

Sonevis indikatoranalyse for Trondheim vannledningsnett

Av Ingrid Selseth, Frøydis Sjøvold og Harald Kierulf

Ingrid Selseth er forsker ved SINTEF Byggforsk, Vann og miljø
Frøydis Sjøvold er forsker ved SINTEF Byggforsk, Vann og Miljø
Halvard Kierulf er sjefsingeniør i Trondheim kommune,
Stabsenhet for Byutvikling

Sammendrag

Indikatorer kan benyttes til en grov tilstandsvurdering av drikkevannsnettet i Trondheim og for å prioritere behov og tiltak samt å måle effekten av disse over tid. Ideen er å starte med analyser på sonenivå, for så å ha et utgangspunkt for mer detaljerte analyser og prioriteringer. En sammenligning av ulike lekkasjesoner i Trondheim er her basert på følgende indikatorer: lekkasje, ikke-planlagte avbrudd, utførte reparasjoner, andel ledninger som er utsatt for SRB (sulfatreduserende bakterier)-korrosjon, andel galvaniserte ledninger og andel asbestledninger. Det er utført en vektet sammenligning som resulterte i en rangering av sonene. Ut fra rangeringen velges noen få soner for utvelgelse av rehabiliteringskandidater på ledningsnivå.

Summary

Indicators are used to have to preliminary comparison of the leakage

zones in the drinking water net in Trondheim and to prioritize needs for rehabilitation and measures and to be able to see the effect over time. This comparison is based on the following indicators: leakage, non-planned disturbance, repairs, water mains exposed to corrosion, water mains made of galvanized iron and asbestos mains. The comparison is done by weighing and ranging the zones. From the ranging list one can choose a few zones for selecting the mains to be rehabilitated first.

Bakgrunn

Bakgrunnen for dette prosjektet er at Trondheim kommune har vedtatt Hovedplan for Vannforsyning 2005-2013 (Trondheim kommune, 2005) og nå skal i gang med saneringsplan(er) for vannledningsnettet: Bruk av indikatorer kan benyttes til en grov tilstandsvurdering, for å prioritere behov og tiltak, og for å måle effekten av disse over tid. Her er det brukt tall

for 2007. Indikatorene er kjørt gjennom en multikriterieanalyse (ARP) for å kunne si noe om hvilke områder som bør rehabiliteres først. Områdene er basert på 30 lekkasjesoner i Trondheim.

CARE-W

Ideen bak prosjektet CARE-W – ”Computer Aided Rehabilitation of Water Networks”, var å utvikle et system for metodisk rehabiliteringsplanlegging basert på objektive og tydelige kriterier. Systemet muliggjør en forebyggende (proaktiv) planlegging, hvor man benytter eksisterende datagrunnlag for å gjøre analyser. Først velger man indikatorer som er tilpasset det aktuelle nettet. Data samles inn og det gjennomføres analyser hvor man ser på ulike områder mot hverandre, ser på trender og utvikling i kommunen og eventuelt sammenligner resultater mot andre byer. Med bakgrunn i en overordnet analyse av ledningsnettet estimeres fremtidig investeringsbehov ved ulike ambisjonsnivåer. Deretter utarbeides grunnlag for utvelgelse og rangering av kandidater for fornyelse. Dette bygger på analyse av forventede fremtidige feil, leveringssikkerhet og multikriterieanalyser.

Det er utviklet programvare som gjør brukeren i stand til å gjøre slike analyser. Det viktigste med CARE-W er likevel ikke programvaren, men den metodiske tilnærmingen, og tankegangen som ligger bak dette. Noen av analysene kan like godt utføres med annen programvare,

mens andre kun er mulig å gjøre med CARE-W programvaren.

