

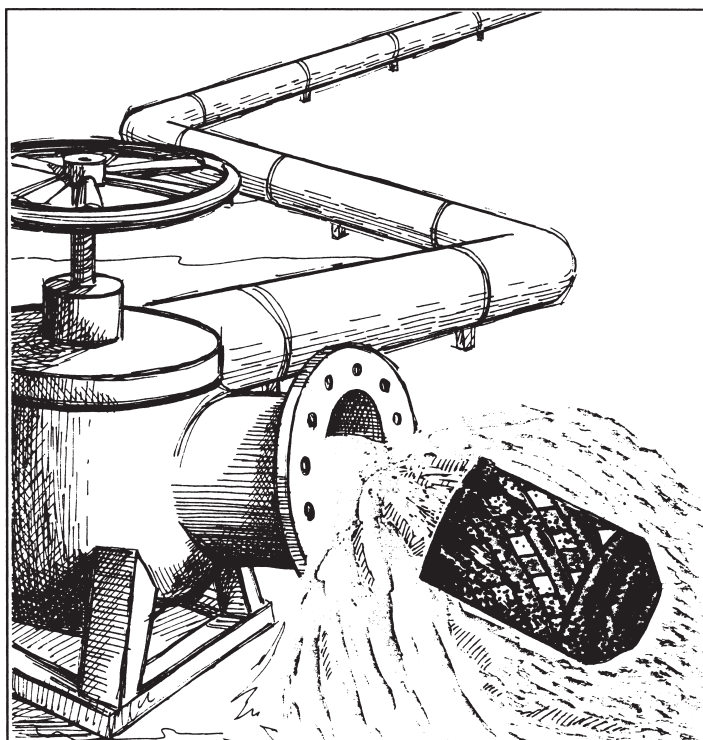
Prosjektrapport



DRIFTSASSISTANSEN

FOR VANNFORSYNINGEN I MØRE OG ROMSDAL

Veileder i planlegging av spyling og pluggkjøring av vannledningsnettet



Norsk VA-verkforening

NORVAR-RAPPORTER

NORVAR – Norsk VA-verkforening – har som formål å organisere samarbeid mellom norske VA-verk i tekniske, økonomiske og administrative spørsmål og ivareta verkenes felles interesser.

Et ledd i arbeidet er utgivelsen av NORVAR-rapporter. Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter/utredninger som er gjennomført og rapportert av en av medlemsbedriftene for eget bruk. NORVAR-rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet.
- Rapportering av prosjekter/utredninger som NORVAR har fått gjennomført.
- Rapportering av såkalte «spleiseprosjekter». Dette er prosjekter som to eller flere av NORVAR-medlemmene med felles problemstillinger har samarbeidet om for å få bedre utnyttelse av ressursene.

NORVAR-rapport

Norsk VA-verkforening

Postadresse: Vangsveien 143, 2300 Hamar

Besøksadresse: Vangsveien 143, Hamar

Telefon: 62 52 86 50

Rapportnummer:

62-1995

Dato:

21. august 1995

Antall sider (inkl. bilag)

35

Tilgjengelighet:

Åpen: X

Begrenset:

Rapportens tittel:

VEILEDER I PLANLEGGING AV SPYLING OG PLUGGKJØRING AV VANNLEDNINGSNETTET

Forfatter(e):

Gunnar Mosevoll, Asplan Viak Sør AS

Lars Saga, Asplan Viak Sør AS

Ekstrakt:

Rapporten gir en teoretisk gjennomgang av emnet spyling/pluggkjøring, viser aktuelle metoder og gir eksempler på planer for disse metodene. Det blir gitt en detaljert gjennomgang av virkninger/begrensninger, fordeler/ulempen, krav til utstyr i kummer etc. Det er også vist eksempler på beregninger av hydrauliske forhold for å klargjøre virkningen av spylingen.

Emneord, norske:

Vannledningsnett

Spyling

Renseplugg

Emneord, engelske:

Water distribution system

Flushing

Cleaning pig, Pipe pig

Andre utgaver:

ISBN 82-414-0172-8

FORORD

Denne rapporten er utarbeidet av konsulentfirmaet Asplan Viak Sør på oppdrag fra Driftsassistansen for vannforsyning i Møre og Romsdal. Siden innholdet i rapporten vil være av interesse for mange kommuner, takker vi Driftsassistansen som har gitt oss tillatelse til denne utgivelsen.

Drift og vedlikehold av vannledningsnettene blir et stadig mer sentralt fagfelt etter hvert som vannbehandlingsanlegg bygges ut og det stilles større krav til kvaliteten på drikkevannet og sikkerheten i leveransen. Drifts- og vedlikeholdskostnadene utgjør en økende andel av kommunenes og vannverkene budsjett, og det er derfor en økt oppmerksomhet omkring planer og rutiner for drift og vedlikehold.

Svært få kommuner/vannverk har i dag planer og etablerte rutiner for renhold av vannledningsnettene. Mange føler behov for hjelp til å komme i gang. Dette behovet har Driftsassistansen for vannforsyning i Møre og Romsdal forsøkt å dekke i sitt område ved utarbeidelse av denne veilederen med planeksempel. Målsettingen med planeksempelen er at den kan benyttes som mal for andre vannverk, gi økt kompetanse og bidra til at kommunene/vannverkene intensiverer dette arbeidet. Bud-Hunstad-Tornes vannverk i Fræna kommune er brukt som "eksempel-vannverk".

Erfaringer fra kommuner som har utarbeidet planer og etablert rutiner for spyling og pluggkjøring, er udelt gode. Driftspersonalet bruker mindre tid som følge av bedre rutiner. Det blir mindre klager på vannkvaliteten fra abonnentene, bedre kontroll med nettkapasiteten og driften generelt.

Hamar 21. august 1995

Hans Jørgen Haugen

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. HVORFOR ER DET NØDVENDIG MED RUTINEMESSIG RENHOLD AV VANNLEDNINGER	1
1.1 Årsaker til groe og avleiringer i vannledninger	1
1.2 Følger av avleiring / groe	2
1.3 Tiltak mot groe / avleiringer i vannledninger	4
2. METODER FOR RUTINEMESSIG RENHOLD AV VANNLEDNINGER	6
2.1 Oversikt over aktuelle metoder	6
2.2 Spyling kun med vann	6
2.3 Spyling med plugg / vann	11
2.4 Spyling med luft / vann	14
2.5 Varsling av abonnenter	15
3. UTFORMING AV SPYLEPLANER	16
3.1 Innledning	16
3.2 Plan for spyling med vann alene	16
3.3 Plan for spyling med plugg / vann	20
4. EKSEMPEL FRA FRÆNA KOMMUNE	24
4.1 Valg av eksempelkommune - vannverk	24
4.2 Spyleplan - kun med vann	24
4.3 Spyleplan - spyling med vann/plugg	27
5. LITTERATUR	29

