STEP-systemet - et nytt system for trykkavløp

Av Kjell Olav Wittersø og Petter D. Jenssen

Kjell Olav Wittersø er sivilingeniør ansatt i Interkonsult Group ASA, Fredrikstad
Petter D. Jenssen er professor ved Institutt for tekniske fag, Norges Landbrukshøgskole

Abstract

Norwegian municipalities face great challenges when the sewage systems in rural areas and smaller villages need improvement. The use of conventional gravity collection systems often become very expensive and pressure or vacuum sewers can be more cost efficient. The STEP system is a pressure sewer system that was developed in Oregon and is now extensively used throughout the US. It consists of a septic tank, equipped with a screened pump vault and a small effluent pump, that captures solids, grit and grease in the wastewater before it is pumped through small diameter pipelines. The use of a septic tank may lead to considerable savings on further treatment of the wastewater. The shallowly buried, inexpensive sewer mains make the STEP system attractive in areas where rock is encountered. It should also be considered where the terrain is flat or shifting, leading to deep trenches and the need for expensive liftstations, or where the density of homes is low. The introduction of the STEP system to the Norwegian marked calls for a revision the existing regulations regarding septic tanks and septic tank pumping intervals.

Sammendrag

Kommunene i Norge står ovenfor store utfordringer innenfor VA-sektoren når det gjelder kloakkering av mindre tettsteder og områder med relativt spredt bebyggelse. Konvensjonelt avløp med selvfallsledninger blir ofte dyrt og det kan lønne seg å bruke trykk eller vakuumavløp. STEP systemet er et trykkavløpsystem som er utviklet i Oregon og som idag brukes over store deler av USA. Systemet baserer seg på en slamavskiller med en integrert pumpe som pumper vannet videre via grunne ledninger med liten diameter. Bruk av slamavskillere kan gi kostnadsgevinster ved den etterfølgnde rensingen av vannet. Muligheten for å bruke grunne grøfter som følger terrenget gjør systemet attraktivt i områder med fjell i dagen, eller der flatt eller kupert terreng fører til dype grøfter og dyre

pumpestasjoner. Systemet bør og vurderes der hvor avstanden mellom abonnentene er stor. I STEP-systemet bestemmes tømmeintervallene for slamavskillerene ved måling av tykkelsen på slam- og/eller skum laget. Vanlige tømmeintervall er mellom 5 og 12 år. Erfaring fra bl. a. USA tyder på at det er et behov for å revidere de eksisterende regler for utforming og tømmeintervall for slamavskillere i Norge.

Innledning

VA-Norge står ovenfor store utfordringer når det gjelder rehabilitering og nybygging av ledningsnett. Strengere miljøkrav medfører nye tunge investeringer og tærer hardt på økonomien i kommunene. Krav til kloakkering av randsoner og spredt bebygde strøk kan føre til byggestopp, stagnasjon og fraflytting. Store deler av investeringsbehovet ligger i samlesystemer for kloakk. Det er derfor naturlig at utbyggere med slunkne pengekasser ser seg om etter rimeligere alternativer til konvensjonell kloakkering.

En tilsvarende utvikling har funnet sted i USA de siste 20-30 årene, noe som har ført til innføringen av begrepet "Alternative Wastewater Collection Systems". Begrepet inkluderer 4 forskjellige teknologier for innsamling av avløpsvann:

1. STEG -systemet: Innsamling av slamavskilt avløpsvann i gravitasjonsledninger med liten diameter
2. STEP - systemet: Innsamling av slamavskilt avløpsvann ved hjelp av et trykksystem som er trykksatt av små pumper i hver enkelt slamavskiller
3. Trykkavløp med tyggende pumper som maler opp alt fast materiale før det pumpes inn på trykkledningen.
4. VACUUM-systemer

