

Bærekraftig rehabilitering av vann- og avløpsnett

Av Hildegunn Østerbø Sørumshagen, Jarle T. Bjerkholt og Oddvar G. Lindholm

Hildegunn Østerbø Sørumshagen er ansatt i Norconsult AS, Hønefoss, Jarle T. Bjerkholt og Oddvar G. Lindholm er ansatt ved Institutt for matematiske realfag og teknologi, Universitetet for miljø- og biovitenskap UMB.

Sammendrag

Det er et stort behov for rehabilitering av vann- og avløpsrør i Norge. Regjering og Storting har besluttet at det norske samfunn skal bli mer bærekraftig. Dette innebærer at også VA-bransjen må tenke mer bærekraft og ikke bare kostnader, rense-effekter, hygiene og utslipp til vann innen sitt ansvarsområde. I denne artikkelen er det vist hvordan ulike rehabiliteringsmetoder kan vurderes i forhold til bærekraft. Det er gjennomført en beregning av bærekraft for to ulike metoder, no-dig og full oppgraving, for rehabilitering av en strekning i vannforsyningsnett i Oslo. Resultatene viser tydelig at no-dig-metoden er mer fordelaktig enn full oppgraving ikke bare med hensyn til kostnader, men også med hensyn til bærekraft.

Summary

The need for renewal of the water and sewerage systems in Norway is relatively large. The Norwegian government and

Parliament is committed to make the Norwegian society more sustainable. This must also include the water and sewerage sector. It is therefore necessary to include a broader set of objectives in the decision-making process than a general cost-benefit analysis. In this article it is shown how a sustainability analysis can be conducted when selecting a method for rehabilitation of a 300 m long water pipe in the city centre of Oslo. In the analysis a no-dig method, trenchless technology, is compared to a standard method of excavation. The results of this study show that not only is the no-dig method the most cost efficient of the two pipeline rehabilitation methods compared, it is also the most sustainable.

Innledning

Regjering og Storting har besluttet at det norske samfunn skal bli mer bærekraftig. Dette innebærer at også VA-bransjen må tenke mer bærekraft og ikke bare

kostnader, renseeffekter, hygiene og utslipp til vann innen sitt ansvarsområde. Flere kommuner har begynt å sette opp krav til at løsninger skal være bærekraftige. Bærekraftighet har derfor blitt en betydelig faktor i vurdering av infrastruktur, inkludert avløpsteknologi (Mæhlum et al., 2008).

Det er et stort behov for rehabilitering av vann- og avløpsrør i vårt samfunn (Lindholm & Bjerkholt, 2009; Rådgivende Ingeniørers Forening; 2010). Den naturlige slitasjen på rørene og økte krav til funksjon, gjør at man i større grad må undersøke og rehabiliterer ledningene (Hansen, 2006). Dersom rehabilitering av vannledninger uteblir, vil tiden uten vannforsyning øke på grunn av ledningsbrudd og påfølgende reparasjoner. Dette vil være til ulempe i hverdagen for forbrukerne. Faren for innsug av avløpsvann eller andre forurensninger øker også ettersom kvaliteten på ledningen blir dårligere. Dette fører igjen til en økt risiko for helseproblemer grunnet drikkevannet (Grünert, 2008).

I denne artikkelen er det sett på rehabilitering av vannledninger ved bruk av ulike rehabiliteringsmetoder. Det er valgt en metode som skal veies opp mot full oppgraving. Problemstillingen er å gjøre en beregning av om det lønner seg i et miljøperspektiv å satse på "gravefrie" no-dig-metoder eller full oppgraving. Dette gjøres ved:

1. Å identifisere og vurdere indikatorer for fastlegging av bærekraft for metodene no-dig og full oppgraving.
2. Å kvantifisere de valgte indikatorene.

3. Å gjøre en analyse ved hjelp av vekting av indikatorene for å avgjøre hvilken av metodene som er mest bærekraftig.

Definisjon av begrepet bærekraft

Bærekraft er et begrep som brukes for å karakterisere økonomiske, sosiale, institusjonelle og miljømessige sider ved menneskelige samfunn. Begrepet bærekraft ble først brukt av Verdenskommissjonen for miljø og utvikling, også kalt Brundtlandskommissjonen, i 1987.

Det norske ordet "bærekraftig utvikling" er en oversettelse av det engelske "Sustainable development". I internasjonal litteratur er det mange måter å definere det på. Den som er mest brukt, er den som ble definert av Brundtlandkommissjonen i rapporten "Our Common Future" (World Commission on Environment and Development, 1987), hvor definisjonen er "development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs". Oversatt til norsk blir dette "en utvikling som imøtekommer behovene til dagens generasjon uten å redusere mulighetene for kommende generasjoner til å dekke sine behov".

