

Hva er en bærekraftig avløpsteknikk?

Av Oddvar G. Lindholm

Oddvar Lindholm er professor ved Institutt for tekniske fag , NLH.

Sammendrag

Regjering og Storting har bestemt at det norske samfunn skal bli mer bærekraftig. Dette innebærer at også VA-bransjen etter hvert må tenke bærekraft og ikke bare kostnader, renseeffekter, hygiene og utslipp til vann. Et nøkkelord er her ressurser og vugge til grav-tankegang for stoffer og produkter. Det fins svært mange kriterier som man kan sjekke et systems bærekraft mot. I denne artikkelen er det nevnt ca. 40 mulige kriterier, hvilket tilsier at begrensninger og lokale tilpasninger må gjøres når analysene foretas. Det er også nødvendig å tillegge de kriterier man velger hver sin vekt, slik at en indeks kan beregnes for de systemer som skal sammenlignes.

Summary

The Norwegian Government and the parliament has decided that the Norwegian society shall become more sustainable. This implicates that the water industry also must become more sustainable. In addition to the former criteria we must also consider resources and

energy as important factors. Life cycle analysis for products and components involved in the water systems may be used when a system's sustainability is calculated. The right choice of criteria is of paramount importance. Out of perhaps more than 50 possible criteria only a few is necessary to choose for the local situation. To obtain a meaningful analysis it is also necessary to allocate weights to each single criteria, so that a systems sustainability index may be calculated and compared to other competing systems.

Innledning om bærekraftighet

Som kjent definerte FN's Brundtland-kommisjon om miljø og utvikling at en bærekraftig utvikling sørger for å dekke eksisterende generasjons behov uten at dette forringer de kommende generasjoners mulighet for å dekke sine behov. Selv om dette er meget generelt gir det likevel en ny dimensjon i tenkemåten i samfunnet. Regjering og Storting har via flere stortingsmeldinger slått

fast at det norske samfunn skal bli mer bærekraftig. Dette innebærer at en såpass viktig bransje som avløpsteknikken også må arbeide seg mot mer bærekraft i systemene og driften.

Bærekraftigheten i nye systemer bestemmes blant annet av i hvilken grad man kan utvikle fullverdige substitutter for de endelige ressurser vi bruker i dag og som vil ta slutt før eller siden. Det er umulig i dag å ha full oversikt over hva som er fullverdige substitutter og hva som er løsninger med nok bærekraft. Det vi i alle fall må kunne er å identifisere hvilke av flere mulige systemer eller systemelementer som bærer oss i retning mot mer bærekraft. Lindholm, O. 1997.

Dersom et system skal være bærekraftig må det være økologisk bærekraftig, økonomisk bærekraftig og sosiologisk bærekraftig.

Kriterier for bærekraft

For å kunne analysere oss frem til hvilke systemer og elementer som er mest bærekraftige må vi arbeide med å utvikle et sett med kriterier som skal brukes til dette formålet. I prinsippet er det svært mange kriterier man burde trekke inn i analysene. Imidlertid vil det ikke være mange, av et tenkelig fullstendig sett av kriterier, som vil bli tillagt særlig stor vekt i en gitt lokal situasjon. For å illustrere hvor komplekse analysene kan utarte seg til å bli presenteres en liste over eksempler på mulige kriterier:

Økonomiske kriterier:

- Samfunnets kostnader
- Private kostnader

- Investeringer, drift og vedlikehold
- Fordelingen mellom investeringen kontra de årlige utgifter
- Bruk av innenlandske eller utenlandske varer og tjenester
- Bruk av lokale entreprenører og leverandører

Miljø- og ressurs kriterier:

