

Sensur av hovedoppgaver Høgskolen i Buskerud Fakultet for Teknologi



Prosjektnummer: 2013-03

For studieåret: 2012/2013

Emnekode: [SFHO-3200](#)

Prosjektnavn

Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnett

Means-tested cleaning of water mains

Utført i samarbeid med: Drammen Kommune – Vann og Avløp

Ekstern veileder: Ane Prøsch-Oddevald

Sammendrag: Implementering av en metode for å avgjøre rengjøringsbehovet i kommunalt vannledningsnett

Stikkord:

- Vannledningsnett
- Misfarging
- Rengjøringsbehov

Tilgjengelig: JA

Prosjekt deltagere og karakter:

Navn	Karakter
Jarl Erik Larsen	
Harald Bernhardsen	
Simen Fjellheim	
Roger Lippert	

Dato: 24. mai 2013

Frank Helgestad
Intern Veileder

Hallstein Asheim Hansen
Intern Sensor

Mildrid Solem
Ekstern Sensor

Prosjektgruppe 3

**Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnettet
Sluttrapport**

Versjon 1.2

Revisjonshistorie

Dato	Versjon	Beskrivelse	Forfatter
25/04/13	0.1	Oppstart	Jarl Erik Larsen
09.05.13	1.0	Ferdigstillelse	Jarl Erik Larsen
18.05.2013	1.1	Endringer i tabell og figur, oppdatert litteraturlister, endringer i kap. 6 og 7.	Jarl Erik Larsen
22.05.2013	1.2	Endring i sidetall og vedlegg, samt korrektur	Jarl Erik Larsen

Forord

Denne sluttrapporten har til hensikt å fungere som en endelig rapport for prosjektet: Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnett. Prosjektet ble gjennomført fra høstsemesteret 2012 til våsemesteret 2013 og er en gruppeoppgave utført av avgangsstudenter ved linjen Industribachelor: Maskin, Vann og Miljøteknikk ved Høgskolen i Buskerud- Fakultet for Teknologi. Prosjektet er formelt kontraktfestet mellom følgende tre parter.

- Prosjektgruppe: Jarl Erik Larsen, Harald Bernhardsen, Simen Fjellheim og Roger A. Lippert
- Drammen Kommune – Vann og Avløp
- Høgskolen i Buskerud – Fakultet for teknologi

Drammen Kommune – Vann og Avløp ønsker med dette prosjektet å implementere en metode for å avgjøre rengjøringsbehovet i kommunale vannledninger med mål om å oppnå en behovsprøvd rengjøring. Metoden som ønskes innført heter Resuspension Potential Method (RPM) og er utviklet ved Kiwa Water Research i Nederland av Jan Vreeburg og Peter Schaap. I Nederland baserer de fleste rengjøringsprogram seg på regelmessige RPM målinger. Metoden har vist seg å være nyttig verktøy i utvelgelsen av hvilke områder og ledninger som bør rengjøres.

Prosjektgruppen har ved studie av publiserte rapporter, forskning og møte med utviklerne av metoden Jan Vreeburg og Peter Schaap fått en god forståelse for RPM metoden og de faktorer som påvirker misfargingsrisiko. Vi har ut ifra dette konstruert et RPM systemet tilpasset Drammen Kommunes ledningsnett.

Prosjektgruppen ønsker å takke Drammen Kommune – Vann og Avløp for muligheten til å gjennomføre dette prosjektet. Videre ønsker vi å takke Christer Rønning og Ane Prøsch-Oddevald ved Drammen Kommune – Vann og Avløp for faglig veiledning. Til sist ønskes det å rette en stor takk til Jan Vreeburg og Peter Schaap for å ha tatt seg tid til å møte oss for å diskutere implementeringen av RPM metoden i Drammen Kommune.

Innholdsfortegnelse

1.	Bakgrunn for prosjektet	1
1.1	Beskrivelse av problem	1
1.2	Beskrivelse av behov	3
1.3	Dagens systemer og rutiner	3
1.4	Rengjørings metode	4
1.5	Nåværende spyleinstruks	5
2.	Prosjekt mål	5
3.	Metodikk	5
3.1	RPM metoden	5
3.2	Praktisk utførelse av RPM	6
3.3	Analyse av testresultat	6
3.4	Rengjøring basert på RPM resultat	7
3.5	Kontinuerlig overvåkning av turbiditet	8
4.	Prosjektgjennomføring	9
4.1	Krav- og Testspesifikasjon	10
4.2	Utstyr	10
4.2.1	RPM enhet	10
4.2.2	Utspylingsdel	11
4.2.3	Restriktor	11
4.3	Kostnader	12
4.4	Begrensninger	13
4.5	Beregninger	13
4.6	Brukerveiledning	14
4.7	System for datalagring	17
5.	Resultat	17
5.1	Økning av vannhastighet	17
5.2	Størrelse på utspylingsdel	19
5.2.1	Beregning av trykktap	20
5.2.2	Beregning av kapasitet	21
5.3	Reduksjonsventil og sil problematikk	22
6.	Diskusjon	22
6.1	Økning av vannhastighet	22
6.2	Størrelse på utspylingsdel	23
6.3	Reduksjonsventil og sil problematikk	23
7.	Konklusjon	24
8.	Anbefalinger	24
9.	Referanser	26
10.	Vedlegg A – Testspesifikasjon	27
11.	Vedlegg B - Testdata	30

1. Bakgrunn for prosjektet

Drammen Kommune er en bykommune i nedre del av Buskerud. Drammen er med sine 64 500 innbyggere Norges niende største by og en av de raskest voksende byregioner. Drammen Kommune – Vann og Avløp (VA) leverer drikkevann til byens husstander, industri og næringsseidommer gjennom et ledningsnett av 290 km rør. Leveransen av drikkevann er underlagt Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften) og godkjennende myndighet for vannforsyningssystemer er Mattilsynet. Drikkevannsforskriften § 12 lyder som følger:

«Drikkevann skal, når det leveres til mottakeren, jf. § 5, være hygienisk betryggende, klart og uten framtreddende lukt, smak eller farge. Det skal ikke inneholde fysiske, kjemiske eller biologiske komponenter som kan medføre fare for helseskade i vanlig bruk.»