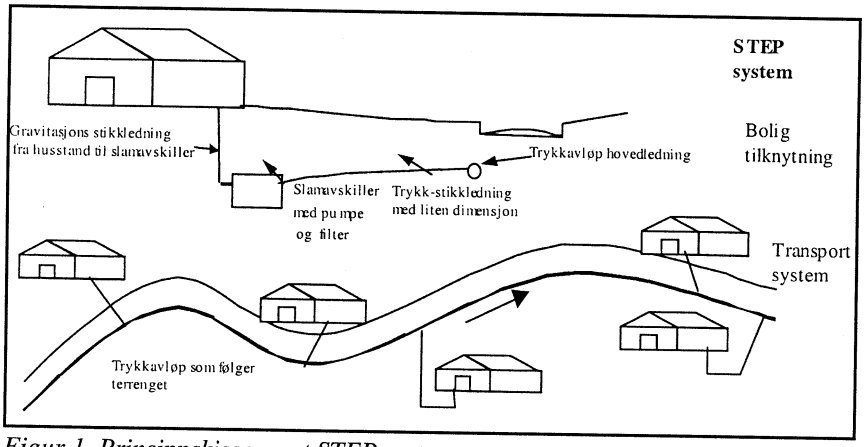
Alle de forskjellige systemene har vært brukt med flere tusen pe tilknyttet og i USA blir disse systemene betraktet som fullgode alternativer til tradisjonell avkloakkering basert på gravitasjon.

Denne artikkelen gir en kort beskrivelse av STEP systemet.

STEP-systemet

STEP står for SepticTank Effluent Pumping og brukes som betegnelse på systemer hvor slamavskilt avløpsvann pumpes videre til en samleledning ved bruk av små pumper som er plassert i slamavskilleren. Dersom det oppstår en feil på pumpa eller på pumpeledningen, vil en alarm som varsler høy vannstand i tanken utløses. Tanken har et tilstrekkelig reservevolum til at eventuelle problemer kan rettes opp før tanken renner over .

Et STEP system skiller seg i første rekke fra trykkavløp med tyggende pumper ved at suspendert materiale holdes igjen i slamavskilleren. Det er derfor ikke nødvendig å ta hensyn til kravet til selvrensing når samleledningene dimensjoneres. I konvensjonelt trykkavløp, og i trykkavløp med tyggende pumper, er det nødvendig å dimensjonere samleledningene med det for øye at en skal oppnå selvrensende vannhastigheter minst en gang i døgnet.

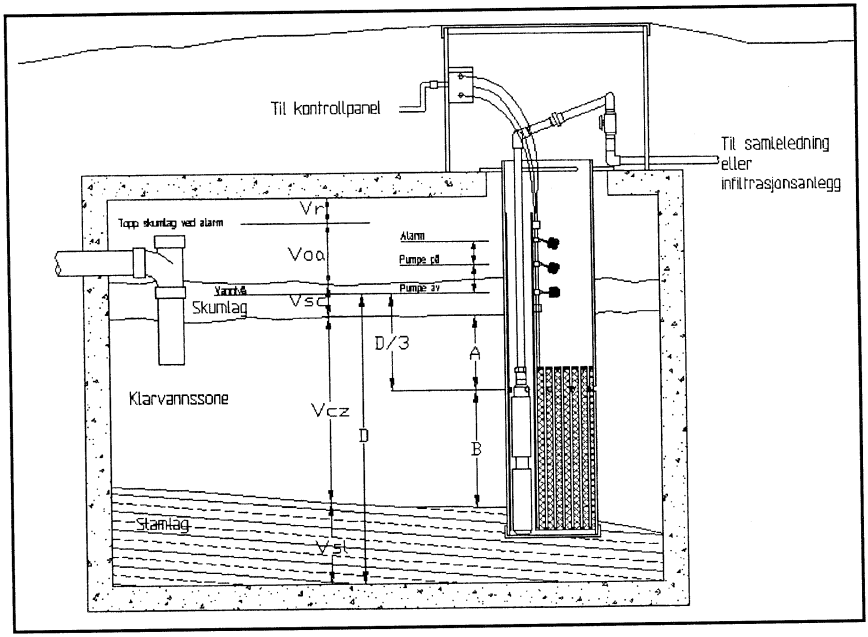


Figur 1. Prinsippskisse av et STEP system

Behandling av slamavskilt avløpsvann gir og muligheter for en rimeligere utforming av etterfølgende rensesystemer.