Konkret betyr dette en utvikling som opprettholder sosioøkonomisk velferd samtidig som bruken av de fornybare ressurser ikke overstiger naturens evne til selvfornyelse, bruken av ikke fornybare ressurser skal være slik at disse ikke uttømmes før alternative løsninger er utviklet, og i tillegg må fundamentale øko-

logiske prosesser og systemer belastes mindre enn naturens tålegrenser.

Strategi for bærekraftig utvikling

Målene for en bærekraftig utvikling er blant annet å forhindre unødvendig bruk av viktige ikke-fornybare ressurser og redusere utslipp som skader det lokale miljøet og folkehelsen, samt det globale miljøet (Mæhlum et al., 2008).

En bærekraftig utvikling møter trusler som blant annet den globale oppvarmingen, reduksjon i ozonlaget, opptak av tungmetaller og mikroorganiske miljøgifter i næringskjeden, sur nedbør, nedgang i viktige lagerressurser som fossilt brensel og nødvendig gjødselstoffer som fosfor og kalium, eutrofiering av vannforekomster med medfølgende oppblomstring av skadelige organismer, minkende mangfold og liknende. Denne utviklingen viser at man må bruke flermålsanalyser med mange indikatorer, kanskje mellom 10-20 indikatorer (Lindholm, 2001).

Løsningen man velger må være slik at den gir størst mulig tilfredsstillende mål som (Mæhlum et al., 2008):

- Lavest mulig driftkostnad over anleggets levetid
- Best mulig funksjonalitet i forhold til brukernes behov og ønsker
- Lavest mulig utslipp av støy og luftforurensninger som gir helseproblemer lokalt
- Lavest mulig utslipp av klimagasser, forsurende gasser, ozonlagnedbrytende gasser

- Minst mulig forbruk av lagerressurser som fossilt brensel, fosfor, kalium etc.
- Minst mulig forbruk av energi
- Minst mulig ulykker og sykdommer relatert til infrastrukturen
- Minst mulig utslipp av forurensninger og miljøgifter til jord, vann og luft

Metoder for beregning av verdier og tallstørrelser på indikatorene

Det finnes flere metoder for å vurdere indikatorenes verdier og tallstørrelser. De forskjellige metodene egner seg til hver sin oppgave, men kan også brukes i kombinasjon med de andre metodene. I Moberg et. al. (1999), blir det gjort rede for noen metoder som kan anvendes i bærekraftsanalyser, med unntak av risikoanalyser som refererer til Aschehoug og Gyldendal (1998). Disse metodene er listet opp nedenfor med en kort beskrivelse:

1. Kost-/nytteanalyser (Cost benefit analysis)

Metoden brukes for å kunne vurdere aktiviteter fra ett samfunnsøkonomisk perspektiv, og forsøker å inkludere den påvirkningen som ikke blir omfattet av betalingsstrømmer, også indirekte effekter er inkludert.

2. Økologisk fotavtrykk (Ecological footprint)

Økologisk fotavtrykk kan betraktes som både konsept og verktøy. Økologisk fotavtrykk er en metode som viser hvor stort areal, land og hav, man trenger for å kunne ivareta det menneskelige samfunnet.

3. Miljøkonsekvensanalyser (Environmental impact assessment)

Hensikten med miljøkonsekvensanalyser er å identifisere og beskrive de direkte og indirekte effekter som en planlagt virksomhet eller atferd kan medføre dels på mennesker, dyr, planter, mark, vann, luft, klima, landskap og kulturmiljø, dels på annen husholdning med material, råvarer og energi.

4. Livssyklusanalyser (Life cycle assessment (LCA))

Metoden tar hele livssyklusen i betraktning, fra utvinning av råvaren, distribusjon, anvendelse, gjenbruk og gjenvinning av avfall. Transport er også inkludert for alle steg.

5. Materialstrømanalyser (Material flow analysis)

Det gir et bilde av samfunnets ressursbruk og samtidig en grov, indirekte skatting av miljøpåvirkning.

6. Risikoanalyser

Risikoanalyse er en systematisk analyse av en installasjon, et anlegg eller en aktivitet for å finne de viktigste risikofaktorer og tapsbringende elementer i form av: tap av menneskeliv, skader på mennesker, tap av miljøverdier, tap av materielle verdier.

