



Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren



NORVAR-rapporter

Det utgis 3 typer rapporter:

Rapportserie A:

Dette er de opprinnelige NORVAR-rapportene. Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter som er gjennomført innenfor organisasjonens eget prosjektsystem, NORVARprosjekt
- Rapportering av spleiselagsprosjekter hvor to eller flere andelseiere i NORVAR BA samarbeider for å løse felles utfordringer
- Rapportering av prosjekter som er gjennomført av andelseiere eller andre.
NORVAR-rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B:

Dette er en serie for «enklere» rapporter, for eksempel forprosjekter, som vil være grunnlag for videre prosjektvirksomhet mm.

Fortløpende nummer Bxx-årstall

Rapportserie C:

Dette er rapporter delfinansiert av NORVAR, men som er utgitt av andre.

Fortløpende nummer Cxx-årstall

Prosjekresultatene i NORVARs rapporter (serie A og B) kan fritt benyttes internt i egen organisasjon. Når prosjekresultatene benyttes i skriftlig materiale, må kilde oppgis. Viderealg/formidling av resultatene utover dette er kun tillatt etter skriftlig avtale med NORVAR BA.

NORVAR har ikke ansvar for feil eller ufullstendigheter som måtte forekomme i rapporten og kan ikke stilles økonomisk eller på annen måte til ansvar for problemer som måtte oppstå som følge av bruk av rapporten.



NORVAR BA, Vangsvegen 143, 2317 Hamar
Tlf 62 55 30 30 E-post: post@norvar.no
www.norvar.no

*Forsidebildet viser gassmotoren på VEAS, som produserer ca. 13 GWh elektrisk strøm per år, av en total energiutnyttelse fra biogass på ca. 55 GWh.
Foto: Ivar Helleberg*

NORVAR- rapport

AL Norsk vann og avløp BA

Postadresse: Vangsvegen 143, 2317 Hamar

Webadresse: www.norvar.no

Besøksadresse: Vangsvegen 143, Hamar

Telefon: 62 55 30 30

Rapportnummer:
B8 - 2007

Dato:
15.08.07

Antall sider (inkl. bilag):
23

Tilgjengelighet:
Åpen: x
Begrenset:

Rapportens tittel:
Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren

Forfatter(e):
Egil Erstad, COWI og Ivar Helleberg, NORVAR

Ekstrakt:
Forprosjekt Energinettverk i VA-sektoren er et samarbeid mellom NORVAR, COWI og de 11 deltakerverkene. Det er angitt en mulig samlet energibruk på 800 GWh/år innenfor VA-sektoren og et potensial for energireduksjon og produksjon på om lag 400 GWh/år. Dette tilsvarer et redusert klimagassutslipp på 160.000 tonn CO₂-ekv.

For å utløse et slikt potensial må det satses innenfor flere områder: informasjon, motivasjon, energioppfølging, energiledelse, energikartlegginger, tiltaksanalyser, benchmarking og investeringsstøtte.

NORVAR foreslår å videreføre arbeidet i et hovedprosjekt.

Emneord, norske:
Energi, enøk, vann og avløp, biogass, varmpumpe

Emneord, engelske:
Energy, Water and Wastewater, Energy-efficiency, Biogas, Heat-pumps

Andre utgaver:

ISBN 978-82-414-0287-6

Forord

NORVAR har gjennom lengre tid ønsket å se nærmere på energibruken i den norske VA-sektoren. Det er få opplysninger om energi i eksisterende statistikker. NORVAR har tidligere selv gjort vurderinger rundt energibruk og mulig potensial for energiltak.

I 2006 innledet NORVAR et samarbeid med COWI AS og det ble søkt Enova SF om midler til et forprosjekt for å studere forbruk, potensialer og aktuelle energiltak. VA-verkene ble invitert med i forprosjektet og 11 kommuner/VA-verk valgte å delta. Denne rapporten er resultatet av dette forprosjektet.

Arbeidet er finansiert gjennom støtte fra Enova SF, deltakeravgift, egeninnsats samt et bidrag fra NORVAR. IVAR (Jæren) og Gjøvik kommune har også støttet prosjektet.

Vi vil med dette takke bidragsytere og deltakerne for innsatsen i prosjektet.

Hamar 15. august 2007

Ivar Helleberg
Prosjektleder NORVAR

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	4
English summary	5
1. Innledning, bakgrunn	6
2. Prosjektets mål	6
3. Prosjektaktiviteter	7
4. Dagens energibruk i VA-sektoren	8
4.1. Vannforsyning	8
4.2. Ledningsnett vann	10
4.3. Avløpsrensing	11
4.4. Ledningsnett avløp	13
4.5. Samlet energibruk	14
4.5.1. Energi i kjemikalier	15
5. Eksempler på planlagte og gjennomførte energiltak	16
6. Potensialer for energireduksjon, -produksjon, og konvertering	19
6.1. Energireduksjon	19
6.2. Energiproduksjon og konvertering	20
6.3. Samlet potensial for energieffektivisering i VA-sektoren	22
7. Plan for utløsning av potensialene	23
8. Konklusjon	23

Sammendrag

I forprosjekt Energinettverk i VA-sektoren har det vært avholdt 2 fellessamlinger for de 11 deltakerverkene. Det er innhentet opplysninger fra disse om energibruk, planlagte og gjennomførte energiltak. Basert på opplysningene samt sammenligninger mot en noe mer omfattende undersøkelse i Sverige, er det angitt et energiforbruk på om lag 800 GWh/år innenfor den norske VA-sektoren.

Det er videre gjort vurderinger på at det er et potensial på om lag 60 GWh/år for reduksjon i energibruken.

Blant de 11 deltakerne er det tidligere gjennomført energiltak tilsvarende om lag 90 GWh/år. Hoveddelen av dette er i form av produksjon og anvendelse av biogass. I tillegg antar vi at det er gjennomført øvrige tiltak i sektoren på om lag det dobbelte, et sted mellom 180-230 GWh/år. Samlet potensial for produksjon og konvertering ligger antakelig i området 300-450 GWh/år. Teoretisk er det i avløpsanlegg et potensial på 4 TWh/år ved å benytte varmepumper med en temperatursenkning på 5 °C. Begrensningen på denne utnyttelsen ligger blant annet i manglende utbygd fjernvarme i Norge.

Samlet sett mener vi at det er mulig å hente ut om lag 400 GWh/år fra VA-sektoren innen reduksjon, produksjon og konvertering gjennom en målrettet og aktiv satsning. Det tilsvarende tallet for Sverige er angitt til 1 900 GWh/år. En realisering av et potensial på 400 GWh/år betyr i tillegg en utslippsreduksjon av klimagasser på ca 160.000 tonn CO₂-ekvivalenter.

NORVAR mener det nå bør settes i gang et større prosjekt for hele bransjen der man jobber videre med følgende hovedområder: informasjon, motivering, opplæring, energioppfølging, energikartlegging, benchmarking, tiltaksanalyser, og bistand med investeringssøknader.

English summary

This report is published in Norwegian by Norwegian Water and Wastewater BA (NORVAR BA), www.norvar.no

Address: Vangsvegen 143, N-2317 Hamar, Norway
Phone: + 47 62 55 30 30
Fax: + 47 62 55 30 31
E-mail: post@norvar.no

Report no: B8 - 2007
Report Title: Preproject on energy in the Water and Wastewater sector
Date of issue: 20th of July 2007
Number of pages: 22

Keywords: Energy
Water and Wastewater
Energy-efficiency
Biogas
Heat-pumps

Author: Egil Erstad
Ivar Helleberg

ISBN: 978-82-414-0287-6

Summary:

The preproject has 11 participants (companies) who has contributed with information about their own energy consumption and efforts to reduce and produce energy in their own plants. The total energy consumption is estimated to about 800 GWh/year in the sector. The potential to reduce and produce energy is estimated to about 400 GWh/year. This will also contribute to a reduction in climate gas emissions of about 160.000 tons CO₂-eqv./year.

NORVAR suggest to continue the project in a larger scale where we focus on areas like information, motivation, education, energy management, benchmarking, energy analysis, and help for applying for official grants.

1. Innledning, bakgrunn

Vann- og avløpssektoren i Norge består i hovedsak av kommunale enheter og interkommunale selskaper. AL NORVAR BA er en landsdekkende interesse- og kompetanseorganisasjon for vann- og avløpssektoren. Organisasjonen er et andelslag som eies av norske kommuner og VA-verk.

I den norske VA-sektoren er den samlede energibruken tidligere anslått til om lag 1 TWh pr. år og det er anslått et potensial for energireduksjon på om lag 100 GWh/år. I tillegg er det et betydelig potensial for å produsere energi i form av varme og biogass fra avløpsvann og slam samt elektrisk kraft fra vannledningsnettet.

NORVAR ønsker nå å øke fokus på energibruk og energiproduksjon i VA-sektoren og har innledet et samarbeid med COWI AS for å se hvilke muligheter sektoren har for å utløse de aktuelle energipotensialene. På vegne av våre andelseiere har vi søkt og fått midler fra Enova SF for å gjennomføre et forprosjekt for å få fram energipotensialene og hvordan disse kan realiseres. Ved et senere hovedprosjekt vil man eventuelt også søke investeringsstøtte til gjennomføring av tiltak fra BBA-programmet til Enova.