Et STEP system består av følgende komponenter:

- **Sanitæranlegg** i husene er standard anlegg som knyttes til slamavskilleren.
- **Tilførselsledninger** knytter sanitæranlegget i husene til slamavskillerne.
- **Slamavskillere** er nedgravde, vanntette tanker som er konstruert for å fjerne suspendert materiale og flytestoffer fra avløpsvannet. De er dimensjonert for å gi avløpsvannet en oppholdstid på 6 -24 timer i tanken, samt å ha et lagringsvolum for slammet som holdes igjen i tanken. Med jevne mellomrom må tanken pumpes for slam. De nyeste slamavskillerne er også utstyrt med et filter ved utløpet. Filtrene reduserer BOD med 30 % og TSS med 60 % i forhold til utløpsvann fra slamavskillere uten filter (Crites & Tchobanoglous 1998, s183).
- **Stikkledninger** knytter slamavsilleren til hovedledningen. Typiske dimensjoner er 19 - 38 mm. De bør ikke være større enn hovedledningen. Stikkledningen utstyres med en stoppekran og en tilbakeslagsventil nær hovedledningen, og en tilbakeslagsventil nær pumpa.
- **Hovedledningen** består av plastrør med minste diameter fra 50 mm til 100 mm. Dimensjoner helt ned i 30 mm har vært brukt med stort hell på små systemer. Ledningene vil normalt ha dimensjoner tilsvarende vannledningene som betjener området. Ledningstraseen følger i stor grad terrenget. Ledningen kan legges forholdsvis grunt med en minimums overdekning på 75 cm. Ved så grunne leggedyp vil det ofte være nødvendig å benytte isolerte rør med varmekabler, eller annen form for isolasjon.
- **Renseluker, kummer og lufte-**



Figur 2 Slamavskiller med integrert pumpekammer (Modifisert etter Orenco)

ventiler. Med jevne mellomrom er det nødvendig med punkter for inspeksjon og vedlikehold av ledningen. Renselukene er billigere enn kummer, og kan forsegles for å hindre infiltrasjon av grunnvann, sand og stein. De er derfor normalt å foretrekke framfor kummer. Det er nødvendig med lufteventiler i markerte høybrekk for å sikre fri flyt i ledningen. Ventilasjon gjennom husets sanitæranlegg er normalt tilstrekkelig for å ventilere slamavskilleren.

Slamavskilleren

Slamavskilleren er nøkkelen til STEP systemets suksess. Mange vil hevde at å innføre systemer med bruk av slamavskillere er et skritt tilbake. I dag er det vanlig praksis å fase ut eksisterende slamavskillere og i stedet knytte husstandene direkte til det kommunale avløpsnettet via selvfallsledninger. Problemene ved slamavskillere har først og fremst vært knyttet til hyppig tømming og driftsproblemer pga. infiltrasjon eller rett og slett fordi tanken kollapser.

De fleste av disse problemene kan føres tilbake til at slamavskillerne har vært feil utformet og laget av for dårlige materialer, og ikke til selve konseptet. Amerikanske forskere hevder at en slamavskiller er en svært kostnadseffektiv metode for å rense avløpsvann . (Trasher 1987, Bounds 1993).