- Utslipp av "konvensjonelle" vannforurensninger som fosfor, nitrogen organisk stoff og suspendert stoff
- Utslipp til vann av miljøgifter
- Utslipp av forsurende gasser
- Utslipp av klimagasser
- Utslipp av gasser som nedbryter det ytre ozonlaget
- Bruk av kjemikalier
- Slam- og avfallsproduksjon
- Jordforbedring
- Arealbruk og plassbehov i grunnen
- Erosjon av jord
- Bruk av energi/exergi, vann, råmaterialer
- Gjenvinning/resirkulering av næringsstoffer og andre stoffer og begrensede ressurser
- Påvirkning på biodiversiteten

Helsemessige-, trivselmessige- og hygieniske kriterier:

- Bakterier, virus, parasitter, sopp eller andre helsetruende mikroorganismer må holdes under kontroll med en akseptabel sikkerhetsfaktor
- Miljøgifter som tungmetaller og organiske mikroforurensninger må ikke utgjøre en helsetrussel
- Sykdoms- og allergiforsterkende gasser og utslipp
- Støy, mugg og lukt

- Insekter, rotter, mus og andre skadedyr

Tekniske kriterier:

- Sikkerhet- og beredskapsspørsmål
- Servicenivået, som for eksempel avbrudd, kloakkstopp, kjeller-oversvømmelser
- Levetid og holdbarhet
- Problemer ved konstruksjon eller driften og vedlikeholdet
- Fleksibilitet og evne til å tåle sjokkbelastninger

Sosial-kulturelle kriterier:

- Deltagelse og medbestemmelse fra publikum og abonnenter
- Kompetanse og ansvarsfordeling blant de som skal drive systemene
- Aksept av systemer og utstyr blant abonnentene
- Fordelingsvirkninger på ulike grupper av økonomiske belastninger eller fordeler
- Institusjonelle krav og organisering av eierskap, bestiller/byggherre, drift og vedlikehold
- Utvikling i lokalsamfunnet og i næringslivet
- Påvirkning på bosettingsmønster
- Pedagogiske virkninger og forståelse blant innbyggere av systemene
- Estetikk og visuelle effekter

Man må ut fra dette mangfold av mulige kriterier velge ut et sett som er relevant for den lokale situasjonen man står i.

Om vekting av ulike kriterier

For å kunne analysere om et system er

mer bærekraftig enn ett annet, må man innføre et vektesystem hvor hvert enkelt kriterium tildeles en vekt. Etter en vurdering av måloppnåelse eller prestasjon i forhold til alle kriteriene kan en indeks for systemet beregnes. Mange reagerer på et slikt prinsipp da de mener at man ikke kan legge alle forhold for et system inn i ett enkelt tall. Men poenget er jo at om ikke dette gjøres systematisk med tall, må man gjøre det uten et integrerende system og uten at det kan etterprøves av andre, for valget om system x eller system y må jo tas.

Hele ideen med bærekraft er at samfunnet må på en bedre måte løse en del truende globale kriser. Det er blant annet drivhuseffekten, et minkende ozonlag, forsuring, økende miljøgiftskader, minkende lagerressurser av vitale stoffer, m.m. Når man tildeler kriterier ulik vekt er det også nødvendig å vekte problemenes betydning mot hverandre. Dette gjøres blant annet av lokalpolitikere for det lokale miljøet og av Storting og Regjering for det nasjonale miljøet i form av budsjetter og handlingsplaner som bestemmes for hvert år med tanke på å angripe disse miljøproblemer. Dette forhold tilsier at politikere nok bør inn i arbeidet på vekting av kriteriene, selv om selvsagt fagfolk må vise politikerne konsekvensene av de ulike valgene.