I forprosjektet har følgende VA-verk deltatt:

- ♣ Bekkelaget Vann
- ♣ Bergen kommune
- ♣ FREVAR KF (Fredrikstaddistriktet)
- ♣ GIVAS IKS (Glåmdal: Kongsvinger og Grue)
- ♣ HIAS IKS (Hedemarken)
- ♣ MOVAR IKS (Mosseregionen)
- ♣ Oslo kommune
- ♣ Sandefjord kommune
- ♣ Tromsø kommune
- ♣ Trondheim kommune
- ♣ Vestfjorden avløpsselskap, VEAS

2. Prosjektets mål

Forprosjekt energibruk og energireduksjon i VA-verk skal få fram potensialene for produksjon og konvertering til fornybar energi i de norske VA-verkene samt potensialene for energireduksjon innenfor bygningsmassen, pumpestasjonene, vann- og avløpsnettet og prosessene i vannbehandlingsanlegg og avløpsrensplanlegg. Dette vil skje i samarbeid med et utvalg anleggseiere. Underlaget som tas fram i dette prosjektet, skal vise bransjen hvilke muligheter som finnes, og man skal motivere øvrige kommuner og VA-verk til å bli med på et større energinettverk for VA-bransjen.

3. Prosjektaktiviteter

Arbeidet er inndelt i følgende aktiviteter:

1. Beskrive dagens energibruk i den norske VA-sektoren ut i fra tilgjengelig materiale og erfaringer fra norske og utenlandske kilder
2. Hente fram eksempler på gjennomførte og planlagte tiltak for energiproduksjon, konvertering og energireduksjon i norske og utenlandske VA-verk. Etablere et nettsted under www.norvar.no der informasjon fra prosjektet og annet relevant energistoff legges ut
3. Angi potensialer for energiproduksjon, konvertering og energireduksjon i den norske VA-sektoren basert på erfarte og beregnede kostnader samt normale krav til avkastning. Angi potensialene som følge av endringer i rammebetingelser som f.eks. energipriser og satser for investeringsstøtte
4. Sammenstille energibruk, potensialer og eksempler på tiltak i en rapport som skal benyttes for å motivere øvrige kommuner og VA-verk til å satse på enøk og fornybar energi

Det har vært avholdt to fellessamlinger i forprosjektet. Det første var 4. desember 2006 hos COWI på Helsefyr i Oslo. Det andre møtet var ved HIAS sitt anlegg i Hamar 14. mars 2007 (for referater vises til www.norvar.no).

For å få oversikt både over dagens energibruk samt planlagte og gjennomførte energitiltak hos de deltagende VA-verk, ble det utarbeidet egne spørreskjemaer som ble sendt ut til verkene (se www.norvar.no). Resultatene fra undersøkelsen ble sammenstilt og presentert på fellessamlingen på Hamar i mars. Etter møtet kom det inn enkelte korrigeringer og disse er innarbeidet i denne rapporten. I tabell 1 framgår hvilke VA-verk som deltok i undersøkelsen.

Selskap/kommune	Vann-forsyning	Avløps-rensing	Ledningsnett vann	Ledningsnett avløp
Bekkelaget Vann		X		
Bergen kommune	X	X	X	X
FREVAR	X	X		
HIAS	X	X	X	X
MOVAR	X	X	X	X
Oslo kommune	X			
Sandefjord kommune		X	X	X
Tromsø kommune	X	X	X	X
Trondheim kommune	X		X	X
VEAS		X		
SUM	7	8	6	6

Tabell 1. Deltakere i spørreundersøkelse om energibruk og tiltak

I løpet av prosjektet har nettstedet under www.norvar.no blitt etablert og det er lagt ut mange relevante opplysninger om energi i VA-sektoren. (Se fagstoff > Energinettverk)

4. Dagens energibruk i VA-sektoren

Det har tidligere i liten grad vært en samlet fokusering på energibruk ved norske VA-verk. Energital for VA-verk er blant annet ikke med i KOSTRA. Derfor foreligger det ikke samlede tall for energiforbruket.

Vi har forsøkt å få fram et overslag over samlet energibruk basert på den nevnte undersøkelsen blant de deltakende VA-verkene samt tidligere overslag og beregninger. Vi har delt opp forbruket i vannforsyning, ledningsnett vann, avløpsrensing og ledningsnett avløp.

Forbrukstallene er brutto energibruk, dvs. det er ikke fratrullet for egenprodusert energi i form av biogass eller varme fra avløpsvann etc. via varmepumpe. Det er ikke tatt med forbruk av drivstoff (mobilt energibruk) i forprosjektet. Når det gjelder energibruk knyttet til produksjon av utstyr, varer og tjenester til VA-sektoren er heller ikke dette med i oversiktene. Vi har imidlertid kommentert dette i forbindelse med kjemikaliebruk i renseprosesser. Når det gjelder denne type livsløpsvurderinger bør man i det videre arbeidet i et eventuelt hovedprosjekt finne hensiktsmessige avgrensinger og på enkeltområder vurdere å gjennomføre såkalte LCA/LCC analyser.

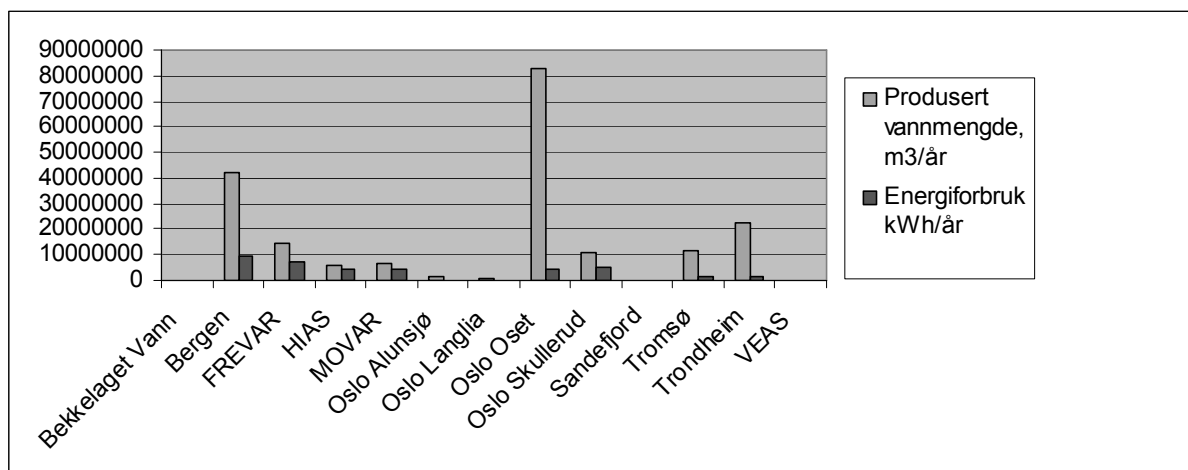
Det er store variasjoner i energibruk mellom de ulike VA-verkene. Dette har ulike årsaker knyttet til topografi, avstander, størrelse, befolkningskonsentrasjon, prosesser etc. Imidlertid kan også driftsforhold, effektivitet, gjennomførte tiltak og fokus på energibruk ha betydning. Antall deltakere i undersøkelsen er få i forhold til det store antall enheter i bransjen. Deltakerne representerer de store og middelstore VA-verkene. Undersøkelsen er derfor ikke statistisk representativ, men den gir en indikasjon på forholdene innenfor energiområdet. Innledningsvis beregner vi samlet forbruk ut fra spesifikke forbruk for de deltakende verkene. Deretter i kap. 4.5 gjør vi korrigeringer på samlet forbruk der vi forsøker å ta hensyn til størrelses- og lokaliseringsforholdene.

I Sverige er det i regi av Svenskt Vatten gjennomført både en forstudie (2004-2005) og første del av et hovedprosjekt (2005-2007) innenfor energiområdet. De har der gjennomført en mer omfattende energiundersøkelse og for sammenligning har vi hentet data derfra i den videre presentasjonen.

4.1. Vannforsyning

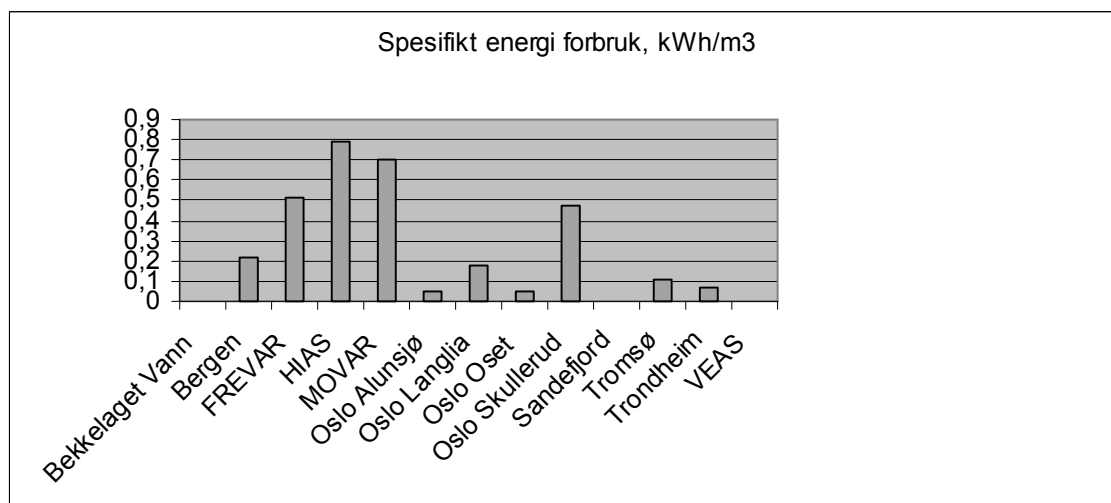
Med forbruk vannforsyning, menes i hovedsak energiforbruket i vannbehandlingsanleggene. Pumping av vann inn og ut av verket har vi bedt om blir tatt med i skjema for vannforsyningsnettet. Ofte skiller det ikke på målingen av forbruket til disse pumpene og øvrig utstyr i vannbehandlingsanlegget. Det kan derfor være noe overlapping mot forbruk i ledningsnettet.