Etter 20 års erfaring med å bygge og drive STEP anlegg, har Amerikanerne

utviklet klare retningslinjer og krav til dimensjonering, design, materialvalg, produksjon, testing og drift av slamavskillere. Det er et absolutt krav at slamavskilleren er 100% tett. Tankene må også tåle kreftene de utsettes for pga. jordtrykk og grunnvann. For enkelthustander er det vanligst å benytte fabrikkstøpte tanker av betong, glassfiber eller PE. Hver eneste tank testes for lekkasje på fabrikken før den kjøres til installasjonsstedet. Etter installasjon testes tanken på nytt. Alle tanker som ikke tilfredsstiller kravene til tetthet kasseres.

For enkelthus benyttes standardstørrelser på ca 4 m^3 (opp til 4 beboere) og 6 m^3 (5-7 beboere). For hustander eller institusjoner med flere enn 7 beboere, dimensjoneres slamavskilleren i hvert enkelt tilfelle etter belastningen den vil utsettes for.

En slamavskiller kan deles inn i 5 markante horisontale soner som dimensjoneres hver for seg.

Det totale volumet av tanken er summen av volumene i de 5 sonene. (Bounds 1993c):

Formel 1

$$V_t = v_r + v_o + v_{cz} + v_{sc} + v_{sl}$$

hvor

V_t = Det totale volumet i tanken

V_r = Reservevolum fra alarmen går til tanken renner over. Reservevolumet dimensjoneres for å kunne tillate normalt vannforbruk ved strømstans eller driftsproblemer på anlegget. Størrelsen er avhengig av responstiden til vedlikeholdsmannskapet på anlegget. Minimum anbefalt responstid er 6 timer. Normalt dimensjoneres reservevolumet for å kunne ta et døgns avløp.

Vo = Arbeidsvolum mellom pumpe av og alarrnnivået. Normalt er arbeidsvolumet ca 10 % av det totale volumet

V_{cz} = Volumet med klart vann mellom skum- og slamlaget. Klarvannsvolumet bestemmes av kravet til oppholdstiden i slamavskilleren. I USA varierer anbefalt minimums oppholdstid fra 6 til 24 timer. Det anbefales også at avstanden fra toppen av slamlaget til bunnen av utløpsanordningen bør være minimum 15 cm, og at avstanden fra bunnen av skumlaget til toppen av utløpsanordningen bør være minst 7.5 cm, helst 15 cm. I de fleste tilfellene vil disse kravene være bestemmende for volumet av klarvannssonen.

V_{sc} = Volumet til skumlaget.

V_{sl} = Volumet til slamlaget.

Slam og skum volumene kan for enkelthets skyld beregnes sammen. I en utførlig studie av over 400 slamavskillere i Glide, Oregon, fant Terry Bounds at skumlaget sto for 1/3 av det totale skum og slamvolumet. TA - 515 antar at 10 - 15 % av den totale slam mengden er flyteslam. 1/3 av flyteslammet vil ligge over vannflaten. Størrelsen på skum- og slamlagringsvolumene er avhengig av slamtømmingsintervallet og forventet slam-

akkumulasjonsrate. Det har vært gjort en rekke undersøkelser både i Europa og USA for å finne slamakkllmulasjonen i en slamavskiller. Basert på studien fra Glide, har Bounds utarbeidet en regresjonsligning for gjennomsnittlig slamakkumulasjon i en slamavskiller på 4 m som funksjon av tiden.

Formel.3

$V_{sl+sc}=88,57*pe*t^{0,675}$

hvor

V_{sl+sc} = slam- og skumvolumet i liter

t = tømmeintervallet i år

Øvre grensa i et 95% konfidensintervall er gitt ved:

Formel.5

$V_{sl+sc} = 177,90* pe* t^{0675}$

SFT bruker i TA - 515 250 l/p*år som dimensjoneringskriterium, og et tømme intervall på 2 år. Med 3 personer pr husstand gir dette:

$V_{sl+sc} = 250$ l/p*år * 3 *2 = 15001

EPA har på bakgrunn av flere undersøkelser kommet fram til at den generelle årlige slamakkumulasjonen kan settes til (124 l/hjem* år) (EPA 1991 s. 54) Dette tilsvarer en årlig slamakumulasjon per pe på ca 41 l. Dersom vi setter V_{sl+sc} = 1.5001 vil slamtømmingsintervallet bli:

t = (1.500*l*)/124 *l* /år = 12,1 ≈ 12 år.

