessuten var noe trangt å få avsluttet det ordinære prosjektet, kan rapporten bære preg av dette.

Det er avholdt 11 styringsmøter i prosjektet med løpende fremdriftsrapportering. Det ble etter hvert foretatt en del endringer i det opprinnelige programforslaget. Følgende delrapporter er tidligere utgitt under prosjektet "Spillvannstap fra oppsamlingsnett":

Delrapport 1:

Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett, Sydsbogen, Røyken kommune.

Delrapport 3:

Spillvannstapets resipientpåvirkning i Siggerudgryta, Ski kommune.

Delrapport 4:

Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvaliteten Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune.

Oppdragsgiverne som har gjort det mulig å gjennomføre dette prosjektet, har vært:

	Økonomiske bidrag
A/S De-No-Fa og Lilleborg Fabriker	kr. 150.000
Boliden Kemi AB	" 150.000
Statens forurensningstilsyn (SFT)	" 150.000
Sum	<u>kr. 450.000</u>

Styremedlemmene i prosjektet har vært:

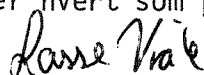
For A/S De-No-Fa og Lilleborg Fabrikker,
Christopher Magnus og Carl Rutland

For Boliden,
Carl Axel Melkersson

For SFT,
Jostein Skjefstad, Lasse Bræin og Simon Haraldsen.

Jeg ønsker å få rette en takk til firmaet ENDRESS & HAUSER A/S som villig stilte en telletrykker gratis til disposisjon for undersøkelsene. Til slutt ønsker jeg å takke styremedlemmene (i prosjektet) som representerer oppdragsgiverne for dette prosjektet og som har gjort det mulig å gjennomføre prosjektet. Styremedlemmene har vært meget aktive og har bidratt vesentlig med råd og bistand etter hvert som prosjektet har utviklet seg.

Oslo, desember 1984


Lasse Vråle

I N N H O L D

	Side:
FORORD	2
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	7
2. BESKRIVELSE AV METODER OG UTSTYR	9
2.1 Undersøkellesmetode	9
2.1.1 Svakheter i eksisterende metoder for tilføringsgrad, målinger og beregninger	9
2.1.2 Metodeprinsipp i ny alternativ metode for beregning av tilføringsgrad	10
2.1.3 Anvendelsesområde	13
2.1.4 Andre motiv for bruk av automatisk vannforbruk overvåking	13
2.2 Telletrykker	13
3. RESULTATER	15
3.1 Fra Sydskogen undersøkelsen	15
3.1.1 Innledning	15
3.1.2 Vannmåler og registreringsutstyr	15
3.1.3 Vannforbukets døgnvariasjoner	16
3.1.4 Nattforbruket	16
3.1.5 Konklusjoner fra Sydskogen undersøkelsen	20
3.2 Fra Buhrestua Varden undersøkelsen	21
3.2.1 Innledning	21
3.2.2 Måleresultater	22
3.2.3 Konklusjon fra undersøkelsene i Buhrestua rensedistrikt, Varden undersøkelsene	31
3.3 Fra Siggerud undersøkelsen	32
3.3.1 Innledning	32
3.3.2 Måleresultater	32
3.3.3 Konklusjoner fra undersøkelser ved Siggerud vannverk	39
3.3.4 Tilføringsgrad beregnet ut fra ekte vannforbruk	39
3.3.5 Sammenligning av tilførselsgrad-beregninger i Siggerud gryta	45
4. REFERANSER	48

T A B E L L E R

Tabell nr.:		Side:
1	Minimums-vannforbruk i Sydskogen boligområde mars 1982	18
2	Vannforbruk m ³ /h fra Varden høydebasseng mai 1982	29
3	Vannforbruk m ³ /h " -"- -"- juli 1982	30
4	Oversikt over perioder med vannforbrukmålinger ved Siggerud vannverk	34
5	Beregning av tilføringsgrad basert på masse-transport i Siggerud rensesanlegg høsten 1982 etter tradisjonelle metoder	41
6	Beregning av tilføringsgrad utfra ekte vannforbruk Siggerud vannverk ---	44
7	Beregning av tilføringsgrad utfra vannforbruk levert Siggerudtangen ---	45
8	Sammenligning av tilføringsgrad beregnet med tradisjonell metode, alternativ metode og målt fosfortap i resipienten	46

F I G U R E R

Figur nr.:		
1	Oversikt over vannets vandring fra hovedvannledning til innløp rensesanlegg	12
2	Telletrykker i WD 3600 serien	14
3	Vannforbrukets døgnvariasjoner Sydskogen 13.3.-18.3.82	17
4	Nattforbruk i Sydskogen 13.3.-19.3.1982	17
5	Timeforbruk for døgnene 4.5-9.5.82 Varden høydebasseng	23
6	Timeforbruk " " 9.7.-14.7.1982 Varden høydebasseng	23
7	Timeforbruk lørdager 8.5.-10-7-1982 Varden høydebasseng	24
8	Timeforbruk søndager 9.5.-11.7.1982 Varden høydebasseng	24
9	Timeforbruk mandager 10.5.-12.7.1982 Varden høydebasseng	25

Forts. figurer.

Figur nr.:		Side:
10	Timeforbruk tirsdager Varden høydebasseng	11.5.-13.7.1982 25
11	Timeforbruk onsdager Varden høydebasseng	12.5.-21.7.1982 26
12	Timeforbruk torsdager Varden høydebasseng	6.5.-15.7.1982 26
13	Timeforbruk fredager Varden høydebasseng	7.5.-16.7.1982 27
14	Totalt døgnforbruk og minimums vannforbruk 5.5.-1.6.82 og 3.7.-21.7.82 Varden høydebasseng	27
15	Siggerud tettsted med vannverk	32
16	Variasjoner døgnforbruk Siggerud vannverk 17.5.-22.5.1982	36
17	Variasjoner døgnforbruk 23.5.-28.5.1982	36
18	Variasjoner døgnforbruk 11.7.-16.7.1982	37
19	Variasjoner døgnforbruk onsdager 5.5.-7.7.-1982	37
20	Variasjoner døgnforbruk lørdager 8.5.-10.7.-1982	38
21	Variasjoner døgnforbruk søndager 9.5.-4.7.1982	38
22	Vannforbruk levert fra 4.5.-8.8.1982	40
23	Vannforbruk levert fra 1.8.-31.10.1982	40
24	Sammenligning av resultater fra tilføringsgrad- beregninger utført med tre forskjellige metoder i Siggerudgryta	47

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Bruk av telletrykkere i de tre undersøkelsesområdene Sydskogen (Røyken kommune), Buhrestua/Varden (Nesodden kommune) og Siggerud (Ski kommune) gav ideen om en alternativ metode for beregning av tilføringsgrad. Denne metoden er basert på forholdet mellom den ufortynnede spillvannsmengden som kommer frem til renseanlegget (målepunktet) og det ekte vannforbruket som leveres inn i rensedistriktet. Metoden er uavhengig av de omdiskuterte spesifikke forurensningsmengdene for å beregne forurensningsproduksjonen og tar hensyn til pendlereffekten, fordi det leverte vannforbruket er en funksjon av befolkningens tilstedeværelse.

Metoden er også mindre påvirket av unøyaktige målinger av spillvannsmengdene fordi vannmengdene reduseres fra et større tall til et noe mindre. Metoden krever imidlertid at man kan måle den totale vannmengden som går inn i rensedistriktet, og det er fortsatt nødvendig å ta representative blandprøver av spillvanns-konsentrasjonene ved målepunktene.

Telletrykkerne ble installert for å kunne overvåke vannforbruket i undersøkelsesområdene nøyaktig. De er programmerbare og trykker vannmengdene pr. valgbare tidsenheter digitalt. De er således skriverne fullstendig overlegne. Dette førte til at man fikk interessante opplysninger om vannforbruket og nattforbruket i tre forskjellige områder. Både for å gjøre disse vannforbruks-variasjonene bedre kjent og for å presentere bakgrunnsdata for de nye alternative metodene for beregning av tilføringsgrad, ble det foreslått å utgi denne rapporten.

Målingene i Sydskogen-prosjektet viser hvordan vannforbruket varierer i et felt med meget små lekkasjer. Dessuten viser målingene hvor mye av nattforbruket som kan ventes å være ekte. Konklusjonen fra disse målingene er vist i avsnitt 3.1.4. Hovedkonklusjonen fra denne undersøkelsen var:

Nattforbruket utgjør 0,36 l/p.h som er lite i forhold til hva som er opplyst i andre undersøkelser. Det kan dessuten virke som om dette nattforbruket hovedsakelig representerer ekte nattforbruk.

Målingene ved Varden høydemagasin i Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune, viser at måling med telletrykkere gir en glimrende mulighet for å overvåke vannforbruket og lekkasjevernmengden. Konklusjonen er vist i avsnitt 3.2.3. Hovedkonklusjonen er at lekkasjevernmengden er meget stor, ca. 58-60 prosent, og at nattforbruket har vist en økende tendens i undersøkelsesperioden.

Målingene i Siggerud viser både viktige opplysninger om vannforbruket, variasjoner og nattforbruket, konklusjonene er vist i avsnitt 3.3.3 I Siggerud utgjør nattforbruket 26,7 prosent.

I Siggerud ble det gjennomført beregninger av tilføringsgrad basert både på den tradisjonelle metoden og den her beskrevne alternative metoden. Resultatene av disse to metodene ble sammenlignet med måling av det resterende spillvannstapet som klarte å nå utløpet av overflateresipienten ut av Siggerudgryta. Denne undersøkelsen gav følgende konklusjoner:

1. Den alternative metoden for beregning av tilføringsgrad som er basert på forholdet mellom ufortynnet spillvann oppsamlet ved renseanlegget og ekte vannforbruk levert fra vannverket, virker lovende og gir sammenlignbare resultater med tradisjonelle metoder.
2. Tilføringsgraden i undersøkelsesperioden har variert i samsvar med nedbør-omfanget i perioden og gav i gjennomsnitt henholdsvis 76 prosent og 75 prosent tilføringsgrad for tradisjonell og alternativ metode.
3. Det målte fosfortapet fra tettstedet som er påvist i overflateresipienten ut fra Siggerudgryta, er mindre enn tilføringsgrad-målingene skulle tilsi, i gjennomsnitt 10-11 prosent. De ukentlige målingene viser store variasjoner med små fosfortap i tørre uker og større tap i nedbør-rike uker.
4. Den mest sannsynlige årsaken til at fosforutslippet er mindre enn tilføringsgrad-beregningene tilsier, er tilbakeholdelse i jordsmonnet, men justeringer i forutsetningene kan også føre til at tilføringsgradene er høyere enn beregnet.

2. BESKRIVELSE AV METODER OG UTSTYR

2.1 Undersøkellesmetode

2.1.1 Svakheter i eksisterende metoder for tilføringsgrad, målinger og beregninger

Beregning av tilføringsgrad for spillvann til renseanlegg er beskrevet i NIVA-rapport 0-116/76 i 1978 (1). Det har hele tiden vært klart at spillvannsmengden slik den kommer frem til renseanlegget, har liten forbindelse med vannforbruket i et område fordi:

1. Mange boliger foreløpig ikke er knyttet til oppsamlingsnettet for spillvann på tross av felles vannforsyning. Årsaken er enten manglende utbygd oppsamlingsnett eller feilkobling.
2. For boliger som er forsøkt tilknyttet, kommer spillvannet ikke frem til renseanlegg på grunn av at det lekker ut av oppsamlingsnettet på veien til renseanlegget.
3. Den mindre andelen av spillvannet som til slutt kommer frem til renseanlegget, blir imidlertid ofte fortynnet med fremmedvann slik at spillvannsmengde som vannvolum pr. tidsenhet tross alt likevel blir stor.

Dette er grunnlaget for påstanden om liten sammenheng mellom vannforbruk og oppsamlet spillvannsmengde i renseanlegget.

Det var derfor helt klart i 1975-1978 arbeidene med tilføringsgrad at vannmengden inn i renseanleggene ikke kan benyttes som uttrykk for tilføringsgrad. I stedet benyttes både fosfor- og nitrogenmengden i oppsamlet spillvann inn til renseanlegget som uttrykk for spillvannsmengden og sammenlignes med gjennomsnitts-produksjonen av de samme stoffene pr. person for å se hvor stor andel av den produserte spillvannsmengden i rensedistriktet som kommer frem.

Den eksisterende metoden er imidlertid beheftet med flere usikkerhetsmomenter:

- a) Det kreves tilleggsopplysninger om antall personer, alle forhold som innvirker på de spesifikke tallene, og bestemme seg for de riktige tall. Dessuten bør andre forurensningsbidrag innen rensedistriktet klarlegges.
- b) Det må tas hensyn til pendleromfanget i grad av tilstedeværende og netto import eller eksport av forurensnings-produzentene i rensedistriktet.
- c) Man er avhengig av korrekte vannføringsdata inn på rensesanlegget i måleperioden.

Alle disse forhold er det tatt hensyn til i metode opplegget for beregning av tilføringsgrad i rapporten fra 1978 (1). Rapporten kan derfor virke noe unødig komplisert, og en brukervennlig utgave ble laget, men ble ikke utgitt av Statens forurensningstilsyn (SFT).

Forholdet er at mange gikk i gang med å måle og beregne tilføringsgrad uten å ta hensyn til metodeforutsetningene. Man har derfor endt opp med en rekke tilføringsgrad-beregninger av mer eller mindre tvilsom kvalitet. Dette er rapportert i egen SFT rapport (2). Størst ble det kanskje syndet mot kravet til å kontrollere og kalibrere vannmålerstasjonen. En driftsundersøkelse av vannføringsmålere, utført av Kim Wedum (3), hvor man har undersøkt vannføringene i ukontrollerte vannmålere, viser naturlig nok skremmende store avvik mellom målte og virkelige data. Rapporten konkluderer blant annet med at målefeilene er så store at måldata ikke kan brukes direkte til beregning av f.eks. tilføringsgrad. Det må da bemerkes at dette gjelder vannføringsmålere hvor det ikke er tatt hensyn til forutsetningen for måling av tilføringsgrad.

2.1.2 Metodeprinsipp i ny alternativ metode for beregning av tilføringsgrad-----

Det er derfor naturlig at en ny og forbedret metode for beregning av tilføringsgrad bør ta utgangspunkt i metoder som er mindre avhengig av korrekte vannmengde-målinger inn i rensesanleggene. Hvis man visste den nøyaktige vannmengden som ble levert fra alle boliger og all ervervsvirksomhet, ville man også vite størrelsen på den spillvannsmengden som produseres innenfor området. Man må selvfølgelig ta hensyn til spesielle forhold hvor noe av vannforbruket ikke inngår som spillvann, hagevanning,

bilvask, entreprenørvirksomhet etc. Dette kan holdes utenom enten ved måling i bestemte tidsperioder eller lokal måling av vannforbruk. Ved å beregne spillvannsmengden i et rensedistrikt ut fra vannforbruket, unngår eller reduserer man de usikkerhetene som er nevnt under 2.1.1. Man introduserer derimot nye usikkerheter, men disse vil sannsynligvis være mindre utslagsgivende.

Hovedprinsippet er at man måler vannføringen i tilførselsledningen inn i boligområdet og registrerer dette automatisk ved hjelp av en telletrykker. Derved kan vannforbruket registreres digitalt på nøyaktig tidspunkt med korte tidsintervaller, f.eks. fra time til time. Lekkasjevannmengden kan beregnes ut fra minimum nattforbruket.