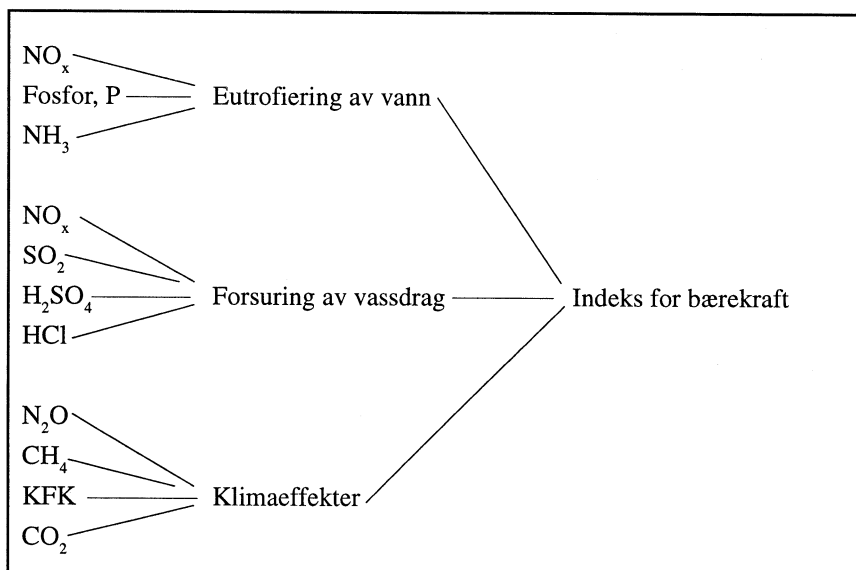
Man kunne tenke seg at et panel av representative personer i fellesskap foreslår vekter basert på en prioritering etter alvorligheten av ulike relevante miljøproblemer. Det er viktig å erkjenne at vekter som foreslås et sted ikke nød-

vendigvis gjelder et annet sted. For eksempel vil vannmangel og vannbruk måtte telle meget tungt i land i Midtøsten, mens det selvfølgelig ikke vil telle mye på for eksempel Vestlandet i Norge. Vektene størrelse må også variere i tid etter hvordan status for de ulike problemene utvikler seg.

Vektingen kan skje etter politiske mål, kostnader for å rydde opp i eventuelle

skader som kan tenkes å oppstå ved ulike scenarier, annen risiko ved skader, avstand til miljømålet eller økonomiske realiteter.

Figur 1 illustrerer at en forurensningskomponent eller årsaksfaktor kan være drivende kraft bak flere ulike typer problemer og kan dermed få flerfoldig vekt i indeksen.



Figur 1. Et eksempel på årsakskomponenter i vektingen.

I figur 1 ville man tildele vekt til de tre miljøproblemene og så fordele disse vektene i sin tur videre ut på de ulike årsakskomponentene.

En annen vektemetode er å få frem betalingsvilligheten til et panel eller en representativ person på å unngå eller minke uheldige effekter, som f.eks.:

- arealbruk kr/da.
- utslipp av fosfor kr/kg

- bruk av fossilt brensel kr/kg
- støy kr/decibel
- o.s.v.

På basis av dette kan man beregne hvilket system som kommer heldigst ut totalt sett.

Enkelte reagerer på at man for et komplisert system samler alle kriterier i en indeks eller ett tall. De hevder at man bør holde grupper av kriterier

adskilt. For eksempel at man utreder økonomi for seg, tekniske og sosiologiske forhold for seg, miljø- og ressursforhold for seg. På denne måten kan man få 4-5 grupper av kriterier som enten er sammenstilt for hver gruppe i en indeks pr gruppe, eller man sammenstiller ikke noe og ser på alle kriteriene hver for seg. Problemet med dette er at man skal velge mellom noen ulike tekniske alternativer og hvordan skal man gjøre det når mange kriterier flagrer i ulike retninger? Man må da velge på følelser basert på hva man liker eller så prøver man å få frem en ubevisst "indeks" i eget hode uten å tildele etterprøvbare vekter.

Metoder for å få frem måloppnåelse eller prestasjoner av de ulike tekniske alternativer

Når man har valgt hvilke kriterier man skal ha med i analysene av bærekraft for ulike tekniske systemer og man har tildelt vekter til problemtyper eller temaer og undervekter til underliggende årsaker, kan man starte arbeidet med å beregne måloppnåelse, prestasjoner eller funksjoner i forhold til de ulike kriterier.