Figur 1 viser produserte vannmengder og tilhørende energiforbruk i de aktuelle verkene.



Figur 1. Vannforsyning - Produsert vannmengde og energiforbruk i deltakerverkene.

Samlet vannmengde er nær 200 mill m³/år og energiforbruket er drøye 38 GWh/år. Gjennomsnittlig spesifikt energiforbruk er da 0,19 kWh/m³. I figur 2 ser vi variasjonene i spesifikt energiforbruk.



Figur 2. Spesifikt energiforbruk i de deltagende vannbehandlingsanlegg.

Basert på samlede nasjonale tall for vannforbruk* samt spesifikke verdier fra vår undersøkelse, kan vi sette opp følgende oversikt der vi ikke har korrigert for sammensetningen av deltakere i vår undersøkelse i forhold til resten av landet.

Anlegg	Energiforbruk kWh/år	Spesifikt energiforbruk kWh/m³	Behandlet nasjonalt mill m³/år	Foreløpig samlet energiforbruk kWh/år
Vannbehandlingsanlegg	38 308 206	0,19	863,1 *	163 989 000

* kilde: Folkehelseinstituttet, vannverksregisteret april 2007

Tabell 2. Energiforbruk i vannbehandlingsanlegg (ukorrigert).

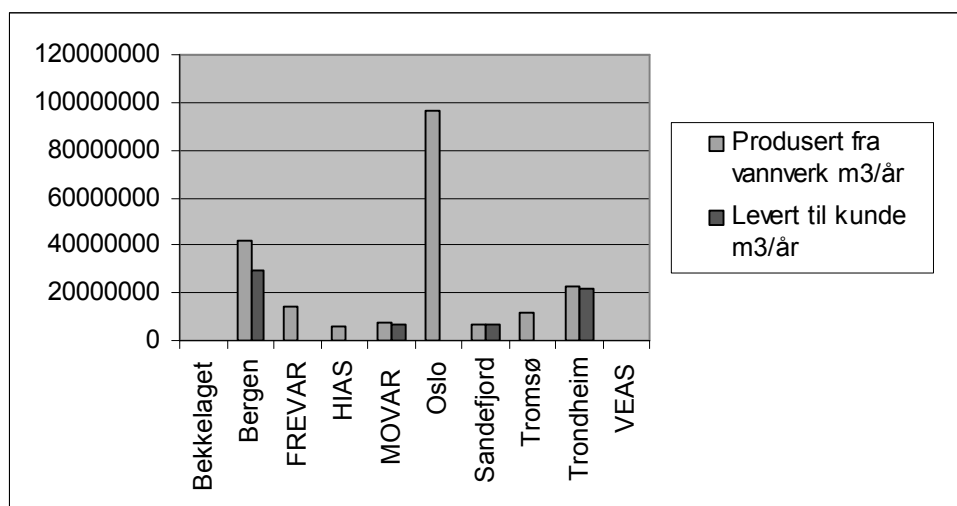
Dette tilsier et totalt energiforbruk i norske vannbehandlingsanlegg før korrigering på ca 164 GWh/år.

4.2. Ledningsnett vann

Med forbruk i ledningsnett vann menes her energiforbruket til pumping av vann inn og ut av vannbehandlingsanleggene samt forbruk i trykkøkingsstasjoner i nettet fram til kundene. Ofte skilles det ikke på målingen av forbruket til disse pumpene og øvrig utstyr i vannbehandlingsanleggene. Det kan derfor være noe overlapping mot forbruk i disse anleggene.

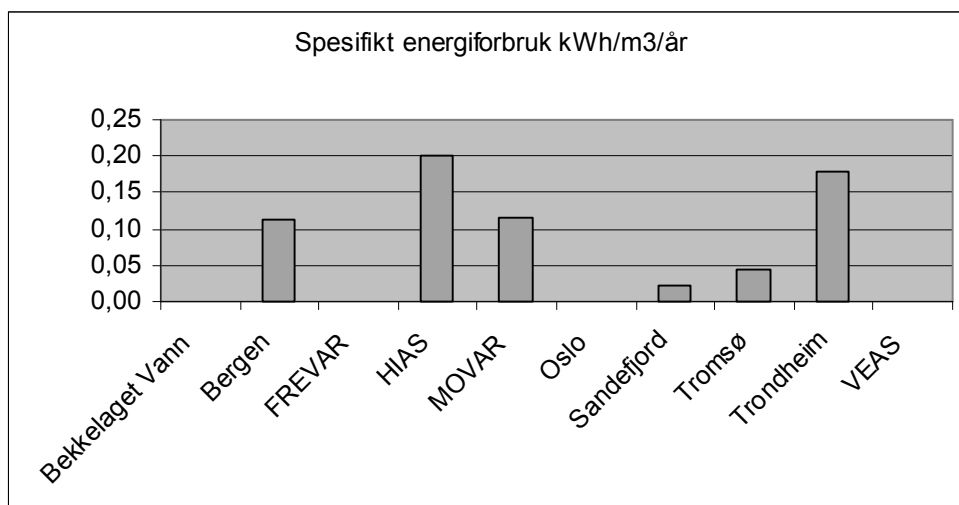
I undersøkelsen har vi bedt om data både for levert vannmengde ut av vannbehandlingsanlegg og levert vannmengde til kunde. Kun enkelte har oppgitt tall for levert mengde til kunde. Dette kan ha sammenheng både med at tallene ikke registreres eller at ansvaret for dette ligger andre steder i det kommunale tjenesteapparatet. Svært mange steder er det de enkelte kommunene som overtar ansvaret for vannforsyningen etter at vannet er levert fra interkommunale vannbehandlingsselskap. Det er imidlertid kjent at det er store lekkasjer i det norske vannforsyningsnettet. Fra de som har oppgitt utgående mengde og levert mengde varierer tapet fra ca 2 til 30 % av produsert mengde. Enkelte kan ha oppfattet "levert mengde til kunde" som den vannmengden som er levert inn på det kommunale vannforsyningsnettet. I følge innrapporterte data til Vannverksregisteret ved Folkehelseinstituttet, viser tallene at hele 220 liter per person per døgn (dvs. 36 %) forsvinner i lekkasjer. I mange kommuner kan lekkasjene utgjøre så mye som opp mot 50 %. I slike situasjoner benyttes det store mengder unødvendig pumpeenergi fram til lekkasjepunktene.

Figur 3 nedenfor viser produserte og leverte vannmengder i nettet for deltakerne.



Figur 3. Vannmengder i ledningsnettet.

Figur 4 viser det spesifikke energiforbruket knyttet til vannforsyningsnettet for de aktuelle deltakerne. Vi har valgt å benytte produsert vannmengde fra vannbehandlingsanlegget som utgangspunkt for de spesifikke verdiene. Gjennomsnittet blir da 0,11 kWh/m³. Dersom man imidlertid benytter et gjennomsnittlig tap på 36 % vann i nettet, får man et spesifikt energiforbruk basert på leverte vannmengder til sluttbruker på 0,17 kWh/m³.



Figur 4. Spesifikt energiforbruk i vannforsyningsnett basert på produsert mengde.

For å se på samlet energiforbruk velger vi å hente tallene fra forrige avsnitt over produsert vannmengde fra vannbehandlingsanleggene. Tabell 3 angir da oversikt over ukorrigert energiforbruk vannforsyningsnett.

Anlegg	Energiforbruk kWh/år	Spesifikt energiforbruk kWh/m ³	Behandlet nasjonalt mill m ³ /år	Foreløpig samlet energiforbruk kWh/år
Vannledningsnett	11 350 687	0,11	863,1 *	94 941 000

* kilde: Folkehelseinstituttet, vannverksregisteret april 2007

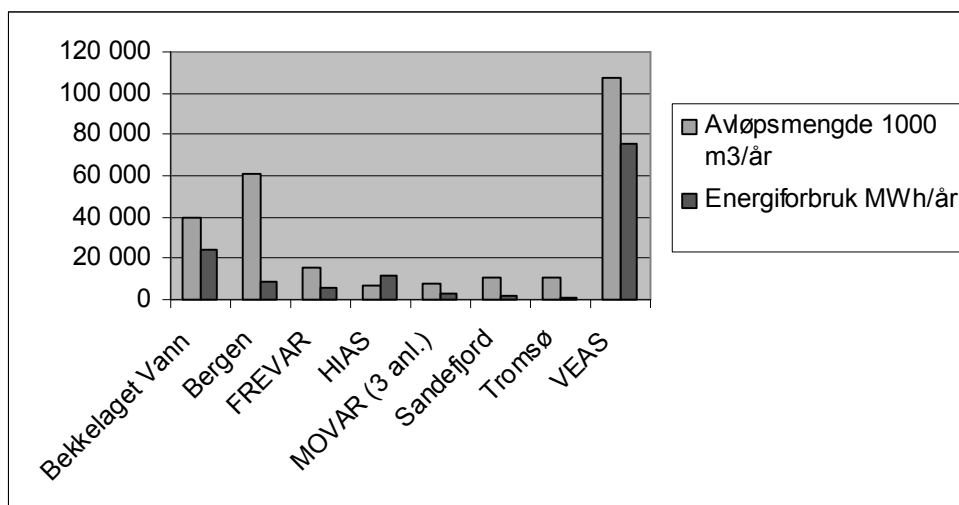
Tabell 3. Energiforbruk i vannforsyningsnett (ukorrigert).