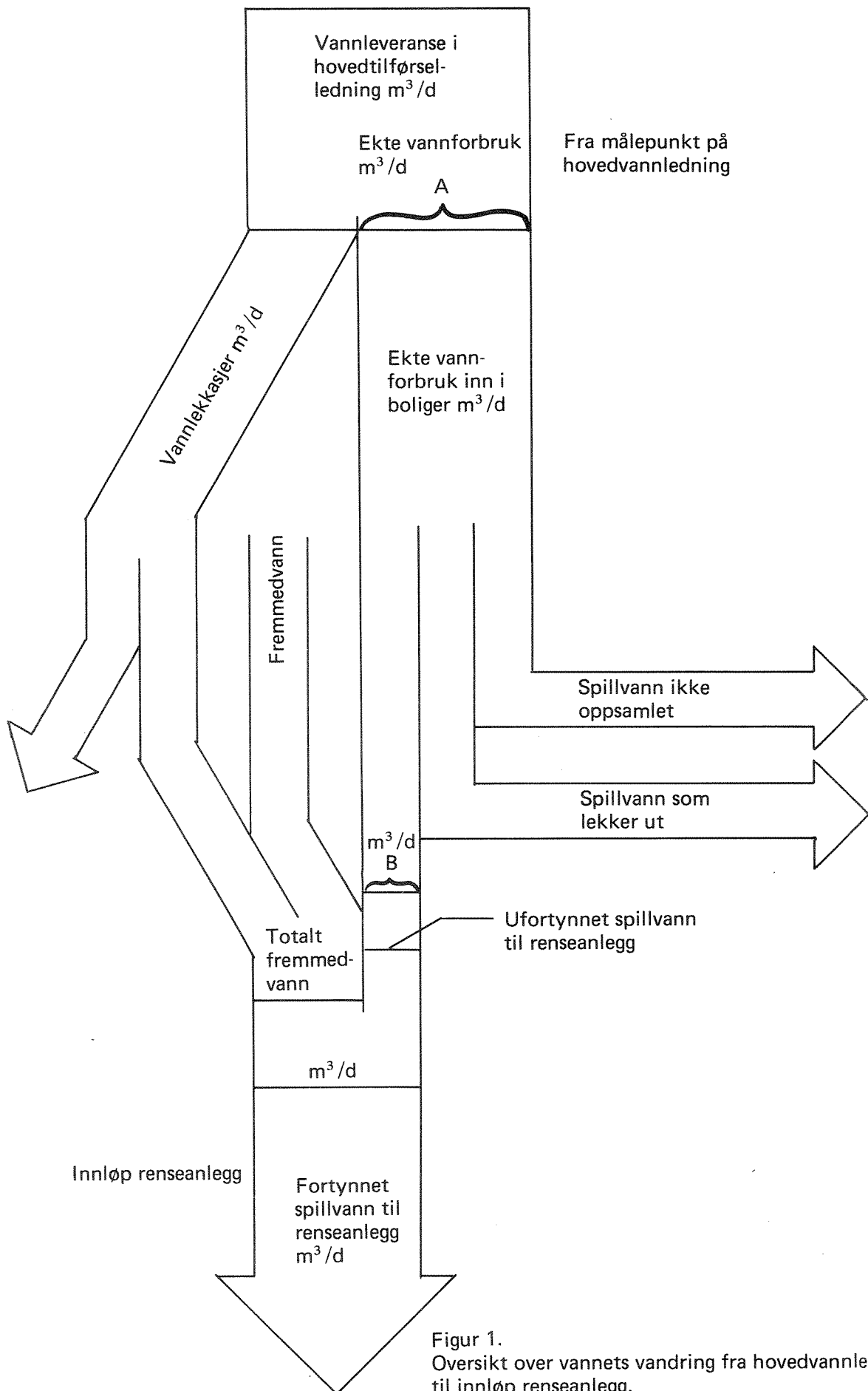
Fig. 1 viser en prinsippskisse over vannets vandring fra hovedvannledning til innløp i renseanlegg. Som man ser, kan m^3 pr. døgn være i samme størrelsesorden ut fra vannverket og inn på avløpsrenseanlegget, men bare en mindre andel av drikkevannet ender opp på renseanlegget.

Ved hjelp av målesystemet på hovedledningen kan det ekte vannforbruk og derved den totale spillvannsproduksjon i området måles direkte som $A \text{ m}^3/\text{d}$. Netto ufortynnet spillvann til renseanlegget, $B \text{ m}^3/\text{d}$, kan beregnes ut fra vannmengden ved renseanlegget og konsentrasjons-senkningen i forhold til ufortynnet spillvann. Det betyr imidlertid at konsentrasjonene i ufortynnet spillvann må fastsettes, og disse kan variere noe.

Tilføringsgraden kan derved beregnes ut fra forhold $\frac{B}{A} \times 100$.

Med denne metoden oppnås følgende fordeler:

1. Det er ikke nødvendig å gjøre bruk av spesifikke tall for beregning av forurensnings-produksjonen.
2. Det er ikke nødvendig å beregne en sann masse transport. Man er derimot fortsatt avhengig av å måle vannføringen og tilhørende konsentrasjoner.
3. Konsekvensene av unøyaktigheten i vannføringsmålingene ved renseanleggets innløp vil bli mindre fordi vannføringen reduseres.



Figur 1.
Oversikt over vannets vandring fra hovedvannledning til innløp renseanlegg.

4. Redusert tilstedeværelse i løpet av dagen på grunn av arbeids- og skole-reiser tas automatisk hensyn til fordi det ekte vannforbruket måles direkte.

2.1.3 Anvendelsesområde

Metoden kan anvendes i områder hvor vannforsyningen inn i et bebygd område tilføres fra en hovedledning som kommuniserer direkte med forbrukerne. Den kan ikke anvendes med basis i vannmålere på pumpeledninger som munner ut i høydemagasin, fordi måling av nattforbruket er avhengig av selvfalls-system. I områder hvor bebyggelsen har ringforsyningsnett, må ringen brytes med ventilstengning slik at vannet kun leveres fra én hovedledning som overvåkes. Lokale forsyningskilder inn på fellesnettet må selvfølgelig også kuttes ut.

2.1.4 Andre motiv for bruk av automatisk vannforbruk overvåking

En nøyaktig kjennskap til vannforbruket og variasjonene vil dessuten gi verdifull informasjon om aktivitets-forholdene knyttet til forurensnings-produksjonen i rensedistriktet.

Metoden med automatisk overvåking av vannforbruket vil i tillegg gi direkte informasjon om endringer i lekkasjevannmengden og vil fortelle hvor og når kommunen bør intensivere lekkasje-søkingen og igangsette reparasjons-arbeider.

2.2 Telletrykker

Det spesielle ved denne undersøkelsen var at det ble benyttet en såkalt telletrykker for automatisk avlesning av vannforbruket. Normalt har man tidligere anvendt en skriver som viser vannforbruket til enhver tid. Vi er da avhengig av å integrere vannforbruket under kurven over lange tidsrom, en tidkrevende og unøyaktig prosess. Når signalet fra vannmåleren foreligger som kortslutningspuls, og det benyttes skriver, må signalet overføres til et analogt signal, noe som introduserer en ekstra feilkilde. En skriver vil i tillegg ha en egen feilkilde innebygd. Betegnelsen på den telletrykker som ble anvendt, er Zahldrucker WD 3600 og er vist i fig. 2.

Telletrykkeren skriver antall pulser den har mottatt digitalt på en strimmel. Den styres av en potensialfri kontakt eller 24V-, 12V-, 5V-, maks frekvens 25 Hz. Hver puls representerer en bestemt vannmengde som gis direkte fra vannmåleren. Fordelen med telletrykkeren er at den kan innstilles til automatisk å skrive ut digitalt vannforbruk fra hvert kvarter opp til hvert døgn.

Ved anvendelse av telletrykkere kan vannforbruket avleses på nøyaktige tidspunkt, og variasjonsmønsteret kan studeres enkelt etter at trykkeren har samlet opp informasjon over et bestemt tidsrom og område. For eksempel kan timeforbruket for hvert døgn avleses med stor nøyaktighet enten timeforbruket er lite eller stort. Av særlig interesse vil det være å overvåke nattforbruket som gjenspeiler lekkasje-omfanget. Både omfanget av nattforbruket i forhold til totalforbruket og endringer i minimumsforbruket i takt med lekkasje-søkingen og utbedringen er av stor betydning. Ut fra nattforbruk målingene vil det være mulig å korrigere vannforbruket med hensyn til lekkasje og således få et godt inntrykk av spillvannsmengden i et område.

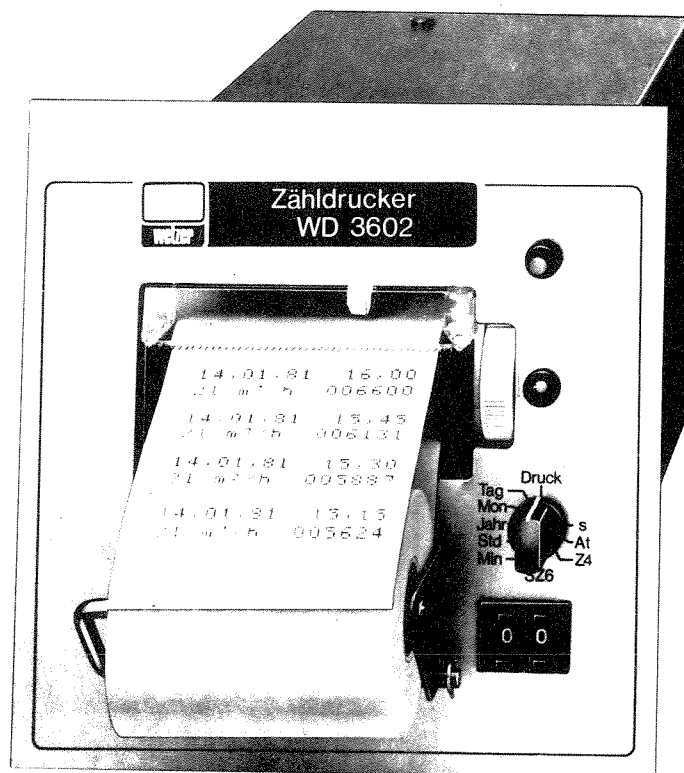


Fig. 2. Telletrykker i WD 3600 serien.

3. RESULTATER

3.1 Fra Sydsbogen undersøkelsen

3.1.1 Innledning

I forbindelse med Sydsbogen undersøkelsen som er rapportert i delrapport nr. 1 (4), var det ønskelig å installere en målestasjon på hovedtilførselsledningen til feltet. Det er nødvendig med god kontroll av vannforbruket for vannforbruks-variasjonene for å få best mulig oversikt over forureningsproduksjonen i feltet. Det ble i den første perioden foretatt manuelle avlesninger av vannforbruket fordi en del av utstyret fra Thorolf Gregersen A/S ikke ble levert i tide. For å få informasjon om vannforbruks-variasjonen, nattforbruk, lekkasje-vannmengder er det nødvendig med automatisk registrering av vannforbruket. Disse opplysningene vil dessuten være verdifulle når spesifikt vannforbruk vurderes.

3.1.2 Vannmåler og registreringsutstyr

Vannmåleren som ble installert på hovedledningen, er av typen: MEINECKE COSMOS-WS 100 mm, en turbinmåler som kan avleses manuelt ved telleverk, men som også har en signalutgang som gir puls for hver 10 liter som passerer måleren.

Kommunen hadde allerede kjøpt inn skriverutstyr tilpasset turbinmåleren, en skriver som baserte seg på 0-20 mA signal, og som derfor var avhengig av en enhet som omformet puls-signalet til 0-20 mA signal.

Parallelt med dette var det ønskelig å få utprøvet en telletrykker som var i stand til å skrive ut puls-signalet direkte. Det ble installert en telletrykker WD 3600. Denne enheten registrerer vannforbruket som skrives ut digitalt og gjør det mulig å eliminere tilleggsfeil som oppstår i skriversystemet. Derved øker mulighetene for nøyaktig avlesning betraktelig, og variasjonsmønsteret i vannforbruket kan avleses nøyaktig.

3.1.3 Vannforbrukets døgnavariasjoner

Etter noen inntrimmings-problemer kom målingene i gang kl. 11.00, 12. mars 1982 og pågikk i en uke frem til fredag 19. mars kl. 8.00. Strømforsyningen til utstyret ble levert fra to store 12 volts lastebil-batterier. NIVA's instrument-sentral hadde kontrollert alle tilkoblinger og sjekket at pulsene var av riktig type. Røyken kommune stod for den daglige drift av utstyret og innsamling av data.

En av konklusjonene fra målingene var at resultatene fra skriveren, som gikk parallelt med telletrykkeren, ikke gav data som kunne bearbeides, fordi målingene var vanskelige å lese av. Resultatene er heretter derfor utelukkende hentet fra telletrykkeren.

Telletrykkeren var innstilt slik at den gav informasjon om vannforbruket hvert kvarter i hele uken, men fra tirsdag 16.3. kl. 21.00 til onsdagen etter, kl. 8.00, sviktet den på grunn av svikt i strømforsyningen fra batteriet. Resultatene er presentert i fig. 3. Den viser typiske døgn-svingninger med lave minimumsverdier om natten. Økende vannforbruk fra kl. 05.00 og varierende verdier om dagen.

Utviklingen i vannforbruket på hverdagene skiller seg kraftig fra vannforbruket på lørdag og søndag. Folk står opp vesentlig senere, spesielt søndag morgen, og toppene er høyere om formiddagen. Hverdagene har lavere vannforbruk om formiddagen enn om kvelden og viser lavere vannforbruk mellom kl. 14.00 og 15.00. Vannforbruket har sammenfallende kurver om morgenen på hverdagene.

3.1.4 Nattforbruket

Nattforbruket er viktig fordi det er et uttrykk for lekkasje-vannmengden i vannledningsnett. Et lavt lekkasje-vannforbruk er et uttrykk for at ledningene er tette, dvs. at det registrerte døgnforbruket er reelt forbruk, og at lekkasje-vannmengden er minimal.

Målingene i Sydslogen feltet viser at minimumsvannføringen fra mandag morgen til og med fredag morgen finner sted mellom kl. 02.00 og 05.00, og kurvene på hver side av minimum er svært like. Lørdag morgen og søndag morgen skiller seg ut både ved at forbruket holder seg høyt lengre

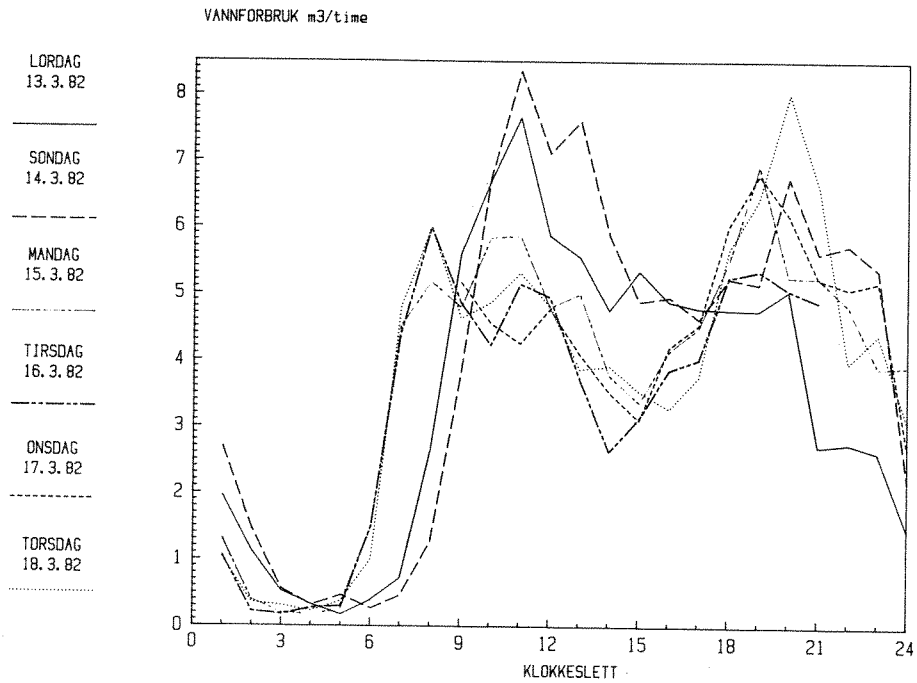


Fig. 3. Vannforbrukets døgnvariasjoner i Sydskogen for ulike ukedager i perioden lørdag 13.3.82 til torsdag 18.3.82.