7. Strategisk miljøkonsekvensanalyser (Strategic environmental assessment)

Miljøkonsekvensanalyser konsentrerer seg i hovedsak om ressurs- og miljøområdet, og må derfor suppleres med for eksempel LCA, materialstrømanalyser, kost-/nytteanalyser, energianalyser, risikoanalyser etc.

Indikatorer

Når man skal foreta valg av indikatorer bør en velge slik at de lokale og globale problemer som foreliggende prosjekter og infrastrukturer påvirker, blir representert i bærekraftanalysen. Videre må indikatorene til sammen representere økonomiske, helsemessige, økologiske, tekniske, og sosiale forhold. Noen indikatorer må dermed representere globale problemer som klimaeffekter og ødeleggelse av ozonlaget, andre må representere regionale problemer som forsuring, eutrofiering etc. og atter andre må representere lokale problemer som hygieniske effekter, støv, lukt etc.

Å velge indikatorer som gir best mulig uttrykk for hvorvidt resultatet av en rehabiliteringsjobb er mest mulig bærekraftig, er utfordrende. Dette innebærer blant annet at en må utføre en flermålsanalyse, men det er imidlertid helt nødvendig å begrense antall indikatorer slik at denne analysen ikke blir uoversiktlig (Lindholm et al, 2001). For å begrense oppgaven bør man prioritere indikatorer som er relevante innenfor et avgrenset område. Dette medfører også at flermålsanalysen vil bli enklere å ta stilling til.

Når det skal velges ut indikatorer som er mest mulig rettet mot bærekraft, bør en bruke et sett med utvelgelseskriterier. Spørsmål som kan stilles, kan være (Lindholm 2005):

1. Hvor viktig er kriteriet for miljøet, økonomien og for de sosiale aspekter?
2. Hvor godt beskriver kriteriet trender år for år?

3. Hvor mye arbeid og kostnader trengs for å skaffe frem nok relevant data?
4. Hvor stor usikkerhet introduseres i beregningene?
5. Hvor godt er kriteriet som basis for tiltak og planer?
6. Hvor god er kriteriet som basis for sammenligninger over tid og mellom ulike land og områder?

Vekting av indikatorer

Vekting er nødvendig for å kunne rangere ulike alternativer, men vil alltid bli delvis subjektiv. Vektens størrelse må variere med lokalitet og tid. Mange indikatorer eller kriterier kan brukes for å beskrive effekten av tiltak og nye systemer. Når man veier kriteriene mot hverandre veier, man også problemene mot hverandre. Hvordan man tildeler de ulike kriteriene vekt, kan bare endelig avgjøres av politikere (Lindholm, 2005).

Vekting kan fremstå som en relativt komplisert oppgave. Når man skal vekte, kan man gå ut fra et eksempel hvor man har 10 kriterier. Da vil man i utgangspunktet tillegge et gjennomsnitt på 10 % på hver. Dersom 6 av disse angår jordforurensninger vil dette temaet bli tillagt stor vekt. Man bør derfor reservere «rammer» til hvert tema som for eksempel: x % til globale problemer derav x_1 % til drivhuseffekten, x_2 % til ozonlagproblemer, y % til lokale problemer og z % til helse og trivsel.

Dersom man ikke veker de ulike indikatorene mot hverandre, vil man kunne få løsninger som er langt fra de mest bærekraftige. Man vil i så fall ube-

visst forutsette at alle indikatorer og problemer er like viktig, eller man lar seg overstyre av en eller et fåtall av indikatorene. Det er derfor nødvendig å bruke vekteteknikker som balanserer de ulike hensyn best mulig. Det finnes ulike teknikker for å vekte indikatorer og for å redusere subjektiviteten i dem. Teknikkene som er utviklet og prøvd ut, kan sorteres i tre hovedgrupper:

1. Avstand til målet/grenseverdi-teknikken

Vektene blir vurdert på grunnlag av situasjonen for den gjeldende indikator i det aktuelle området eller problemet som indikatoren representerer.

2. Økonomiske teknikker

Her benyttes mange forskjellige teknikker som betalingsvillighet, kostnaden for å redusere utslipp av forurensninger for å nå en viss miljøkvalitet, kostnaden påført samfunnet som følge av utslipp og uheldige påvirkninger, forandringer i markedsverdien av forskjellige objekter som følge av nye prosjekter eller tiltak.

3. Panelteknikken

Her brukes det grupper av eksperter og/eller aktører, brukere av infrastrukturen eller de som er berørte av de ulike alternativene. Panelets medlemmer prioriterer vektene de ulike indikatorene skal få etter hvordan de vurderer alvorligheten av ulike relevante miljøproblemer. Det finnes ulike måter å organisere gjennomføringen av en slik panelvektning på.