Ut fra dette utgjør energiforbruket i vannforsyningsnett før korrigering, ca 95 GWh/år.

4.3. Avløpsrensing

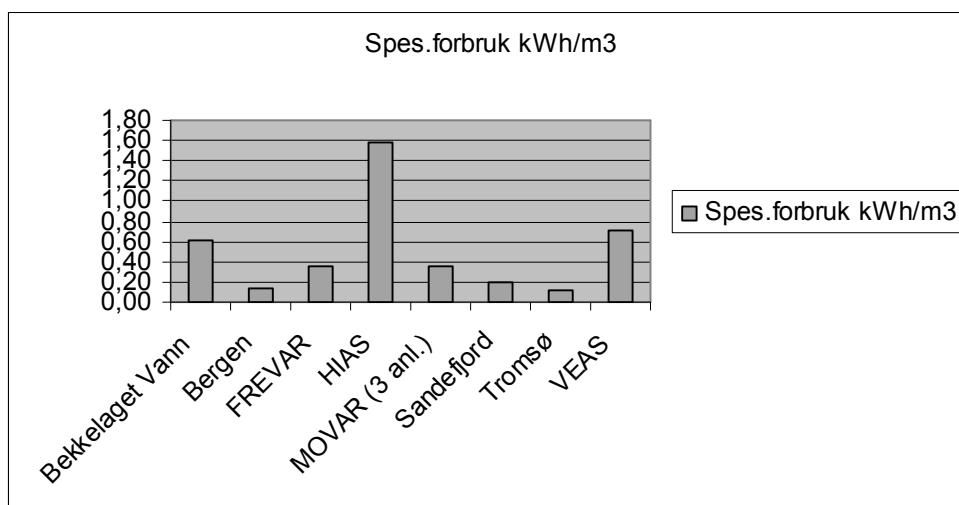
Med forbruk i avløpsrensing menes energiforbruket i renseanlegget. Pumping av urensset avløpsvann inngår i ledningsnett avløp. Flere av anleggene har enten biogassproduksjon og/eller varmepumpe for gjenvinning av varme fra avløpsvannet. Benyttes noe av denne energien internt, inngår den som forbruk på anlegget.

Figur 5 viser inngående mengder og tilhørende energiforbruk i de deltagende avløpsrenseanleggene.



Figur 5. Behandlet avløpsmengde og energiforbruk i avløpsrenseanlegg

Samlet behandlet avløpsmengde i de 8 renseanleggene er ca 260 mill. m³/år og energiforbruket ca. 132 GWh. Dette gir et gjennomsnittlig spesifikt energiforbruk på 0,51 kWh/m³. Fordelingen framgår av figur 6.



Figur 6. Spesifikt energiforbruk i avløpsrenseanlegg.

Basert på samlede nasjonale tall for avløpsmengder samt spesifikke verdier fra vår undersøkelse, kan vi sette opp følgende ukorrigerte oversikt. Vi har da tatt utgangspunkt i leverte vannmengder fra vannbehandlingsanlegg, trukket fra 36 % tap i vannforsyningsnettet og lagt til 100 mill. m³ overvann i systemet.

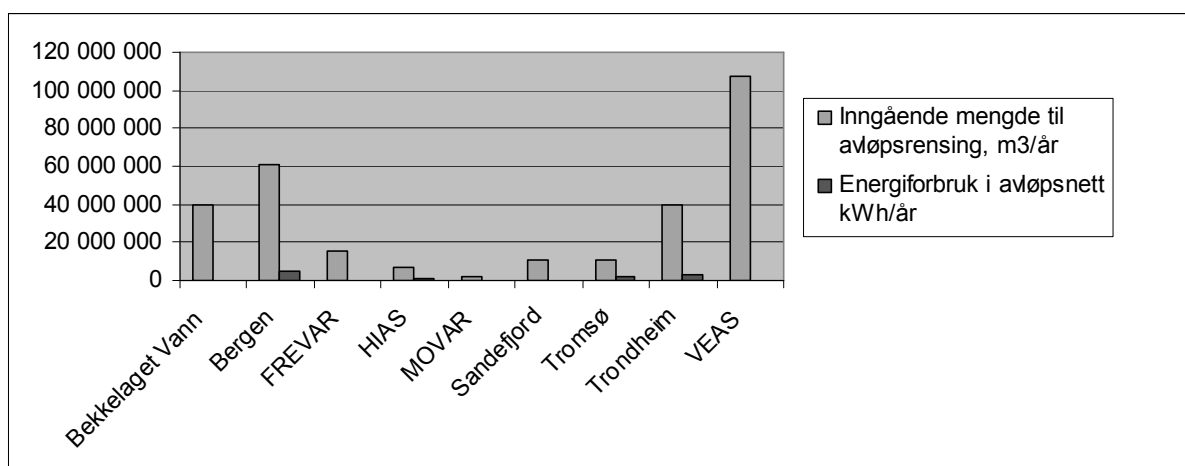
Anlegg	Energiforbruk kWh/år	Spesifikt energiforbruk kWh/m ³	Behandlet nasjonalt mill m ³ /år	Foreløpig samlet energiforbruk kWh/år
Avløpsrenseanlegg	131 609 825	0,51	650	331 500 000

Tabell 4. Energiforbruk i avløpsrenseanlegg (ukorrigert).

4.4. Ledningsnett avløp

Med forbruk i ledningsnett avløp, menes energiforbruket i forbindelse med pumping av avløpsvann fram til behandlingsstedet og eventuelt pumping av renset avløpsvann til resipient. Som regel, inngår sistnevnte pumping i energiforbruket til avløpsrenseanlegget.

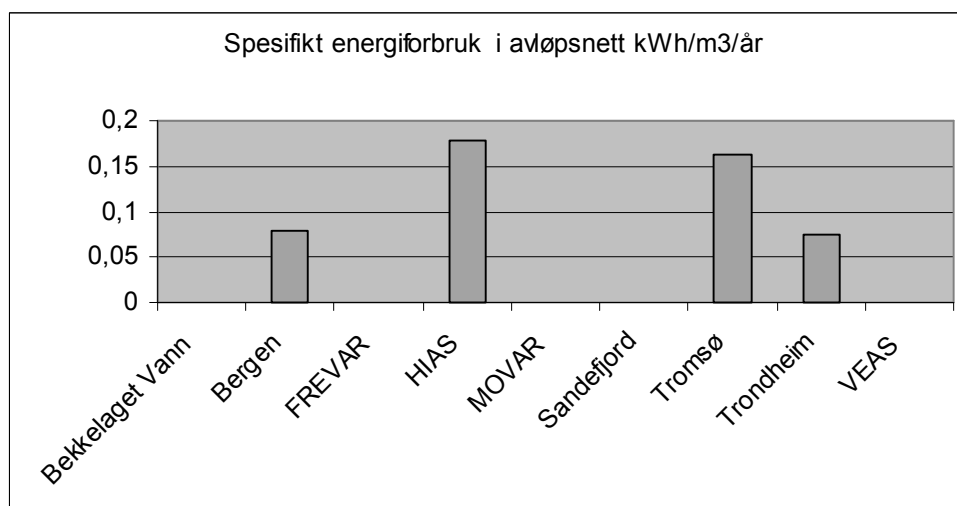
I figur 7 ser vi det oppgitte energiforbruket i avløpsnettet for deltakerne. I mange tilfeller er det VA-avdelinger i kommunene som har ansvaret for avløpsnettet fram til renseanlegg, ikke de enkelte interkommunale VA-selskapene.



Figur 7. Mengder og energiforbruk i avløpsnett.

Samlet avløpsmengde for de av deltakerne som har oppgitt forbruk for avløpsnettet, er ca 120 mill. m³. Energiforbruket er i ca 10,7 GWh.

I figur 8 ser vi det spesifikke energiforbruket i avløpsnettet.



Figur 8. Spesifikt energiforbruk i avløpsnett.

Gjennomsnittet for de 4 enhetene er 0,12 kWh/m³. Dersom vi benytter denne spesifikke verdien og antar samme avløpsmengder som leveres avløpsrenseanlegg, får vi et ukorrigert anslag på nasjonalt forbruk på ca 78 GWh/pr år. Dette framgår av tabell 5. Det understrekes her at tallunderlaget kun baseres på 4 deltakere og at usikkerheten derfor er stor.

Anlegg	Energiforbruk kWh/år	Spesifikt energiforbruk kWh/m ³	Behandlet nasjonalt mill m ³ /år	Foreløpig samlet energiforbruk kWh/år
Avløpsnett	10 557 094	0,12	650	78 000 000

Tabell 5. Energiforbruk i avløpsnett (ukorrigert).

4.5. Samlet energibruk

Dersom vi summerer de anslåtte forbrukstallene for de fire hovedområdene vannforsyningsnett, vannbehandlingsanlegg, avløpsrensing og avløpsnett, får vi ca 670 GWh/år. Vi skal se nærmere på dette tallet også i forhold til nylig kartlagte svenske tall.

I Sverige har man beregnet et samlet energiforbruk på ca 1,6 TWh for VA-sektoren¹. I tabell 6 har vi sett nærmere på de spesifikke verdiene for energiforbruk i Norge og Sverige og hvilket forbruk vi ville få dersom vi benytter de svenske spesifikke verdiene på de norske mengdetallene.