En metode som kan brukes på materialbruk, utslipp og ressurser er såkalte livssyklusanalyser (LCA) eller vugge til grav analyser. Her betrakter man et stoff eller et produkt fra råmaterialer brytes i naturen til stoffet eller produktet ikke lenger er tjenlig og blir avhendet. På denne måten fanger man opp eventuelle uheldige bivirkninger eller

sideeffekter knyttet til produktet som f.eks. transport, forurensninger ved produksjonen, lagring, avfallsproblemer e.l.

En annen metode som brukes er konsekvensanalyser (EIA; environmental impact assessment). Her utreder man grundig konsekvenser for miljøet og ressursbruk for alle tekniske alternativer og sorterer virkninger på alle relevante typer problemområder.

Andre metoder er de vanlige kost/nytte analysene og en spesiell type energianalyser; exergianalyser hvor man ser på bruk av høyverdig energi som elektrisitet.

Eksempler

Det er utført en rekke arbeider hvor man har sammenlignet ulike avløpssystemer med tanke på enkelte kriterier. Kärroman 1997, har for ulike renseanlegg og prinsipper sett på arealbehovet, energibehovet, kostnader pr. person og resirkulert mengde fosfor.

Hans resultater er gjengitt i tabell 1 på neste side.

Tabellen viser så store variasjoner at det er åpenbart store muligheter for å velge galt anlegg i forhold til bærekraft dersom ikke relevante kriterier brukes og fornuftige vekter tildeles i de systemanalyser som må utføres.

Dirkzwager 1997, har også et meget illustrerende eksempel fra et større prosjekt om bærekraftige VA-systemer som den nederlandske regjeringen har satt i gang.

Man tok for seg et tettsted med ca. 100 000 innbyggere som også hadde noe industri. Det ble valgt ut seks ulike

Tabell 1
Beskrivende parametere for ulike renseanlegg og renseprinsipper. (Kårrman 1997)

Renseanlegg og prinsipp	Resirkulert fosfor (%)	Årlige totale kostn kr/pe	Arealbehov m ² /pe	Energibruk kwh/pe.år
Göteborg, 550000 p, konv. anl.	9	530	0,11	62
Oskarshamn, 20000p, konv. anl.	0	460	0,35	130
Kungsbacka, 5800p, konv. anl.	90	-	0,62	-
Gotland, 1500p, ledn.nett,biodam	100	380	80	11
Ängelholm, 150p, rotsoneanlegg	0	-	8	8
48p, tørt toal., gråvann til rotsone	0	3080	25	250

systemer man ville se på bærekraften i. Det ble beregnet kostnader og effekter ved ulike tiltak og prinsipper, spesielt tiltak som fremmet følgende:

- Minimering ved kilden av vannforbruk og stoffer
- Separering ved kilden
- Lukkede strømmen for stoff og vann
- Energisparing
- »Bærekraftig» material- og produktvalg
- »Ikke-eksport» av problemer ut av influensområdet.
- Ressursbevaring og utslippsminimering.

De kriteriene man valgte å vurdere avløpssystemene etter var:

TEKNISK-ØKONOMISKE

Teknikk, hygiene og helse
Økonomi

SOSIOLOGISKE

Sosial aksept og vurdering
Fordelingsvirkninger
Organisering

BÆREKRAFT

Miljø (forurensninger, natur)
Arealhensyn og -bindinger
LCA Innsatsfaktorer
Energi og ressurser
Resirkulering av ressurser

De vurderte avløpssystemene, her kalt scenarier, var følgende med tilhørende karakteristiske mål og tiltak:

Scenarie: "Nåværende situasjon med konvensjonelt system beholdes".

-Konvensjonelt renseanlegg

- Konvensjonelt ledningsnett

Scenarie: "Forbedring av eksisterende systemer".