Analyse av bærekraft ved fornyelse av vannettet på en strekning i Oslo sentrum

Generelt

Analysen baserer seg på å velge ut et sett av indikatorer som er viktig for å vurdere no-dig metoder (gravefrie metoder) opp mot rehabilitering ved full oppgraving. Etter at indikatorene ble valgt ut, ble de rangert i forhold til deres betydning for bærekraft og det ble fastlagt en verdi. Det ble deretter foretatt en normalisering som var utgangspunktet for å vekte indikatorene. Det ble deretter valgt ut et panel på fire personer som inkluderte en av forfatterne.

Beregningsforutsetninger

Det finnes en rekke tilgjengelige no-dig metoder, men det er her valgt å bruke utblokkingsmetoden. Det er valgt å ta utgangspunkt i et hypotetisk anlegg, men på en virkelig strekning for å kunne gjøre det enklere å fremskaffe data, og for å kunne variere relevante forhold mest mulig. Den aktuelle prosjektstrekningen ligger i Schweigaardsgate på Grønland, hvor det er et hektisk trafikkbilde. Det er forutsatt rehabilitering av en ledningsstrekning på 300 meter. For hver 100 meter graves det opp ca. 5 hull/groper til stikkledninger, hvert hull dekker ca 3.75 m². Det ble kun vurdert indikatorer som var relevante under anleggsfasen.

Følgende elementer inngår i rehabiliteringen under anleggsprosessen:

- Traseen ligger der hvor trikk, busser og biler går kontinuerlig.
- Det finnes flere bygårder med fastboende

- Sterkt trafikkert av fotgjengere
- Næringsvirksomhet ligger langs ved traseen

Tekniske forutsetninger:

- Grunnforholdene i grøftetraseen består av sand, stein og noe leire, og dimensjonen på grøften er på henholdsvis: dybde = 2,5 m, bredde = 1,6 m.
- Det er ikke registrert fjell i området.
- Grøftetraseen består av tre ledninger, men det er kun vannledningen som skal rehabiliteres i dette prosjektet:
 - Vannledning (V) = 160 mm
 - Spillvannsledning (Sp) = 200 mm
 - Overvannsledning (Ov) = 315 mm
- Standard grøftetverrsnitt hvor vannledningen ligger øverst, spillvannsledningen i midten og overvannsledningen nederst.
- Det er kun vannledningen som skal rehabiliteres.
- Stedlige masser kan ikke benyttes i Oslo
- Transportavstander:
 - Rene masser levert fra Huken på Grorud (18 km t/r)
 - Forurenset masser levert til Bøler på Skedsmo (40 km t/r)
 - Nye masser hentes fra Skedsmo-korset pukkverk (44 km t/r)
 - Asfalt hentes fra Huken på Grorud (18 km t/r)
- Massen som er blitt fjernet, består av 10 % rene masser og 90 % forurensete masser.

I tabell 1 er det vist hvilke beregningsforutsetninger som er lagt til grunn for de ”innsatsfaktorene” som inngår i beregningene og størrelsen på disse.

Innsatsfaktor	Enhetsverdi	Kilde grunnlag
Elektrisk kraft (kWh/m ledning)	0,4	Ola Sandum*), 2009 pers. kom.
Diesel til graving (l/m ³ masse)	0,087	Tillmann et al., 1996
Diesel til transport fullt lass (l/km)	0,5	Ola Sandum, 2009 pers. kom.
Diesel til transport tom bil (l/km)	0,25	Ola Sandum, 2009 pers. kom.
Utslipp av CO ₂ fra diesel (kg/kg)	3,17	Brunvoll et al., 2009
Utslipp av CO fra diesel (kg/kg)	0,0044	Brunvoll et al., 2009
Utslipp av NO _x fra diesel (kg/kg)	0,02	Brunvoll et al., 2009
Utslipp av SO ₂ fra diesel (kg/kg)	0,00002	Brunvoll et al., 2009
Utslipp av svevestøv (kg/kg diesel)	0,00055	Brunvoll et al., 2009
Støy fra transport (kr/kjørte km i by)	4,65	ECON, 2001
Støy fra anleggsvirksomhet (skala)	1 - 100	
Ulykker (kr/kjørte km)	1,13	ECON, 2001
Ulemper for næringsvirksomhet (dager)	1	
Ulemper for trafikk (dager)	1	
Ulemper for beboere (dager)	1	
Levetid (år)	1	
Fornyelse av andre ledninger (skala)	0 eller 1	
Skaderisiko på ledninger (skala)	1 - 10	

*) Entreprenørfirmaet Sandum AS

Tabell 1. Størrelsen på ulike ”innsatsfaktorer” som inngår i bærekraftsberegningene.