CARE-W vil ikke produsere en fullstendig rehabiliteringsplan, men er ment å gi verdifull input til en slik plan. Det er til syvende og sist ingeniøren som gjør vurderingene basert på de kriterier han mener er viktige. CARE-W supplerer og forbedrer derfor metodikken som allerede er i bruk ute hos kommunene. Eksempler på kriterier som er viktige, og som ikke CARE-W gir (fullt ut) svar på, er:

- Forhold til andre planer (kommuneplaner, utbyggingsplaner)
- Lokale forhold og lokale problemer
- Økonomiske analyser
- Politiske restriksjoner og ønsker

Organisering av arbeidet med saneringsplan – Fase 2

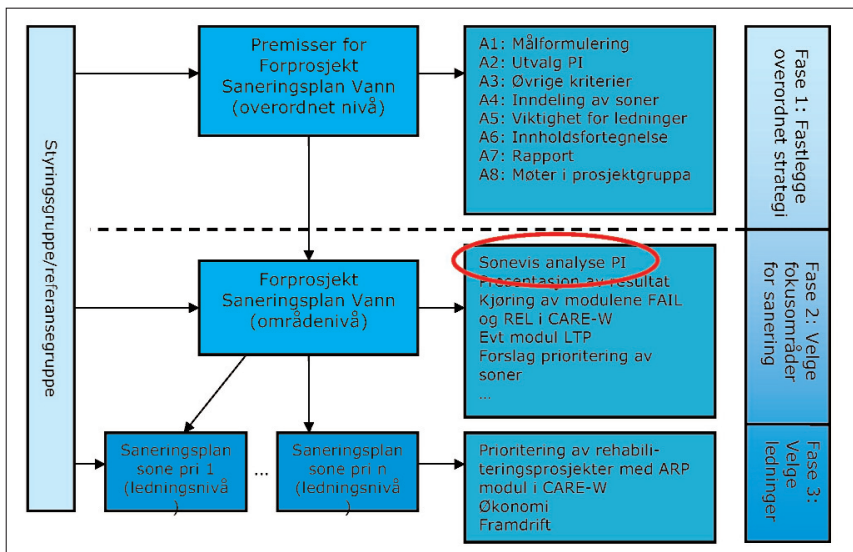
Arbeidet med saneringsplan organiseres i 3 faser etter modellen i figur 1.

Valg av indikatorer for sonevis analyse 2007

Kort om indikatorer

En indikator (engelsk: Performance Indicator - PI) er et forholdstall som kan brukes til å beskrive en tilstand eller prosess. En indikator (PI) blir brukt til å beskrive, følge opp og styre en aktivitet slik at:

- man kan få hurtig, relevant og komprimert informasjon
- det blir enklere å sette mål og tydeliggjøre disse
- det gir mulighet til oppfølging av resultater og dermed forbedringer



Figur 1. Modell for organisering av saneringsplan vann

- man kan sammenligne egen virksomhet med andre, dvs. gjøre benchmarking

Videre er det viktig at PI er enkle å måle, og at det ikke er for mye arbeid å framskaffe data. Det bør benyttes så få som mulig, og de bør være anvendbare for alle. Indikatorene benyttes til (Sjøvold, 2002):

- *Den daglige driften*, for å studere utvikling over tid, eller som beslutningsstøtte i planleggingen.
- *Produksjon av årsrapporter*. Effektiv bruk av et PI-system vil forenkle og forbedre kommunens rapporteringssystem, for eksempel ved at data settes inn etter en standardisert mal.
- *Planlegging og prioritering av*

aktiviteter, for eksempel ved å sammenligne PI for ulike soner i nettet.

- *Benchmarking* - Sammenligningsstudier mellom forskjellige kommuner.
- *Sette klare mål* og følge opp effekten av tiltak.
- *Forskning* - en standardisert data-innsamling satt i system vil åpne for nye muligheter innen forskning og utvikling for å forbedre kommunenes aktiviteter.

Valg av indikatorer for sonevis analyse

I samarbeid med kommunen ble et sett med indikatorer definert som relevant for sanering av ledningsnett for vannforsyning. Indikatorene som ble valgt er vist i tabell 1.