Over tid vil sedimenter og begroing i ledningsnettet øke risikoen for misfarget vann levert til abonnenter. For å tilfredsstille myndighetenes krav til kvaliteten på drikkevannet er det nødvendig med gode rengjøringsrutiner av ledningsnettet.

VA har siden 2001 benyttet seg av en spyleinstruks for rutinemessig rengjøring av vannledningene. Spyleinstruksen deler byen inn i seks soner som blir rengjort suksessivt. Det tar seks år å rengjøre hele ledningsnettet i Drammen. Oppdelingen av byen i seks soner ble gjort av praktiske årsaker. Arbeidet er tidkrevende og man ville med en mindre oppdeling av byen risikere å ikke ha tid nok til å fullføre rengjøringen i løpet av sommerhalvåret. Etter innføringen av spyleinstruksen har det vært en nedgang i henvendelser knyttet til misfarget vann og generell vannkvalitet. Det er et behov for å gjennomgå instruksen og vurdere den imot nasjonal og internasjonal forskning. VA ønsker med dette prosjektet å begynne arbeidet med å vurdere den nåværende instruksen for en eventuell revidering. Formålet med en revidering vil være å optimalisere den nåværende instruks eller utvikle en ny behovsprøvd rengjøringsrutine.

1.1 Beskrivelse av problem

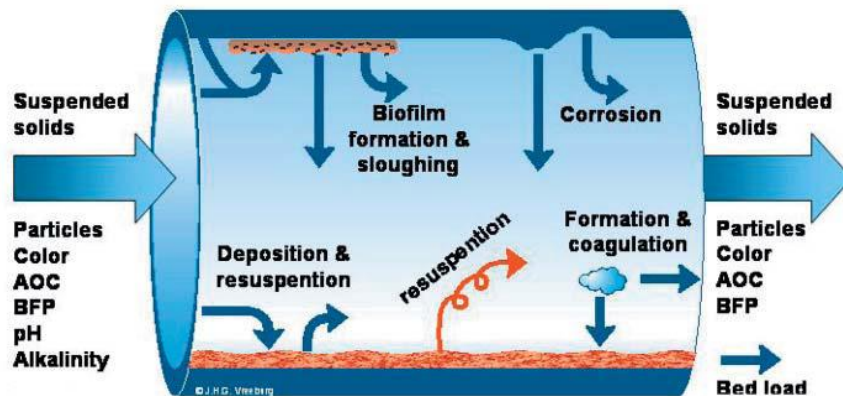
Misfarging

Misfarging oppstår som følge av en kombinasjon av flere faktorer. Tilstedeværelse av partikler, biofilm og korrosjon i ledningene kombinert med en hydraulisk forstyrrelse vil forårsake misfarget vann (Slaats et al., 2003)¹. Partiklene i ledningsnettet opptrer i oppløst form eller som sedimenter og kommer fra flere kilder. De kan bli tilført ledningsnettet eller de kan oppstå som følge av korrosjon og biofilmdannelse i ledningsnettet (Kjellberg, 2007)².

¹ Processes involved in the generation of discoloured water – Slaats et al. 2003

² Implementing Resuspension Potential Method to Optimise Mains Cleaning Program – Kjellberg, Sandra 2007

Mass balance model



Figur 1: Illustrasjon av de ulike kildene til akkumulering av sedimenter i ledningsnett (Technical University of Delft, 2007)³

Eksogen tilførsel av partikler: Tilførsel av partikler til ledningsnett kan komme via vannbehandling eller ved vedlikeholdsarbeid på ledningsnett. Partikler i råvannet som ikke blir fjernet i vannbehandlingen vil bli tilført ledningsnett. Selve vannbehandlingsprosessen kan også tilføre partikler, spesielt hvor man benytter seg av sandfilter. Ved vedlikeholdsarbeid på ledningsnett kan sand og silt komme inn i ledningen (Slaats et al., 2003).

Endogen tilførsel av partikler: Partikler som oppstår i ledningsnett kommer i hovedsak fra korrosjon og biofilm dannelse. Korrosjon i rør, ventiler og armatur vil danne rustpartikler som enten vil sedimenteres eller suspenderes og direkte farge vannet. Korrosjon er en dominerende årsak til misfarget vann, spesielt i ledningsnett med uforedede jernrør. Biofilm er dannelsen av mikroorganismer som vokser på en overflate. Ved økt vannhastighet vil deler av biofilmen løsne fra rørveggen og enten suspendere eller sedimentere (Kjellberg, 2007).

Partiklene vil opptre i suspendert form eller de vil sedimentere avhengig av partiklenes masse og de hydrauliske forhold i ledningen. Akkumulering av sedimentert materie i ledningen avhenger av mengden suspendert materie i vannet, tyngden av partiklene og vannets oppholdstid i ledningen. Risikoen for å tilføre kundene misfarget vann øker ettersom mengden suspendert stoff i ledningene øker. Ved en hydraulisk forstyrrelse som ved vannlekkasje, brannvannsuttag etc. vil den økte vannhastigheten resuspendere sedimentene og forårsake misfarget vann (Kjellberg, 2007).

Ved vurdering av misfargingsrisiko må man kjenne til mengden sedimenterte partikler og partiklenes størrelse. Tyngre partikler, som sandkorn, vil raskt sedimentere og utgjør derfor liten risiko. Mindre partikler vil være lettere og resuspendere og vil holde seg suspendert lengre. Suspendert stoff i ledningsnett vil tilføres kundene hvis det ikke blir spylt ut av ledningsnett (Vreeburg et al., 2004a)⁴.