- 50% av drikkevannet fra overflatekilder
- Blyrør erstattes med kobberør
- Renovering av avløpsnett
- Frakobling av overvann fra rørrnett der dette er mulig
- Optimalisering av avløpsrenseanleggene
- Minket grunnvannsuttak og øket infiltrasjon
- Rimelige forurensningskildetiltak

Scenarie: "Nullutslipp"

- Avløpsslam forbedret slik at dette kan brukes til nyttige formål
- Ikke lenger overløp i avløpssystemene
- Effluenten fra avløpsrenseanleggene er like ren som resipienten
- Vannverksslammets kvalitet forbedres
- Avansert fjernovervåking og kontroll
- Drikkevann bare fra overflatekilder

Scenarie:

"Begrenset gjennomstrømning"

- Vannforbruket reduseres, vannsparing
- Drikkevann via flasker samt nytt vannett med lavere kvalitet
- Regnvann samles og brukes
- Frakobling av overvann fra rørrnett
- Renere overvann ved å minke overflateavfallet
- Belastning på rørrnett og renseanlegg minker

- Effluenten fra renseanlegget nyttiggjøres
- Lokal lagring og infiltrasjon

Scenario: "Kildereduksjon"

- Mindre bruk av "end of pipe"-løsninger
- Utskiftning av materialer, malinger, tak, takrenner, konstruksjoner o.l. som avgir miljøbetenkelige stoffer til overvannet
- Oppfeiling av gateavfall og overflatepartikler før det skylles i avløpet
- Industriprosesser lukkes, renere teknologi

Scenario:

"Desentraliserte løsninger"

- Bevisstgjøring lokalt på vannkretsløpet
- Et hus` vannbehov dekkes lokalt, ingen sentralisert avløpsbehandling
- Bedrifter får sterke restriksjoner
- Drikkevann på flasker, alt regnvann samles
- Komposttoaletter eller lignende

Da man fant at det var vanskelig å beregne bærekraften i systemene, gikk man over til å beregne det motsatte; nemlig "ikke-bærekraften".

Tabell 2. "Ikke-bærekraftindekser for seks ulike avløps-systemer i et tettsted med 100 000 innbyggere og noe industri. 100=nåsituasjonen. Dirkzwager 1977.

	Nå-situasjonen	Forbedring av eks.syst.	Nullutslipp	Mindre fluks i syst.	Kilde reduksjoner	Desentrale løsninger
Ikke - bærekraft	100	68	7	46	26	41
Utbygningskostnader	100	145	210	200	210	575

Tabell 2 viser at når man setter "ikke-bærekraften" i det nåværende konvensjonelle systemet til en indeks på 100, vil det mest bærekraftige systemet være "nullutslipp"-scenariet med en indeks på bare 7. Dette vil imidlertid ha utbygningskostnader på 2,1 ganger det man regner for det nåværende systemet. Alle de 5 alternative systemene har bedre

bærekraft enn det nåværende, men alle 5 er også betydelig dyrere. Det billigste alternativet er å forbedre det eksisterende konvensjonelle systemet, hvilket gir en indeks på 68 kontra 100 på nåsituasjonen.

Tabellen illustrerer at det er mange muligheter til å få mer bærekraft, men at man da må belage seg på dyrere

løsninger. Tiltakene nevnt under det enkelte scenarie eller alternativ viser også at løsningene må tilpasses de lokale forhold, og at her kan det bli tale om svært så forskjellige tiltak og kriterier fra sted til sted.

Referanser

Dirkzwager; A.H. "Sustainable development: new ways of thinking about

water in urban areas". European Water Pollution Control no. 1 1997.

Kärrman, E. "Analysis of Waste Water Systems, with respect to Environmental Impact and the Use of Resources". Report 1997:2. CTH, Göteborg 1977.

Lindholm, O. "Momenter om, og kriterier for bærekraftig VA-teknikk" VANN nr. 1 1997.