Kode	Navn	Datagrunnlag/beregning
Va4	Lekkasje	Lekkasjemengde og legalt forbruk
Va6	Ikke-planlagte avbrudd (innbyggertimer/år)	Antall innbyggertimer avbrudd/antall innbyggere
Va18	Antall reparasjoner på ledningsnettet (ant/år/km ledningsnett)	Antall reparasjoner per km ledningsnett
SRB	Ledninger potensielle for SRB-korrosjon (%)	Lengde duktile støpejernsledninger/total ledningslengde i sonen
MGA	Galvaniserte ledninger (%)	Lengde MGA-ledninger/total ledningslengde i sonen
AAS	Asbestledninger (%)	Lengde AAS-ledninger/total ledningslengde i sonen

Tabell 1. Utvalgte indikatorer for dette prosjektet

Resultater – PI enkeltvis

Lekkasje (Va4)

Reduksjon av lekkasjer er en viktig del av ny saneringsplan for vannforsyning. Trondheim kommune har beregnet vannbalanse og lekkasje for hele kommunen over flere år, og har påvist en jevn nedgang i lekkasjene. Det har vist seg at det har vært noe

usikkerhet knyttet til størrelsen på lekkasjenivået. For 2005 var kommunens egen vurdering ca 30 % lekkasjer for hele nettet, som er i tråd med våre beregninger. Definisjon på indikator lekkasjeandel slik den ble foreslått i VARFIN prosjektet (Sjøvold et al, 2005):

Va4: Lekkasjeandel (%)

*Lekkasjeandelen er lekkasjer i forhold til vannproduksjon (%)
Beregn lekkasjer i 1000 m³/år som differansen mellom vannproduksjon og målt/stipulert forbruk. (Lekkasjer er definert som den mengden vann som fysisk lekker ut av ledningsnettet. Vann som ikke er betalt for, pga spyling, vanning eller brannvann skal ikke inkluderes i vannlekkasjer.)*

I regi av Trondheim kommune ble det samtidig startet et eget prosjekt (Trondheim bydrift, 2009) for å finne ”riktig” lekkasje. De valgte å benytte 3 ulike beregningsmetoder, som igjen ble vektet og summert for en samlet vurdering av lekkasjene:

- A. Tap i sone [m³/år]
- B. Tap i sone [%]
- C. Tap i sone [m³/år pr m ledning]

For hver av beregningsmetodene rangeres sonene slik at sonen med størst lekkasje blir rangert som nr 1. Deretter vektet de ulike rangeringene og til slutt summeres rangeringene for å få den endelige rangering som danner grunnlag for prioritering av sonene.

Ikke-planlagte avbrudd (Va6)

Avbrudd er det samme som brudd på selve vannforsyningen (dvs. ikke vann i krana). Avbrudd kan være planlagte pga planlagt arbeid med ledningsnett og de kan være ikke-planlagte avbrudd som er forårsaket av en akutt hendelse. Spesielt ikke-

planlagte avbrudd er en indikasjon på mange brudd på ledningsnett og eventuelt behov for fornyelse. Definisjonen på indikator lekkasjeandel slik den ble foreslått i VARFIN-prosjektet (Sjøvold et al, 2005):

Va6: Ikke-planlagte avbrudd (innbyggertimer/år)
Antall innbyggertimer med ikke-planlagte brudd i forsyningen (antall timer svikt x antall innbyggere berørt/år) - antall innbyggere berørt stipuleres for hvert enkelt tilfelle vha kartverk og GAB

Trondheim kommune bruker Gemini Melding til å registrere ikke-planlagte avbrudd i vannforsyningen. Va6 relateres til totalt antall innbyggere i Trondheim (ikke pr sone)

Vedlikehold og fornyelse av ledninger; reparasjoner (Va18)

Vedlikehold og fornyelse er interessant i forbindelse med ny sanerings-

plan for vann, spesielt for å analysere høy forekomst av reparasjoner som kan indikere behov for fornyelse, men også for å kunne bedømme effekten av utførte fornyelsestiltak. Definisjonene for de aktuelle indikatorer for vedlikehold og fornyelse av ledninger fra VARFIN-prosjektet (Sjøvold et al, 2005):

Va18: Antall reparasjoner på ledningsnett (antall i året/meter ledningsnett)
Antall lekkasjer(brudd) som er reparert siste år/total lengde ledningsnett (m)

Det har vist seg at det kan være vanskelig å trekke data om vedlikehold og fornyelse av ledninger direkte ut fra Gemini VA. Dette skyldes manglende, ufullstendige, inkonsekvente og til dels feilaktige registreringer. Dette er også kommunen klar over. Data for reparasjoner ble hentet via opplysninger om brudd på ledningsnett og under forutsetning av at alle brudd blir reparert.