³ Mass balance model - Technical University of Delft, 2007

⁴ Particles in the drinking water system: from source to discolouration – Vreeburg et al. 2004a

Misfarget vann er den hyppigste kundeklagen. Ved siden av det estetiske aspektet vil partikler i drikkevannet kunne utgjøre en fare for helsen (Technical University of Delft, 2007).

Partikler i drikkevannet og misfarget vann er ikke forenelig med «.. å sikre forsyning av drikkevann i tilfredsstillende mengde og av tilfredsstillende kvalitet, herunder å sikre at drikkevannet ikke inneholder helseskadelig forurensning av noe slag og for øvrig er helsemessig betryggende (Drikkevannsforskriften 1§.)»

For å tilfredsstillende myndighetenes krav og å levere drikkevann av god kvalitet til kundene er det nødvendig med gode rutiner for rengjøring av ledningsnett.

1.2 Beskrivelse av behov

Etter 11 år med rutinemessig rengjøring av vannledningsnett ønsker nå Drammen Kommune – Vann og Avløp å vurdere instruks. Det er ønskelig å finne ut den reelle effekten av rengjøringen ved nåværende rengjøringsfrekvens og undersøke om det er ulike behov for rengjøring innenfor og mellom de ulike sonene. For å gjøre disse vurderingene har VA behov for en metode som måler rengjøringsbehov i ledningsnett.

VA ønsker å innføre Resuspension Potential Method (RPM). Denne metoden er utviklet av Kiwa Water Research i Nederland. Den har til formål å måle rengjøringsbehov og dermed risikoen for misfarget vann. RPM er en objektiv og reproducerbar målemetode (Kjellberg, 2007).

Ved å foreta rutinemessige RPM målinger på utvalgte prøvepunkter i ledningsnett vil behovet for en tidsbasert instruks frafalle. I Nederland, hvor metoden er utviklet, baseres nesten alle rengjøringsprogram seg på regelmessige RPM målinger. PWN Watercompany i Nederland har hatt gode resultater etter at de gikk over fra en tidsbasert rengjøringsinstruks til behovsprøvd rengjøring med RPM metoden. PWN rengjorde med en fireårlig frekvens. Etter å ha tatt i bruk RPM metoden rengjør de nå 10 % av vannledningene årlig, en nedgang på 60 %. I den samme perioden har de registrert en nedgang i antall kundeklager relatert til drikkevannskvalitet på 50 % (Schaap, 2013)⁵. Om behovsprøvd rengjøring basert på RPM målinger vil la seg overføre til Drammen må utredes nærmere.

1.3 Dagens systemer og rutiner

Ledningsnettets oppbygging

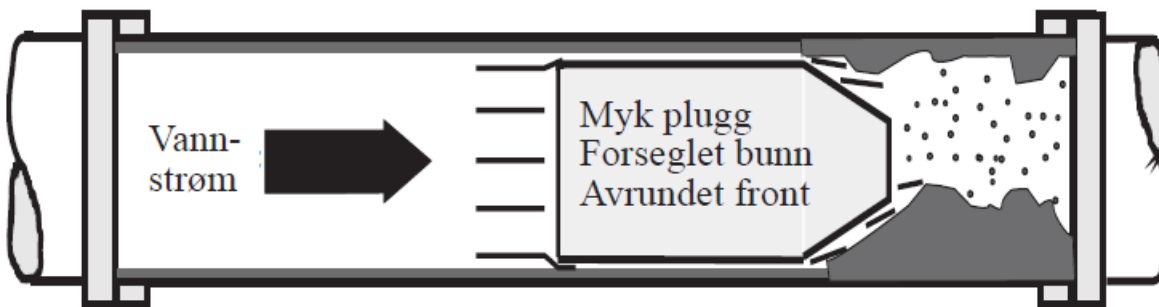
Etableringen av vannforsyning i Drammen begynte på midten av 1800 tallet i byens sentrum og består i dag av 290 km rør. I overkant av 75 % av byens vannledninger er støpejerns rør. Dimensjonene varierer fra 25 mm til 400 mm. Ledningsnett ble bygd ut i forskjellige faser av byens utvikling. Ved to tilfeller i nyere tid har det vært grensejustering hvor Drammen har fått tilført nye områder, henholdsvis Skoger og Åssiden. Disse områdene ble ikke etablert med de samme retningslinjene og standardene som resten av byen. Resultatet er et ledningsnett som er noe uensartet. Ledningsnett reflekterer ofte alderen på boligområdet.

⁵ Personlig meddelelse – Peter Schaap – 18.01.2013 PWN Watercompany

På grunn av byens topografi med store høydeforskjeller er byen inndelt i 30 forskjellige trykksoner. Trykksoneene har til hensikt å avgrense et område og levere et akseptabelt trykk til kundene innenfor området. Trykksoneene får sin vanntilførsel via reduksjonsventiler, trykkøkingsstasjoner eller høydebasseng og er avgrenset med stengte ventiler. Ved tiltak på ventiler og ledninger i grensen for trykksoneene må konsekvensene av tiltaket vurderes. Konsekvensene av å utilsiktet åpne en ventil mellom trykksoneene, og dermed å øke trykket i nedenforliggende soner kan være skade på private rørsystemer og vannlekkasjer. Ved bruk av RPM metoden kreves det at det skapes en ensrettet vannstrøm i ledningen som blir testet. For å oppnå en ensrettet vannstrøm må ledningen stenges ut fra tilstøtende ledninger. Utvalget av prøvepunkter for RPM metoden må ses i sammenheng med hvilke konsekvens prøven får for nærliggende trykksoner.