Vedlegg 1 : Kartutsnitt

1. HVORFOR ER DET NØDVENDIG MED RUTINEMESSIG RENHOLD AV VANNLEDNINGER

1.1 Årsaker til groe og avleiringer i vannledninger

<i>Groe</i>	Vannledninger er utsatt for groe. Begroing kan deles i følgende typer:
<i>Typer</i>	• Levende organismer, særlig mikroorganismer, setter seg på rørveggen og lever der. • Innvendig korrosjon av vannledninger av stål / støpejern • Samvirke mellom mikroorganismer og korrosjon.
<i>Levende organismer</i>	Levende organismer trenger en energi-kilde og en kilde for organisk stoff. Vanligvis får organismene dette fra partikler og/ eller oppløste stoffer i vannet. <i>Eksempel:</i> Mikroorganismer som lever av humus i vannet.
<i>Epoksy</i>	Epoksy-belegg kan også gi næring til mikroorganismer. I epoksy er næringsstoffene: • Løsemidler og andre tilsetningsstoffer • Uherdet epoksy-harpiks eller herder. For å hindre dette stiller helsemyndighetene blant annet følgende krav til epoksy som skal være i kontakt med drikkevann : • Løsningsmidler tillates ikke • Epoksy-harpiksen og herderen skal måles opp nøyaktig før de blandes, slik at all harpiks og herder bindes som ferdig epoksy.
<i>Innvendig korrosjon</i>	Ledninger av stål eller støpejern ruster innvendig. Deler av rusten vil gro fast på rørveggen.
<i>Samvirke mellom korrosjon og mikroorganismer</i>	Mikroorganismer på rørveggen kan forsterke korrosjonen. Dette er organismer som i sitt stoffskifte utnytter energiforskjellen mellom utæret stål / støpejern og rust (jernoksyd, jernhydroksyd etc.)

Avleiringer

I lange perioder er vannhastigheten i store deler av et vannledningsnett så lav at partikler i vannet bunnfeller, se eget avsnitt nedenfor. Partiklene i vannet har følgende kilder:

- Partikler i råvannet som ikke holdes tilbake i vannbehandlingsanlegget.
- Partikler som rives løs fra rørveggen:
 - * Rust
 - * Asbestfibre fra hardt tærede rør av asbestsement
 - * Levende mikroorganismer eller mineralisert materiale fra mikroorganismene
- Partikler kommet inn i ledningsnettet under reparasjon av brudd, anboringer etc.

Vannhastighet i vannledninger

Vannhastighet i vannledninger:

- **Fordelingsledninger** er dimensjonert for sjeldne vannføringstopper, f.eks. brannslukking. I fordelingsledninger ligger vanlig vannhastighet på 0,05 - 0,3 m/s, mens brannslukking kan gi 0,5 - 1 m/s.
- For **overføringsledninger** betyr brannslukking mindre for dimensjoneringen. Her ligger vanlig hastighet på 0,3 - 1,0 m/s. Overføringsledninger er derfor mindre utsatt for avleiring enn fordelingsledninger.

1.2 Følger av avleiring / groe*Negative følger av groe og avleiringer*

Avleiringer og groe har en rekke negative følger for vannforsyningen:

- Forhøyet klorforbruk
- Misfarget og uklart vann i perioder med høy vannføring
- Dårlig lukt / smak på vannet
- Økt trykktap / redusert kapasitet
- Forsterket innvendig korrosjon av støpejernsrør uten innvendig korrosjons-beskyttelse.

De enkelte punktene er kommentert i det følgende.

<i>Forhøyet klorforbruk</i>	Fritt klor i vannet vil oksydere organisk stoff som følger vannet eller som er festet til rørveggen. Dette medfører at klorets desinfiserende virkning avtar raskere i et ledningsnett med groe / avleiringer enn i et rent nett. Det vil si at et nett med avleiringer / groe krever forhøyet klordose.
<i>Misfarget og uklart vann</i>	En del av groen og eller avleiringen sitter så løst at den løsner og suspenderes når vannhastigheten kommer over en viss grense: <i>Eksempel:</i> Vannledning til et område med industri med høyt vannforbruk: * Utenfor vanlig arbeidstid er vannforbruket lavt. * Når vannforbruket øker mandag morgen, kommer en periode med uklart vann (helgas avleiringer).
<i>Dårlig lukt / smak</i>	Groe / avleiringer kan føre til dårlig lukt / smak. Dette kan skje på følgende måter: • Partikler som løsner og følger vannet • Mikroorganismer på rørveggen avgir stoffer som gir lukt / smak • Oksygen-innholdet i vannet avtar vesentlig utover i nettet (lang oppholdstid i ledningsnettet og varmt vann (typisk for vannverk som har inntak som om sommeren ligger over sprangsjiktet)).
<i>Økt trykktap/ redusert kapasitet</i>	Groe, rustknoller og avleiringer fører til: • Redusert strømnings- og tverrsnitt • Økt ruhet Dette gir økt friksjon mellom vannstrøm og rørvegg. <i>Eksempel:</i> * Reduksjon av rørtverrsnittet med 10% gir en økning av friksjonstapet (trykktapet) med vel 20%. * En økning av ruheten i en 200 mm vannledning fra 0,5 mm til 2 mm fører til en dobling av friksjonstapet (trykktapet).
<i>Forsterket innvendig korrosjon</i>	Størst reduksjon i strømnings-tverrsnittet er registrert i fordelingsledninger av stål og støpejern uten innvendig korrosjonsbeskyttelse. En reduksjon på 30 - 50% av tverrsnittet er ikke uvanlig.

Forskjeller i oksygentilgangen til rørveggen i rør av støpejern/stål fører til potensialforskjeller over rørveggen. I slike rør av med dårlig korrosjonsbeskyttelse gir dette forsterket innvendig korrosjon («luftningscelle - korrosjon»).

1.3 Tiltak mot groe/ avleiringer i vannledninger

Drikkevannsforskriftene

Sosial- og helsedepartementet har nylig gitt nye forskrifter om vannforsyning og drikkevann /1/. I paragraf 13 heter det blant annet:

Drikkevann skal, når det stilles til disposisjon for brukeren, være hygienisk betryggende, klart og uten framtrædende lukt, smak eller farge.

I kapittel 1.2 er det gitt en oversikt over negative følger av groe og avleiringer i vannledninger. Følgene kan være så alvorlige at det kan være vanskelig å tilfredsstille kravene i drikkevannsforskriftene. Motvirkende tiltak er derfor nødvendig. Aktuelle tiltak er:

Forebyggende tiltak

☐ Forebyggende tiltak:

• Vannbehandling:

- * Redusere innholdet av oppløst og suspendert materiale (dvs. redusere fargetall og turbiditet)
- * Redusere vannets korrosivitet

• Ved reparasjon av brudd i vannledninger

- * Reparasjonen utføres slik at slam o.l. ikke kommer inn i ledningen

• Valg av rørmateriale:

- * PVC / PE
- * Støpejern med god innvendig korrosjonsbeskyttelse

*Avhjelpende
tiltak*

☐ Avhjelpende tiltak for nye ledninger:

- Rutinemessig renhold av vannledningene
- Fornye ledninger som er sterkt utsatt for innvendig korrosjon/
tæring:
 - * Utforing (sementmørtel / epoksy)
 - * Utskifting

Rutinemessig renhold er behandlet i kapittel 2 og 3.