Anlegg	Norsk spesifikk verdi kWh/m ³	Norsk spesifikk verdi kWh/pers	Svensk spesifikk verdi kWh/pers	Norsk beregnet ukorrigert total kWh	Norsk beregnet svenske verdier kWh
Vannforsyningsnett	0,11	23,9	12,9	94 941 000	51 213 000
Vannbehandlingsanlegg	0,19	41,3	52,7	163 989 000	209 219 000
Avløpsnett	0,12	19,6	19,4	78 000 000	77 018 000
Avløpsrenseanlegg	0,51	83,5	117,4	331 500 000	466 078 000
SUM				668 430 000	803 528 000

Tabell 6. Energital basert på norske og svenske spesifikke verdier (ukorrigert).

I Sverige er det 7,92 mill. personer knyttet til offentlig vann og avløp. I Norge er tallet 3,97 mill.²

Noe av forskjellen mellom de norske og svenske spesifikke verdiene på vannforsyningsnett kan muligens ligge i at mer av pumpeenergien (trykkøkingsstasjoner) er tatt inn i ledningsnettet i Norge. I Sverige kan denne energien i større grad ligge i selve vannbehandlingsanlegget. I tillegg er det forskjeller i topografi.

Forskjellen på avløpsrenseanlegg kan være begrunnet i at norske anlegg har enklere prosesser, dvs. det er en mindre andel høygradige renseanlegg og færre biologiske anlegg. Dette tilsier et lavere forbruk i Norge.

Som nevnt tidligere, er antallet norske deltakere for få og utvalget ikke statistisk basert. Tallene er derfor ikke fullt ut representative. De gir imidlertid en indikasjon på nivåene når det gjelder energiforbruket i norske VA-verk. Deltakerne er fra middels til store enheter. De ligger i hovedsak områder med større befolkningstetthet enn resten av landet. Kortere avstander, enklere topografi og muligheter for mer rasjonell drift, gjør antakelig at verdiene vi har kartlagt er noe lavere enn de nasjonale verdiene.

¹ Rapport Svensk Vatten 2007-01-28, VA-verkens bidrag til svensk energieffektivisering

² SSB, KOSTRA, vannverksregisteret 2006.

Vi har sett nærmere på forholdet at våre deltakere for en stor del representerer mer tettbebygde strøk. Dersom man tar utgangspunkt i at avgiftene også gjenspeiler kostnadsnivået og dermed også energiforbruket i VA-verkene, ser vi at det er en økning på nær 27 % fra de urbane til de mer spredtbygde fylkene. I tillegg bor ca 78 % av befolkningen i tettbebygde strøk og 22 % i spredtbygde strøk. Tar vi utgangspunkt i våre tidligere beregnede forbrukstall på 670 GWh og korrigerer for avgiftsforholdene får vi henholdsvis 710 og 891 GWh med utgangspunkt i vannavgiftene og avløpsgebyrene³. Vi har også gjort en beregning med utgangspunkt i ledningsnett der vi antar at det er 3 ganger så mange meter ledning pr. innbygger i spredtbygde strøk som i tettbebygde strøk. Vi får da en energimengde på 740 GWh. Snittet av de tre verdiene blir da 780 GWh.

Selv om tallene er usikre, velger vi da videre i forprosjektet å ta utgangspunkt i et forbrukstall på 800 GWh i den norske VA-sektoren.

4.5.1. Energi i kjemikalier

Alle varer og tjenester medfører energibruk som følge av materialutvinning, produksjon og transport. Enkelte produkter inneholder i tillegg bundet kjemisk energi som frigjøres i kjemiske reaksjoner med for eksempel vann. I vannbehandlingsanlegg og avløpsrenseanlegg tilsettes ulike typer kjemikalier. En betydelig del av den energitilknyttede kjemikalietilsettingen skjer i forbindelse med tilsetning av karbonkilde for denitrifisering. Vi har ingen oversikt over de aktuelle mengdene, men i Sverige tilsvarer disse karbonkildene en energimengde på ca 330 GWh/år⁴.

I tillegg tilsettes ofte kalk til slammet fra renseanleggene. Kalk benyttes også som fellingskjemikalie i enkelte gjerne mindre renseanlegg. Kalk har høyt energiinnhold og i tillegg kan kalken medføre redusert metangassutvinning fra slammet i biogassanleggene.

Redusert bruk av kjemikalier kan derfor være et aktuelt tiltak, men på grunn av manglende opplysninger vil vi ikke komme nærmere inn på dette i forprosjektet.

³ SSB, KOSTRA, kommunale vanngebyrer 2007 kroner.

⁴ Svensk Vatten, Rapport 2007-01-28.

5. Eksempler på planlagte og gjennomførte energitiltak

For de deltagende VA-verkene har vi forespurt om gjennomførte og planlagte energitiltak. I tabell 7 nedenfor ser vi at disse VA-verkene alene har gjennomført energitiltak tilsvarende nær 90 GWh.

Selskap /kommune	Varmepumpe	Biogass	Vannkraft	Styring/ regulering	Annet	Totalt (kWh)
Bekkelaget Vann		12 108 768				
Bergen kommune	3 stk. oppgrad.		8 300 000*		1 300 000	
FREVAR	Vedtatt, 50 kW	4 116 858			200 000	
MOVAR	729 054	1 538 298		100 000		
Oslo kommune	2 029 033					
Sandefjord kommune		1 500 000				
Tromsø kommune	Under montasje		Vurderes			
Trondheim kommune	Skiftet i 06			Frekvens-regulering		
VEAS		56 012 872			680 000	
HIAS	2 600 000	6 278 832		240 000	80 000	
SUM	5 358 087	81 555 628		340 000	2 260 000	89 513 715

* Potensial hentet fra forprosjekt

Tabell 7. Gjennomførte og planlagte energitiltak blant deltagende VA-verk

Som vi ser, utgjør produksjon av biogass en betydelig andel av de gjennomførte tiltakene.

Nedenfor har vi sett nærmere på noen av de aktuelle tiltakene.

Varmepumpe ved HIAS

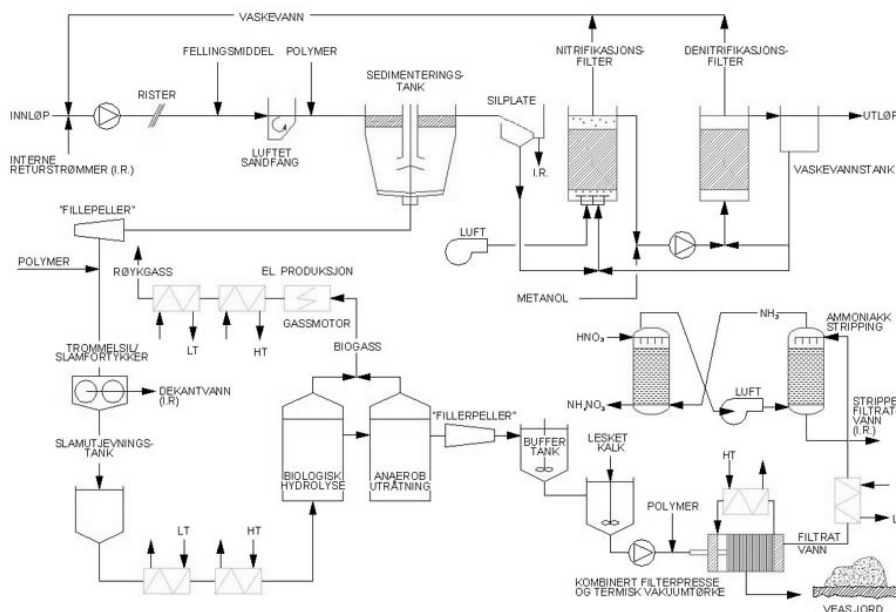
HIAS installerte i 1982 en av de første større varmpumpene her til lands fra avløpsvann. Pumpene leverer ca 2,6 GWh til lavtemperatursystem for oppvarming, slik at det oppnås en effektfaktor på om lag 5. I følge HIAS har varmpumpeinstallasjonen vært svært lønnsom og investeringen er tilbakebetalt flere ganger.



Figur 9. Varmepumpe på HIAS fra 1982. (Foto: HIAS)

Biogass fra VEAS

Ved Vestfjorden avløpsselskap på Slemmestad i Bærum behandles slammet fra renseprosessen i råtnetanker der det produseres biogass. Årlig gassmengde er nær 10 mill Nm³ som utgjør en energimengde på rundt 60 GWh. Gassen ledes til gassmotor for strømproduksjon (ca. 13 GWh/år). I tillegg utnyttes ca 42 GWh som termisk energi. Figur 10 viser prosessflytskjema for renseanlegget med inntegnet råtnetanker og gassmotor.



Figur 10. Prosessflytskjema VEAS med gassproduksjon (Kilde: VEAS).

Vannkraft i Bergen

I 2005 ble det gjennomført en forstudie for å se på mulighetene for strømproduksjon basert på tre drikkevannskilder i Bergen. To av kildene Osavatnet silhall og Espeland vannverk ble ansett som interessante med et samlet Potensial på 8,3 GWh. Investeringene ble anslått til 8 mill. kr, noe som gir en utbyggingspris på 0,96 kr/kWh. Prosjektene er under vurdering.

Frekvensregulering av pumper i Trondheim

I en enøk-kartlegging i 2002 ble det foreslått installasjon av frekvensregulering på pumpestasjonene. Disse er nå installert og man arbeider nå med å få fram tall for energibesparelsene.