1.4 Rengjørings metode

Foretrukket rengjøringsmetode i Drammen er rengjøring med myke renseplugger (se figur 2). Rensepluggen lastes inn i vannledningen gjennom egnet rørdel, for eksempel via brannventil. Vanntrykket settes på slik at pluggen gis en fremdrift med det eksisterende vanntrykket. Selve renseseffekten ved bruk av renseplugg, kommer som følge av den økte vannhastigheten mellom pluggen og rørveggen. Rensepluggen styres igjennom rengjøringsstrekket ved å manøvrere ventilene på ledningsnett til et utspylingspunkt. Myke plugger vil følge vannstrømmen gjennom 90° bend, T-rør og lignende. Pluggen vil også passere gjennom innsnevringer opp til 75 % av nominell rørdiameter. Det er en effektiv metode for fjerning av begroing på innsiden av rørveggen og sedimenter i rørbunnen. Antallet plugger som bør kjøres er avhengig av tilstanden på ledningen som blir rengjort. Som hovedregel skal det kjøres plugger helt til vannet som kommer etter er klart og fritt for partikler (VA – Miljø blad Nr: 4 2007).



Figur 2 – Prinsipp for rengjøring av vannledning med myk renseplugg (VA – Miljø blad Nr:4 2007)

Hvis rengjøring med myk renseplugg ikke lar seg gjennomføre, rengjøres ledningsnett med styrt vannspyling. Ved styrt vannspyling vil det ønskede ledningsstrekket bli rengjort ved å øke vannhastigheten med inntil 1,5 m/s. Ledningsstrekket blir stengt ut og utspylingspunktet åpnes til ønsket vannhastighet er oppnådd. Den økte skjærkraften vil løsrive begroing og suspendere sedimenterte partikler og partiklene føres med vannstrømmen ut av ledningen. Spylingen gjennomføres inntil vannet er klart og fritt for partikler. Vannhastigheten mellom rørveggen og pluggen vil være høyere enn det som kan oppnås med kun vannspyling (VA – Miljøblad Nr: 4 2007).

1.5 Nåværende spyleinstruks

Byen er inndelt i seks forskjellige soner. En sone rengjøres hvert år og gjennomføringen legges til sommerhalvåret. Hver sone er inndelt i mindre spyleserier. En serie defineres som den del av ledningsnettets som kan rengjøres i løpet av en dag eller en natt. En serie kan bestå av flere rengjøringsstrekninger. Antall serier per sone varierer fra 21 til 37. Disse seriene gjennomføres i en forhåndsbestemt rekkefølge hvor man starter nærmest vannbehandlingsanlegg, trykkreduksjonsanlegg, pumpestasjon eller lignende. Rekkefølgen på seriene legges opp slik at ledningene som blir rengjort får vannforsyning fra de ledningene som allerede er rengjort. Hvis dette ikke overholdes vil det resultere i misfarget vann og kundeklager. Hver spyleserie består av en instruks og oversiktskart. Instruksen gir en beskrivelse av fremgangsmåte for gjennomføringen av spyleserien.

2. Prosjekt mål

Drammen Kommune – VA ønsker med denne oppgaven å begynne arbeidet med å revidere kommunens spyleinstruks. Oppgaven vil være en del av et større prosjekt i kommunen. Gjennom prosjektet er målsettingen å finne ut om det er ulike behov for spyling, både innenfor og mellom de ulike sonene, med spesiell vekt på nødvendig hyppighet av rengjøringen. Det er også ønskelig at prosjektet gir svar på den faktiske effekten som spylingen har på vannkvaliteten i ledningsnettets.

For å oppnå dette har vår gruppe fått følgende prosjekt mål:

1. Innføre en målemetode (RPM) for å stadfeste rengjøringsbehov på ledningsnettets. Målemetoden må tilpasses lokale forhold og være testet og kontrollert ved overlevering.
2. Redegjøre for metodens muligheter og begrensninger.
3. Redegjøre for de praktiske utfordringene ved å benytte denne målemetoden.
4. Etablere systematisk datalagring av måledata

3. Metodikk

Beskrivelse av metodene differensierer noe fra tidligere publiserte rapporter som omhandler RPM metoden. Årsaken til dette er at prosjektgruppen har vektlagt erfaringer etter praktisk bruk fremfor disse rapportene.

3.1 RPM metoden

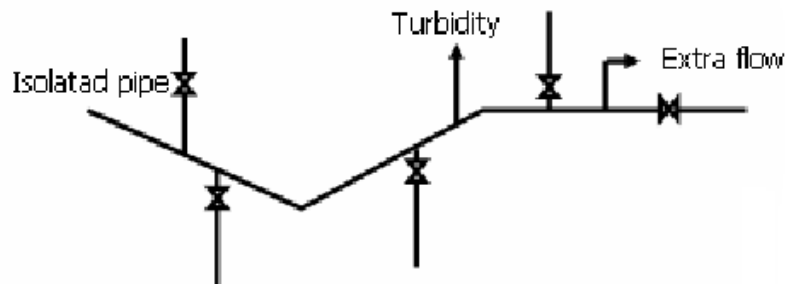
RPM metoden måler sedimentenes kapasitet til å resuspendere ved å benytte en standardisert utspylingsprosedyre. Metoden kan benyttes på ledninger med dimensjon 80-200 mm. Utspylingen øker vannhastigheten med 0,35 m/s hvilket forårsaker en forstyrrelse av sedimentene i ledningen. De resuspenderte partiklene vil forårsake en økning i turbiditet⁶. Turbiditeten måles i perioden før, under og etter utspylingsprosedyren. Resultatet blir en graf som indikerer mengden sediment og dens evne til å resuspendere (Vreeburg et al., 2004b)⁷.

⁶ Turbiditet er et mål på uklarheten i en væske, hovedsakelig mengden finpartikulært materiale

⁷ Measuring Discoloration Risk: Resuspension Potential Method – Vreeburg et al. 2004b

3.2 Praktisk utførelse av RPM

1. Ledningen som ønskes testet må isoleres fra tilstøtende ledninger. Formålet er å oppnå en ensrettet vannstrøm til utspylingspunktet. Figur 3 illustrerer hvordan ledningen isoleres ved å stenge ventiler fra tilstøtende ledninger. Vannhastigheten i ledningen skal økes med 0,35 m/s.