2. METODER FOR RUTINEMESSIG RENHOLD VANNLEDNINGER

2.1 Oversikt over aktuelle metoder

Metoder

Følgende metoder er i bruk for rutinemessig renhold av vannledninger:

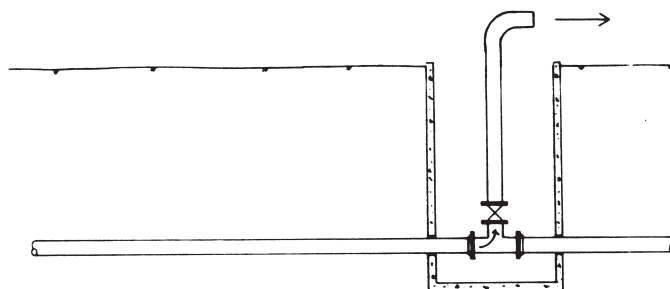
- Spyling kun med vann
- Spyling med plugg/vann
- Spyling med luft/vann

Disse metodene er beskrevet i kapittel 2.2 - 2.4.

2.2 Spyling kun med vann

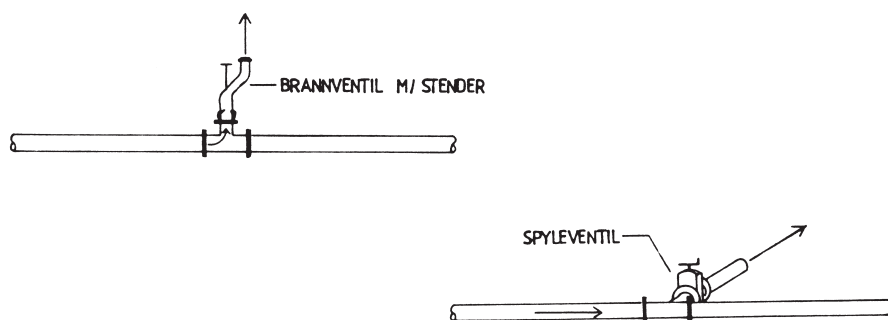
Beskrivelse av metoden

Vann tappes ut gjennom en brannventil eller en egen spyleventil, se figur 2-1 og 2-2. Vannføringen må være så stor at løst materiale rives med og følger vannstrømmen ut.



Figur 2-1

Spyling av vannledning kun med vann



Figur 2-2

Utforming av tappepunktet

- Brannventil for spyling av 80 - 150 mm ledning
- Spyleventil for spyling av 150 - 250 mm ledning

Virkning/ begrensning

Det er sjelden mulig å oppnå vannhastighet stor nok til at all groe eller rust fjernes. Den øvre grensen for vannføring kan være knyttet til flere forhold:

- Vannledningsnettets kapasitet
- Tillatt trykksenkning i vannledningsnett
- Kapasiteten for avløpet fra spylepunktet (avløpsledning, rennestein, vegggrøft o.l.)

I praksis kan det oppnås vannhastigheter på 1,0 til 1,5 m/s. En hastighet på **1,0 m/s** tilsvarer følgende vannføringer:

<i>Diameter</i>	<i>Vannføring</i>
100 mm	8 l/s
150 mm	18 l/s
200 mm	31 l/s
250 mm	49 l/s

Vanligvis er 200 - 250 mm øvre grense for noenlunde effektiv spyling. Det er imidlertid ikke uvanlig at øvre grense ligger lavere (150 - 200 mm).

Fordeler

Metoden er enkel og billig i bruk. I rør av støpejern og stål med innvendig korrosjon blir det alltid igjen et lag av rust. Dette laget bremser den videre korrosjonen i noen grad.

Ulemper som det må taes hensyn til

Stort trykkfall i ledningsnett

- Dersom det er store høydeforskjeller i den aktuelle trykksone, vil stor tapping føre til undertrykk/null trykk i høyereliggende områder. Dette bør en alltid forsøke å unngå, i alle fall i områder der det er fare for innsuging av vann fra grøfta gjennom hull/sprekker i ledningen. I kummer med brannventil/lufteventil kan det være fare for innsug av forurenset vann ved undertrykk.
- Vanlige brannventiler og brannstendere har et forholdsvis høyt trykktap /2/, se rammen til slutt i kapittel 2.2. En vanlig sluseventil koplet direkte på et greinrør, har derimot et lavt trykktap. Faren for undertrykk er derfor størst når det tappes fra f.eks. en sluseventil på et greinrør.

Trykkstøt ved ventilstengning

- Tappeventilen må stenges sakte for å unngå høye trykkstøt. Den siste 10 - 20 % av stengningen må skje særlig sakte (15 - 20 sek pr. runde).
- Under tappingen bør trykket måles på et nærliggende brannuttak o.l.

Krav til ledningsnett og utstyr

For ledninger med diameter 100 og 150 mm har vanligvis en brannventil tilstrekkelig kapasitet. For diameter 200 mm og 250 mm er det nødvendig med 150/200 mm greinrør og sluseventil.

Beregning av hydrauliske forhold

For å klargjøre virkningen av spyling i et punkt bør trykktapet og vannfordelingen i nettet beregnes for den aktuelle vannføringen. For enkle ledninger kan slike beregninger utføres for hånd; for mer omfattende ledningsnett er bruk av EDB-programmer som VANNETT nødvendig.

Retningslinjer for beregning av hydrauliske forhold:

1. Fastlegg vannets gang under spylingen (hvilke ventiler er åpne og hvilke er stengt)
2. Fastlegg den nødvendige vannføring for spyling (Q_{spyle})
3. Beregn trykktapet fram til spylepunktet
4. Beregn trykket i spylepunktet
5. Beregn trykktap i brannventil/ spyleventil (se rammen på neste side)
6. Er det beregnede trykket i spylepunktet stort nok til å overvinne det tilsvarende trykktapet i tappeventilen ?
7. Blir trykket i ledningsnettet så lavt at noen områder mister vanntrykket ?

Et eksempel er vist på neste side.

Eksempel

Et boligområde får vann fra et høydebasseng med vannspeil omlag 85 m o.h.

Høyeste / laveste abonnent ligger henholdsvis 45 m o.h. og 5 m o.h.

En 150 mm vannledning i boligområdet skal spyles med 20 l/s.
Spylepunktet ligger 5 m o.h.

Beregninger:

- Trykktap fram til spylepunktet: 30 m v.s.
- ⇒ Trykk hos høyestliggende abonnent: 10 m o.h. **OK!**
- ⇒ Trykk ved spylepunktet under spylingen: 50 m v.s.
- Trykktap i en 100 mm brannventil / brannstender med 2 utløp (se rammen på neste side): 15 m < 50 m **OK!**
- ⇒ Konklusjon: **Dette går bra.**

TRYKKTAP I BRANNVENTIL / EGEN SPYLEVENTIL

Innledning

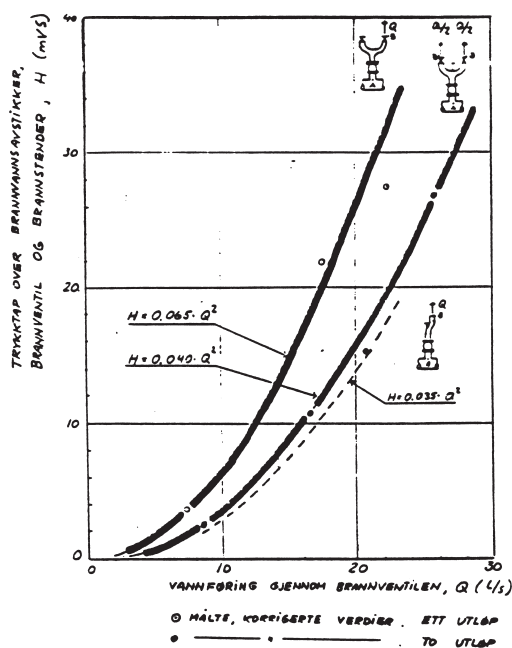
Det beregnede trykket i spylepunktet må være stort nok til å overvinne det tilsvarende trykktapet i ventilen som vannet tappes gjennom. Hvis ikke, blir vannføringen i ledningen ikke så stor som forutsatt.