I tabell 2 er det vist hvilke indikatorer som er valgt som ”bærekraftsindikatorer” og deres tilhørende verdi. Indikatorne er også gruppert. Ved valg av indikatorer er det lagt vekt på bærekraftig-

het, men også forhold som virker inn på menneskets livskvalitet, er tatt med.

Indikatorne og deres beregnede totalverdi for de to alternativene som er vurdert, er vist i tabell 2.

Indikatorer for bærekraft			
Ressurser	Enhet	No-dig	Full oppgraving
Fossilt brensel	liter	204,2	1575,0
Stein	m ³	135,5	1113,2
Elektrisitetsforbruk til legging av rør	kWh	120,0	10,0
Asfalt	m ³	6,8	88,4
Miljøindikatorer			
Utslipp av CO ₂	kg	565,36	4309,93
Utslipp av CO	kg	0,78	5,98
Utslipp av NO _x	kg	3,57	27,19
Utslipp av SO ₂	kg	0,004	0,027
Helsemessige indikatorer			
Støy	skala (0-100)	15	100
Støv	kg	0,098	0,748
Ulykker	kr	576,3	4404,74
Sosiale indikatorer			
Næringsvirksomhet	dager	4	12
Traffikkulempet	dager	4	12
Boforhold	dager	4	12
Kvalitetsindikatorer			
Levetid	år	80	100
Skaderisiko på ledning	skalering(1-10)	8	2
Fornylse av øvrige ledninger	skalering(0-1)	0	1

Tabell 2. Oversikt over indikatorer og deres absoluttverdi totalt for hver av metodene.

I tabell 3 er det vist parameterens normaliserte verdi. Den av metodene med høyest absoluttverdi er satt til 100 for hver av parameterne. Disse verdiene er så brukt for å beregne ”straffepoeng” eller ”bærekraftspoeng” ved panelvekting. Det alternativet som etter vekting har den laveste poengsummen, er det mest bærekraftige. Når man skal avgjøre hvilke løsning som er mest bærekraftig, må man altså vekte indikatorenes viktighet mot hverandre. Dette kan gjøres ved

bruk av objektive analytiske metoder eller ubevist vektning, basert på politisk hensyn, tilfeldigheter, andre preferanser etc. (Mæhlum, 2008). Vekten av en indikator kan ikke bare styres av det problemet den representerer. Størrelsen på bidraget til problemet som det aktuelle prosjektet representerer, må også vurderes (Mæhlum, 2008). Dette er det så langt det har latt seg gjøre prøvd å ta hensyn til når de 17 indikatorene er valgt ut.

Indikatorer	No-dig	Full oppgraving	Vekt i %
Ressurser			
Fossilt brensel	13	100	
Stein	12	100	
Strømforbruk til legging av rør	100	8	
Asfalt	8	100	
Sum			
Miljøindikatorer			
Utslipp av CO ₂	13	100	
Utslipp av CO	13	100	
Utslipp av NO _x	13	100	
Utslipp av SO ₂	15	100	
Sum			
Helsemessige indikatorer			
Støy	15	100	
Støv	13	100	
Ulykker	13	100	
Sum			
Sosiale indikatorer			
Næringsvirksomhet	33	100	
Trafikkulempet	33	100	
Boforhold	33	100	
Sum			
Kvalitetsindikatorer			
Levetid	100	80	
Skaderisiko på ledning	100	25	
Fornyelse av øvrige ledninger	100	0	
Sum			
Total sum			100

Tabell 3. Vekteskjema med normalisert indikatorene.

				Straffepoeng for metodene	
Indikatorer	No-dig	Full oppgraving	Vekt i % (min-maks)	No-dig	Full oppgraving
Ressurser					
Fossilt brensel	13	100	12 (10-16)	156	1200
Stein	12	100	6 (0-9)	72	600
Strømforbruk til legging av rør	100	8	6 (2-10)	600	48
Asfalt	8	100	8 (5-10)	64	800
Sum			32 (25-35)		
Miljøindikatorer					
Utslipp av CO ₂	13	100	8 (5-10)	104	800
Utslipp av CO	13	100	5 (4-7)	65	500
Utslipp av NO _x	13	100	6 (5-7)	78	600
Utslipp av SO ₂	15	100	4 (3-5)	60	400
Sum			23 (20-27)		
Helsemessige indikatorer					
Støy	15	100	6 (4-8)	90	600
Støv	13	100	5 (4-7)	65	500
Ulykker	13	100	11 (5-15)	143	1100
Sum			22(17-25)		
Sosiale indikatorer					
Næringsvirksomhet	33	100	3 (2-5)	99	300
Trafikkulempet	33	100	3 (2-5)	99	300
Boforhold	33	100	3 (2-4)	99	300
Sum			9 (6-13)		
Kvalitetsindikatorer					
Levetid	100	80	4 (3-6)	400	320
Skaderisiko på ledning	100	25	5 (3-8)	500	125
Fornyelse av øvrige ledninger	100	0	5 (2-7)	500	0
Sum			14 (9-19)		
Total sum			100	3487	8493