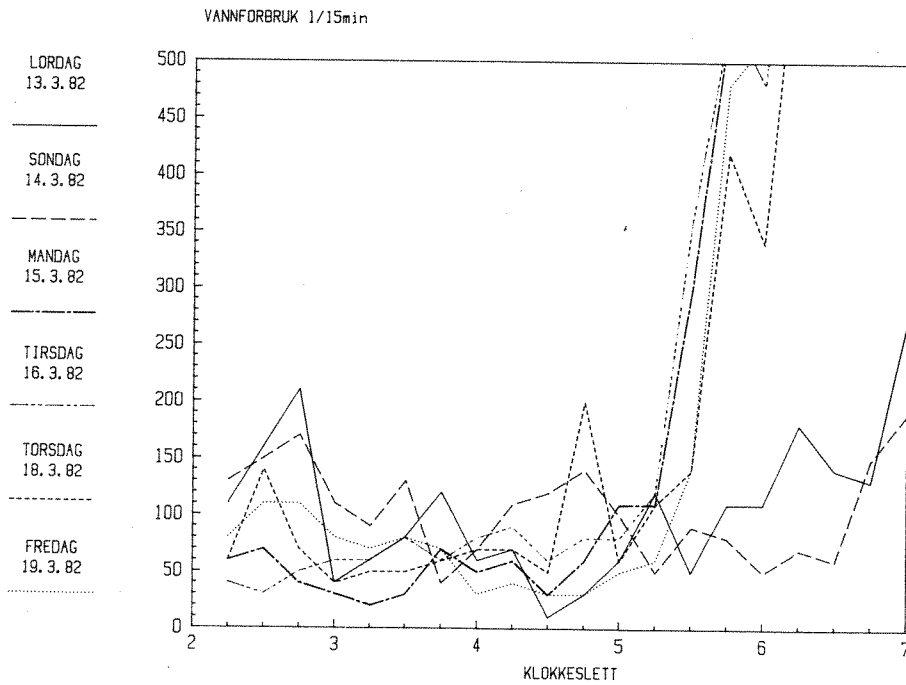


Fig. 4. Nattforbruk i Sydskogen feltet målt fra 13.3. til 19.3.1982.

utover dagen, sannsynligvis på grunn av festlige aktiviteter, og at folk står opp 1,5 time senere på lørdagen og 2 timer senere på søndagen. Derfor er det nødvendig å skille beregningene av nattforbruk for hverdagen og lørdag og søndag, slik som det er vist i tabell 1.

Tabell 1. Minimums-vannforbruk i Sydsbogen boligområde, fra lørdag 13.3. til fredag 19.3.1982.

					m^3/h
15.3	Mandag	morgen	k1 02-05	Gj.snitt:	0.210
16.3	Tirsdag	morgen	"	"	0.257
17.3	Onsdag	morgen	"	"	"
18.3	Torsdag	morgen	"	"	0.307
19.3	Fredag	morgen	"	"	<u>0.253</u>
Gjennomsnitt hverdager					: <u>0.257</u> m^3/h
13.3	Lørdag	morgen	k1 03-05	:	0.245 m^3/h
14.3	Søndag	morgen	k1 03-05	:	0.395 m^3/h
Gjennomsnitt totalt					: <u>0.278</u> m^3/h

Gjennomsnittlig nattforbruk for hverdagene er $0.257 \text{ m}^3/\text{h}$ med laveste forbruk mandag morgen og høyeste torsdag morgen.

Det laveste timeforbruket oppstod mellom kl. 04.00 og 05.00 fredag morgen 19. mars og var på $0,15 \text{ m}^3/\text{h}$.

I Sydsbogen feltet er lekkasjene ventelig relativt lave, og det sentrale spørsmålet er hvor stor andel av minimumsvannforbruket som er lekkasjevann, og hvor mye som er reelt forbruk.

Følgende tre muligheter foreligger:

1. Ekstern vannlekkasje ut via utette skjøter og sprekker i vannledningsnettet. Vanntapet går enten til spillvannsledning, overvannsledning eller grunnvannet, avhengig av ledningenes innbyrdes plassering og tetthet.

2. Intern vannlekkasje ut via utette sisterner i vannklosett og kranpakninger. Tapet vil normalt ende opp i spillvannsledningen.
3. Tilfeldig vannforbruk om natten. Tilfeldig bruk av vann om natten for eks. vannklosett, hjemmebrenning, hagevanning om natten, vannkjølesystem og industriforbruk. De tre sistnevnte mulighetene er ikke aktuelle for denne undersøkelsen ved Sydsbogen.

Begge lekkasjebidragene, 1 og 2, vil være konstante, sett over et kort tidsrom som ett døgn, og vil følgelig gi en bakgrunnslekkasje som det ikke er mulig å komme under. Muligheten her ligger i at forbruket blir så lavt at måleren stopper. Ingen tegn tyder på at dette har forekommet, men det bør muligens undersøkes nærmere. Ser vi bort fra denne mulighet, vil et nærmere studium av kvarters-forbruket i løpet av minimumstiden fortelle hvor stabilt vannforbruket har vært og følgelig avsløre om minimumsforbruket om natten er lekkasjevann eller reelt nattforbruk innom hus.

Fig. 4 viser vannforbruket målt hvert kvarter i løpet av natten med en registrert puls for hver 10 liter.

Resultatene viser at nattforbruket varierer, selv i dette lave området, sannsynligvis som følge av varierende bruk av vannklosettet. Under forutsetning av at vannmåleren arbeider normalt selv ved dette lave vannforbruket, kan det slås fast at dette ikke kan være uttrykk for lekkasjevann, men for reelt vannforbruk. Det laveste forbruket som er registrert, finner sted mellom kl. 04.15 og 04.30 lørdag 13.3., med kun 10 l/15 min.

Det er nødvendig å se disse resultatene, som gjelder delområdene 1, 2 og 3, i relasjon til hvor mange personer som betjenes. Fra delrapport nr. 1 (4) ser vi at gjennomsnittsvannforbruket for målestasjonen i perioden 19. oktober 1981 til 19. april 1982 har vært $92,9 \text{ m}^3/\text{døgn}$. Delområde 1 og 2 har 589 bosatte personer og et gjennomsnittlig vannforbruk på 130 l/p.d. Utfra dette kan det anslås at målestasjonen totalt betjener 715 personer.

Det gjennomsnittlige timeforbruket i hele undersøkelsesperioden var $3,87 \text{ m}^3/\text{h}$ mens det var $3,70 \text{ m}^3/\text{h}$ den uken de automatiske målingene foregikk. Utfra disse opplysningene kan det beregnes at minimumsforbruket mellom kl. 02.00 og 05.00 på hverdager utgjør følgende prosenter av gjennomsnitt vannforbruket:

a) Gjennomsnittlig vannforbruk i undersøkellesperioden $\frac{0,257 \text{ (m}^3\text{/h)} \times 100}{3,87 \text{ (m}^3\text{/h)}} = 6,6 \%$

b) Gjennomsnittlig vannforbruk i undersøkellesuka $\frac{0,257 \text{ (m}^3\text{/h)} \times 100}{3,70 \text{ (m}^3\text{/h)}} = 7,0 \%$

Sett i forhold til antall bosatte personer utgjør minimumsforbruket følgende:

Liter minimumforbruk om natten mellom kl 02-05 på hverdager pr. bosatte person og time: $\frac{257 \text{ (liter/h)}}{715 \text{ p}} = 0,359 \text{ liter/p.h.}$

Nederlandske undersøkelser (5) angir at nattforbruket ikke bør overstige 0,5 - 1,5 l/p.h. Sydsbogen nattforbruket ligger altså enda lavere enn den laveste grensen her. Danske undersøkelser har vist en variasjon i forbruk mellom 2 og 12 l/p.h. med gjennomsnitt på ca. 6 l/p.h. (5). Ifølge svenske undersøkelser (6) varierer spesifikt nattforbruk mellom 1,5 og 8 l/p.h., avhengig av tilknyttet befolkningensmengde. Norsk Kommunalteknisk Forening (7) angir 4 liter pr. person og time som normalt nattforbruk for et vannverk. Nattforbruket på Sydsbogen utgjør bare 9 % av NKF's "normale" nattforbruk. Det betyr at nattforbruket på Sydsbogen er vesentlig lavere enn normalt. Dessuten synes det klart at mye av nattforbruket på Sydsbogen er ekte forbruk og ikke lekkasje.

3.1.5 Konklusjoner fra Sydsbogen undersøkelsen

Det ble gjennomført automatisk overvåking av vannforbruket i Sydsbogen i tidsrommet fra 12. mars 1982 kl. 1300 til 19. mars 1982 kl. 0800. Registreringen ble gjennomført både ved hjelp av skriver og telletrykker. Registrering ved hjelp av telletrykker gav vesentlige fordeler fremfor skriver, spesielt ved avlesning av minimums-vannforbrukene om natten. Skriveren viste seg helt ubrukbar til dette formålet fordi den ikke hadde god nok oppløsning og viste bare en strek langs 0-linjen om natten mens telletrykkeren gav lave, men fullt lesbare minimums-vannføringer.

Den automatiske registrering av vannforbruket med telletrykker har gitt følgende konklusjoner:

1. Vannforbruket (m^3/h) i løpet av ukedagene varierer mye, og det avtegner seg et forskjellig mønster for hver dag. Det foreligger ingen målinger for samme dag slik at de samme ukedagene kan sammenlignes.
2. Mønsteret i nattforbruket er svært likt for hver dag, og tidspunktene for når befolkningen går til ro og står opp, synes regelmessig.
3. Lørdag morgen og søndag morgen skiller seg ut ved at befolkningen står senere opp.
4. Laveste minimums-vannføring finner sted mellom kl. 0200 og 0500 for hverdagene, mens minimums-forbruket lørdag morgen og søndag morgen finner sted mellom kl. 0300 og 0500.
5. Gjennomsnittlig nattforbruk i Sydsbogen feltet i det nevnte tidsrom har vært $0,257 \text{ m}^3/\text{h}$ når lørdag morgen og søndag morgen holdes utenom. Det synes nemlig å være mer aktivitet disse nettene.
6. Dette gjennomsnittlige timeforbruk om natten utgjør 6,6% av totalt gjennomsnittlig timeforbruk om dagen som har vært $3,87 \text{ m}^3/\text{h}$ i en halvårs periode.
7. Nattforbruket sett i relasjon til antall bosatte personer innenfor forsyningsområdet utgjør 0,36 l/p.h. mot 4 l/p.h. som oppgis av NKF (5), altså bare 9 % av NKF's nattforbruk.
8. Det kan virke som om nattforbruket i Sydsbogen hovedsakelig representerer ekte nattforbruk.

3.2 Fra Buhrestua Varden undersøkelsen

3.2.1 Innledning

Hensikten med denne undersøkelsen var å skaffe bedre informasjon om spillvannforbruket i Buhrestua rensedistrikt hvor det foretas tilføringsgrad målinger til Buhrestua renseanlegg. Det var ønskelig å klarlegge omfanget av spillvannstapet i området av hensyn til de igangværende grunnvannskvalitetsundersøkelsene (delrapport nr. 4 (8)) i området.

Varden høydebasseng som nylig var tatt i bruk, forsyner Buhrestua rensedistrikt med vann fra kommunens hovedvannverk Bråte/Blekslitjern.

Kommunen hadde på forhånd installert en Meinicke turbinmåler 200 mm for manuell avlesning av telleverket. Den 4. mai 1982 ble det installert et kontaktvern i vannmåleren og et transistor relé for 5 V potensialfrie pulser og en telletrykker av typen WD 3600 fra Endress & Hauser A/S. Her ble det valgt en impulsgiver som gav én puls pr. 100 liter.

Målingene ble fulgt opp i NIVA's regi, men er senere overtatt av kommunen som fant stor nytte av målingene i sitt lekkasje-søkningsarbeid og overvåking av egne vannressurser.

3.2.2 Måleresultater

Fig. 5 og 6 viser noen typiske døgnforbruk. Det som i første rekke slår en, er den høye minimums-vannføringen om natten, som tyder på høy lekkasje-prosent. Det andre som peker seg ut, er det høye vannforbruket på ettermiddagen i juli på fig. 6, og som tyder på omfattende hagevanning.

For å skille ut bestemte ukedags effekter er vannforbruket for de enkelte ukedagene sortert og plottet hver for seg, med lørdagene i fig. 7, søndagene i fig. 8, mandagene i fig. 9, tirsdagene i fig. 10, onsdagene i fig. 11, torsdagene i fig. 12 og fredagene i fig. 13. Disse kurvene viser relativt likt vannforbruks-mønster med unntakelse av at nattminimumet stort sett øker i denne perioden og øker totalforbruket tilsvarende. Dessuten er det tydelig at de varmere sommerdagene gir økt hagevanning. Lørdags- og søndags-forbrukene gir likest mønster, som er naturlig. Enkelte ukedager skiller seg ut fordi fridager fører til avvikende vannforbruk, både ved at folk står senere opp slik som på lørdager og søndager, og fordi noen reiser bort. Ferietiden slår også spesielt ut. 17. mai vannforbruk på fig. 9 skiller seg kraftig ut med mange til stede som står opp og med mange som drar til byen, hvilket resulterer i lavt vannforbruk midt på dagen.

Størst interesse i denne sammenhengen har minimum-vannforbruket om natten. Vannforbruket mellom kl 0300 og 0400 (registrert som kl 0400) er plukket ut som representativt for minimum-vannforbruket og er grafisk fremstilt som funksjon av tiden i fig. 14. Den viser at nattforbruket stiger relativt jevnt utover i perioden. Det vil være interessant å analysere minimumsforbruket i forhold til eventuelle lekkasje-utbedringer som er

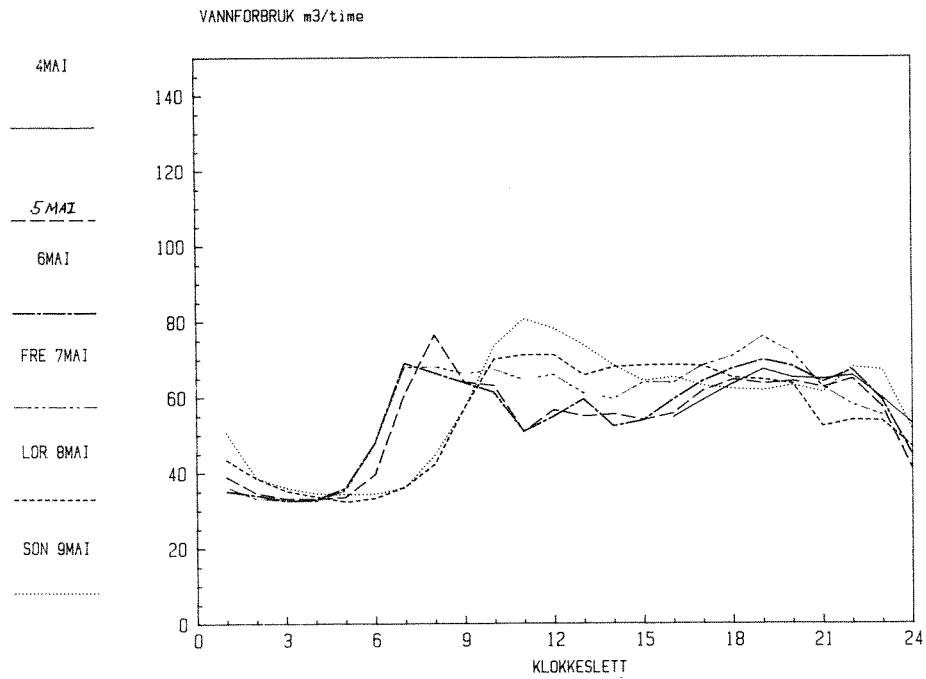


Fig. 5. Timeforbruk for døgnene fra 4. mai 1982 til og med 9. mai 1982 ved Varden høydemagasin, Nesodden.