Det er to hovedtyper ventiler:

1. Brannventiler
2. Egne spyleventiler, f.eks. sluseventiler.

Trykktap i brannventiler

Figuren nedenfor viser trykktapet over en enkel brannventil og brannstender som funksjon av vannføringen gjennom brannventilen /2/.



Trykktap i egne spyleventiler

Trykktapet kan beregnes som summen av singulærtapene for alle rørdelene mellom hovedledningen og utløpet av røret som fører vannet ut i fri luft.

Som regel er trykktapet lite i en helt åpen spyleventil, det vil si:

$$< 10 \cdot U^2/2g$$

der U = vannhastigheten gjennom åpen spyleventil

(for $U = 2$ m/s svarer dette til 2 m v.s.)

2.3 Spyling med plugg / vann

Beskrivelse av metoden

En renseplugg føres inn i vannledningen gjennom et greinrør o.l. Trykket settes på, og vann tappes ut gjennom et greinrør o.l. i andre enden av ledningen som skal rengjøres, se figur 2-3. Det løseveie materialet følger pluggen og vannet ut av tappeløpet i ledningen.

Gode renseresultater er oppnådd med vannhastigheter mellom 0,8 og 1,5 m/s /3/. Plugghastigheten er da omkring 90 - 95 % av vannhastigheten. Ved vannhastighet mindre enn 0,6 m/s, blir rensingen dårligere.



Figur 2-3

Spyling med plugg/vann.

Om rense- pluggen

Vanligvis brukes en renseplugg av skumgummi som har litt større diameter enn ledningen som skal rengjøres. På denne måten får en fjernet mye av groen på rørveggen.

Størrelse

For størrelsen på pluggen anbefaler engelske retningslinjer /3/ :

- Diameter opp til og med 300 mm $\Rightarrow$ Pluggens diameter er 25% større enn rørets diameter.
- Diameter større enn 300 mm $\Rightarrow$ Pluggens diameter er 75 mm større enn rørets diameter.

Plugger for rørdiameter ≤ 100 mm bør ha en lengde på 2 x diameteren. For større rør bør lengden være 1,5 x diameteren /3/.

I mange tilfeller ønsker en ikke å fjerne alt løstsittende materiale på rørveggen. Det skyldes at det løstsittende materialet er med på å beskytte ledningen mot videre tæring. Dette gjelder både ledninger av støpejern og av asbestsement. I slike tilfeller kan det brukes en plugg som har noen få mm mindre diameter enn røret. I spalten mellom pluggen og rørveggen vil vannet strømme raskt og «vaske» rørveggen.

Hardhet

Rensepluggens hardhet er avhengig av skumplastens egenvekt. Engelske retningslinjer /3/ angir tre typiske hardheter:

- * Myk: ~ 30 kg/m³
- * Hard: ~ 80 kg/m³
- * Meget hard: ~ 130 kg/m³

Valg av hardhet for skumplasten:

- * Myk:
 - I ledninger som muligens er sterkt innsnevret brukes myk plugg i første kjøring.
 - I ledninger der en ikke ønsker så god rensing.
 - For rensing av «vanlige» ledninger
- * Hard:
 - For rensing av «vanlige» ledninger
- * Meget hard:
 - For sterkt grodde ledninger der en venter stor pluggslitasje.

*Virkning/
begrensning*

Rensing med plugg/vann er den metoden som har best virkning. For ledninger med diameter større enn 200 mm er vanligvis rengjøring med plugg den eneste effektive metoden.

*Forhold som
det må taes
hensyn til*

I ledninger med mye groe kan rensepluggen sette seg fast. I slike ledninger bør vannstrømmen kunne snus, slik at det blir mulig å få løsnet pluggen.

I sterkt gjengrodde ledninger av støpejern/stål er det nødvendig å bruke en plugg med forsterket overflate. Pluggen må også kjøres gjennom ledningen flere ganger, evt. flere plugger.

Plugger av **myk** skumgummi følger stort sett vannstrømmen mot utløpet av ledningen. Det vil si at pluggen passerer uten større problemer avgreininger som har lav vannhastighet i forhold til hastigheten i ledningen som spyles. Myke plugger følger også vannstrømmen gjennom 90 ° retningsendring i T-rør o.l. Plugger av myk skumgummi vil også passere innsnevringer på 30 - 50 % av nominell rørdiameter. Plugger av **hard** skumgummi eller plugger med forsterket overflate bør ikke brukes i ledninger med «uryddig» rørføring.

Dersom all rust fjernes, vil ledningen ruste raskere enn før. Dette kan føre til at brunfarging av vannet i lange perioder. Dersom ledningen ikke skal fores med sementmørtel/epoksy, bør en derfor ikke fjerne all rust.

Spylelengde

Den maksimale ledningslengden en renseplugg kan brukes for, bestemmes av pluggslitasjen:

- * For ledninger med lite groe / avleiringer: > 1 km
- * For ledninger med mye groe / avleiringer: < 100 m.

Antall plugger

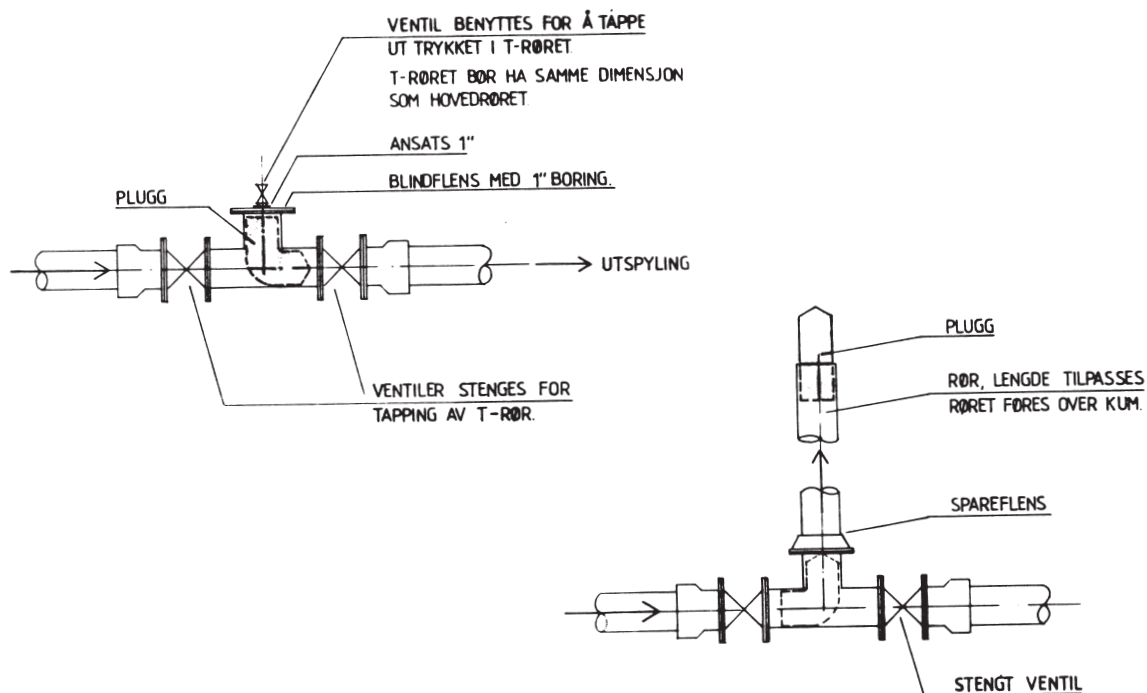
I ledninger med mye groe / avleiring kan det svare seg å kjøre flere plugger tett etter hverandre.