Ledninger utsatt for SRB-korrosjon, MGA- og AAS-ledninger

Disse indikatorne ble utviklet etter ønske fra Trondheim kommune. I tillegg til ledninger utsatt for SRB (sulfatreduserende bakterier)-korrosjon er det i tabellen tatt med oversikt over galvaniserte ledninger og asbestledninger.

Definisjoner:

SRB-andel:	<i>lengde ubeskytta duktile støpejernsledninger i sonen/ total ledningslengde i sonen</i>
MGA-andel:	<i>lengde galvaniserte ledninger i sonen/total ledningslengde i sonen</i>
AAS-andel:	<i>lengde asbest-sement ledninger i sonen/total ledningslengde i sonen</i>

Sammenstilte resultater for soneneDe enkelte indikatorer

Er det riktig å sammenligne sonene som om de er separate enheter, dvs. mht antall innbyggere i sonen og lengden ledningsnett i sonen eller sammenligne i forhold til hele kommunen (totalt antall innbyggere eller hele nettverket)? Dersom en sone har få innbyggere vil f eks et lite antall klager gi en høy verdi for indikatoren, og sonen "straffes" urettmessig pga lavt innbyggertall. Det kan derfor synes riktig å bruke totalt antall innbyggere for disse indikatorene. For lekkasje (Va4) har vi valgt å vise indikatoren som vektet rangert sum.

Vekting av indikatorer

Vekting ble diskutert med Trondheim kommune:

Indikator		vekt
Va4	Lekkasje	0.3
Va6	Ikke-planlagte avbrudd	0.3
Va18	Reparert-andel	0.1
SRB	Andel SRB	0.1
MGA	Andel galvaniserte	0.1
AAS	Andel asbest	0.1
Sum vekt		1.0

Valg av soner for rehabilitering

Ved sammenstilling av resultatene for endelig forslag til valg av prioriterte soner, kan man velge å gå frem på flere måter. Vi valgte å gjøre en rangering ved å se på enkelt-indikatorer og summere disse. I tillegg valgte vi å bruke Va4 (sum vektet rangering) som indikator for lekkasje. Indikatorene ble kjørt enkeltvis og deretter summert og rangert fra 1 til 6 hvor 1 er best.

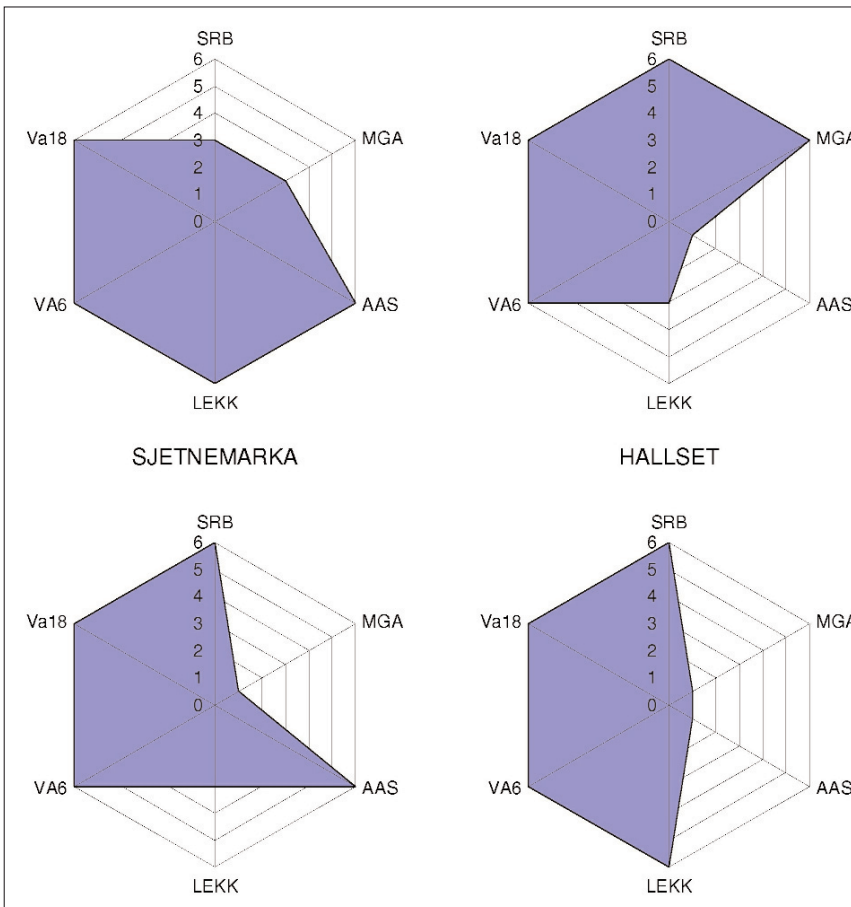
Va4 (sum vektet rangering av lekkasje) ble valgt å bruke framfor de tre enkeltindikatorer for lekkasje (A, B og C). Sum vektet rangering er også brukt av Trondheim kommune.