Utskifting av pumper ved VEAS

Ved renseanlegget til VEAS (fig. 10) er de nå i gang med et prosjekt med å skifte ut 12 pumper med 9 nye pumper som er bedre tilpasset de aktuelle driftsforholdene. Besparelsene er beregnet til 680.000 kWh/år med en forventet pay-back på 3 år.

Biogassbusser i Fredrikstad

Ved FREVAR sitt avløpsrenseanlegg tas det ut om lag 4,1 GWh biogass. Biogassen renses for CO₂, slik at metanprosenten øker fra ca. 60 % og opp til 97-98 %. Gassen komprimeres og benyttes som drivstoff for seks busser, en renovasjonsbil og noen mindre varebiler.

Tiltakspakke HIAS

Ved HIAS ble det gjennomført en enøk-kartlegging og fra 2003 til 2005 har de oppnådd en besparelse på ca 1,3 GWh/år gjennom enkle tiltak som energioppfølging, temperaturstyring, styring av avfuktningsanlegg, utskifting av lysarmatur, reduserte viftehastigheter nattetid, etc.

Varmepumpe Skøyen Vest

I 2006 gjenopptok Viken Fjernvarme produksjon av varme fra varmepumpe fra avløpsvannet som går inn til renseanlegget til VEAS. Anlegget som var i drift fra 1984 til 1997 ble ombygd og to nye varmepumper ble installert. Anlegget forventes å produsere om lag 60 GWh/år fra avløpsvannet.

Biogass på naturgassnettet

Ved IVAR i Stavanger planlegges det nå å rense ut CO₂ fra biogassen som produseres ved Sentralrenseanlegg Nord Jæren. Den oppgraderte biogassen skal leveres inn på naturgassnettet til Lyse Gass. På denne måten bidrar biogassen til en viss andel fornybar energi i naturgassdistribusjonen.

Biogass til bussdrift i Oslo

Det planlegges oppgradering av biogassen fra renseanlegget på Bekkelaget til en metanprosent som gjør den egnet som drivstoff for busser. Gassmengden tilsvarer behovet til 80 busser i Oslo.

6. Potensialer for energireduksjon, -produksjon, og konvertering

6.1. Energireduksjon

Hittil har lave energipriser i Norge medført at oppmerksomheten rundt energibruk har vært relativt liten. Dette synes også å være tilfelle innenfor VA-sektoren. Økte energipriser samt sterk fokus på reduserte klimagassutslipp, vil høyst sannsynlig medføre en endring på dette området.

Energireduksjoner kan oppnås på mange måter. Endringer i holdninger, rutiner og driftsmønstre eller såkalte myke tiltak er den mest nærliggende. Dette kan gå på bevisstgjøring av driftspersonalet, innføring av rutiner for å slå av utstyr, ovner, varmekabler etc. når det ikke er behov for varme, lys osv. Det andre hovedområdet er installasjon av tekniske tiltak gjerne knyttet til større investeringer.

Det er ledelsens ansvar å skape en interesse for gjennomføring av tiltak. Første punkt går da på å få oversikt over energiforbruket i anleggene. I dette ligger det også å ta fram det spesifikke energiforbruket knyttet opp mot f.eks. behandlet vannmengde. Da har man mulighet for å sammenligne år for år og man kan også sammenligne seg mot tilsvarende andre anlegg i bransjen.

Erfaringene fra forprosjektet er at man generelt sitter med for dårlige oversikter over egen energibruk. Dette gjør det vanskelig å se utviklingen og resultater av eventuelle tiltak. Vi ser også en ganske stor forskjell i de spesifikke verdiene fra anlegg til anlegg. Dette kan ha naturlige årsaker som vi tidligere har vært inne på, men det gir nok også en indikasjon på at det er store sparepotensialer i bransjen. Egen disposisjonsrett over besparelsene eller andre former for belønningssystemer bør vurderes. I forprosjektet har vi ikke fått anledning til å kartlegge potensialene i de deltakende verkene, men i tabell 8 velger vi allikevel å antyde potensialer innen de fire hovedområdene.

Område:	Dagens energibruk GWh/år	Reduksjons- potensial i %	Potensial i GWh/år
Vannforsyningsnett	70	5	4
Vannbehandlingsanlegg	190	7	14
Avløpsnett	75	5	4
Avløpsrenseanlegg	465	9	40
SUM	800		62

Tabell 8. Antatte potensialer for energireduksjon i VA-verkene

Innenfor vannforsyningsnettet er det først og fremst mer effektiv drift av pumper som kan gi de største besparelsene. Riktig dimensjonerte løpehjul, utskifting av skadede løpehjul, erstatte mekanisk strupning med frekvensstyring er eksempler på tiltak. Styring av lys og varme i trykkøkningsstasjoner vil også gi besparelser.

I vannbehandlingsanleggene er det tiltak innenfor pumping av utgående vann og oppvarming samt riktig avfuktning av lokalene som kan gi størst besparelser. Fra den svenske undersøkelsen påpekes også en senkning av vannnivået i vannreservoarer (tårn) som et mulig tiltak. Unødvendig høyt vannivå vil øke behovet for pumpeenergi. Vurderinger rundt dette må gjøres i forhold til ønsket beredskap.

For avløpsnettet gjelder de samme forholdene som for vannforsyningsnettet. Effektiv pumpedrift og styring av lys og varme.

Også for avløpsrensaneanleggene er det mange av de samme tiltakene som er aktuelle, effektiv pumpedrift, riktig styring av oppvarming, ventilasjon og lys.

Innføring av fjernkontroll og overvåkning er et nyttig hjelpemiddel for å avdekke endringer på utstyr og prosesser. Ved slik oppfølging kan man f.eks. se endringer i energibruk til pumper forårsaket av skader på løpehjul og feil pumpekarakteristikk. Man kan ut fra trykkforholdene se at det er tid for rengjøring av ledningsnett osv. Fjernkontroll og overvåkning kan også gi grunnlag for å redusere fysisk tilsyn med anleggene. Dette vil kunne gi redusert bruk av drivstoff.

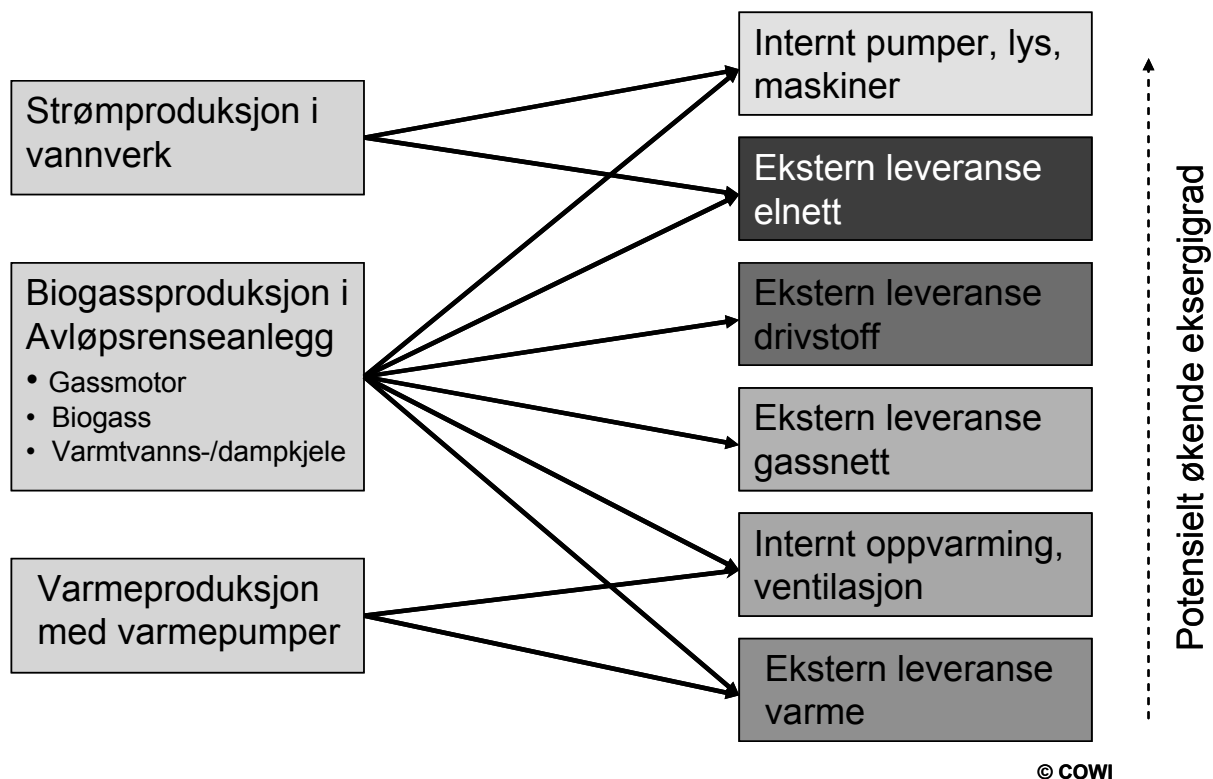
6.2. Energiproduksjon og konvertering

Innenfor energiproduksjon er det i hovedsak følgende områder som er aktuelle:

- Kraftproduksjon i vannbehandlingsanlegg og ledningsnett
- Biogassproduksjon i avløpsrensaneanlegg
- Varmeproduksjon med varmepumper innen alle kategorier

Vi kan videre dele anvendelsen av energien opp i produksjon for eget forbruk og produksjon for ekstern leveranse. Som utgangspunkt, bør man ha som prinsipp at man anvender riktig energikvalitet til riktig formål. I hovedsak går dette på at all oppvarming bør skje med lavkvalitetsenergi, dvs. spillvarme, overskuddsvarme, fjernvarme eller biovarme og da via vannbåren eller luftbåren distribusjon. Produsert elektrisitet som har høy kvalitet (eksergi) bør benyttes til lys og maskiner (pumper). Biogass har svært mange anvendelsesmuligheter, man kan produsere strøm, drivstoff, høytemperatur varme (damp) og lavtemperatur varme enten i gasskjel eller ved å utnytte kjølevarme og eksosvarme fra strømproduksjonen i gassmotoren. Det er viktig at man vurderer de ulike alternativene opp mot hverandre for å se hva som egner seg best ut fra de lokale forutsetningene. Ett av kriteriene kan være å velge den løsningen som samlet sett gir størst reduksjon i klimagassutslippene. I figur 11 har vi vist de ulike alternativene for utnyttelse av produsert energi fra VA-verkene.