En slamavskiller må med andre ord etter forskriftene tømmes 6 ganger så hyppig i Norge som i USA!

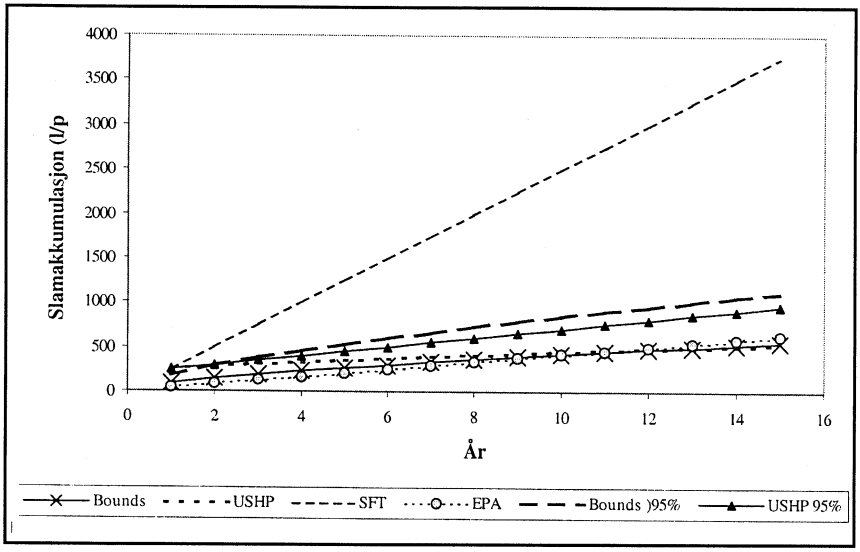
Orenco opererer med et anbefalt slamtømmingsintervall på 7 -12 år ved bruk av 1000 gal (ca 4m^3) tank og 3 personer per husstand. Med 7 års tømmeintervall gir dette et slamvolum på:

$V_{sl+sc} = 177,90 * 7^{0675} * 3= 1985$ l.

Figur 3 viser slamproduksjon pr person og år i forskjellige undersøkelser og forskrifter. Vi ser at de norske forskriftene opererer med tall som er langt høyere enn det som er annerkjent i USA. Undersøkelser fra Frankrike og Irland viser resultater mer i samsvar med de amerikanske enn de norske (Philip et al. 1993, Gray 1994) I de norske forskriftene heter det: " Spesifikk slammengde antas uavhengig av tømmefrekvensen, fordi fortykking hovedsakelig skjer i løpet av de første par døgn av slammets oppholdstid i tanken." De norske forskriftene tar ikke hensyn til at det skjer en biologisk omsetning av slammet som vil gi en betydelig reduksjon av slamvolumet over tid. Det er derfor grunn til å stille spørsmål om de norske forskriftene bør revideres.

Etter de amerikanske retningslinjene vil vi med en husstand på tre personer og et tømmeintervall på 7 år behøve en slamavskiller på 2623 l.

Formlene for slamakkumulasjon som er vist over er først og fremst ment å brukes i planleggingsøyemed. Det reelle tømmeintervallet må finnes på bakgrunn av målinger av slamtykkelsen i hver enkelt tank. Selv om formlene gir et godt bilde av forventet slamakkumulasjon, kan det være store variasjoner mellom individuelle slamavskillere. Amerikanerne har utviklet utstyr som kan brukes til å måle tykkelsen både på skumlaget og slamlaget. I dag er det



Figur 3 Slamakkumulasjon pr person som funksjon av tid (Wittersø 1998)

mest vanlig å regne ut tømmetids-punktet basert på målinger av tykkelsen av skumlaget.