Figur 3 – Illustrasjon av ventilstengninger for å oppnå ensrettet vannstrøm ved utførelse av RPM måling (Vreeburg, 2007)⁸

2. Utspylingsdel kobles til i kum og delstrømmen føres gjennom turbiditetsmåleren for akklimatisering. Etter 5 minutter skal hovedstrøms bryter aktiveres. Les av og noter referanse verdien i ledningen.
3. Vannhastigheten i ledningen økes ved å åpne ventil på utspylingsdel slik at hastigheten i ledningen økes med 0,35 m/s. Oppretthold denne hastigheten i 5 minutter. Les av og noter turbiditetsnivå ved 1, 2, 3, og 4 minutter.
4. Etter 5 minutter reduseres vannhastigheten tilbake til normalt nivå ved å stenge ventil på utspylingsdel.

Konsekvensene av å ikke isolere ledningen vil være at forsyningen vil komme fra flere ledninger, og vannhastigheten vil derfor bli lavere enn ønsket. Resultatet av disse målingene vil ikke være sammenlignbare. Ved utførelse av RPM måling i 5 minutter vil det være behov for 105 meter med isolert ledning.

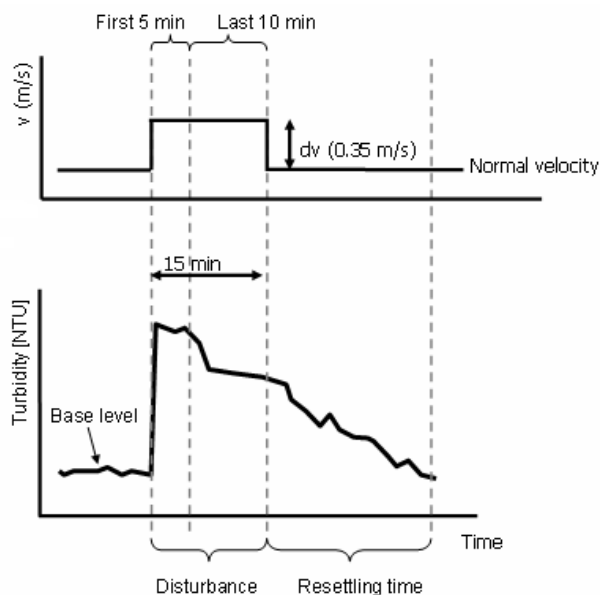
3.3 Analyse av testresultat

Gjennomsnittet for de fire målingene avlest under forstyrrelsesperioden legges til grunn for å avgjøre rengjøringsbehov. Dette er en utvikling og effektivisering av tidligere test og analysemetode. Et gjennomsnitt under 20 FNU⁹ er å anse som en ren ledning, 20-50 FNU er en ledning som man bør vurdere å rengjøre og en ledning med over 50 FNU bør rengjøres snarlig. Gjennomsnittet for de fire målingene differensierer i liten grad fra det reelle gjennomsnittet av turbiditetsnivå (Schaap, 2013).

⁸ Discolouration in drinking water systems: a particular approach – Vreeburg, Jan 2007

⁹ FNU er en forkortelse for Formazine Nephelometric Unit som er et mål for turbiditet.

Denne analysemetoden har klare fordeler fra tidligere praksis. Figur 4 illustrerer en resultatgraf for RPM måling og inndelingen av de forskjellige fasene av forstyrrelsen. Tidligere analysemetoder baserte seg på å gi poeng for fire forskjellige faser av RPM målingen og poengsummen avgjorde hvorvidt ledningen ble ansett som ren eller begrodd. De tre første fasene ble gitt poeng basert på turbiditetsnivå. Den siste fasen ble gitt poeng etter hvor lang tid det tar for turbiditetsnivået og synke ned til referanseverdien etter endt forstyrrelse. Dette gjør at både gjennomføringen av testen og tolkningen av måldata tar lang tid. To operatører vil da måtte vente til turbiditetsnivået kommer ned til referanseverdi før de kan avslutte testen. Dette gjorde at operatørene kun rakk å gjennomføre 3-4 tester daglig (Schaap, 2013).



Figur 4 – Resultatgraf for RPM måling (Vreeburg, 2007)

Hovedfordelen med den nye analysemetoden er at tiden det tar å utføre testen reduseres betraktelig. To operatører vil kunne utføre 8-10 tester i løpet av en 8 timers arbeidsdag. Etter endt test vil operatørene vite rengjøringsbehovet til ledningen uten videre behov for analyse av resultat. Ulempen med å benytte denne metoden er at man mister datagrunnlaget for perioden etter den hydrauliske forstyrrelsen og dermed muligheten for en analyse av partiklenes evne til å holde seg suspendert.

3.4 Rengjøring basert på RPM resultat

Med nåværende rengjøringsinstruks vil rengjøringen alltid starte ved vannbehandlingsanlegg, trykkreduksjonsanlegg, pumpestasjon eller lignende. Rekkefølgen på serien legges opp slik at ledningene som blir rengjort får vannforsyning fra ledninger som allerede er rengjort. Dermed unngås resuspensering av partikler i tilførselsledningen, som vil kunne forårsake kundeklager.

Ved rengjøring basert på RPM resultater vil det være nødvendig å vurdere tilførselsledningene med tanke på risiko for misfarget vann. Rengjøringen må ta utgangspunkt i en ledning med et lavt RPM resultat eller en større fordelingsledning (>300 mm). Fordelingsledninger har en stabil og høyere vannhastighet enn forbruksledninger, hvilket gjør at partikler ikke vil rekke å sedimentere (Kjellberg, 2007). Dimensjonen av fordelingsledningene gjør at vannuttaket ved rengjøring gir en lavere innvirkning på vannhastigheten. Jayaratne et al. 2004¹⁰ viste ved forsøk med et 100 mm klart PVC rør at partikler vil sedimentere ved hjelp av gravitasjon ved vannhastigheter under 0,07 m/s. Mellom 0,07 - 0,25 m/s vil sedimentene starte og resuspendere og mellom 0,25-0,6 m/s vil alle sedimentene være resuspendert.