Krav til ledningsnett og utstyr

Bruk av renseplugg krever:

- * Greinrør for innsetting og uttaking av rensepluggen, se figur 2-3 og 2-4.

For ledningsdiameter ≤ 200 mm er det mulig å føre en myk renseplugg inn / ut gjennom en 100 mm brannavstikker.



Figur 2-4

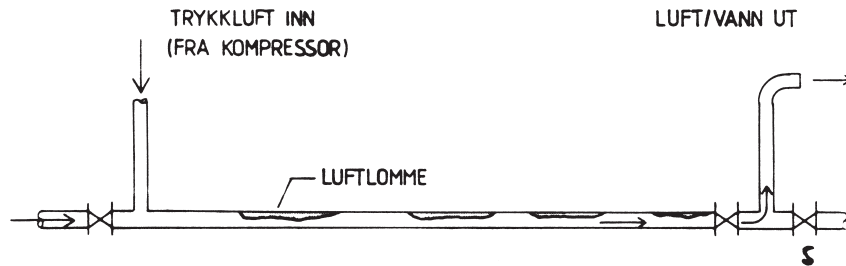
Ledningsføring i kummer til bruk ved innføring og uttaking av renseplugger:

- Rørdiameter ≤ 300 mm
- Sluseventiler på hovedledning.

2.4 Spyling med luft / vann

Beskrivelse av metoden

Fra en luftkompressor føres trykkluft inn gjennom en brannventil o.l., se figur 2-6. Det meste av trykkluften strømmer som lommer i vannet mot utløpsåpningen. På grenseflaten mellom luft og vann er det en voldsom hvirvling i vannet, og denne river løs groe og avleiringer.



Figur 2-6

Spyling med luft / vann

Virkning/ begrensning

Metoden gir bedre rengjøring enn spyling kun med vann. Den er egnet for rørdiametre opptil og med 200 mm /3/.

Det kreves stor tilførsel av vann og luft for å få luft til å strømme i utforbakke. Metoden er derfor best egnet i flate områder.

Forhold som det må taes hensyn til

Luft fra kompressorer inneholder små mengder olje. Luften må derfor filtreres før den går inn i vannledningen.

Trykkluft inneholder store mengder energi (10 liter luft med 5 bar trykk har et energi-innhold tilsvarende sprengkraften til 2,5 g dynamitt). Røropplegget der luft/vann-blandinger *blåses ut*, må derfor være solid og godt forankret.

Krav til ledningsnett/ utstyr

Trykkluften føres inn gjennom et vanlig brannuttak. Utblåsing skjer gjennom et eget rørarrangement som kan kobles på et brannuttak. Som nevnt foran må dette rørarrangementet være solid og godt forankret.

2.5 Varsling av abonnenter og tidspunkt for spyling

Varsling

Vannet blir grumset når spylingen pågår. Dette skaper mindre eller større problemer for abonnentene. Abonnentene må derfor varsles. Mange kommuner har to typer varsling:

- ***Annonse i lokalavisen***

- * Målgruppe: Alle abonnenter
- * Tidspunkt for spylingen
- * Vannet vil bli grumset
- * Trykket kan bli lavt.

- ***Varsling gjennom brev eller telefon***

- * Målgruppe: Abonnenter der grums i vannet eller nedsatt trykk kan skape problemer. Dette er enkelte typer industri eller annen virksomhet som alltid trenger reint vann.
- * Avtale: Her kan det bli aktuelt å avtale tidspunkt for spylingen med den/ de aktuelle bedriftene.

Tidspunkt for spyling

Tidligere valgte mange kommuner å spyle ledningsnettene om natten. Fordelen var at nesten ingen abonnenter fikk problemer med grumset vann. Arbeid på natten er kostbart, og det spiser av overtidskvoten til de ansatte på driftsavdelingen. Derfor har mange kommuner gått over til utføre det meste av spylingen på dagtid. Spyling om natten utføres bare der hvor spyling om dagen skaper store problemer. Erfaringene med spyling på dagtid er gode, spesielt i kommuner som har tilfredsstillende farge og turbiditet på vannet som sendes ut på nettet.

3. UTFORMING AV SPYLEPLANER

3.1 Innledning

Her i kapittel 3 gis det en oversikt over retningslinjer for **spyleplaner**.

Metoder

Dette er planer for:

- Spyling kun med vann
- Spyling med plugg / vann.

Spyleplan

En spyleplan viser:

- Hvilke ledninger som skal spyles, samt spylemetode.
- Rekkefølge for spyling
- Nødvendige ventilmanøvreringer

Ved utformingen av kapittel 3 er det forutsatt at stoffet i kapittel 1 og 2 er kjent.

3.2 Plan for spyling kun med vann

Hovedregler

Spyleplanene legger følgende hovedregler til grunn:

- Vannhastigheten i den ledningen som spyles, skal være 1,0 m/s eller høyere. Hastigheter høyere enn 1,5 m/s **bør unngås**.
- For å unngå at skadelige trykkstøt oppstår, skal nødvendig lukketid og framgangsmåte ved lukking av ventilen i spylepunktet beregnes / vurderes.
- Spylingen skjer ved å føre rent vann fram til den aktuelle spylestrekningen gjennom ledninger som allerede er spylt.

Dette gir vanligvis følgende rekkefølge for ledninger som spyles:

- * Hovedledninger før greinledninger
- * Start nærmest vannkilde, like nedstrøms trykkreduksjonsanlegg, pumpestasjoner etc.
- Spylingen må pågå til vannet ikke lenger inneholder synlig grums.
- Spyl så mange strekninger som mulig fra samme punkt.
- Deler av ledningsnettets må ikke ha undertrykk under spylingen. For sikkerhets skyld bør en derfor måle trykket like oppstrøms spylepunktet.

*Beregninger/
vurderinger*

For å sikre at spylingen blir god nok, samtidig som at trykket ikke blir for lavt, bør følgende beregninger og vurderinger gjennomføres :

1. Nødvendig vannføring og vannhastighet
2. Trykkforhold
 - Trykkfall og trykk langs ledningen fram til spylepunktet
3. Trykktap i brannventil / spyleventil
4. Trykk i spylepunktet:
 - Er det beregnede trykket i spylepunktet stort nok til å overvinne det beregnede trykktapet i brannventilen / spyleventilen ?