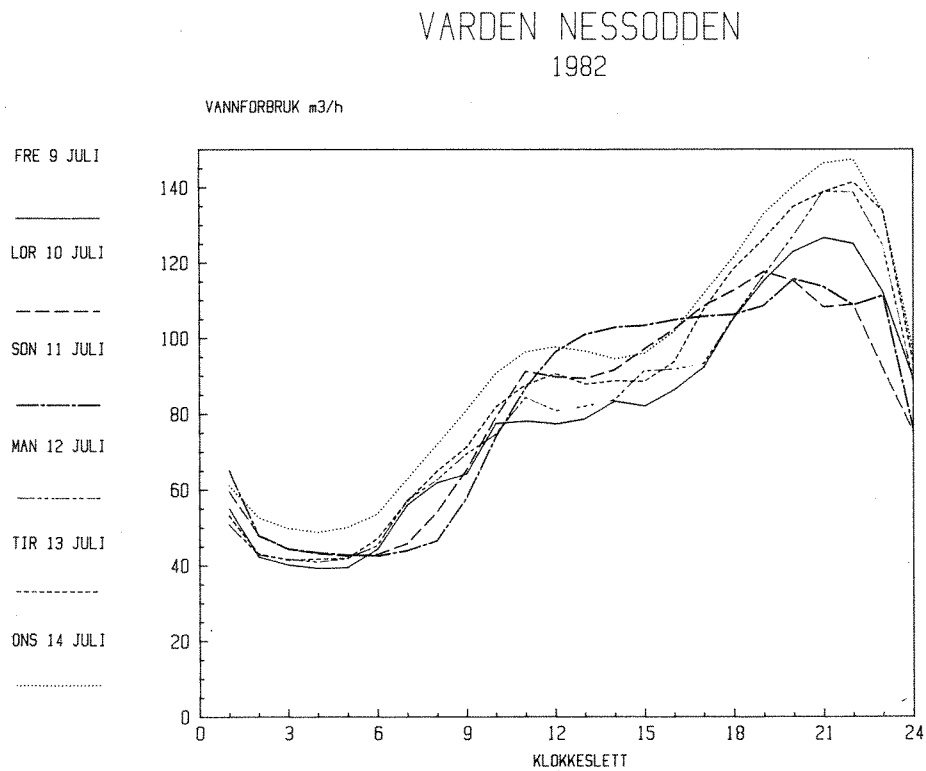


Fig. 6. Timeforbruk for døgnene fra 9. juli 1982 til og med 14. juli 1982 ved Varden høydemagasin, Nesodden.

VARDEN NESODDEN
1982

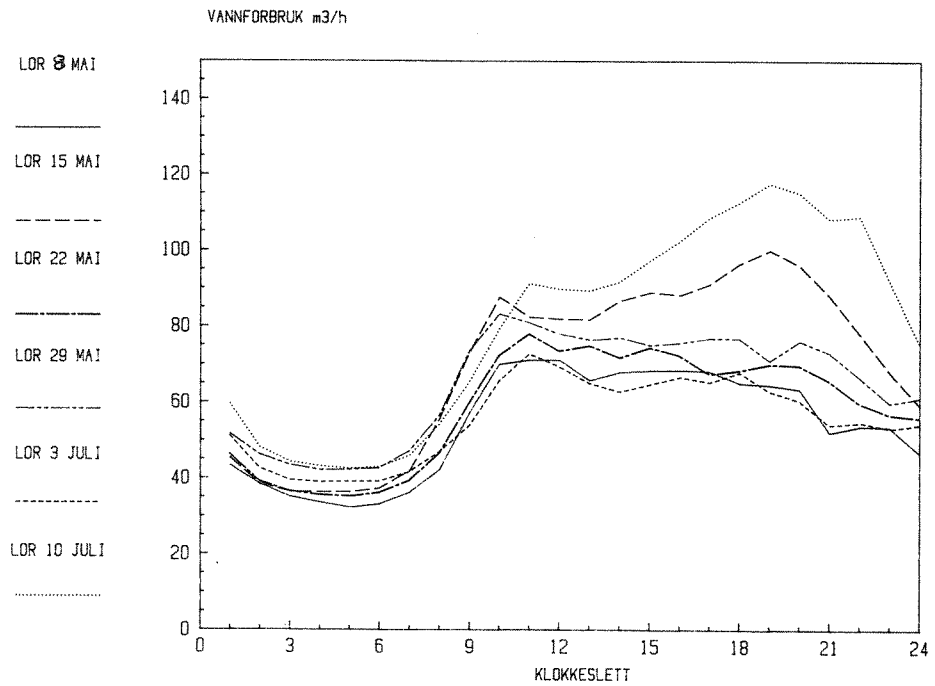


Fig. 7. Timeforbruk for lørdager ved Varden høydebasseng, Nesodden, fra 8. mai 1982 til 10. juli 1982.

VARDEN NESODDEN
1982

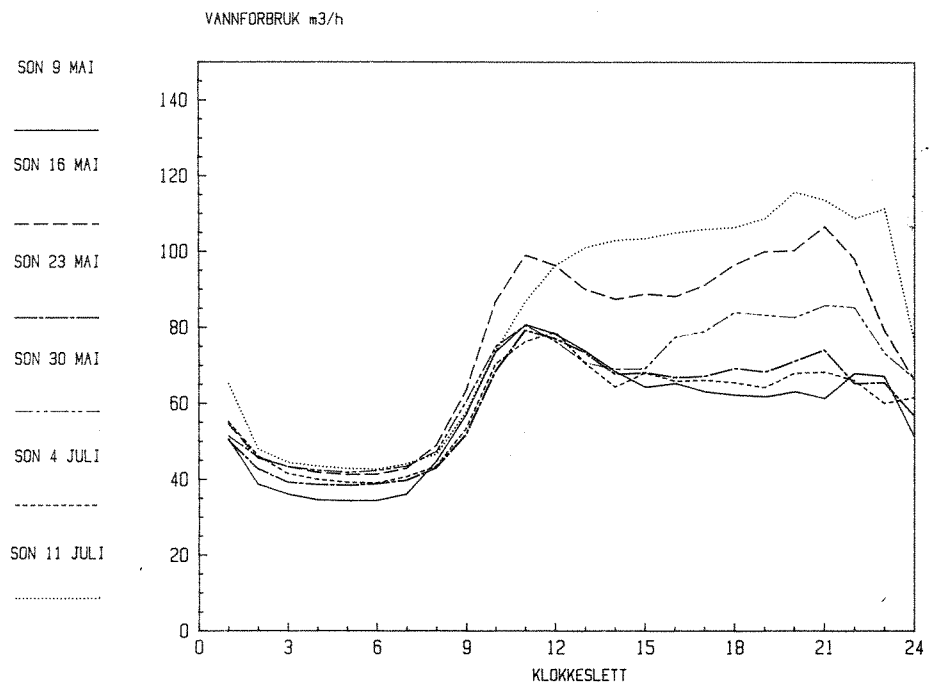


Fig. 8. Timeforbruk for søndager ved Varden høydebasseng, Nesodden, fra 9. mai 1982 til 11. juli 1982.

VARDEN NESODDEN 1982

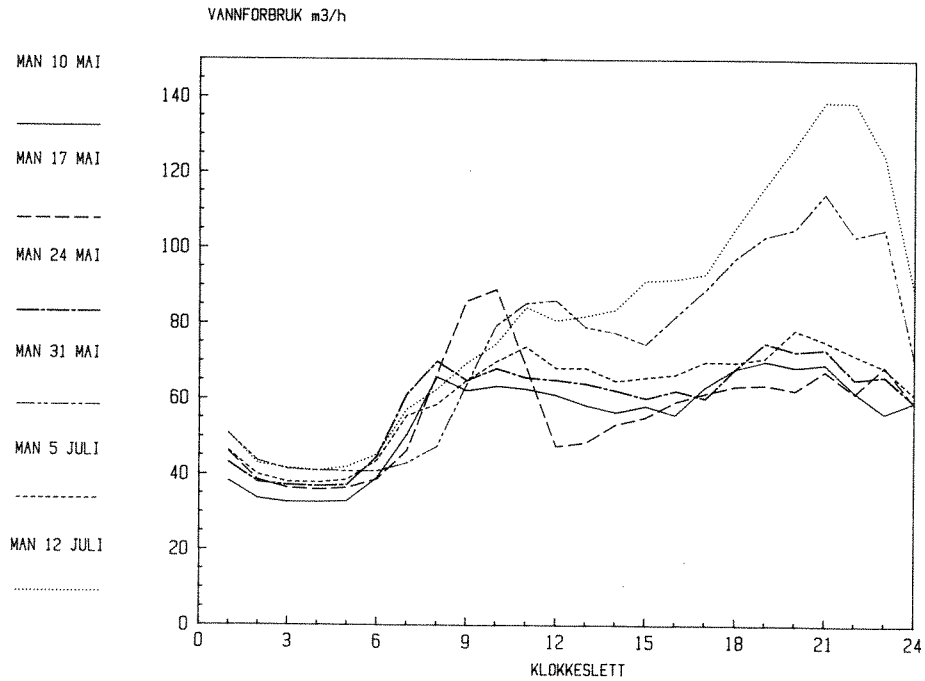


Fig. 9. Timeforbruk for mandager ved Varden høydebasseng, Nesodden, fra 10. mai 1982 til 12. juli 1982.

VARDEN NESODDEN 1982

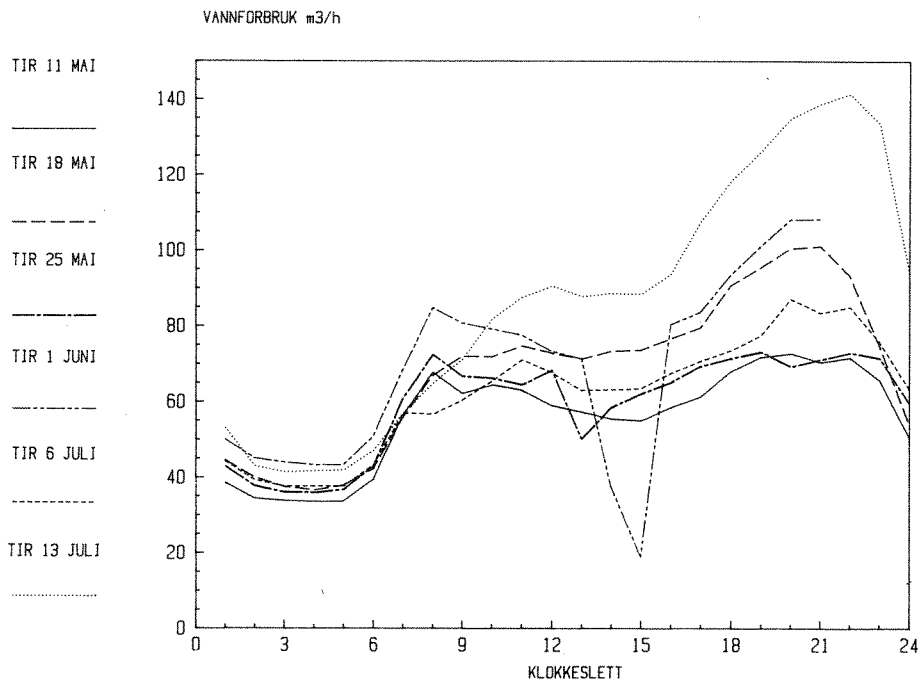


Fig. 10. Timeforbruk for tirsdager ved Varden høydebasseng, Nesodden, fra 11. mai 1982 til 13. juli 1982.

VARDEN NESODDEN
1982

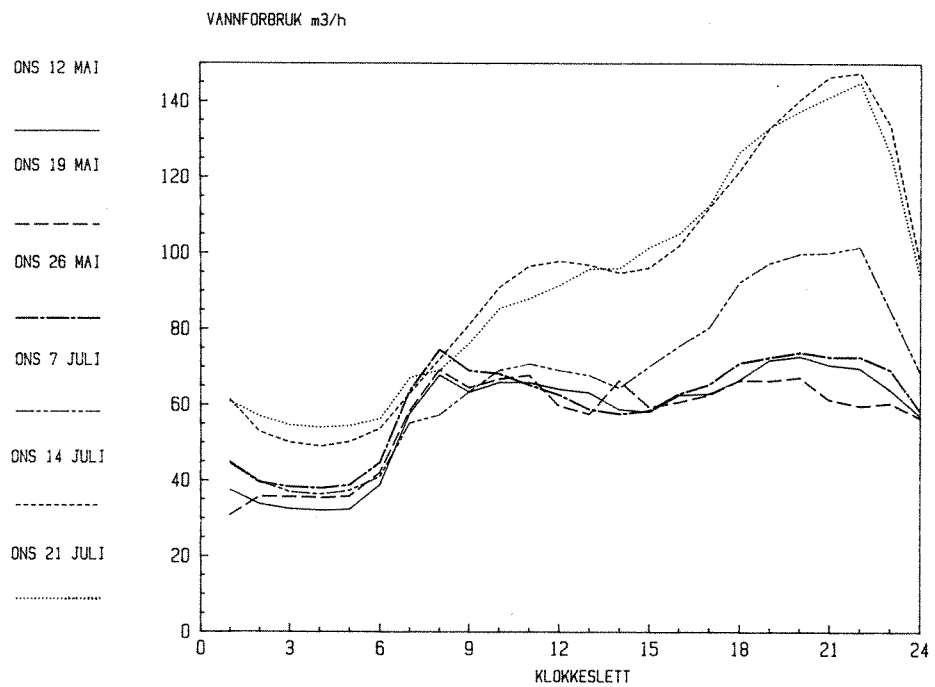


Fig. 11. Timeforbruk for onsdager ved Varden høydebasseng, Nesodden, fra 12. mai 1982 til 21. juli 1982.

VARDEN NESODDEN
1982

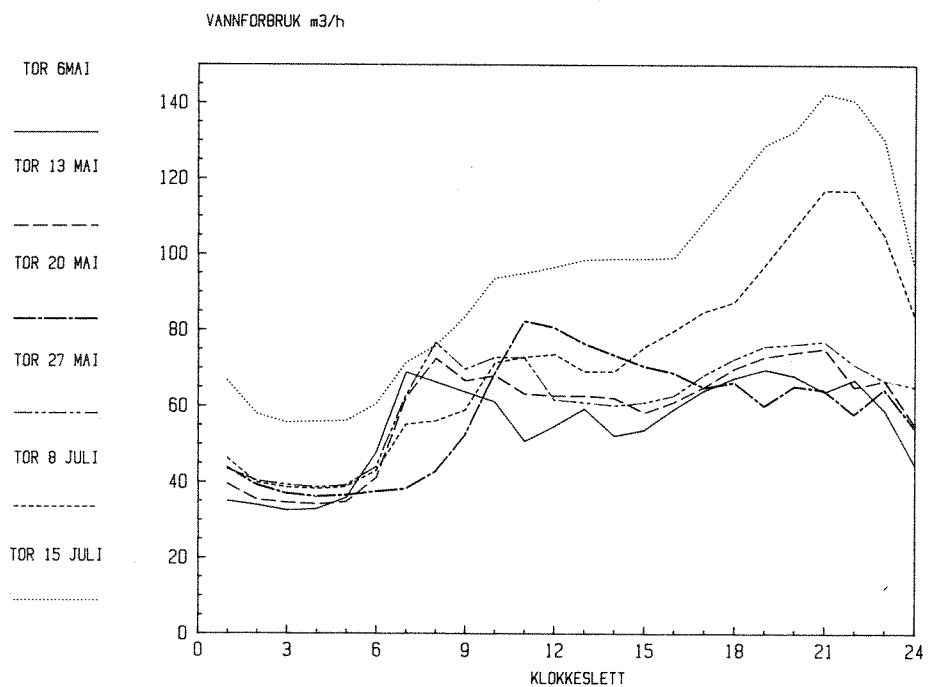


Fig. 12. Timeforbruk for torsdager ved Varden høydebasseng, Nesodden, fra 6. mai 1982 til 15. juli 1982.