Tabell 1: Tabellen viser en sammenligning av vannuttak og vannhastighet i forskjellige tilførselsledninger med ensidig og tosidig tilførsel

Vannmengde ved rengjøring			Vannhastighet i tilførselsledning (m/s)							
Dimensjon	Vann hastighet	m ³ /s	150mm		200mm		300mm		400mm	
			Ensidig	Tosidig	Ensidig	Tosidig	Ensidig	Tosidig	Ensidig	Tosidig
100 mm	1,5 m/s	0,0117	0,64	0,32	0,37	0,185	0,16	0,08	0,09	0,045
150 mm	1,5 m/s	0,0265	1,5	0,75	0,84	0,42	0,37	0,165	0,21	0,105
200 mm	1,5 m/s	0,047	-	-	1,5	0,75	0,67	0,335	0,38	0,19

Ved rengjøring av en 100 mm ledning med vannspyling på en hastighet av 1,5 m/s vil det gå ut 0,0117 m³/s. Hvis denne ledningen får sin forsyning fra en 200 mm med tosidig forsyning vil vannhastigheten i ledningen være 0,185 m/s. Ved denne hastigheten vil noe av partiklene i ledningen være suspendert. Avhengig av mengden sedimenter i ledningen vil det være en risiko for misfarget vann hvis ledningen benyttes som tilførselsledning. For å vurdere hvilken ledning som kan benyttes som tilførselsledning må man vite vannhastigheten eller foreta RPM måling. Hvis gjennomsnittshastigheten i ledningen er høyere enn 0,25 m/s vil ikke partikler sedimentere og det vil derfor være en mindre risiko for misfarging.

Når det er utredet hvilken tilførselsledning som kan benyttes gjennomføres rengjøringen ved å starte fra tilførselsledningen og rengjøre ledningene suksessivt mot området som ønskes rengjort.

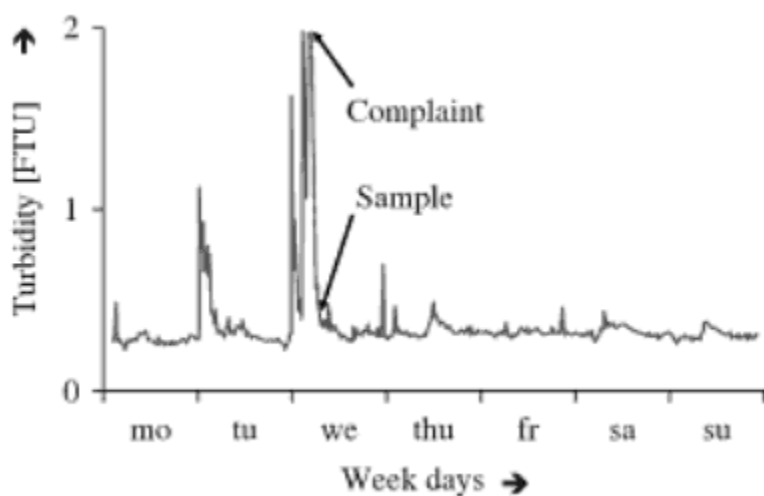
3.5 Kontinuerlig overvåkning av turbiditet

Utstyret for RPM målinger vil også kunne benyttes til kontinuerlig overvåkning av turbiditet. Ved kontinuerlig overvåkning vil man kunne analysere på referanseverdien og svingninger i turbiditet over en lengre tidsperiode. Denne typen overvåkning kan brukes til å vurdere partikkelbelastningen til et ledningsnett. Hvis den innkommende mengden partikler er lik den utgående mengden, vil det ikke være en akkumulering av sedimenter i ledningsnettet. Disse analysene bør sees i sammenheng med RPM programmet. Ved å analysere partikkelakkumulering i et større område vil grunnlaget for å avgjøre antall RPM målinger dette området styrkes (Vreeburg et al., 2004b).

¹⁰ Modelling of particles in water supply systems – Jayaratna et al. 2004

Utfordringen med å benytte denne metoden i Drammen er at det vil være få områder hvor dette vil la seg gjennomføre på grunn av ledningsnettets oppbygning. For å vurdere partikkelbelastningen i et ledningsnett må det være mulig å foreta måling på tilførselsledning og utgående ledning. For å oppnå sikkerhet ved vannforsyningen er mye av ledningsnettets bygget som ringledninger. Beregningen av partikkelbelastningen vil ikke være mulig hvis ikke alt drikkevann, inn og ut av ledningsnettets, er overvåket.

Kontinuerlig overvåkning vil også kunne benyttes for å analysere årsak til kundeklager. Ved kundeklager knyttet til misfarget vann er det normal prosedyre å ta ut vannprøver på ledningsnettets og hos klager. Prøvene er representative for vannkvaliteten ved tidspunktet prøven tas ut. I tidsperioden fra klagen mottas til prøvene tas ut vil turbiditetsnivået kunne stabilisere seg, se figur 5.



Figur 5: Figuren viser unøyaktigheten av å foreta enkel vannprøve ved klage på misfarget vann (Vreeburg, 2007).

Misfargingen kan komme som følge av en regelmessig hydraulisk forstyrrelse, som for eksempel ved uttapping av store mengder vann. Ved å benytte kontinuerlig overvåkning vil det være mulig å danne seg et bilde av regelmessigheten av forstyrrelsen, hvilket vil gjøre det lettere og finne årsak og løsning på problemet.

4. Prosjektgjennomføring

Prosjektet ble gjennomført fra høstsemesteret 2012 til vårsemesteret 2013. I første halvdel av prosjektet ble det gjennomført en forstudie med fokus på publisert forskning på RPM metoden og missfargingsproblematikk. Etter endt forstudie hadde gruppen en god forståelse av funksjon og metodikk. Det ble arrangert et møte med utviklerne av RPM metoden, Jan Vreeburg og Peter Schaap i Nederland den 18. januar 2013.