Resultatene fra beregningene kan føres i et skjema som vist nedenfor. I tillegg beregnes vannets gangtid gjennom den ledningsstrekningen som skal spyles.

Spylingen bør pågå *minst* vannets gangtid + 2 minutter.

Tabell 3.1 Eksempel for skjema for beregning av trykkforhold

Vannføring / trykk ved spyling					(spyling med vann alene)			
1 Spyle- punkt	2 Strekning som skal spyles	3 Vannhast. <i>m/s</i>	4 Tapping i spylepkt. <i>l/s</i>	5 Stengte ventiler	6 Trykktap i ledningen <i>m v.s.</i>	7 Trykk i spylepkt. <i>m v.s.</i>	8 Trykktap i spylepkt. <i>m v.s.</i>	9 Merknad
1	100 mm (1km)	1,3	10	1A	18	52	7	Basseng kt. 100 Spylepkt kt. 30

Forklaring

- 3: Vannhastighet under spyling (vanlig forbruk + spyletapping)
- 4: Vannføring som tappes fra spylepunktet
- 5: Ventiler som skal være stengt under spylingen
- 6: Trykktap i ledningen fram til spylepunktet (under spylingen)
- 7: Trykk i spylepunktet under spylingen
- 8: Beregnet min trykktap i brannventil/ spyleventil under spylingen

NB !

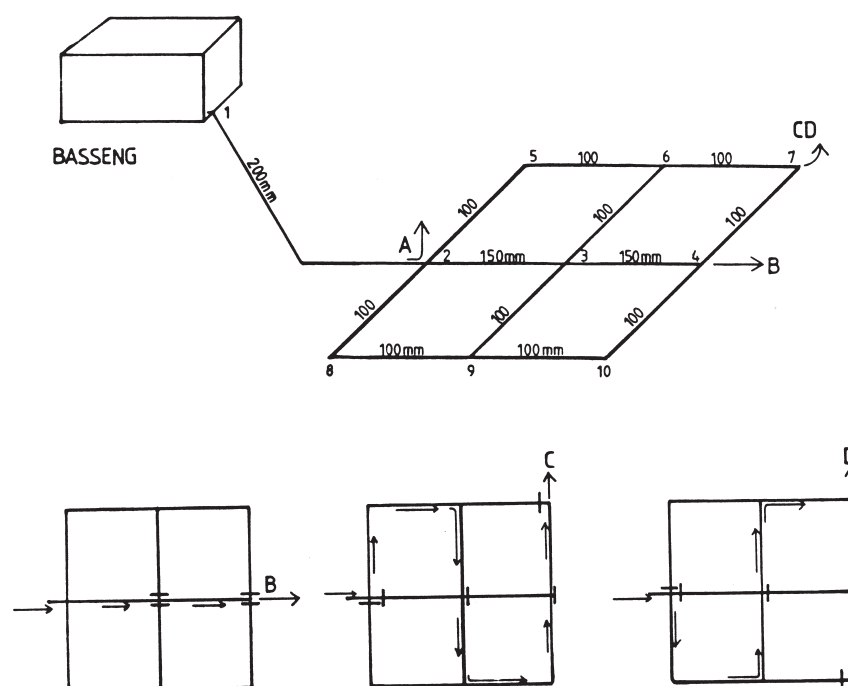
Dersom trykk i spylepunkt (7) > trykktap i spylepunkt (8) må ventilen strupes for å justere vannmengde.

Dersom trykk i spylepunkt (7) < trykktap i spylepunkt (brannventil) må det monteres egen spyleventil.

Spyleskjema

For hvert *spyleområde* (det vil si hver del av et vannledningsnett som spyles i sammenheng), utarbeides et *spyleskjema*. Dette skjemaet henviser til et ledningskart som viser alle ledninger, kummer og ventiler i spyleområdet. Målestokk 1:5000 eller 1:10000 er som regel egnet. Et eksempel på spyleskjema er vist på neste side. Innholdet i skjemaet gjelder ledningsnett vist i figur 3-1 nedenfor. (Alle lengder er satt til 100 m. For 150 mm : $Q = 20$ l/s, for 100 mm : $Q = 10$ l/s).

I spyleskjemaet er det lagt stor vekt på å dokumentere hvilke ventiler som åpnes og lukkes under spylingen. Dette for å hindre at noen ventiler blir stående i feil stilling når spylingen er over.



Figur 3-1

Eksempel på ledningskart over et område som skal spyles med vann alene.

Spyling A: Spyling fra pkt. 2.
Alle ventiler er åpne

Spyling B: Spyling fra pkt.4

Spyling C og D: Spyling fra pkt 7.

De tre skissene nederst viser hvilke ventiler som er stengt under spyling B, C og D. Stengt ventil er markert med tverrstrek på ledningen.

3.3 Plan for spyling med plugg / vann

Hovedregler

En spyleplan legger følgende hovedregler til grunn:

- Vannhastigheten i den ledningen som spyles, skal helst være 0,8 m/s eller høyere. Hastigheter høyere enn 1,5 m/s **bør unngås**.
- For å unngå at skadelige trykkstøt oppstår, skal nødvendig lukketid og framgangsmåte ved lukking av ventilen i spylepunktet beregnes / vurderes.
- Ved beregning av trykktapet for vannstrømmen i ledningen forutsettes at vannet har tilnærmet samme hastighet som pluggen.
- Pluggtype, diameter og lengde velges ut fra de retningslinjene som er gitt i kapittel 2.3.
- Spylingen skjer på følgende måte:
 - * Pluggen settes inn i ledningen
 - * Rent vann føres fram til den aktuelle spyle-strekningen gjennom ledninger som allerede er spylt.
 - * Vanntrykket / vannstrømmen presser / drar pluggen gjennom ledningen.
 - * Pluggen følger vannstrømmen ut av ledningen i tappepunktet.

Dette gir vanligvis følgende rekkefølge for ledninger som spyles:

- * Hovedledninger før greinledninger
- * Start nærmest vannkilde, like nedstrøms trykkreduksjonsanlegg, pumpestasjoner etc.
- Har spylestrekningen avgreininger med diameter større enn 75 % enn spylestrekningen, bør det vurderes å stenge ventilen på avgreiningene. Dette for å sikre at vannføringen i greinledningen ikke blir så høy at pluggen går inn i feil ledning.
- Deler av ledningsnettets må ikke ha undertrykk under spylingen. For sikkerhets skyld bør en derfor måle trykket like oppstrøms spylepunktet.

**Beregninger/
vurderinger**

For å sikre at spylingen blir god nok, samtidig som at trykket ikke blir for lavt, bør følgende beregninger / vurderinger gjennomføres:

1. Nødvendig vannføring
2. Trykkforhold
 - Trykkfall langs ledningen fram til spylepunktet
 - Trykk i spylepunktet

Resultatene fra beregningene / vurderingene kan føres i et skjema som vist nedenfor.