Energiproduksjon i VA-verk Anvendelsesmuligheter



Figur 11. Anvendelsesmuligheter for produsert energi

Av de gjennomførte tiltakene på om lag 90 GWh i våre deltakerverk er ca 87 GWh produsert energi. Regner vi inn tiltak også i andre VA-verk ligger produsert energi antakelig i området 180-230 GWh pr. i dag. I tabellen nedenfor har vi forsøkt å angi mulige øvrige potensialer (i tillegg) for energiproduksjon og konvertering i VA-verkene.

Område:	Dagens energi-produksjon GWh/år	Produksjons- potensial i GWh/år
Vannforsyningsnett	20-30	30-40
Vannbehandlingsanlegg	0-5	15-25
Avløpsnett	60-80	50-80
Avløpsrenseanlegg	100-120	200-300
SUM	180-230	300-450

Tabell 9. Mulige potensialer for energiproduksjon og konvertering i de norske VA-verkene

I vannforsyningsnettet kjenner vi i dag til kraftproduksjonsprosjekter på ca 20 GWh. Et potensial på 30-40 GWh er derfor ikke urealistisk. Antakelig er dette langt større.

I vannbehandlingsanleggene kan man benytte varmepumper for egen oppvarming, antatt behov 15-25 GWh/år. Dette er først og fremst aktuelt der man har overflatevann av noe høyere temperatur. Tas det for mye varme ut må kundene isteden bruke energi til den delen av vannet som igjen skal varmes opp. Uteluftvarmepumper kan også være aktuelle løsninger. Varme fra avfuktningsanlegg bør også vurderes gjenvunnet. Bioenergi i form av flis eller pellets kan også benyttes for å erstatte olje eller elektrisitet til oppvarming.

I avløpsnettet er det først og fremst varme fra avløpsvannet som kan gjenvinnes med varmepumper. Man er da avhengig av å ha avtagere f.eks. i form av fjernvarmeanlegg for å sikre en større energimengde. En dobling av dagens utnyttelse bør ikke være urealistisk under forutsetning av økt fjernvarmeutbygging. Kilden vil konkurrere med industriell spillvarme men har et fortrinn i forhold til stabilitet og langsiktighet.

I avløpsrenseanlegg er det både potensialet for økt biogassproduksjon og utnyttelse av varme fra rensset avløpsvann som inngår. Dersom vi antar 5 nye biogassanlegg á 15 GWh blir dette 75 GWh.

Både i eksisterende og i planlagte nye biogassanlegg ligger det betydelige muligheter i å ta inn nye fraksjoner våtorganisk avfall. Dette kan være både husdyrgjødsel, matavfall og organisk avfall fra landbruk og næringsmiddel- og fiskeindustrien. Dette kommer i tillegg til de tallene vi har angitt i denne undersøkelsen.

Dersom vi ser på en teoretisk betraktning der vi foretar en temperatursenkning på 5 °C av den totale avløpsmengden på 650 mill. m³/år, utgjør dette en energimengde på 4 TWh/år. Igjen er man da helt avhengig av et vel utbygd fjernvarmesystem for å utnytte deler av denne energimengden. Vi velger å angi 200-300 GWh som samlet potensial for biogass fra avløpsslam og varmeutnyttelse fra avløpsvann.

Totalt mener vi da at vi har et samlet potensial for økt energiproduksjon og konvertering i den norske VA-sektoren på om lag 300-450 GWh/år.

6.3. Samlet potensial for energieffektivisering i VA-sektoren

Ut fra de forutsetninger og antakelser vi har gjort i dette forprosjektet, er det grunn til å mene at det er et samlet potensial for energireduksjon og energiproduksjon/-konvertering på et sted mellom 350 og 500 GWh/år innenfor den norske VA-sektoren. Dette er om lag 50 % av den energimengden sektoren i dag selv benytter. Tallet er stort og dersom vi tar utgangspunkt i 400 GWh/år og benytter en gjennomsnittlig verdi på 0,4 kg CO₂/kWh utgjør dette 160.000 tonn CO₂/år.

Til sammenligning angir den svenske studien at potensialet i Sverige er om lag 2,1 TWh/år⁵. Av dette er om lag 1,5 TWh økt utnyttelse av spillvarme fra avløpsrenseanlegg, 0,4 TWh fra økt biogassproduksjon og drøye 0,2 TWh fra energieffektivisering. Ut fra dette er vårt tall på 400 GWh et forsiktig anslag.

⁵ Svensk Vatten, Rapport 2007-01-28

7. Plan for utløsning av potensialene

Basert på erfaringene fra forprosjektet og innspill fra deltakerne synes det å være interesse for å videreføre arbeidet. Vi mener at følgende fire faktorer må være på plass for at man skal kunne oppnå de ønskede resultatene:

- ◆ Det må arbeides med informasjon, motivering, opplæring, energikartlegging og benchmarking (sammenligning). Dette kan samles under en fellesbetegnelse kalt energiledelse.
- ◆ Det må gjennomføres analyser og beskrivelser av de aktuelle tiltakene i hvert VA-verk. Potensialer, investeringer og lønnsomhet må synliggjøres.
- ◆ Det må gis mulighet for investeringsstøtte slik at man sikrer gjennomføringen av tiltakene.
- ◆ Det må sikres at samtlige deltakere etablerer en hensiktsmessig energioppfølging slik at man kan dokumentere resultatene av gjennomførte tiltak.

Etter vår oppfatning vil de fire punktene best sikres gjennom å videreføre og utvide det samarbeidet som de deltakende VA-verkene nå har startet. Utvidelse bør skje ved at samtlige av landets VA-verk tilbys deltakelse i et VA-energinettverk. I dette nettverket bør det arrangeres temasamlinger der man drøfter ulike tiltak og mulighetene for gjennomføring i eget VA-verk. Vi har tidligere skissert punkter i et slikt energinettverk og vi gjengir disse her:

- ◆ Invitasjon til VA-selskapene/kommunene om videre deltakelse i et hovedprosjekt
- ◆ Søke Enova om prosjektmidler til videreføring. Etablere styringsgruppe og prosjektorganisasjon
- ◆ Ta utgangspunkt i rapporten fra forprosjektet. Lage en database med innsamlede energidata (forbruk og tiltak) fra deltakerne. Benchmarking. Videreutvikle de etablerte energinettsidene under www.norvar.no.
- ◆ Tilby bistand ved innføring av energioppfølging og nærmere kartlegging av aktuelle energi-/enøktiltak.
- ◆ Arrangere nettverkssamlinger og befaringer med faglige tema (biogass, varme-pumper, energioppfølging, styring og regulering, pumper, kjemikaliebruk etc)
- ◆ Gjennomføre forprosjekter med lønnsomhetsberegninger for aktuelle tiltak
- ◆ Presentere tiltak, forslag og beskrivelser på hjemmesider, fagblader, seminarer etc.
- ◆ Bistå deltakerne med å sende tilskuddssøknader til Enova

8. Konklusjon

Forprosjektet har angitt dagens energibruk i VA-sektoren til om lag 800 GWh. Basert på forutsetninger og antakelser har man anslått et potensial for energireduksjon og energiproduksjon/konvertering på om lag 400 GWh eller 50 % av dagens energibruk i sektoren. En realisering av et slikt potensial betyr i tillegg en utslippsreduksjon av klimagasser på ca 160.000 tonn CO₂-ekvivalenter.

For å sikre en best mulig realisering av potensialet, mener vi det vil være hensiktsmessig å videreføre og utvide det samarbeidet VA-verkene allerede har startet gjennom det nå avsluttede forprosjektet. Det foreslås derfor at NORVAR ber om et møte med Enova for å drøfte den videre finansieringen av et slikt hovedprosjekt.

Sentrale oppgaver i et slikt hovedprosjekt vil være etablering av database med energiforbruk og aktuelle tiltak, benchmarking, energi- og tiltakskartlegging, nettverkssamlinger med ulike tema, forprosjekter for større tiltak, informasjons-spredning, søknader om investeringstilskudd, gjennomføring av tiltak og rapportering av resultater.