VARDEN NESODDEN 1982

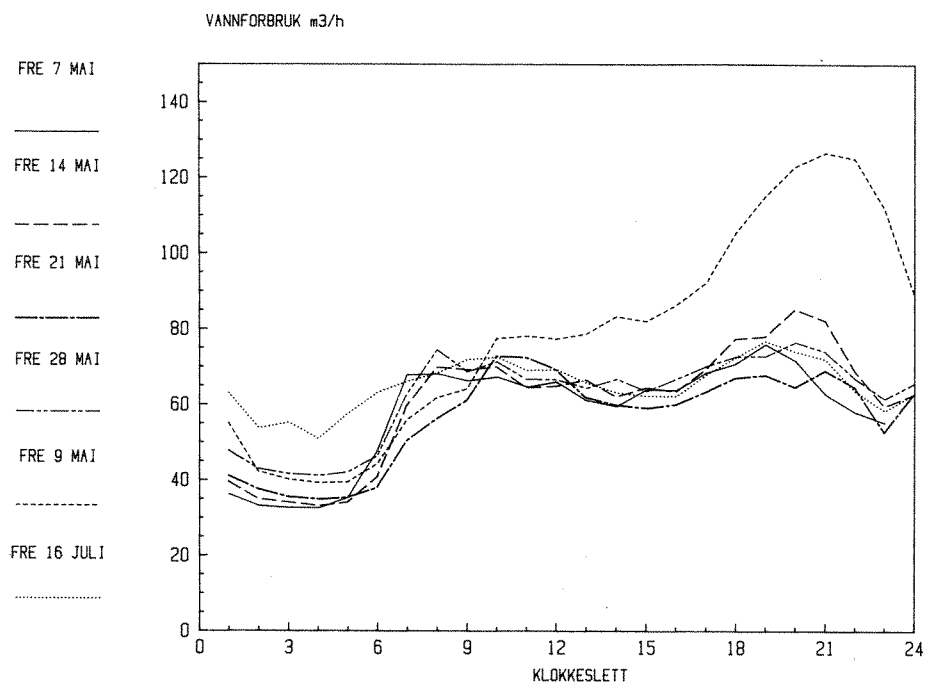


Fig. 13. Timeforbruk for fredager ved Varden høydebasseng, Nesodden, fra 7. mai 1982 til 16. juli 1982.

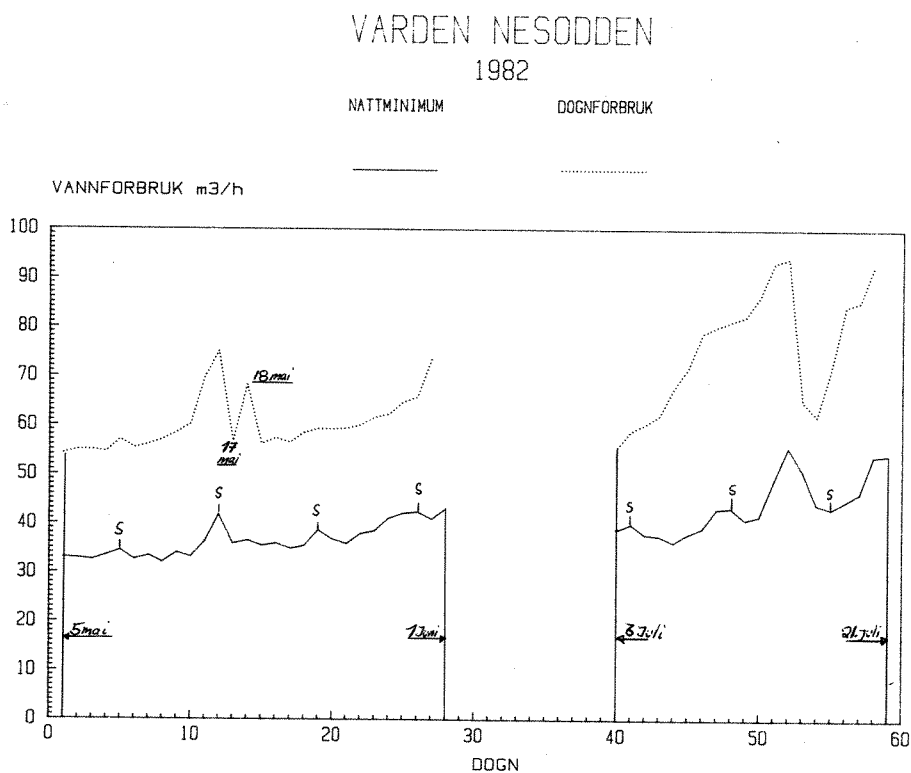


Fig. 14. Totalt døgnforbruk og minimums vannforbruk (lekkasjevannmengde) ved Varden høydebasseng, Nesodden, fra 5. mai til 1. juni og fra 3. juli til 21. juli 1982.

foretatt og eventuelle hagevanninger om natten, men det fører for langt i denne rapporten.

Minimumsforbruket oppstår mellom kl 0300 og 0400 på hverdager og 0400 og 0500 på lørdager og søndager. Tabell 2 viser minimums-vannforbruk, maksimums-vannforbruk morgen og aften, og totalt døgnforbruk og gjennomsnittlig m^3/h i perioden 5. mai 1982 til 1. juli 1982.

Minimums-vannforbruket har variert noe med et gjennomsnitt på $36,3 m^3/h$. I denne perioden har gjennomsnittlig døgnforbruk vært $60,2 m^3/h$. Nattforbruket utgjør derfor hele 60,3 prosent i denne perioden. Mesteparten av dette må forventes å være lekkasjevann. Hvis man tar utgangspunkt i erfaringene fra nattforbruket i Sydsbogen og angir dette som ekte vannforbruk om natten for Nesodden, vil det si at det ekte vannforbruk på Varden skal være ($0,36 l/p.h. \times 4.700$ personer) $1,69 m^3/h$. Det betyr at nattforbruket på $36,3 m^3/h$ minus $1,69 m^3/h$ er lekkasjevann, altså $34,6 m^3/h$. Dette tilsvarer $831 m^3/døgn$. Det gir en lekkasje prosent på 57,5 .

Tabell 3 viser minimum-vannforbruk, maksimum-vannforbruk og totalt døgnforbruk i perioden 2.7.82 til og med 27.7.82. I denne perioden har minimum-vannforbruket i gjennomsnitt økt til $43,6 m^3/h$ og døgnforbruket til $75,3 m^3/h$. Nattforbruket utgjør nå 57,9 prosent, altså en nedgang fra 60,3 prosent på tross av at minimum-forbruket har økt kraftig. Den prosentvise nedgangen skyldes økningen i totalforbruket på grunn av hagevanning. Dette viser at man må være litt forsiktig med hvilke totalforbruk man sammenligner med når minimum-forbruket eller lekkasje prosent skal fremstilles i prosent av totalforbruk. Det er nyttig å fremstille minimum-forbruket eller lekkasje prosent i forhold til antall tilknytninger eller antall personer. Beregnet som l/p.h. er nattforbrukene ved Varden følgende i de to periodene:

	Minimum nattforbruk (hovedsakelig lekkasjevann)	
Perioden 5. mai til 1. juni 1982	$36,3 m^3/h$	7,72 l/p.h (antatt betjente personer 4700)
perioden 2.juli til 22.juli 1982	43,6 "	9,27 "

Disse tallene er vesentlig høyere enn de tilsvarende tallene som ble funnet på Sydsbogen på $0,36 l/p.h.$

Tabell nr. 2. Vannforbruk m³/h fra Varden høydebasseng, Nesodden kommune, i perioden 5. mai 1982 til 1. juni 1982.

Dato	Dag	Minimum vann-	Maks vann-	Maks vann-	Døgnforbruk	
		forbruk m ³ /h	forbruk m ³ /h morgen	forbruk m ³ /h aften	m ³ /h døgn	m ³ /h gj.snitt
5	ons	33.0	76.4	64.7	1301	54.2
6	tors	32.4	68.8	69.6	1318	54.9
7	fre	32.5	68.1	75.9	1318	54.9
8	lør	32.2	71.1	68.0	1308	54.5
9	søn	34.3	80.7	67.9	1368	57.0
10	man	32.6	65.8	70.1	1328	55.3
11	tirs	33.4	67.7	72.8	1344	56.0
12	ons	32.0	67.8	72.8	1369	57.0
13	tors	34.0	72.5	75.2	1402	58.4
14	fre	33.1	69.8	85.2	1443	60.1
15	lør	36.2	87.6	100.0	1674	69.7
16	søn	41.3	99.1	106.7	1800	75.0
17	man	35.8	89.0	68.8	1359	56.6
18	tirs	36.5	74.7	101.1	1637	68.2
19	ons	35.4	69.2	67.3	1347	56.1
20	tors	35.9	82.2	65.1	1377	57.3
21	fre	34.8	72.7	68.9	1355	56.4
22	lør	35.1	77.9	69.9	1403	58.4
23	søn	38.4	79.3	74.2	1422	59.2
24	man	36.7	69.9	74.8	1418	59.1
25	tirs	35.8	72.4	73.2	1425	59.3
26	ons	37.9	74.6	73.9	1440	60.0
27	tors	38.5	76.7	76.4	1479	61.6
28	fre	41.1	74.5	76.5	1493	62.2
29	lør	42.1	83.2	76.1	1553	64.7
30	søn	41.9	80.7	85.9	1579	65.8
31.5	man	40.8	86.2	114.7	1766	73.6
1.6	tirs	43.1	84.7	108.2	-	-
Gjennomsnitt		36.3	76.55	78.74	1445	60.2

Tabell 3. Vannforbruk m³/h fra Varden høydebasseng, Nesodden kommune, i perioden 2.7. - 22.7-1982.

Dato	Dag	Minimum vannforbruk natten m ³ /h	Maksimum forbruk morgen m ³ /h	Maksimum forbruk aften m ³ /h	Døgnforbruk gjennomsnitt m ³ /d	m ³ /h
1982						
2.7.	fre	-		80,0	-	
3.7.	lør	38,8	72,6	67,7	1329	55,4
4.7.	søn	39,1	78,9	68,4	1414	58,9
5.7.	man	37,8	73,9	78,4	1447	60,3
6.7.	tirs	37,5	71,0	87,1	1490	62,1
7.7.	ons	36,2	70,7	101,6	1622	67,6
8.7.	tors	38,0	73,6	116,9	1723	71,8
9.7.	fre	39,2	78,1	126,6	1894	78,9
10.7.	lør	42,5	91,2	108,9	1925	80,2
11.7.	sønd	42,6		115,7	1952	61,3
12.7.	man	40,9		138,9	1975	82,3
13.7.	tirs	41,4	90,6	141,4	2075	86,4
14.7.	ons	48,9	97,8	147,5	2239	93,3
15.7.	tors	55,5		142,4	2261	94,2
16.7.	fre	50,9	72,5	76,8	1562	65,1
17.7.	lør	43,3	81,0		1487	62,0
18.7.	sønd	42,1		107,0	1718	71,6
19.7.	man	44,7	80,3	136,6	1954	81,4
20.7.	tirs	46,4	97,7	126,6	2050	85,4
21.7.	ons	53,9		145,0	2228	92,8
22.7.	tors	53,0				
Gjennom- snitt		43,6	-	-	1808	75,3

3.2.3 Konklusjon fra undersøkelsene i Buhrestua rensedistrikt, Varden undersøkelsene-----

På basis av undersøkelsene fra målingene i perioden 5. mai til 1. juni 1982 kan følgende konklusjon trekkes:

1. Total-leveranse har vært $1445 \text{ m}^3/\text{d}$, som tilsvarer $60,2 \text{ m}^3/\text{h}$.
2. Nattforbruket har vært på $36,3 \text{ m}^3/\text{h}$ og har vist en stigning i løpet av mai 1982.
3. Det er en nær sammenheng mellom økning i nattforbruk og totalt vannforbruk i perioder det ikke foregår hagevanning.
4. Nattforbruket utgjør 60,3 % av totalforbruket.
5. Ut fra erfaringene fra Sydskogen om ekte nattforbruk, er lekkasjevannmengden beregnet til 58 % og ekte totalt vannforbruk til $25,6 \text{ m}^3/\text{h}$. Dette gir en lekkasje-vannmengde på $831 \text{ m}^3/\text{døgn}$.

På basis av undersøkelsen fra perioden 2. juli 1982 til og med 27. juli 1982 kan følgende konklusjoner trekkes:

6. Total-leveransen har økt til $1808 \text{ m}^3/\text{d}$ som tilsvarer $75,3 \text{ m}^3/\text{h}$. Økningen skyldes økt lekkasje og hagevanning.
7. Nattforbruket har økt til $43,6 \text{ m}^3/\text{h}$ i gjennomsnitt som tilsvarer 9,27 l/p.h.
8. Nattforbruket utgjør 57,9 %, og nedgangen skyldes økt vannforbruk til hagevanning.

Generelt kan følgende konklusjoner trekkes om metoden med automatisk overvåking av vannforbruk.

1. Automatisk overvåking av vannforbruk gir en vesentlig økt kunnskap om vannforbruket og vil gi informasjon om hva endringene i vannforbruket skyldes.
2. Automatisk overvåking av nattforbruket kan enkelt innpasses og gir helt nye muligheter for alarmsystemer for når lekkasjesøking må startes.
3. Nattforbruket endrer seg gradvis etter som lekkasjene oppstår og reduseres ved tetting. Hagevanning om natten kan virke forstyrrende på målingene.

4. Analyse av ekte vannforbruk som går inn i boligene, kan enkelt beregnes.

3.3 Fra Siggerud undersøkelsen

3.3.1 Innledning

En av forutsetningene for å gjennomføre fosfortap-undersøkelsen i Siggerud var de gode mulighetene for å kontrollere vannforbruket i Siggerud. Vannverket er lokalisert nordvest for tettstedet, slik fig. 15 viser.

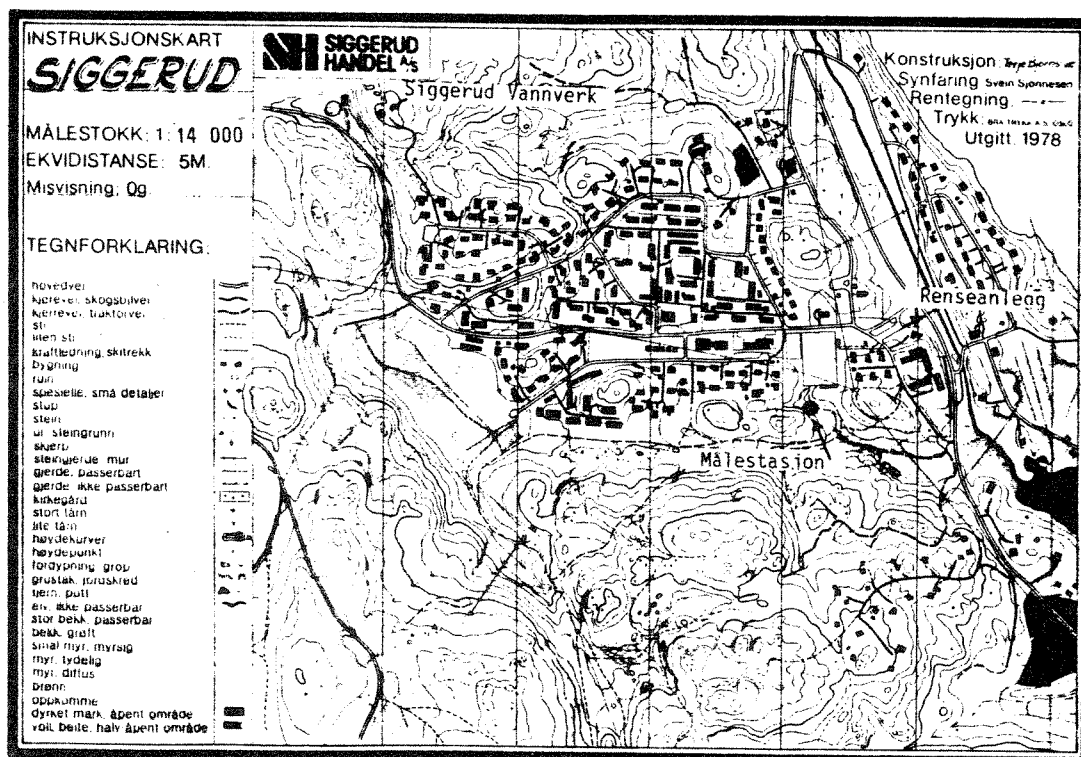


Fig. 15. Siggerud tettsted med vannverk.