Tabell 3.3 Eksempel på skjema for beregning av trykkforhold

Vannføring / trykk ved spyling							(spyling med plugg/vann)
1 Spyle- punkt	2 Strekning som skal spyles	3 Hastighet for plugg og vann m/s	4 Tapping i spylepkt. l/s	5 Stengte ventiler	6 Trykktap i ledningen m v.s.	7 Trykk i spylepkt. m v.s.	8 Merknad
1	100 mm (100m)	1,0	8	1A	12	28	Basseng kt. 100 Spylepkt. kt 60

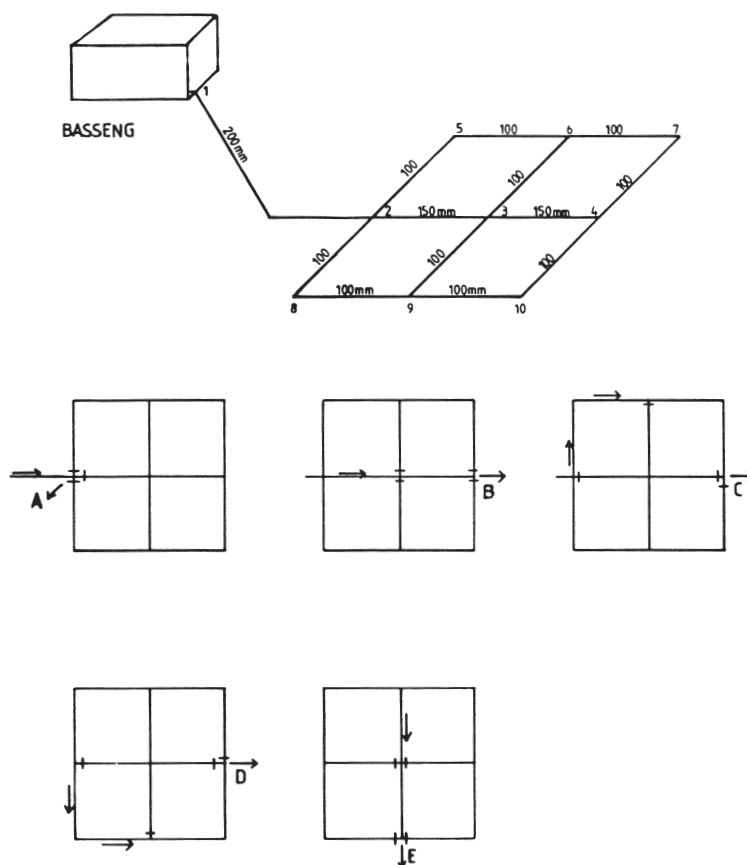
Forklaring

- 3: Hastighet for plugg og vann under spyling
(vanlig forbruk + spyletapping)
- 4: Vannføring som tappes fra spylepunktet
- 5: Ventiler som skal være stengt under spylingen
- 6: Trykktap i ledningen fram til spylepunktet (under spylingen)
- 7: Trykk i spylepunktet under spylingen

Spyleskjema

For hvert spyleområde (det vil si hver del av et vannledningsnett som spyles i sammenheng), utarbeides et spyleskjema. Dette skjemaet henviser til et ledningskart som viser alle ledninger, kummer og ventiler i spyleområdet. Målestokk 1:5000 eller 1:10000 er som regel egnet.

Et eksempel på spyleskjema er vist på neste side. Innholdet i skjemaet gjelder ledningsnett vist i figur 3-2 på neste side.



Figur 3-2

Eksempel på ledningskart over et område som skal spyles med plugg / vann

Spyling	Strekning	Plugg inn	Plugg ut
A	1 - 2	1	2
B	2 - 3 - 4	2	4
C	2 - 5 - 6 - 7 - 4	2	4
D	2-8-9-10-4	2	4
E	6-3-9	6	9

Skissene nederst på figuren viser hvilke ventiler som er stengt under spylingen. (Stengt ventil er markert med tverstrekk på ledningen.)

Ved spyling av overføringsledningen 1-2 stenges ventilene mot pkt. 5, 3 og 8 bare delvis. Dette for å opprettholde vannforsyningen til fordelingsnettet.

4. EKSEMPEL FRA FRÆNA KOMMUNE

4.1 Valg av eksempel kommune

Driftsassistansen valgte Fræna kommune for utførelse av en eksempelplan. Kommunen har både vannspylt og pluggspylt enkeltstrekninger tidligere.

Ledningsnettets er i stor grad av asbestcement. Flere av vannverkene i kommunen har råvannskvalitet som i stor grad påvirker behovet for renhold.

Kommunen er godt fornøyd med pluggkjøring med myke plugger. Visuelt bedømt gir dette langt bedre resultat (og krever mindre vannføring) enn spyling kun med vann.

I denne planen er kun en del av Bud-, Hustad og Tornes vassverk tatt med som eksempel.

4.2 Spyleplan - kun med vann

Spyling med vann alene setter størst krav til kapasiteten til ledningsnettets.

Beregning av vannføring, trykkforhold, spyletid etc. er utført med "VANNETT" og fylt inn i tabell 4.1. Det forutsettes spyling på dagtid med midlere vannforbruk på nettet. Spyleplanen er vist i tabell 4.2.

Spylepunktene er avmerket på kartutsnitt i vedlegg 1.

Kommentarer til tabell 4.1 :

- i enkelte høytliggende områder er ikke mulig å få effektiv spyling (Nerland, Bergset)
- Fræna kommune har plan for fornying av ledningsnettets og har skiftet ut betydelige ledningsstrek de siste år. Kommunen skal april/mai sette i drift et nytt behandlingsanlegg som vil ha innvirkning på trykkforholdene på ledningsnettets. Det vil derfor være behov for justeringer og tilpasninger i tråd med endringene på nettet.
- Kummer der det skal spyles med $Q > 20$ l/s, må generelt ha egen spyleventil

Kommentarer til tabell 4.2 :

- Spyleplanen er basert på lavtrykkssone på Gule/Bud.
- Det er i størst mulig grad benyttet eksisterende kummer og armatur. Enkelte steder vil det være behov for montering av ventiler/spylepunkt mm. Kommunen må gå over alle de kummer som inngår i planen for å kontrollere om de kan brukes, evt. foreta de nødvendige oppgraderinger.
- Ved spyling av ledninger større enn 150 mm trappes vannmengden forsiktig opp (for ikke å sjokkbelaste behandlingsanlegget)

Tabell 4.1 Beregning av trykkforhold under spyling (kun med vann)

Vannverk : Bud, Hustad .. Vannføring / trykk ved spyling Tegning nr. : Dato :								
1 Spyle- punkt	2 Strekning som skal spyles	3 Vannhast. <i>m/s</i>	4 Tapping i spylepkt. <i>l/s</i>	5 Stengte ventiler	6 Trykktap i ledningen <i>m v.s.</i>	7 Trykk i spylepkt. <i>m v.s.</i>	8 Trykktap i spylepkt. <i>m v.s.</i>	9 Merknad
1		1,1	40		12	65		
2		1,1	40		22	75		
3		1,1	8		27	65		
4		1,2	30		6	79		
5		1,1	18		15	64	15	
6		1,0	8		17	65	5	
7		1,1	15		28	55		
8		1,1	8		27	57	5	
9		1,1	18		19	53	15	
10		1,0	8		39	48	5	
11		1,0	18		59	28		
12		0,9	12		76	11		
13		0,7	10		57	25		
14		1,1	8		62	35	5	lavt trykk deler av nett
20		1,0	50		10	15		
21		1,0	50		18	29		
22		1,1	40		23	49		
23		1,1	40		23	34	15	
24		1,1	18					
25								
26		1,2	6		45	62		
27		1,1	8		95	23	5	
28		1,0	40		25	35		RV just.
29		1,1	18		27	32		
30		1,0	25		19	40		
31		1,0	15		29	30		
32		1,1	18		39	22		
33								
34								
35								
36		1,1	8		35	24	5	

4.3 Spyleplan - spyling med vann/plugg

Beregning av vannføring, trykkforhold, spyletid etc. er utført for spyling kun med vann som er langt mer «vannkrevende». I prinsippet gjøres samme beregningene for plugg/vann og en tabell tilsvarende tabell 4.1 fylles ut.