Tabell 4. Resultatene av vektingen av de to rehabiliteringsmetodene (panelvekting). Vektingen viser gjennomsnittsverdier for hver indikator samt minimums- og maksimumsverdier for panelet.

Resultater av vekteprosessen

Det ble gjennomført en vektning med fire paneldeltagere, alle med teknisk bakgrunn, men ikke alle innenfor VA. Vektingen ble gjennomført som en entrinnsprosess hvor deltagerne fikk presentert problemet og mottok bakgrunnsinformasjon. På bakgrunn av dette gjennomførte paneldeltagerne vektingen hver for seg. Hver av deltagerne fordelte 100 poeng på alle indikatorene etter hva de mente var viktigst. En indikator kan altså motta fra 0 til 100 poeng. Resultatene av denne vektingen er vist i tabell 4. Det er vist gjennomsnittsverdi og variasjonsintervall for hver av indikatorene. Straffepoeng for hver av metodene er beregnet på grunnlag av gjennomsnittsverken hver av indikatorene ble tildelt.

Resultatene av vektingen kan innenfor hver av hovedgruppene av indikatorer oppsummeres slik:

- Ressurser er rangert høyest og mottok 32 % av poengene, fossilt brensel er den viktigste enkeltindikatoren innen denne gruppen og varierer i området 10-16 %
- Indikatorene for miljø er rangert nest høyest med 23 %. Indikatoren som har fått høyest vekt, er utslipp av CO₂, 5-10 %
- Helsemessige indikatorer er rangert som nr. 3, og har fått totalt 22 %.

Den indikatoren som har fått tildelt høyest vekt, er ulykker, 5-15 %

- Kvalitet er rangert som nr. 4, og har fått 14 % av vektene. Alle indikatorene i kategorien mottar omtrent samme vekt.
- Dårligst ut kom sosiale indikatorer med 9 %. Disse har blitt vektet fra 2-5 %
- Vektingen av den enkelte indikator kan variere mye mellom paneldeltagerne. For eksempel har indikatoren stein innenfor hovedgruppen ressurser en variasjon i vekten fra 0 - 9 %

Kostnader eller bærekraftighet?

Det er valgt å ikke ta med kostnader som en egen indikator i vektingen i dette prosjektet. Kostnaden kan enten beregnes separat eller inkorporeres som en av indikatorene sammen med de sosiale og miljømessige indikatorene. Det er normalt slik at byggherrer og offentlige myndigheter har økonomiske rammer å forholde seg til, og det antas at når metode eller system skal velges, vil det ofte være slik at bærekraft settes opp mot kostnadene. Det betyr at man i mange tilfeller vil stå ovenfor et valg mellom det billigste systemet eller et dyrere system som er mer bærekraftig. En beregning av kostnader og ”straffepoeng” for de to rehabiliteringsmetodene er vist i tabell 5.

Parameter	No-dig	Full oppgraving
Anleggskostnader (NOK)	739 732,-	2 509 651,-
“Straffepoeng” gjennomsnitt alle deltagere	3487	8493

Tabell 5. Sammenligning av kostnader og ”straffepoeng”.

I tabell 5 går det fram at kostnadene blir høyest for full oppgraving, og i tillegg er det minst bærekraftig siden det alternativet har fått flest poeng. Full oppgraving har fått utdelt 5006 straffepoeng mer enn den gravefrie metoden. Det er selvsagt variasjon mellom deltagerne, men alle deltagerne vektet har rangert den gravefrie metoden (no-dig) som den mest bærekraftige måten å rehabilitere på.

Diskusjon

Generelt

I dette arbeidet er det sammenlignet to ulike metoder for rehabilitering av vannledninger, full oppgraving kontra en gravefri metode (utblokking) med hensyn til bærekraft. Dette er gjort ved å identifisere aktuelle indikatorer og vekte disse rehabiliteringsmetodene mot hverandre. Kostnaden ble ikke tatt med i vektingen fordi det ble antatt at den kunne rette fokuset bort fra vurdering av bærekraftigheten. Ved å utelate kostnadene vil beslutningstager bli "tvunget" til å sette bærekraft opp mot økonomi og gjøre et bevisst valg.