De nyeste STEP systemene er bygd med pumpekummen integrert i slamavskilleren og et filter som øker renseevnen til slamavskilleren. Det effektive filteret har gjort det mulig å utstyre STEP anlegg med små lette borehullspumper som sitter etter filteret (Figur 2). Disse pumpene har dårlig evne til å håndtere fast materiale. Til gjengjeld har de en rekke positive egenskaper:

- ✓ Materialvalget i pumpene gjør dem motstandsdyktige mot det aggressive miljøet i slamavskilleren. .
- ✓ Pumpene er billige i innkjøp og drift. Pumper og reservedeler er lette å få tak i, og pumpene er lette å vedlikeholde og reparere.
- ✓ Pumpenes lave vekt giør vedlikeholdsarbeidet enklere og tryggere.
- ✓ Pumpenes bratte pumpekurve gjør at samme pumpe kan brukes i hele eller store deler av et system uten at vannføringen blir for stor. Drifts- og vedlikeholdskostnadene blir mindre.
- ✓ Lave driftskostnader.
- ✓ Lang levetid. 20 - 30 år ifølge Orenco Systems [1].

De lette borehullspumpene er i ferd med å erstatte de tunge og korrosjonsutsatte avløpspumpene som var vanlige på de første STEP systemene.

[1] Personlig meddelse Harold Ball: Styreformann i Orenco Systems. Foreleser på kurs i Alternative Wastewater Treatment Systems ved NLH sommeren 1997.

Hvorfor bygge STEP systemer?

Den primære grunnen til å velge STEP er økonomisk, men i enkelte filfeller kan det også være miljømessig begrunnet. Enkelte systemer i USA har kostet under 50% av det et konvensjonelt system ville ha kostet (Bounds 1993). Avhengig av lokale forhold og kvaliteten på systemet kan en vente en kostnadsreduksjon på mellom 20 og 40 % ved bruk av STEP teknologien i forhold til konvensjonell kloakkering.

I områder med mye fjell i dagen kan det være lønnsomt å installere trykkavløp. De brede, dype grøftene som trengs for å installere konvensjonelle avløpsledninger er dyre å sprenge. Trykkavløp bruker grunnere og smalere grøfter.

I områder med høy grunnvannstand kan de dype grøftene ved konvensjonell kloakkering komme under grunnvannsnivået og det kan være svært vanskelig å lense grøftene. Det kan og være nødvendig å spunte grøftene for å sikre stabiliteten og sikkerheten. Under slike forhold blir kostnaden høy og kvaliteten på arbeidet kan være varierende. Dette er forhold hvor grunne trykkavløpsledninger er enklere og billigere å installere.

Enkelte topografiske forhold er dårlig egnet for selvfallsledninger. Et eksempel på dette er langs en strandlinje hvor husene ligger ned mot sjøen. Samleledningene vil ofte ligge ovenfor husene i tilknytning til veien som betjener husene. Lengdeprofilet til samleledningen vil ofte gå opp og ned langs traseen, slik at det blir nødvendig med mange pumpestasjoner for å betjene alle husene dersom konvensjonell løsning blir brukt.

Selvfallsledninger må legges med et minimum fall nedover. I flatt terreng fører dette til at grøftene blir dypere og dypere inntil det er nødvendig å bygge en pumpestasjon. Både dype grøfter og pumpestasjoner er dyre, og pumpestasjonene gir økte drifts- og vedlikeholdskostnader. I kuppert terreng er situasjonen tilsvarende. Ved stigende terreng må man enten grave dype grøfter, eller bygge en pumpestasjon. Trykkavløpsledninger kan legges flatt eller parallelt med terrengoverflaten, og kan derfor legges grunt. Hver enkelt STEP enhet er med på å trykksette systemet slik at det er ikke behov for pumpestasjoner på samleledningen.