Kommentarer til tabell 4.3 :

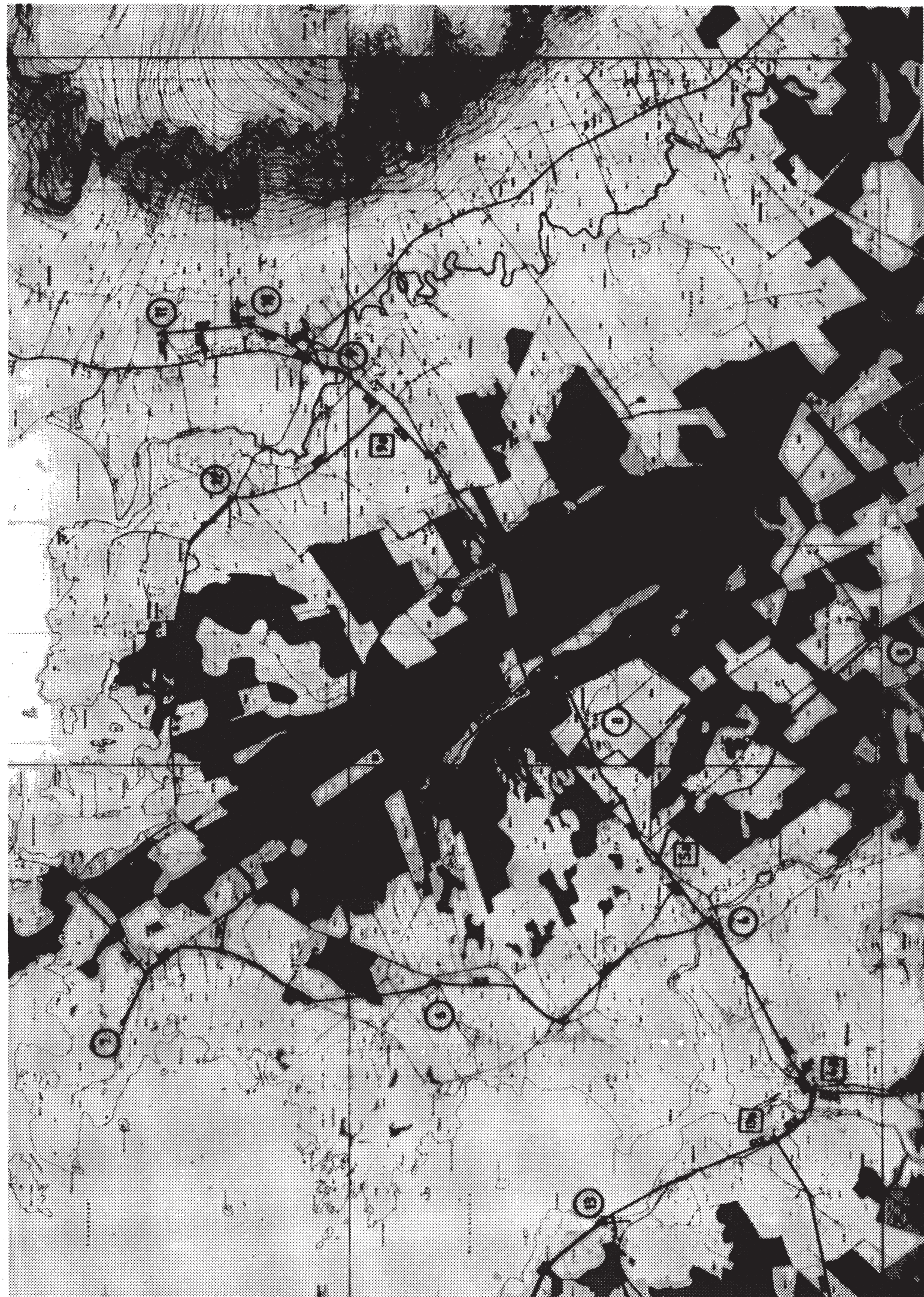
- Det er i størst mulig grad benyttet eksisterende kummer og armatur. Enkelte steder vil det være behov for montering av ventiler/spylepunkt mm. Kommunen må gå over alle de kummer som inngår i planen for å kontrollere om de kan brukes, evt. foreta de nødvendige oppgraderinger.
- For å unngå undertrykk og at minst mulig av abonnentene mister vannet må ventilene på avgreiningene stå delvis stengt.

5. LITTERATUR

1. «Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.v.
- Utkast til høring»,
Sosial- og helsedepartementet,
Oslo, 13.oktober 1994.
2. JACOBSEN, JACOB: «Vannforsyning til brannslukking.
Krav og konsekvenser for vannforsyningssystemet»,
Rapport nr. 20/84,
NTNFs Program for VAR-teknikk,
Utarbeidet ved NHL / Vassdrags- og havnelaboratoriet,
Trondheim 1984.
3. STEPHENSON, G.: «Removing loose deposits from water mains:
Operational guidelines»,
(A source document for the water mains rehabilitation manual),
Water research centre, Swindon 1989.
4. EVINS, C.
LIEBESCHUETZ, J
WILLIAMS, S.M.: «Aesthetic water quality problems in distribution systems»,
(A source document for the water mains rehabilitation manual),
Water research centre, Swindon 1990.

Vedlegg 1
Kartutsnitt





NORVAR-rapporter forts.:

- Rapport nr. 49: Grunnundersøkelser for infiltrasjon – små avløpsanlegg. Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging av separate avløpsrenseanlegg.
- Rapport nr. 50: Rørinspeksjon i avløpsledninger. Rapporteringshåndbok. Standarddefinisjoner.
- Rapport nr. 51: Slambehandling
- Rapport nr. 52: Bruk av slam i jordbruket
- Rapport nr. 53: Bruk av slam på grøntarealer
- Rapport nr. 54: Rørinspeksjon av avløpsledninger. Veileder.
- Rapport nr. 55: Vannbehandling og innvendig korrosjonskontroll i vannledninger
- Rapport nr. 56: Vannforsyning til næringsmiddelindustrien. Krav til vannkvalitet. Vannverkenes erstatningsansvar ved svikt i vannleveransen.
- Rapport nr. 57: Trykkreduksjon. Håndbok og veileder.
- Rapport nr. 58: Karbonatisering på alkaliske filter.
- Rapport nr. 59: Veileder ved utarbeidelse av prosessgarantier.
- Rapport nr. 60: Avløp fra bilvaskeanlegg til kommunalt renseanlegg.
- Rapport nr. 61: Veileder i planlegging av fornyelse av vannledningsnettet
- Rapport nr. 62: Veileder i planlegging av spyling og pluggkjøring av vannledningsnettet