Vannverket benytter grunnvann fra borehull som vannkilde. Fem lokale borebrønner spredt rundt i nordvestre område pumper vann sentralt inn til høydebassenget, som er inntegnet på kartet i fig. 14. Fra høydebassenget fordeles vannet ved gravitasjon til forsyningsnettet i Siggerud og Siggerudtangen på andre siden av Langenvassdraget, som går langs riksveien, øst for Siggerud-gryta.

Vannmåleren på hovedvannverket er en elektromagnetisk måler av typen REMAG MAGNETO-FLOW, type DFG 100 k. Måleren kan innstilles på forskjellige måleområder, men kjøres for tiden på ett område fra 0-60 m³/h. Denne måleren skiller seg fra turbinmålerne, benyttet i Sydskogen og Buhrestua, ved at den gir et 0 - 20 mA signal. Det var derfor nødvendig å installere en analog/frekvens omformer på skalaen 1 : 1 for å gjøre bruk av telletrykker. Telletrykkeren ble installert 4. mai 1982 og virker slik at hver puls som telles, representerer 10 l ut av måleren.

3.3.2 Måleresultater

Det foreligger målinger av vannforbruket ut fra Siggerud vannverk fra 4. mai 1982 og opp til november -82, registrert med telletrykker. Ikke alle data er bearbeidet, og bearbeidingene har skjedd i perioder. Tabell 4 viser en oversikt over tilgjengelige vannforbruksmålinger på Siggerud vannverk.

Ski kommune har fra før lagt stor vekt på å skaffe oversikt over sitt vannforbruk, og har satset betydelig på lekkasjesøking. Blant annet har de investert i en sentral i Ski Sentrum for automatisk innsamling og registrering av vannforbruk på strategiske punkter rundt om i kommunen, inklusiv Siggerud. I hele perioden mens Siggerud undersøkelsen har foregått, er det overført data om vannforbruket ved Siggerud vannverk til kommunens data-sentral i Ski-byen via telefon-nettet.

Men allerede før våre lokale registreringer ved Siggerud vannverk kom i gang, oppdaget Skaret ved A/S Hjellnes at de overførte registreringene om vannforbruket på Ski virket merkelige. Det ble klarlagt at en lokal grunnvannsbrønn ved Siggerud skole pumpet vann kontinuerlig inn på forsyningsnettet. Vannet gikk ikke via hovedvannmåleren, men ble målt i egen måler direkte inn på nettet. Dette førte til at det ble registrert

Tabell nr. 4. Oversikt over perioder med vannforbrukmålinger ved Siggerud vannverk.

Periode Nr. Tidsrom	Antall dager	Registrerings- intervall for vannmengde- måling	Antall vannmengde- registrer.
1 Fra 4. mai 1982 Til 8. juni 1982	36	Hver time	839
2 Fra 9. juni 1982 Til 1. juli 1982	23	Hvert døgn	23
3 Fra 2. juli 1982 Til 23. juli 1982	22	Hver time	506
4 Fra 24. juli 1982 Til 24. aug. 1982	31	Hvert døgn	528
5 Fra 24. aug. 1982 Til 15. sept. 1982	22	Hver time	528
6 Fra 16. sept. 1982 Til 1. nov. 1982	47	Hvert døgn	47
7 Fra 1. nov. 1982 Til 10. nov. 1982	9	Hver time	216
8 Fra 1. nov. 1982	-	Døgnregistrer.	-

0 m³/h i nattforbruk ved Siggerud vannverk. For å kunne måle nattforbruk ved hoved-målestasjonen, var det derfor helt påkrevet å stanse denne lokale vannforsyningen. Dette ble gjort samme dag (4. mai 1982) som våre lokale registreringer på Siggerud ble igangsatt. Dette medførte at man ikke lenger registrerte 0 m³/h vannforbruk ved kommunens sentral i Ski-byen.

Fra august til november 1982 ble det foretatt en sammenlikning av vannforbruket som ble registrert i vår lokale telletrykker og kommunens sentral nede i Ski-byen. Det viste seg at kommunen registrerte bare ca. 55 % av det forbruket som telletrykkeren viste. Målingene kommer fra samme vannmåler, og feilen i kommunens system viste seg å være knyttet til overføringssystemet mellom Ski vannverk og Ski-byen.

Døgnvariasjonene i vannforbruket ved Siggerud vannverk er målt i fire perioder slik det fremgår i tabell 6. Målingene for periode 1 og 3 omfatter 58 døgn i alt, hvor vannmengden er registrert hver time i døgnet, og disse resultatene er nærmere analysert og grafisk fremstilt. Noen av disse kurvene er presentert i rapporten. Fig. 16, 17 og 18 viser noen typiske døgnvariasjoner hvor resultatene er kronologisk fremstilt. Fig. 16 inkluderer de unormale døgnene 17. og 18. mai som skiller seg klart ut. 17. mai står mange samtidig opp om morgenen, men få blir hjemme, viser vannforbruket utover ettermiddagen. Fig. 17 viser en mer normal uke med typiske ukedags svingninger. Søndagen skiller seg også ut her ved at folk står opp vesentlig senere. Nattforbruket viser også en del variasjoner uten at grunnen er klarlagt. Fig. 18 viser døgnforbruket fra søndag 11. juli til fredag 16. juli 1982 og viser andre viktige forhold. For det første er langt færre personer hjemme i ferieperioden slik at vannforbruket i husholdningen er vesentlig mindre. For det andre er hagevannings-forbruket i denne perioden meget dominerende, med topp mellom kl. 18 og 21.

Døgnvariasjonene i vannforbruket er også sortert etter ukedager og grafisk fremstilt. Fig. 19 viser onsdagene, fig. 20 viser lørdagene og fig. 21 viser søndagene. Figurene viser markerte forskjeller som er typiske for aktivitetene på de ulike dagene. Vannforbruket synker i ferien med unntakelse av de timene om kvelden det er lov å vanne i hagen. Kurvene viser ingen typisk tendens i utviklingen i nattforbruk, og endringene i nattforbruket må etter alt å dømme skyldes vannforbrukende aktiviteter om natten.

SIGGERUD
1982

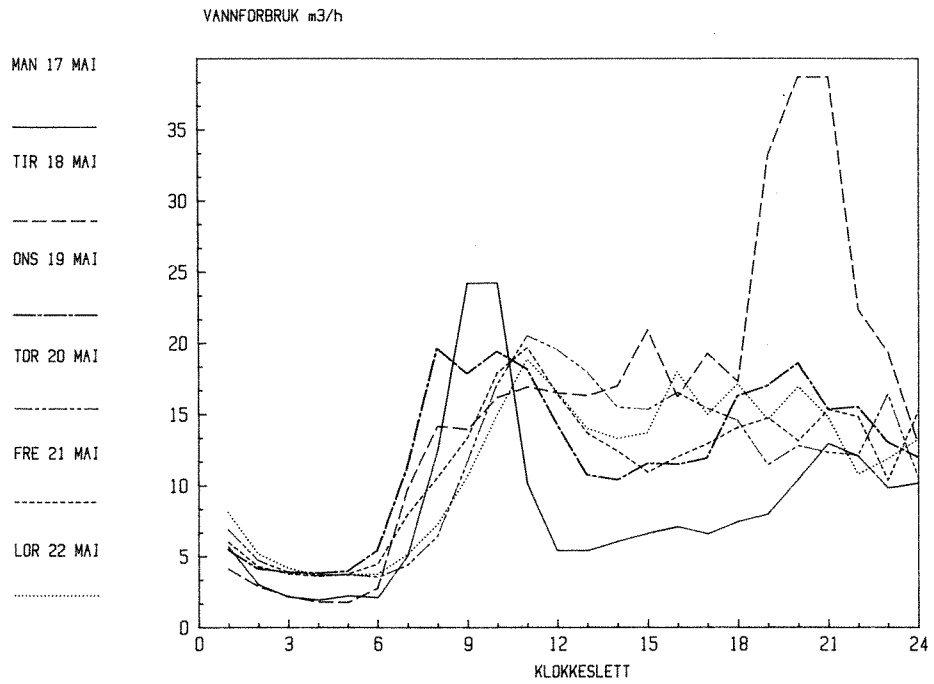


Fig. 16. Variasjoner i døgnforbruk ved Siggerud vannverk fra 17. mai 1982 til 22. mai 1982.

SIGGERUD
1982

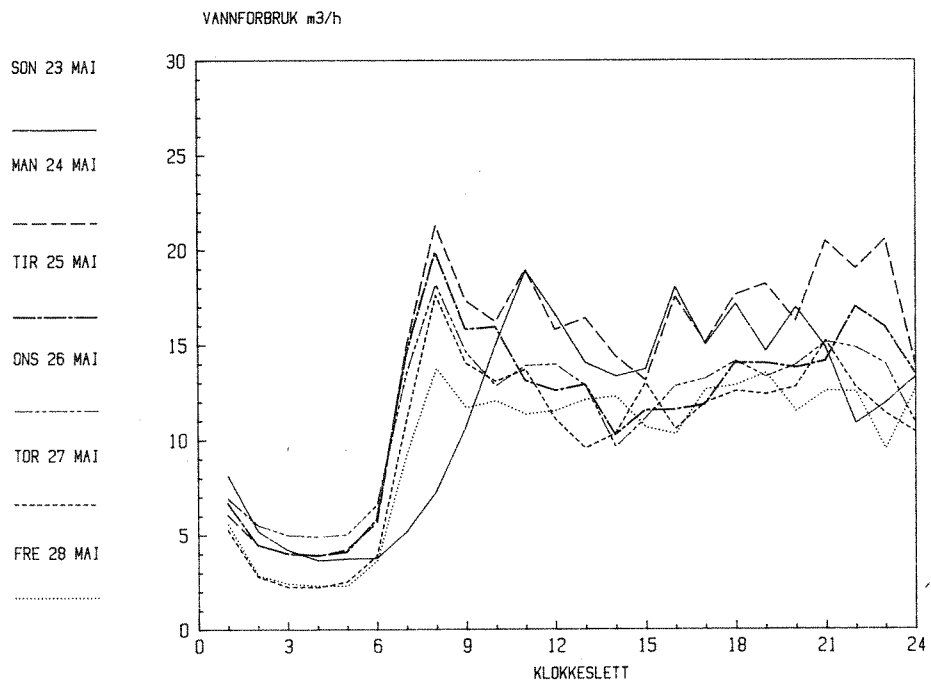


Fig. 17. Variasjoner i døgnforbruk ved Siggerud vannverk fra 23. mai 1982 til 28. mai 1982.

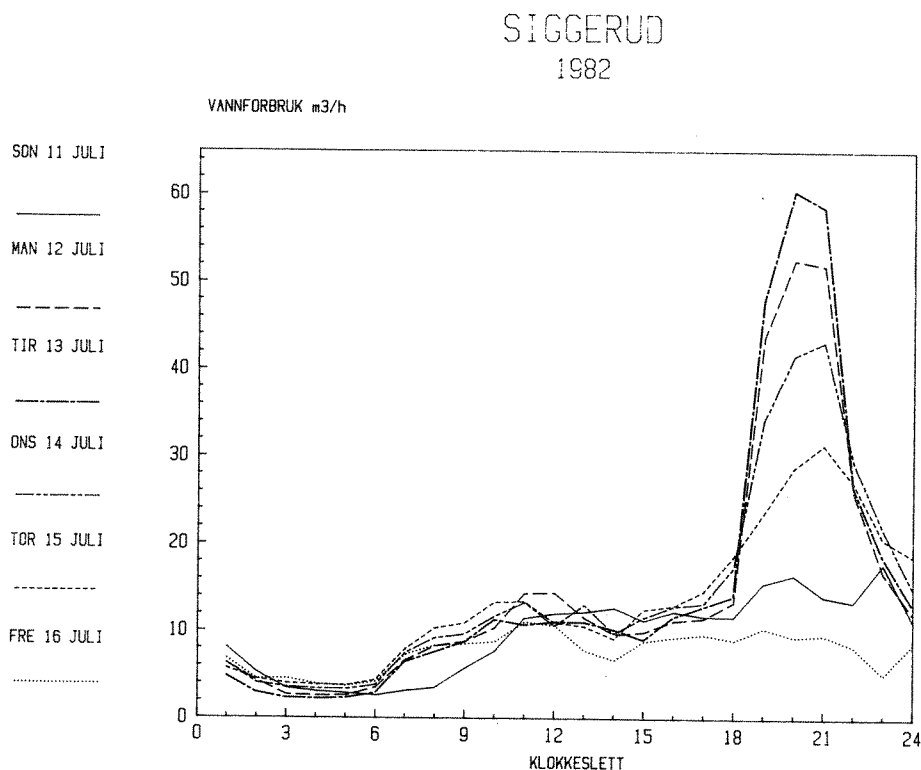


Fig. 18. Variasjoner i døgnsforbruk ved Siggerud vannverk fra 11. juli 1982 til 16. juli 1982.

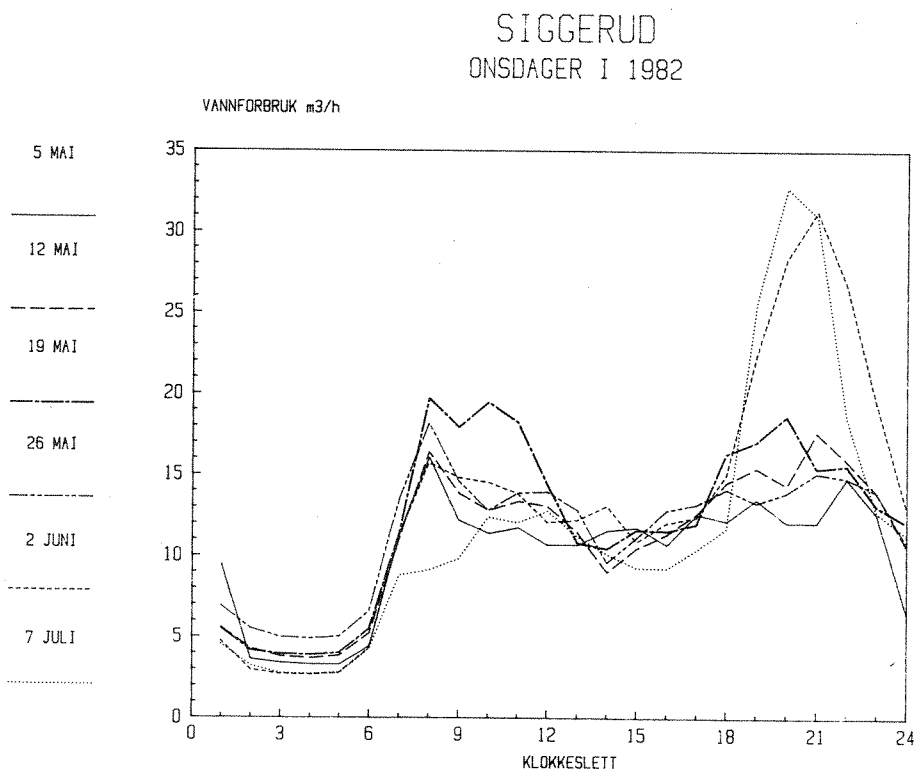


Fig. 19. Variasjoner i døgnsforbruk ved Siggerud vannverk for onsdager fra 5. mai 1982 til 7. juli 1982.