Reparasjoner (**Va18**) og avbrudd (**Va6**) er viktige indikatorer mht rehabiliteringsplanlegging. Reparasjoner ble ikke inkludert i starten av prosjektet fordi at man mente disse var mangelfullt registrert, men de ble senere inkludert etter ønske fra kommunen.

Ledningsmateriale antas å si noe om behov for utskifting, og kommunen valgte derfor å inkludere andel ubeskyttede støpejernsledninger (med tanke på **SRB**-korrosjon), galvaniserte ledninger (**MGA**) og asbestledninger (**AAS**).

Kommunen ønsker en rangering av 10 prioriterte soner for saneringsplan. Resultatene varierer noe avhengig av hvordan man behandler de. Lekkasjeberegningene ble vektet høyt, pga viktigheten av å redusere lekkasjer ved rehabilitering av ledninger. Usikkerheten i lekkasjeberegningene taler derimot ikke for at lekkasjer skal gis ekstra vekt.

Indikatorene er sammenstilt i radardiagram for hver sone. Hver indikator er klassifisert fra verst (6) til best (1). Radardiagram for de 4 verste sonene er vist i figur 2. Et radardiagram er en visuell måte å vise og sammenholde ulike resultater. Høye verdier ("verst") gir størst farget areal.



Figur 2. De 4 verste sonene vist som radardiagram. Indikatorene som er vist er SRB korrosjonsutsatte ledninger, MGA galvaniserte ledninger, AAS asbestledninger, Va6 avbrudd, Va4 lekkasje og Va18 reparasjoner.

Konklusjoner og anbefalinger

Kommunen ønsket å komme frem til et forslag på 10 prioriterte soner for nærmere analyse. Vi har kommet frem til et forslag på 10 soner som er basert på en samlet vurdering av resultatene. Disse sonene er:

1. Heimdal Sør
2. Hallset
3. Havstein
4. Berg-Othilienborg
5. Bromstad-Tunga
6. Sjetnemarka
7. Heimdal øst
8. Lade
9. Uгла
10. Åsvang

Det kan være fornuftige å starte med to eller tre av disse sonene i et mer detaljert planarbeid. Vi kan f eks velge

Heimdal sør og Hallset. Det er opp til kommunen å velge hvilke soner man skal prioritere.

Referanser

Trondheim kommune (2005): Hovedplan for vannforsyning 2005-2013.

Sjøvold, F., Røstum, J., Sand, K. og Fagerhaug, T. (2005): Målestokk-onkurranse for VA sektoren, STF50 A05217, 2005.

Sjøvold (2002): Forfall og fornyelse av ledninger 2001/2002, Indikatorer for til-standsvurdering av vannledningsnett, STF66 A02109, 2002.

Trondheim bydrift (2009): Lekkasjeprosjekt 2007. Prosjektrapport fase 1, sist endret 23.02.2009.

Kvalitetskalk til vannbehandling

Ta kontakt for rådgivning!

Franzefoss Miljøkalk AS

Olav Ingstadsvei 5, Postboks 53, 1309 Rud
Kontakt: Arne Ivar Flathen, mobil 48 14 25 57
e-post: arfi@franzefoss.no
www.kalk.no



FRANZEFOS
MILJØKALK