Bærekraftighet

Bærekraftig utvikling er å velge metoder og systemer som opprettholder sosio-økonomisk velferd samtidig som bruken av de fornybare ressurser ikke overstiger naturens evne til selvfornyelse, bruken av ikke-fornybare ressurser skal være slik at disse ikke uttømmes før alternative løsninger er utviklet, og i tillegg må fundamentale økologiske prosesser og systemer belastes mindre enn naturens tålegrenser (Lindholm, 2002). Dette bør

også ligge til grunn ved valg av metode for rehabilitering av ledningsnettene innen vann og avløp. Resultatene fra disse undersøkelsene viser at no-dig (utblokking) bruker 87 % mindre fossilt brensel, 88 % mindre stein og har et utslipp på kun 13 % av full oppgraving. Sett ut i fra et miljøperspektiv viser resultatene av denne undersøkelsen at no-dig-metoden kommer best ut i dette prosjektet. Dette gjelder også med hensyn til kostnader for gjennomføring av rehabilitering av den valgte strekning.

Indikatorer

Indikatorene som er valgt til analysen er gjort ut i fra erfaringer i forhold til bærekraftighet i VA-infrastruktur. Lindholm et al. (2005) har satt opp indikatorer med basis i følgende mål:

- Best mulig funksjonalitet i forhold til brukernes behov og ønsker
- Lavest mulig utslipp til vann, luft og jord
- Lavest mulig støy og luftproblemer som gir helseproblemer lokalt
- Minst mulig ulykker
- Minst mulig forbruk av energi

Det ble valgt ut 17 indikatorer til bærekraftanalysen på grunnlag av kriteriene ovenfor. Et viktig poeng i vektarbeidet er at man har en viss balanse mellom antallet indikatorer på ulike problemområder og for ulike dimensjoner. Her er det valgt 4 indikatorer innen ressurs, 4 indikatorer innen miljø, 3 indikatorer innen helse, 3 indikatorer innen sosiale forhold og 3 indikatorer innen kvalitet.

Indikatorene for dette prosjektet gav resultater som bekrefter at no-dig-metoden er mest bærekraftig. Om det hadde blitt valgt andre indikatorer, kunne resultatene blitt noe annerledes, men det er vanskelig å se for seg at det skulle bli en betydelig forskjell med de indikatorer som her er valgt. I forkant av analysen ble det diskutert om man skulle intervju beboerne i Schweigaardsgate for å få deres oppfatning av rehabiliteringsprosessen. Sannsynligvis hadde beboerne vektlagt livskvaliteten sterkere, og muligens kvalitetsindikatorer for å unngå hyppige anleggsarbeider i gatene. Et slikt intervju kunne styrket de sosiale indikatorene. En annen måte å inkludere denne dimensjonen på i vektingen vil være å inkludere berørte beboere i vektpanelene.

Panelvekting

Det vil alltid være en viss subjektivitet i tildeling av vekter til indikatorene. For å redusere subjektiviteten og effektivisere analysearbeidet ble panelmetoden valgt. Prosessen viste at deltagelse i et panel og vekting av ulike hensyn opp mot hverandre var en ny og krevende øvelse for noen av deltakerne. Ikke alle var kjent med bærekraftindikatorene og rehabiliteringsteknologi for VA-anlegg. Gjennomføringen viste at det er viktig å gi grundig informasjon om både systemene som skal vurderes og selve vekteteknikken.

Til tross for at analysen viser at den gravefrie metoden kommer best ut vil det allikevel for mange byggherrer, som har drevet i faget lenge, være en vurdering om nye teknikker opprettholder den samme kvalitet som de konvensjonelle

metodene. Siden metoden ikke har vært i bruk så lenge og stadig er i utvikling, vet man ikke hvordan slike anlegg vil oppføre seg over tid med hensyn til for eksempel setningskader. For de konvensjonelle anleggene som har vært i drift i over 100 år, er det for eksempel erfaring for at setningsskader har vært unngått på grunn av stabile omfyllingsmasser.