Formålet med møtet var å identifisere forskjellene mellom ledningsnettene, hvilken innvirkning det vil ha på systemet vi skal utvikle og hvordan vi best kan implementere RPM metoden. Videre ble det diskutert

hvilken erfaring de har med praktisk bruk av metoden, hvilke resultater de har oppnådd og hvilken utvikling metoden har hatt etter forskningen.

Prosjektgruppen har vektlagt anbefalingene fra Jan Vreeburg og Peter Schaap høyere enn tidligere rapporter. Rapportene er utarbeidet i forskningsøyemed og ved praktisk bruk gjennom en årrekke har metoden og analysene utviklet seg. Det er naturlig at gruppen implementerer et system som er i tråd med nåværende metodikk. Utviklingen har i hovedsak effektivisert og forenklet utførelse av RPM målingene og analyseringsbehovet av måleresultatene.

4.1 Krav- og Testspesifikasjon

Kravspesifikasjonen er utarbeidet for å gi en målbar beskrivelse av hva prosjektgruppen er forventet å overlevere. Kravene utarbeides i samråd med oppdragsgiver. Systemet deles opp i mindre deler for å enklere stille krav til de fysiske komponentene og deres funksjon. Hvis disse kravene tilfredsstilles vil de forskjellige delene til sammen utgjøre et system som vil kunne utføre RPM målinger på ledningsnett.

Testspesifikasjonen benyttes for å tildele de forskjellige kravene en test for å kontrollere og bevise at kravene er oppfylt. Testspesifikasjonen angir hvem som er ansvarlig for gjennomføringen av testen, en beskrivelse av hvordan testen skal gjennomføres og hva som er godkjenningkriteriet.

4.2 Utstyr

4.2.1 RPM enhet

RPM enheten består av utstyr for måling og loggføring av turbiditet, røropplegg og strømforsyning. For beskyttelse av måleutstyr og forenkle transport er alt bygget inn i en Pelicase 1650 koffert. Kofferten er vanntett og utstyrt med uttrekkbart håndtak og hjul. Alle rørgjennomføringer er gjort med forseglende pakninger slik at kofferten fortsatt vil være vanntett.

Måleutstyr:

Hach Lange Ultraturb Pluss SC(Turbiditetsmåler)
Hach Lange SC200 Universal Transmitter(datalogger)

Strømforsyning:

2 stk Panasonic 12V/12Ah blybatterier
Simens Sitop Power Supply og hovedstrømsbryter.



Bilde 1 – RPM enhet

Strømforbruket til datalogger ble målt til 140-150mA. Batteriene vil gi en driftstid av datalogger på 80 timer ved optimale driftsforhold. Oppladning av batteriene gjøres ved tilkobling av kabel for motorvarmer til støpsel. Ladetid for batteriene er 4 timer.

Rørdeler:

Diverse ½ " rørdeler (T-rør, albue, mutter mm.)

2 stk ½ " Ballofix

2 stk Manometer

½ " Reduksjonsventil

Reduksjonsventilen har til hensikt å beskytte turbiditetsmåleren. Turbiditetsmåleren tåler ikke trykk over 6 bar. Reduksjonsventilen tåler et trykk opp til 25 bar og reduserer ned til et maksimalt trykk på 6 bar. Manometeret til høyre viser det ureducerte trykket i ledningsnettet. Denne brukes for å avgjøre hvilken restriktor som skal benyttes. Manometeret til venstre viser det reduserte trykket. Dette leses av for å avgjøre om trykket er innenfor hva turbiditetsmåleren tåler. Hvis trykket er under 6 bar kan ventilen i forkant av måleren åpnes uten fare for skade på måleren.

4.2.2 Utspylingsdel*

Utspylingsdelen består av en enkel brannstender, hurtigkoblinger og galvaniserte 3" rørdeler. Denne delen kobles til på brannhorn i vannverkskum for vannuttak. Vannuttaket forårsaker en hydraulisk forstyrrelse og det tas en delstrøm fra T-røret i midten som går til RPM enheten for måling. I enden av bendet påkobles restriktoren med hurtigkobling. Ved utførelse av test vil restriktoren være begrensende faktor for vannhastigheten. Kuleventilen skal derfor settes til full åpning.



Bilde 2 - Utspylingsdel

Utspylingsdelen består av følgende deler:

Enkel Brannstender

Lås 1 brannkobling med 3" utvendig rørgjenger

Storz kobling med 3" utvendig rørgjenger

3" Kuleventil

Galvaniserte rørdeler i 3": 2 stk ansats, T-rør, 90 ° langbend nr. 1 og 45 ° langbend nr. 1

4.2.3 Restriktor

Restriktoren tilkobles hurtigkoblingen på utspylingdelen. Åpningen i restriktorene er beregnet ut ifra dimensjon og trykk i ledningen som skal testes. Restriktoren fungerer innenfor et gitt trykkområde og vil i dette området sørge for at økningen i vannhastighet ikke avviker for mye fra ønsket hastighet. Restriktorene gjør det mulig å unngå bruk av vannmåler for å kontrollere og justere vannmengde.

* Merk konklusjon i kap. 7 – Størrelse på utspylingdel

Restriktorene er laget av 2 stk. Storz koplinger med innvendig og utvendig gjenge. I koplingen med innvendig gjenge er det plassert en aluminiums skive. Skiven har frest ut en fals som gjør at den holdes sentrert i bunnen av gjengepartiet. Koplingen med utvendig gjenge ble innsatt med Loctite og delene skrudd sammen.



Bilde 3 - Restriktorer

Vannmåler*

For testing og kontroll av beregninger ble det benyttet et flowmeter av typen Hydrant Test Meter fra Sensus Metring System.