Skade på terrenget som følge av installasjon av dype selvfallsledninger er også en faktor som må tas med i bildet. Sprenging kan føre til skader på veier og bygninger, dype grøfter vil krysse andre installasjoner som vannledninger, gassledninger, telefon og strømkabler og kan medføre skade på disse. Dype, brede grøfter kan føre til at trafikken i gatene hindres, noe som igjen fører til ulemper og tapt fortjeneste for butikkene i området. Dype grøfter kan videre virke som drenering for grunnvann og medføre setningsskader på bygnipger etc. Grunnvann kan trenge inn i utette selvfallsledninger og skape problem i pumpestasjoner og renseanlegg. En trykkavløpsledning kan legges grunt i smale grøfter. Installasjonen tar lite tid og medfører små ulemper for innbyg-

gerne i området sammenlignet med installasjon av selvfallsledninger.

Modeme STEP anlegg kan bygges uten krav til selvrensing i hovedledningene. Dette gir systemet stor fleksibilitet med hensyn på belastning. Et anlegg kan håndtere avløpsmengder ned mot 1/5 av Qdim uten at det oppstår sedimentasjonsproblemer i ledningene. Dette vil være en stor fordel i områder med et lavt forventet utbyggingstempo.

Reservevolumet i slamavskilleren gir mulighet for fleksible vedlikeholdsrutiner. Det er ikke nødvendig med beredskap 24 timer i døgnet. Mye av de nødvendige reparasjoner kan utføres i normal arbeidstid.

Konvensjonell kloakkering har en høy enhetskostnad pr installert meter. Der hvor det er langt mellom husene, vil kostnadene pr hus kunne bli svært høy. En trykkavløpsledning kan installeres til en langt lavere enhetskostnad per installert meter.

I tillegg til de totale kostnadene ved et prosjekt, spiller også fordelingen av kostnadene en rolle. Områder med lav vekst vil finne STEP systemet spesielt attraktivt. Investeringene i infrastrukturen (hovedledningen) er forholdsvis små. Kostnadene ved slamavskilleren og pumpeenheten kan utsettes til huset blir bygget, og kan i enkelte tilfeller finansieres sammen med huset.

Kostnadene ved å kloakkere nye boligfelt med selvfallsledninger er ofte høye. For å dekke inn disse kostnadene er det nødvendig med en høy boligtetthet. Tomtene blir små og lite attraktive. De lave installasjonskostnadene for en STEP hovedledning, vil kunne føre til at det blir økonomisk mulig med større og mer attraktive tomter. Dersom STEP ledningen legges i samme grøft som vannledningen og kabler, vil innsparingspotensialet øke ytterligere. Dette forutsetter at overvannet håndteres lokalt.

I og med at slamavskilleren gir en god forbehandling blir den videre behandlingen av vannet enklere. Lokale, naturbaserte renseløsninger kan i mange tilfeller velges. Eksempler på aktuelle rensemetoder kan være:

- Resirkulerende sandfilter og jordinfiltrasjon
- Lecafilter med etterfølgende konstruert våtmark
- Sekundærbehandling og etterpolering i myr

På denne måten vil man i mange tilfeller unngå lange og dyre overføringsledninger eller være i stand til å pumpe vannet til et egnet sted for naturbasert behandling. I Montesano i USA fant man at man sparte så mye på rensekostnadene at det var billigere å installere et helt nytt STEP anlegg med et renseanlegg dimensjonert for slamavskilt avløpsvann, enn det var å ruste opp det eksisterende selvfallsnettet og bygge et nytt "konvensjonelt" renseanlegg. (Bounds 1993d)