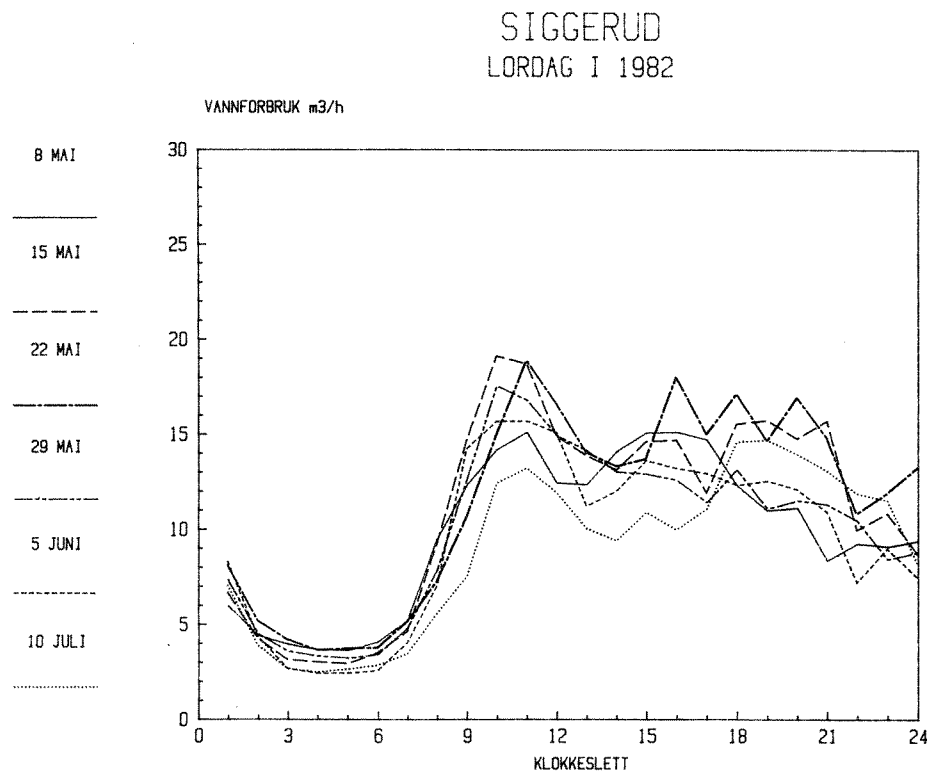


Fig. 20. Variasjoner i døgnforbruk ved Siggerud vannverk for lørdager fra 8. mai 1982 til 10. juli 1982.

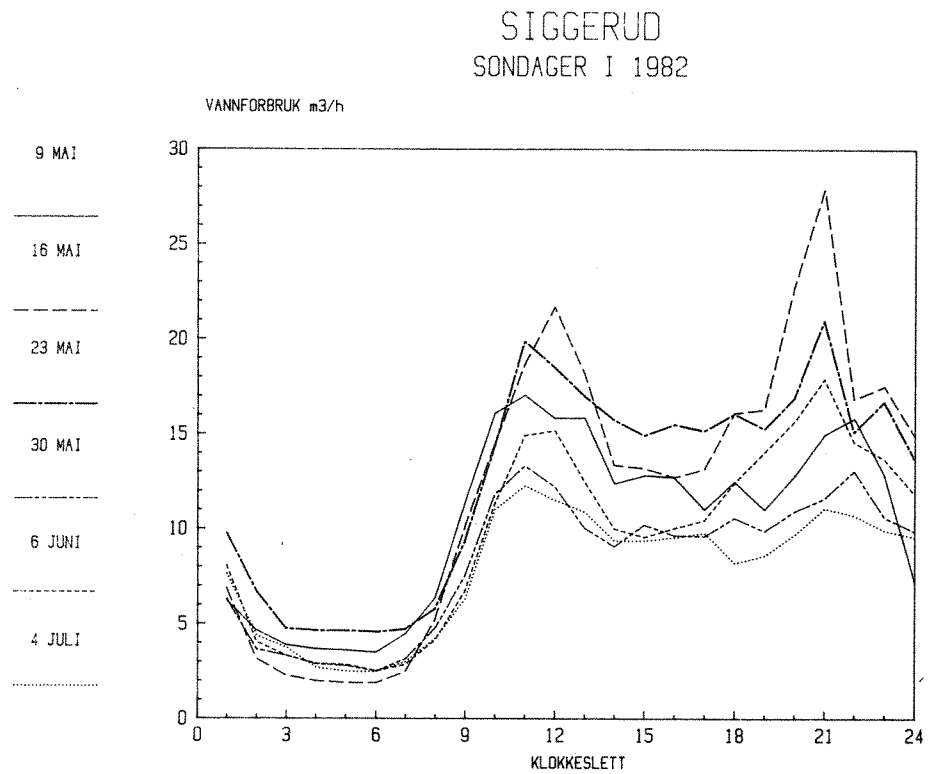


Fig. 21. Variasjoner i døgnforbruk ved Siggerud vannverk for søndager fra 9. mai 1982 til 4. juli 1982.

Telletrykkeren summerer også timeforbrukene slik at man oppnår døgnforbruk. Resultatene av disse målingene er grafisk fremstilt i fig. 22 og fig. 23. Her er også nattforbruket fremstilt som funksjon av tiden.

Det er foretatt en del analyser av vannforbruket i Siggerud basert på målingene fra 4. mai 1982 til 8. juni 1982. Det kan trekkes frem at gjennomsnittlig døgnforbruk i denne perioden var 279,1 m³/d. Gjennomsnittlig nattforbruk i perioden har vært 3,1 m³/h, som svarer til 74,4 m³/døgn. Hvis hele nattforbruket representerer lekkasjevann, blir lekkasjeprosenten i denne perioden:

$$\text{Lekkasje \%} = \frac{74,4 \times 100 \%}{279,1} = \underline{26,7 \%}.$$

3.3.3 Konklusjoner fra undersøkelser ved Siggerud vannverk

Vannforbruks-resultatene for måleperioden, fra uke 33 til og med uke 43, som faller sammen med hovedundersøkelsen i Siggerud-gryta, behandles separat i delrapport 3 (9). På basis av måleresultatene fra Siggerud vannverk kan følgende konklusjoner trekkes:

1. Total vannleveranse har vært 279,1 m³/d i perioden 4.5 til 8.6.1982.
2. I samme periode har det vært et gjennomsnittlig nattforbruk på 3,1 m³/h.
3. Nattforbruket i denne perioden utgjør 26,7 % og er uttrykk for lekkasje-omfanget.
4. Undersøkelsene viser at man har en meget god kontroll over vannforbruket.

3.3.4 Tilføringsgrad beregnet ut fra ekte vannforbruk

Ved å beregne tilføringsgrad ut fra ekte vannforbruk unngås bruk av usikre spesifikke tall. Virkningen av unøyaktige målinger av avløpsvannmengder inn til renseanleggene reduseres fordi avløpsvannmengden omregnes til uførtynnet spillvann ut fra forurensnings-konsentrasjonene. Dessuten tas det hensyn til pendlereffekten fordi vannforbruket reduseres i takt med redusert tilstedeværelse.

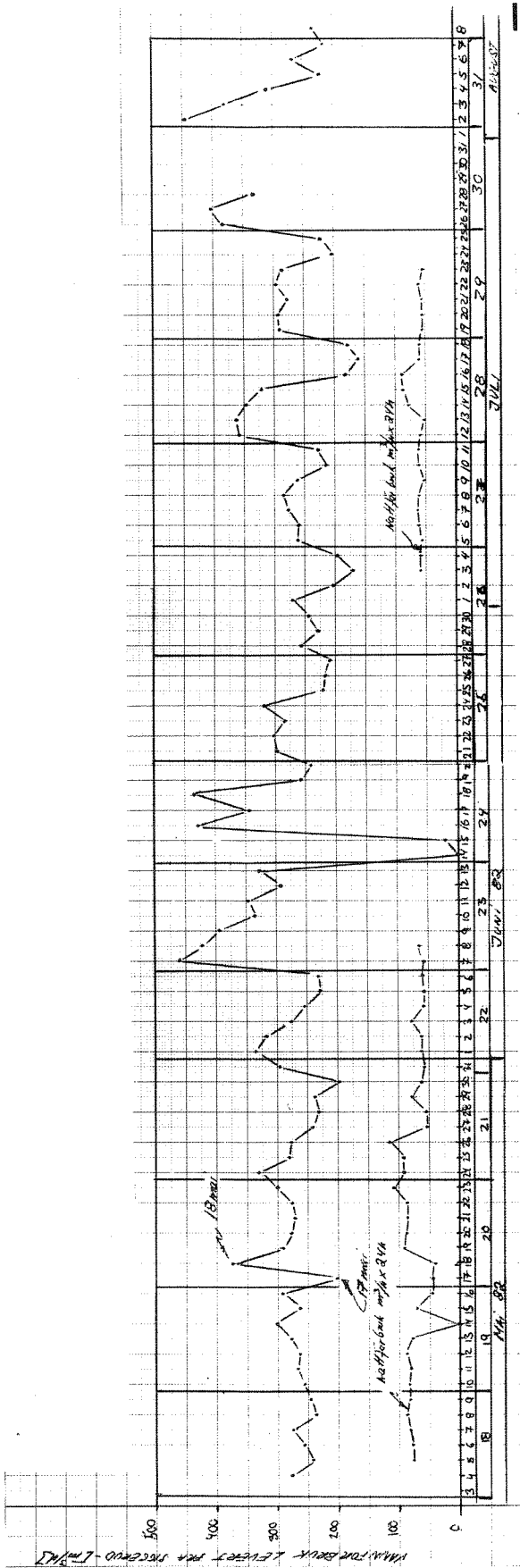


Fig. 22. Vann levert fra Siggerud vannverk i perioden 4. mai 1982 til og med 8. august 1982.

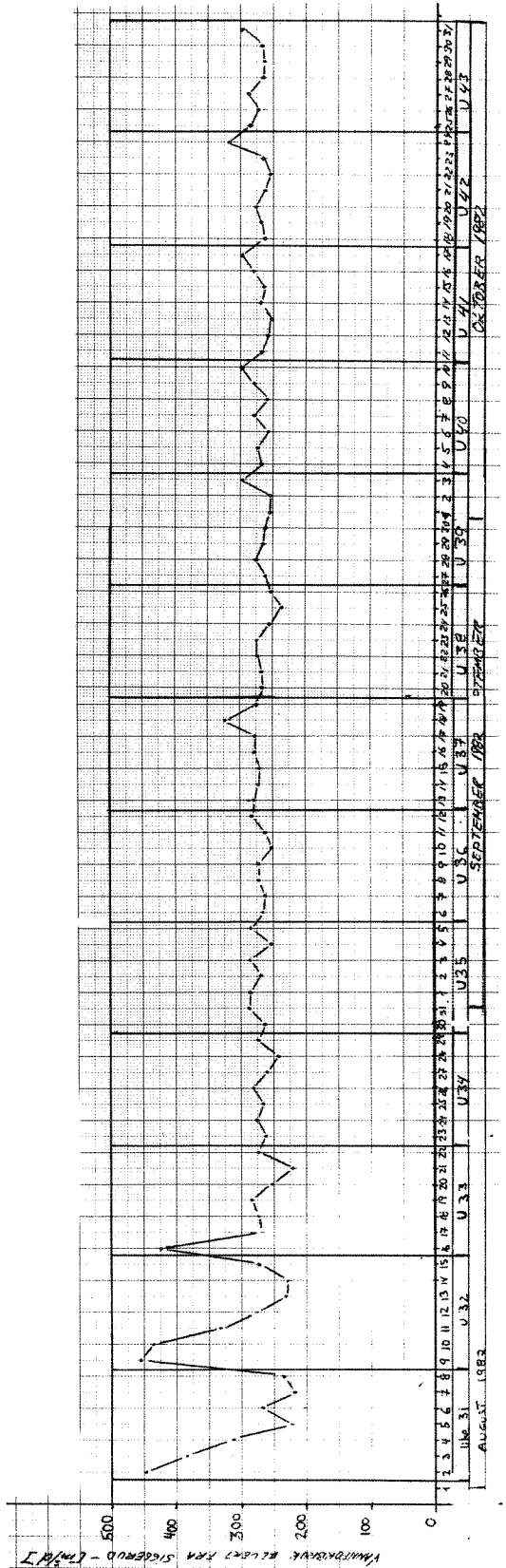


Fig. 23. Vann levert fra Siggerud vannverk i perioden 1. august til og med 31. oktober 1982.

Ved Siggerud undersøkelsen lå forholdene til rette for en første utprøving av denne nye alternative metoden for å beregne tilføringsgrad. Beregningene av tilføringsgrad etter den tradisjonelle metoden og på grunnlag av spillvannstap i resipienten er vist i delrapport 3 (9). Beregningene gav følgende resultater:

Tabell 5. Beregning av tilføringsgrad basert på massetransport i Siggerud renseanlegg høsten 1982, etter tradisjonelle metoder.

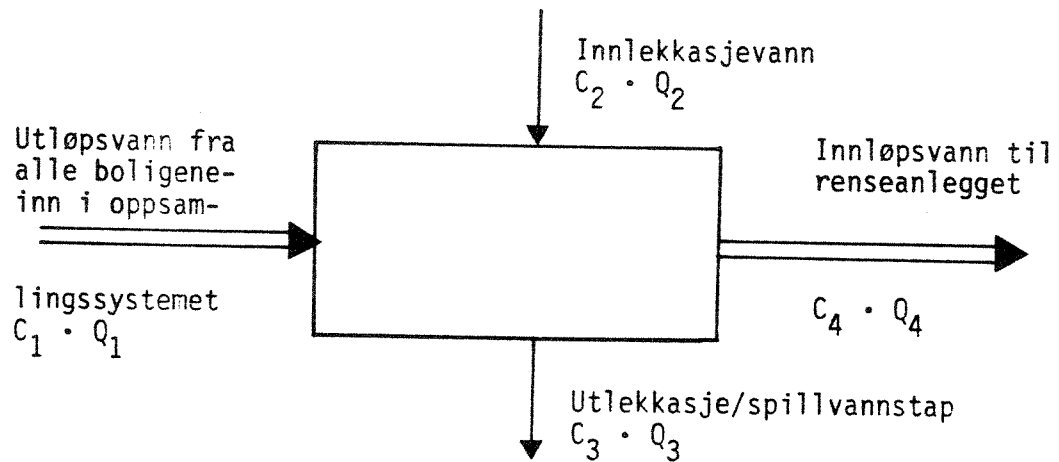
	Målt på grunnlag av "spillvannstap" i resipient.	Beregnet T_g ved tradisjonell metode
Fosfor (100 ÷ 10,1) % =	89,9 %	75,8 %
Nitrogen (100 ÷ 35,4) % =	64,6 %	51,4 %
KOF (100 ÷ 32,4) % =	67,6 %	52,2 %

Det er her forutsatt at de tradisjonelle spesifikke tallene gjelder ved 0 % fravær når tilføringsgrad beregnes ved tradisjonell metode. Det faktum at den beregnede tilføringsgrad ved tradisjonell metode gir lavere verdier enn når det måles ut fra spillvannstapet i resipienten, betyr enten at tradisjonell metode gir for lave verdier, eller at noe av forurensningene i spillvannstapet holdes tilbake. Differansen i prosent mellom de to metodene er ca. 14 % for alle de tre parametrene. Om dette er en tilfeldighet, kan foreløpig ikke forklares, men det burde vært undersøkt nærmere.