Ved å bruke panelmetoden reduseres subjektiviteten, men på den annen side så vet man ikke om dette valgte panelet hadde den mest optimale sammensetning. Det kunne vært valgt et annet panel hvor ingen hadde bakgrunn innenfor VA-bransjen. Da ville det trolig endt opp med andre resultater. Alternativt kunne det vært valgt et panel der alle hadde bred erfaring innenfor rehabiliteringsmetoder. I tillegg ville det vært en styrke for analysen om det hadde blitt tatt inn flere deltakere i panelet. Det kunne også styrket analysen å gjennomføre en totrinns vekting. I en totrinns vekting vekter først deltagerne individuelt slik det ble gjort her, men så vekter deltagerne på nytt igjen etter en diskusjon av den første vektingen i panelet. Ved å diskutere resultatene i plenum for så å gjenta en vekting nummer to, kan man undersøke om det foreligger noen endringer i synspunktene (Mæhlum et al., 2008). Deltakerne blir ofte tryggere på vurderingene og valgene som er lagt til grunn dersom de får være med å diskutere resultatene før en ny vekting. Det er viktig å påpeke at resultatene gjelder for det valgte prosjekt og at det derfor må gjennomføres slike analyser i hvert enkelt tilfelle.

Konklusjon

Begrepet bærekraft er fortsatt fremmed for mange, men det bør kunne gjøres mer operativt og anvendbart for beregning av relativ bærekraft for aktuelle alternative VA-løsninger. De ansvarlige for utviklingen av infrastruktur innen vann og avløp må de nærmeste årene være flinkere til å implementere en mer bærekraftig policy, i stedet for kun å handle etter kost-/nyttestrategien.

Resultatene som framkommer ved å trekke inn flere målsetninger i analysen og gjennomføre en vektning av de ulike hensynene, viser tydelig at no-dig-metoden kommer best ut i dette prosjektet, både med hensyn til «straffepoeng» og med hensyn til kostnader. Det er derfor viktig fremover å styrke grunnlaget for bærekraftighetsberegninger, og forbedre og tilpasse metodikken, slik at best mulig metode for rehabilitering av rørnett kan velges.

Referanser

- Aschehoug og Gyldendal, 1998: *Store Norske leksikon*, Kunnskapsforlaget.
- Brunvoll Frode, Englien Erik, Hoem Britta, Holmengen Nina, Karlsen Håkon Torfinn, Monsrud Jan, Steinnes Margrete, Sønstebo Anders, Wethal Asbjørn Willy, 2009: Samferdsel og miljø - Utvalgte indikatorer for samferdselssektoren, *Statistisk sentralbyrå, Rapport* 2009/27.
- ECON, 2001: Beregning av miljøkostnader ved transport. *ECON-rapport* 81/2001.
- Grünert, Kristine, 2008: Kostnadseffektiv forvaltning av vannledningsnett, Norsk vann. <http://norskvann.no/nv/Fag-prosjekter/Eksemppler-og-erfaringer/Vannforsyning/Kostnadseffektivforvaltning-av-vannledningsnett>
- Hansen Geir Henning, 2006: Bærekraftig infrastruktur for overvann og spillvann, Masteroppgave Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås.
- Lindholm Oddvar, 2001: NIF- Temahefte om Bærekraftig infrastruktur, Norske Sivilingeniørers forening.
- Lindholm Oddvar, 2002: Analyse av kriterier og vektemetoder for bærekraftighet av avløpssystemer. E-prosjekt ved NIVA og FoU-prosjekt ved Institutt for tekniske fag, ITF, NLH, Seksjon for Miljø- og VA-teknikk, NIVA og seksjon 3 ved ITF. Niva og NLH, E- 40164
- Lindholm Oddvar, 2005: Hva er bærekraft og hvordan kan man sammenligne bærekraften i ulike systemer? *VATTEN* 61: 265–272. Lund.
- Lindholm, Oddvar, Bjerkholt, Jarle T., 2009: Analyse av innrapporterte data fra Vannverksregisteret for året 2007. *IMT-rapport* 33/2009.
- Moberg, Å., Finnveden, G., Johansson, J. and Steen, P. 1999. Miljøsystemanalytiske verktøy. *AFR-Report* 251 SEPA Stockholm.

Mæhlum Trond, Paruch Adam, Lindholm Oddvar, 2008: Bærekraftige VAløsninger i Nesodden kommune, *Bioforsk Rapport* Vol.3 Nr. 92.

Rådgivende Ingeniørers Forening, 2010: State of the Nation.

Tillmann, A.- M., Lundström, H., Svingby, M. 1996: Livscyclanalyt av alterna-

tiva avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. ECOGUIDE- prosjektet, Databilag. *Chalmers Tekniske Høgskole. Rapport:1b.*, Göteborg, Sverige.

World Commission on Environment and Development (Brundtland kommisjonen), 1987: *Our Common Future*, Oxford University Press.