Ulemper

Den største ulempen ved STEP systemet er at slamavskilleren må tømmes for slam med jevne mellomrom. Det kreves et apparat både for henting og behandling av septikslam. Skal de nor-

ske forskriftene følges, vil dette medføre forholdsvis store kostnader. Lønnsomheten i STEP utbyggingen kan ikke utnyttes fullt ut. Men dersom vi tar lærdom av de amerikanske erfaringene og legger til rette for slamtømming basert på målt slammengde, vil kostnadene reduseres til et akseptabelt nivå. En annen ulempe er at et STEP system består av mange små driftsenheter som må ettersees og vedlikeholdes. Denne ulempen kan til en viss grad motvirkes ved å bygge kvalitetsanlegg. Erfaringene fra USA viser at drifts- og vedlikeholdskostnadene på STEP system ikke overskrider kostnadene på tilsvarende konvensjonelle anlegg. Effluenten fra en slamavskiller er septisk og kan være svært korrosiv. Det er derfor viktig at man velger korrosjonsbestandige materialer i alle deler som skal installeres i systemet. Dersom trykkavløpet ledes til et eksisterende, konvensjonelt system kan det gi store korrosjonsproblemer på det eksisterende nettet. Det septiske avløpsvannet vil også frigi H2S, som i tillegg til å være korrosiv også lukter vondt. Det kan derfor være nødvendig å utsyre alle luftepunkt med filter for å fjeme sjenerende lukt.

Hvor i Norge kan det være aktuelt å bygge STEP anlegg?

I sin veileder for Alternati• Avløpsteknologi sier EPA at alternative systemer bør vurderes i utbygging av avløpssystemer for opp til 10.000 pe.(EPA 1991,s 2). I Norge vil det i første omgang være aktuelt å bygge ut forholdsvis små anlegg i marginale områder. Følgende områder kan være aktuelle:

1. Hyttefelt med stor tetthet av hytter langt fra kommunalt avløpsnett. Her kan det være aktuelt med felles slamavskiller for flere hytter, og lokal behandling av avløpsvannet i enkle naturbaserte anlegg.
2. Etablering av nye byggefelt langt fra eksisterende kommunalt avløpsnett
3. Rehabilitering av eksisterende avløp i spredt bebygde strøk.
4. Campingplasser og hoteller med utleiehytter.

Det bør i første omgang bygges pilotanlegg i samarbeid med SFT, Fylkesmannens Miljøvernavdeling og aktuelle kommuner. Disse anleggene bør følges opp tett og det bør utarbeides programmer for dokumentasjon av akkumulert slammengde, driftserfaringer og kostnader. På dette grunnlaget kan man så revidere kravet mht. slamtømming for denne typen anlegg.

Referanseliste

Bounds Terry R.1993a. Alernative sewer design workshop, effluent sewer technology, septic tank efflunt pump (STEP) and septic tank effluent gravity (STEG) systems. Orenco Systems, Inc., Roseburg, Oregon.

Bounds, Terry R. 1993b. Septic Tank Septage Pumping Intervals. Orenco Systems, Inc. Sutherlin, Oregon.

Bounds, Terry R, 1993c. Septic Tank Sizes for Large Flows. Orenco Systems, Inc., Roseburk, Oregon.

Bounds, Terry R., 1993d. STEP Systems: Glide's Contribution to the State of the Art. Orenco Systems, Inc., Roseburk, Oregon.

Crites, Ronald and George Tchobanoglous, 1998. Small end Decentralized Wastewater Management Systems. Boston, WCB/McGraw-Hill.

EPA, 1991. Manual: Alternative Wastewater Collection Systems. Washington, United States Environmental Protection Agency.

Statens Forurensningstilsyn, 1980. Retningslinjer for større slamavskillere, TA-515, Oslo, Statens Forurensningstilsyn.

Thrasher, David, 1987. Design and use of pressure sewer systems. Chelsea, Lewis Publishers, INC.

Wittersø, Kjell Olav, 1998. Alternativ avløpsteknologi- bruk av STEP og STEG i Norge. Hovedoppgave, Institutt for tekniske fag NLH.