Siste utgitte NORVAR-rapporter

20. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Sluttrapport
- 20a. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Aerob og anaerob behandling
- 20b. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Kalking. Kompostering
- 20c. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Slamavvanning
- 20d. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Termisk behandling av kloakkslam
21. NORVAR's årsberetning 1991
22. EDB i VAR-teknikken. Fase 1 - kravspesifikasjoner m.m. Status-beskrivelse og forslag til videre arbeid
- 23a. Internkontroll for VA-anlegg. Mal for internkontroll-håndbok for VA-anlegg
- 23b. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for avløpsanlegg. Eksempel fra Fredrikstad og omegn avløpsanlegg
- 23c. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for vannverk. Eksempel fra Vansjø vannverk
- 23d. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. Informasjon, avvik og tiltak, verne- og sikkerhetsarbeid, opplæring
- 23e. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved vannbehandlings-anlegg.
- 23f. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved avløpsrenseanlegg
- 23g. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Oltedalen kloakkrenseanlegg
- 23h. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Smøla vannverk
- 23i. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontroll for VA-transportsystemet. Eks. Fra Nedre Eiker kommune
24. NRV-prosjekt. Korrosjonskontroll ved vannbehandling med mikronisert marmor
25. Mal for prosessoppfølging av anlegg for stabilisering og hygienisering av slam
26. Installering av gassmotor for strømproduksjon ved renseanlegg
27. Mottak og behandling av avvannet råslam ved renseanlegg som hygieniserer og stabiliserer slam i væskeform
28. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt
29. Regnvannsoverløp
30. Utvikling og uttesting av datasystem for informasjonsflyt i VA-sektoren
31. PRO-VA, Brukerklubb for prosess-styresystemer, drift- og fjernkontroll for VA-anlegg. Oversikt pr.1993. Leverandører, produkter, konsulenter
32. Bruk av statiske metoder (kjemometri) for å finne sammenhenger i analyseresultater for avløpsvann
33. Evaluering av enkle rensemetoder. Slamavskillere
34. Evaluering av enkle rensemetoder. Siler/finrister
35. Kravspesifikasjon og kontrollprogram for VA-kjemikalier
36. Filter som hygienisk barriere
37. EU/EØS, konsekvenser for Norges vannforsyning
38. NORVAR-prosjekter 1992/93
39. Implementering av EDB-basert vedlikeholdssystem. Erfaringer fra referanseprosjekt knyttet til pilot-prosjekt ved Bekkelaget renseanlegg
40. Driftsassistanter for avløp. Utredning om rolle og funksjon fremover
41. Metri-tel. Kommunikasjonsmedium for VA-installasjoner. Erfaringer fra prøveprosjekt i Sandefjord kommune
42. Industriavløp til kommunalt nett. Evaluering av utførte industrikartleggingsprosjekt
43. Korrosjonskontroll ved Hamar vannverk
44. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjons-prosjekt. Vekstsesongen 1994
45. Forsøk med forfelling og felling i 2 trinn med polyaluminium-klorid høsten 1993. Kartlegging av slam- slamvannsstrømmer med og uten forfelling 1993-94
46. Renovering av avløpsledninger. Retningslinjer for dokumentasjon og kvalitetskontroll
47. Strategidokument for industrikontroll
48. NORVAR og miljøteknologi. Forprosjekt
49. Grunnundersøkelser for infiltrasjon - små avløpsanlegg. Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging og separate avløpsanlegg
50. Rørinspeksjon i avløpsledninger. Rapporteringshåndbok
51. Slambehandling
52. Bruk av slam i jordbruket
53. Bruk av slam på grøntarealer
54. Rørinspeksjon av avløpsledninger. Veileder
55. Vannbehandling og innvendig korrosjonskontroll i vannledninger
56. Vannforsyning til næringsmiddel-industrien. Krav til kvalitet. Vannverkenes erstatningsansvar ved svikt i vannleveransen
57. Trykkreduksjon. Håndbok og veileder
58. Karbonatisering på alkaliske filter
59. Veileder ved utarbeidelse av prosessgarantier
60. Avløp fra bilvaskeanlegg til kommunalt renseanlegg
61. Veileder i planlegging av fornyelse av vannledningsnett
62. Veileder i planlegging av spyling og pluggkjøring av vannledningsnett
63. Mal for godkjenning av vannverk
64. Driftserfaringer fra anlegg for stabilisering og hygienisering av slam i Norge
65. Forslag til veileder for fettavskillere til kommunalt avløpsnett
66. EØS-regelverket brukt på anskaffelser i VA-sektoren
67. Filter som hygienisk barriere - fase 3
68. Korrosjonskontroll ved Stange vannverk
69. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Siler/finrister
70. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Store slamavskillere samt underlag for veileder
71. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 3. Veileder for valg av rensemetode ved utslipp til gode sjøresipienter
72. Utviklingstrekk og utfordringer innen VA-teknikken. Sammenstilling av resultatet fra arbeidet i NORVARs gruppe for langtidsplanlegging i VA-sektoren
73. Etablering av NORVARs VA-infotorg. Bruk av internett som kommunikasjonsverktøy
74. Informasjon fra NORVARs faggruppe for EDB og IT. Spesialrapport - 5. Utgave. Beskrivelse av 34 EDB-programmer/Moduler for bruk i VA-teknikken
75. NORVARs faggruppe for EDB og IT. IT-strategi i VA-sektoren.
76. Dataflyt-klassifisering av avløpsledninger
77. Alternative områder for bruk av slam utenom jordbruket. Forprosjekt
78. Alternative behandlingsmetoder for fettslam fra fettavskillere
79. Informasjonssystem for drikkevann, for prosjekt
80. Sjekkliste/veiledninger for prosjektering og utførelse av VA-hoved og stikkledninger - sanitærinstallasjoner
81. Veileder. Kontrahering av VA-tekniske prosessanlegg i totalentreprise
82. Veileder for prøvetaking av avløpsvann
83. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering
84. Forfall og fornyelse av ledningsnett
85. Effektiv partikkelseparasjon innen avløpsteknikken
86. Behandling og disponering av vannverksslam. Forprosjekt
87. Kalsiumkarbonatfiltere for korrosjonskontroll. Utpøving av forskjellige marmormasser
88. Vannglass som korrosjonsinhibitor. Resultater fra pilotforsøk i Orkdal kommune
89. VA-ledningsanlegg etter revidert plan- og bygningslov
90. Actiflo-prosjektet ved Flesland Ra
91. Vurdering av slamfabrikk" for Østfold
92. Informasjon om VA-sektoren - forprosjekt
93. Videreutvikling av NORVAR. Resultatet av strategisk prosess 1997/98
94. Nettverksamarbeid mellom NORVAR, driftsassistanter og kommuner

95. Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken
96. Rist- og silgods - karakterisering, behandlings- og disponeringsløsninger
97. Slamforbränning (VA-forsk 1999-11). (Samarbeidsprosjekt med VAV)
98. Kvalitetssystemer for VA-ledninger. Mal for prosessen for å komme fram til kvalitetssystem som tilfredsstiller kravene i revidert plan- og bygningslov
99. Veiledning i dokumentasjon av utslipp
100. Kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester
101. Status og strategi for VA-opplæringen
102. Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrenseanlegg
103. Returstrømmer i renseanlegg. Karakterisering og håndtering
104. Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999
105. Sjekklister plan- og byggeprosess for silanlegg
106. Effektiv bruk av driftsinformasjon på renseanlegg/mal for rapportering
107. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave
108. Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater
109. Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen
110. Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg
111. Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune
112. Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp
113. Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrenseanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp
114. Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann
115. Pumping av avløpsslam. Pumpetyper, erfaringer og tips
116. Scenarier for VA-sektoren år 2010
117. VA-juss. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel
118. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR- teknikk
119. Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge En kartlegging og sammenstilling
120. Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001
121. Kjøkkenavfallsvernere for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger
122. Prosessen ved utarbeidelse av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og råd fra noen kommuner
123. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter
124. Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1
125. Mal for forenklet VA-norm
126. Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie
127. Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene - en samarbeidsmodell
128. Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt
129. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger
130. Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg
131. Effektivisering av avløpssektoren
132. Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR
133. IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning
134. VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel. 4. utgave – juni 2003
135. Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller
136. Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?
137. Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng
138. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave. Erstatte NORVAR-rapport 118
139. Erfaringer med klorering og UV-stråling av drikkevann
140. NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt
141. Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp
142. NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet
143. Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykløs vannledning ved arbeid på ledningsnett
144. Veiledning i overvannshåndtering
145. Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger
146. Bærekraftig vedlikehold. Betraktninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett
147. Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann
148. Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann
149. Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning
150. Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger

Rapportserie B:

- B1: Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt
- B2: PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger
- B3: Kvalitetsheving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag
- B4: Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og statur. Forprosjekt
- B5: Utslipp fra bilvaskehaller
- B6: Forslag til kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann- og avløpsverk
- B7: Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring
- B8: Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren

Rapportserie C:

- C1: Sårbarhet i vannforsyningen
- C2: Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnett
- C3: Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer
- C4: Effekter av bruk av matavfallsvernere på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling
- C5: Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - veiledning

De mest aktuelle rapportene ligger som PDF-filer på www.norvar.no



- NORVAR er vann- og avløpsverkene sin interesse- og kompetanseorganisasjon
- NORVAR arbeider for samarbeid og bærekraftig utvikling i norsk VA-sektor
- NORVAR eies av kommuner, VA-selskaper og driftsassistanser
- NORVARs andelseiere representerer 330 kommuner og 90 % av Norges befolkning

- I NORVARs prosjektsystem gjennomføres hvert år FoU-prosjekter for ca. 6 mill. kroner
- Det er praktiske og aktuelle spørsmål innenfor vann- og avløp som utredes
- Deltakerne foreslår prosjekter, styrer gjennomføringen og får full tilgang til alle resultater



NORVAR BA, Vangsvegen 143, 2317 Hamar
Tlf 62 55 30 30 E-post: post@norvar.no
www.norvar.no