For beregning av innløpsvannets fortynningsgrad benyttes de gjennomsnittlige konsentrasjonene i ukeblandprøven tatt av ufortynnet spillvann for Sydskogen-undersøkelsen (6). Disse var følgende:

Tot-P : 12,2 mg P/l
Tot-N : 63,3 mg N/l
KOF : 425 mg O/l

Det er nødvendig å gjøre flere forutsetninger, og noen av dem kan være usikre. Systemet er som vist nedenfor.



Ligning nr I $C_1 \cdot Q_1 + C_2 \cdot Q_2 = C_3 \cdot Q_3 + C_4 \cdot Q_4$

Av disse anses Q_1 kjent ut fra ekte vannforbruk.

C_1 = Gjennomsnittlig konsentrasjon i uforynnet spillvann mg/l anses kjent hvis erfaringene fra Sydslogen legges til grunn.

Q_2 = Innlekkasjevannmengde m^3 /uke anses ukjent.

C_2 = Innlekkasjevannets gjennomsnittlige konsentrasjon mg/l ukjent, men kan være relativt lav.

Q_3 = Utlekkasjevannets/spillvannstapets vannmengde m^3 /uke kan anses som ukjent.

C_3 = Spillvannstapets konsentrasjon mg/l. Delvis kjent.

Q_4 = Innløpsvannmengde til rensesanlegget m^3 /uke kjent.

C_4 = Innløpsvannets konsentrasjon ved rensesanlegget kjent.

Vi har her 8 variabler hvorav 4 anses som kjente størrelser ut fra målinger. Hvis utlekkasjevannets konsentrasjon settes lik konsentrasjonen i ufortynnet spillvann, gjenstår 3 ukjente. Det store spørsmålet knytter seg til innlekkasjevannets (fremmedvannets) konsentrasjon. Hvis dette settes til 0, betyr det at forurensningsbidraget fra innlekkasjevannet er 0, og konsentrasjons-senkningen fra ufortynnet spillvann til innløpsvannet ved renseanlegget blir et rent fortynningsforhold.

Det vil ut fra dette være mulig å beregne hvor mye spillvann som er for-
tynnet, og konsentrasjonene for både Tot-P, Tot-N og KOF kan benyttes for å beregne gjennomsnittlig fortykning. Ut fra gjennomsnittlig fortykning og oppsamlet spillvannsmengde er det mulig å beregne hvor mye ufortynnet spillvann som er oppsamlet. Forholdet mellom oppsamlet spillvannsmengde i ufortynnet form og total spillvannsmengde i Siggerud gryta gir et uttrykk for tilføringsgrad. Resultatene av beregningene er vist i tabell 6 og viser en gjennomsnittlig tilføringsgrad på 75 %. Resultatene viser også at tilføringsgraden varierer med nedbørforholdene og er svært lav og nede i 44 % i uke 38 da nedbørmengdene var størst. Disse beregningene indikerer at tilføringsgraden er høyere enn den tradisjonelle metoden viser.

Et annet forhold er at fortynningsgraden beregnet utfra de tre parametrene gir relativt forskjellig resultat for de samme ukene. Dessuten synes forskjellene relativt konstante. Fosfor gir i de fleste ukene et høyere prosent-tall enn spesielt for nitrogen. Det kan enten skyldes at konsentrasjonen i ufortynnet spillvann er satt for lavt for fosfor, eller at fremmedvannet på råkloakken møter mottar mer fosfor enn nitrogen. Nærmere undersøkelser kan vise at det trenges justeringer.

En lignende oversikt kan gis for Siggerudtangen område. Vannforsyningen som leveres til Siggerudtangen, avleses manuelt på en egen rentvannsmåler, men det foreligger ikke målinger av nattforbruk og derved eventuelle lekkasjevannmengder. Resultatene er som vist i tabell 7.

Beregningene viser at metoden gir noe variable resultater, sannsynligvis på grunn av at forutsetningene ikke er gode nok. Dessuten blir tilføringsgraden i gjennomsnitt noe høyere enn 100 prosent. Dette tyder på at ledningsnettets har lavt spillvannstap og nær 100 prosent tilføringsgrad fra Siggerudtangen.

Tabell 6. Beregning av tilføringsgrad utfra ekte vannforbruk levert fra Siggerud vannverk og ufortynnet spillvann oppsamlet ved Siggerud renseanlegg.

Uke nr	Nedbørmengde mm/uke	Vannleveranse fra Siggerud vannverk m ³ /uke	Nattforbruk/lekasje m ³ /uke	Ekte vannforb. spillvannsmengde m ³ /uke	Innløpsmengder til Siggerud renseanl. m ³ /uke	Beregning av fortynningsgrad					Beregnet ufortynnet spillvannsm. inn til rø	Beregnet tilføringsgrad. %
						Konsentrasjon i innl.v.			Gj.snitt fortytning innl.v.			
						TOT-P mgP/l	TOT-N mgN/L	KOF mgO/l				
34	30,0	1852,1	512,7	1339	1620	8,6 (70,5)	37,6 (59,4)	270 (63,5)	64,5	1044	78	
35	27,9	1930,3	575,2	1355	2352	8,6 (70,5)	-	310 (72,9)	-	-	-	
36	14,2	1870,9	480,7	1390	2177	8,4 (68,9)	33,2 (52,4)	230 (54,1)	58,4	1271	91	
37	3,1	1975,3	577,5	1448	1847	8,6 (70,5)	39,2 (61,9)	330 (77,6)	70,0	1292	89	
38	47,8	1817,1	520 ¹	1297	3096	3,2 (26,2)	6,4 (10,1)	80 (18,8)	18,3	566	44	
39	32,1	1855,4	520 ¹	1335	3065	4,5 (36,9)	10,4 (16,4)	110 (25,9)	26,4	809	61	
40	6,9	1908,4	520 ¹	1388	2345	7,5 (61,5)	26,4 (41,7)	280 (65,9)	56,4	1322	95	
41	19,2	1884,6	520 ¹	1365	2487	6,5 (53,3)	18,0 (28,4)	240 (56,5)	46,1	1146	84	
42	20,9	1901,4	520 ¹	1381	2608	5,2 (42,6)	15,2 (24,0)	100 (23,5)	30,0	782	57	
Gjennomsnitt											75 %	

¹ Interpolerte verdier
() Tallene i parentes angir fortynningsgrad

Undersøkelsene viser også at avløpsvannmengden som kommer tilbake fra pumpestasjonen, viser en kraftig økning (376 %) i forhold til levert vannmengde. Hvis en dessuten går ut fra at spillvannstapet fra Siggerudtangen området er nær null, altså 100 prosent tilføringsgrad, kan man også beregne fortynningen ut fra levert og oppsamlet vannmengde, også

Tabell 7. Beregning av tilføringsgrad ut fra vannforbruk levert til Siggerudtangen og ufortynnet spillvann oppsamlet fra samme område.

Uke nr.	Vannleveranse til Siggerudtangen m ³ /uke	Spillvannsm.levert fra Siggerudt. m ³ /uke	økning %	Beregning av fortynning				Beregnet ufortynnet spillvannsmengde	Beregnet tilføringsgrad	Fortynning utfra vannm. forutsatt 100 % T _g
				Konsentrasjon			Gj.sn. fortynning %			
				TOT-P mgP/l	TOT-N mgN/L	KOF mgO/l				
34										
35	188	451	140	6,1 0,50	-	170 0,40	45	203	100	41,7
36	197	418	112	6,6	30,4	140	45	188	95,4	47,1
37	198	357	80	8,0	35,6	220	58	207	100	55,5
38	189	1581	737	-	-	-				
39	183	1964	973	2,0	11,2	47	15	294	100	9,3
40	205	801	291	3,4	14,6	60	17	136	?	25,6
41	193	968	402	3,1	10,6	60	19	184	95,3	19,9
42	205	1536	649	1,9	9,5	44	14	215	100	13,2
Gjennom snitt	194,7	1009	376				30,4	203,8	100	30,3

dette er vist i tabell 7. Den gjennomsnittlige fortynningen basert på vannmengder viser 30,3 % i gjennomsnitt, altså levert vannmengde i forhold til oppsamlet spillvannsmengde. Dette stemmer meget bra med den gjennomsnittlige fortynningen beregnet ut fra de tre forurensningsparametrene som gav 30,4 %. Nitrogen konsentrasjonene gir best samsvar ved fortynnings-beregningene. Fosfor konsentrasjonene gir noe mindre fortynning, som tyder på at ufortynnet spillvann fra Siggerud kan ha en noe høyere konsentrasjon enn ved Sydsbogen undersøkelsen.

3.3.5 Sammenligning av tilførselsgrad-beregninger i Siggerud gryta

Undersøelsesperioden i Siggerud ble kortere enn planlagt av årsaker som er forklart tidligere (9). På grunn av spesielle forhold som kan rettes på, ble det noe større usikkerhet i noen av leddene enn ønskelig. Allikevel er målingene i Siggerud gryta av stor interesse, og viktige sammenligninger av tilføringsgrad målingene kan foretas. Tabell 8 viser resultatene av de forskjellige tilføringsgrad-beregningene.

Tabell 8. Sammenligning av tilføringsgrad beregnet med tradisjonell metode, alternativ metode og på basis av målt fosfortap i resipienten.

Uke nr.	Tilføringsgrad beregnet på tradisjonell måte, basert på fosfor	Tilføringsgrad beregnet på basis av ekte vannforbruk og uforynnet spillvann	Prosent fra tettstedet ut via Siggerud-bekken (tapsmetoden)	Maksimal tilføringsgrad basert på tapsmetoden
	%	%	%	%
34	69	78	1,1	98,9
35	105	-	2,8	97,2
36	93	91	3,1	96,9
37	79	89	4,3	95,7
38	42	44	28,1	71,9
39	66	61	17,0	83,0
40	90	95	18,3	81,7
41	79	89	9,7	90,3
42	64	57	11,6	88,4
Gjen- nom- snitt	76	75	10,7	89,3

Tabell 8 viser for det første relativt bra samsvar mellom tradisjonell måte å beregne tilføringsgrad og den nye alternative metoden. De store variasjonene i tilføringsgrad skyldes de store nedbørmengdene i undersøkelsesperioden, hvor det spesielt i uke 38 skjer en del direkte utslipp på grunn av at pumpestasjonen i Siggerud gryta ikke har klart å ta alt spillvannet unna og mister råkloakk til bekken.

Enda mer interessant er det hvor liten fosfortransporten er ut via resipienten, og hva den utgjør i prosent. På det høyeste i den nedbør-rike uken 38 er fosfortransporten oppe i 28,1 %, altså en tilføringsgrad som maksimalt kan være 71,9 %.

Det er ikke normalt å beregne individuelle tilføringsgrader for hver enkelt uke. Til det har man trodd at metodene har vært for unøyaktige. Imidlertid viser sammenligningene av de tre metodene overraskende bra sammenheng. Det er første gang man har kunnet sammenligne tre metoder.

De to oppsamlingsmetodene, den nye og den gamle, gir relativt god overensstemmelse. Tapsmetoden gir naturlig nok noe høyere tilføringsgrader siden noe forurensning sannsynligvis holdes tilbake. Resultatene er grafisk fremstilt i fig. 24.

Det kan være to årsaker til at tilføringsgrad-beregningene basert på den tradisjonelle oppsamlingsmetoden og den nye alternative metoden basert på ekte vannforbruk i de fleste tilfeller ligger lavere enn målingene i resipienten.

Det ene er at forutsetningene eller noen av målingene er feilaktige, og det andre er at fosfortapet holdes tilbake i jordsmonnet. I og med at de tre beregningemetodene i hovedsak baserer seg på forskjellige målinger og forutsetninger og ellers viser logiske svingninger, er tilbakeholdelsen av fosfor i jordsmonnet foreløpig den mest sannsynlige forklaring.

Siggerud feltet utgjør et meget interessant forsøksfelt, og undersøkelsene burde forlenges.

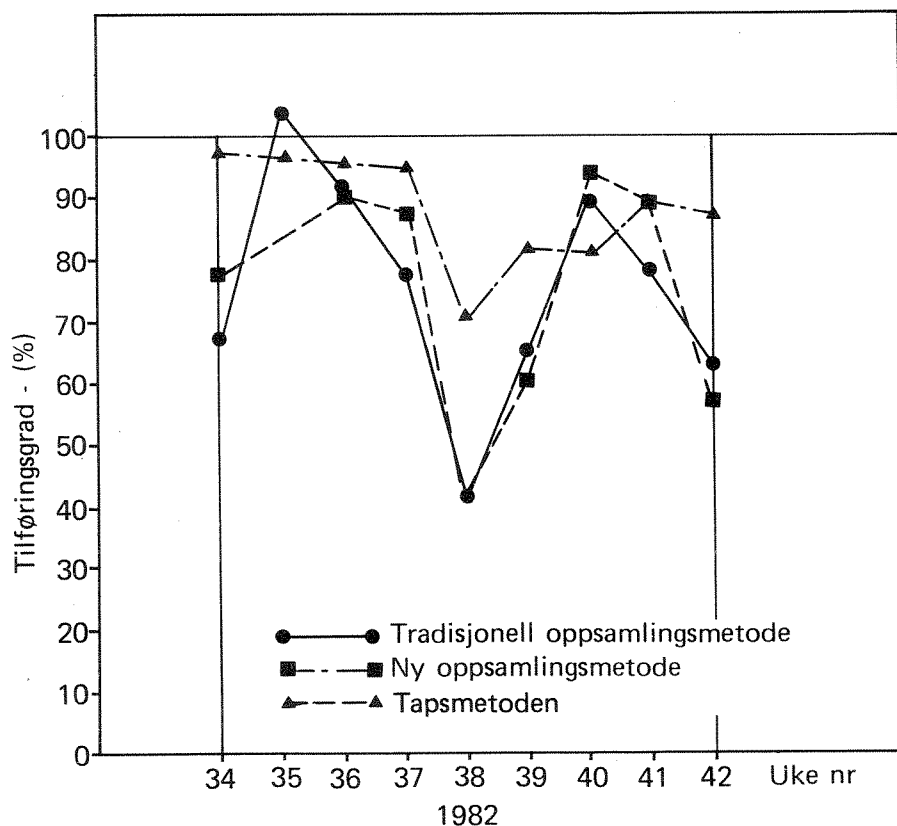


Fig. 24. Sammenligning av resultater fra tilføringsgrad-beregninger utført med tre forskjellige metoder i Siggerudgryta.

4. REFERANSER

1. Vråle, L.: Tilføringsgrad for renseanlegg. Fremgangsmåte og bruk. NIVA-rapport 0-78116. Sept 1978.
2. Vråle, L.: Tilføringsgrad for oppsamlingsnett. Status for eksisterende målinger. SFT-rapport nr. 26. Mai 1981.
3. Wedum, K.: Driftsundersøkelse av vannføringsmålere. Prosjekt-rapport nr. 31. NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg. August 1981.
4. Vråle, L.: Spillvannstap på oppsamlingsnett, delrapport nr. 1, Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett i Sydsbogen, Røyken kommune. 0-81041, VA-11/83. April 1983.
5. Smith, B.; Lekkasje i norske vannledningsnett. PTV 3. Februar 1979.
6. VAV - Svenska Vatten- och Avloppsföreningen: Läcksökning på vattenledningar. Publikasjon VAV P35. Juli 1979. (I norsk utgave NKS mai 1980.)
7. NKF: Lekkagesøkning på vannledninger. Praktisk veiledning for kontroll og lokalisering av lekkasjer. Mai 1980.
8. Vråle, L.: Spillvannstap fra oppsamlingsnett, delrapport 4, Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet i Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune. 0-81041, VA-14/83. November 1984.
9. Vråle, L.: Spillvannstap fra oppsamlingsnett, delrapport 3, Spillvannstapets resipientpåvirkning i Siggerud gryta, Ski kommune. 0-81041, VA-13/83. August 1983.