Bilde 4 – Hydrant Test Meter

4.3 Kostnader

Gjennomføringen av den årlige rengjøringen av ledningsnett medfører en kostnad på 1,9 millioner kroner til utførende av rengjøringen. I tillegg blir store ressurser i VA knyttet opp til arbeidet med planlegging og gjennomføring av rengjøringen. Tabell 2 viser en oversikt over kostnadene knyttet til konstruksjon av RPM enheten.

Tabell 2: Kostnader knyttet til konstruksjon av RPM enhet

	Pris eks. mva
Maskinering av 8 stk. restriktorplater	4000,-
Strømforsyning inkl. arbeid	5000,-
Peli Case 1650	4378,-
Brannstender, slanger og koblinger	13240,-
Turbiditetsmåler og logger	55398,-
Rørdeler, ventiler, vannmåler mm.	11901,-
Sum	93917,-

Kostnadene av å konstruere RPM enheten tilsvarer 4,9 % av de årlige utgiftene knyttet til rengjøringsarbeidet.

* Merk konklusjon i kap. 7 – Økning av vannhastighet

4.4 Begrensninger

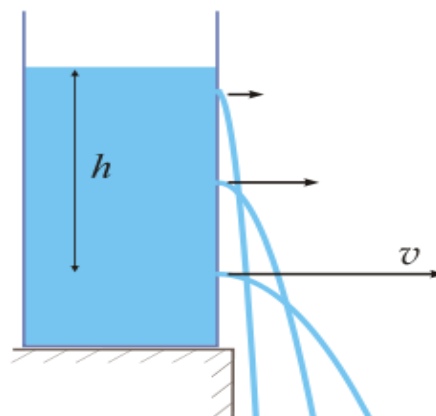
Turbiditetsmåleren som er benyttet tåler omgivelsestemperatur fra 2 °C til 40 °C. Utførelse av kontinuerlig loggføring av turbiditet vil ikke la seg gjennomføre når temperaturen i kummen ligger under 2 °C. RPM målinger vil kunne utføres ved lavere temperatur en 2 °C, såfremt RPM enheten oppbevares i en oppvarmet arbeidsbil under testen.

4.5 Beregninger

For å utføre RPM måling på ledningsnett kreves en økning av vannhastigheten på 0,35 m/s. Dette er en empirisk avgjort verdi basert på forskningen på partiklers suspensjonsevne ved forskjellige hastigheter (Vreeburg et al., 2004b). For å raskt oppnå den ønskede vannhastigheten er det nødvendig med utskiftbare restriktorer.

Restriktorene må fungere innenfor et gitt trykkområde. For å beregne nødvendig antall restriktorer og størrelsen på disse benyttet vi Torricellis lov, som kan skrives slik: $v=(2gh)^{1/2}$

På grunnlag av beregningene ble tabell 3 laget. Tabellen viser forholdene mellom trykk, restriktor størrelse og vannhastighet.



Figur 6: Torricelli's prinsipp

Tabell 3 – Oversikt over trykk, restriktorstørrelse og resulterende vannhastighet for 100 og 150 mm vannledning

100 mm rørdiameter			Tverrsn. Areal:	0,00785	m ²	150 mm rørdiameter			Tverrsn. Areal:	0,0176625	m ²
Trykk VS (m)	Trykk i bar	Diameter(mm)	Areal restriktor	Liter pr sek	m/s	Trykk VS (m)	Trykk i bar	Diameter(mm)	Areal restriktor	Liter pr sek	m/s
20	1,94	15	176,63	2,13	0,27	20	1,94	25	490,625	5,93	0,34
25	2,43	15	176,63	2,39	0,30	25	2,43	25	490,625	6,63	0,38
30	2,91	15	176,63	2,61	0,33	30	2,91	22	379,94	5,62	0,32
35	3,40	15	176,63	2,82	0,36	35	3,40	22	379,94	6,08	0,34
40	3,88	14	153,86	2,63	0,34	40	3,88	22	379,94	6,49	0,37
45	4,37	14	153,86	2,79	0,36	45	4,37	20	314	5,69	0,32
50	4,85	14	153,86	2,94	0,37	50	4,85	20	314	6	0,34
55	5,34	13	132,67	2,66	0,34	55	5,34	20	314	6,29	0,36
60	5,83	13	132,67	2,78	0,35	60	5,83	20	314	6,57	0,37
65	6,31	13	132,67	2,89	0,37	65	6,31	20	314	6,84	0,39
70	6,80	13	132,67	3	0,38	70	6,80	18	254,34	5,75	0,33
75	7,28	12	113,04	2,65	0,34	75	7,28	18	254,34	5,95	0,34
80	7,77	12	113,04	2,73	0,35	80	7,77	18	254,34	6,15	0,35
85	8,25	12	113,04	2,82	0,36	85	8,25	18	254,34	6,34	0,36
90	8,74	12	113,04	2,9	0,37	90	8,74	18	254,34	6,52	0,37

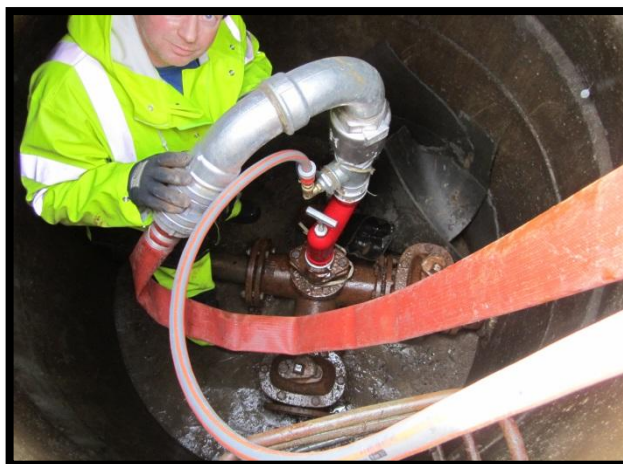
For å kunne sammenligne resultater fra forskjellige ledninger er det viktig at vannhastigheten som oppnås er tilnærmet lik. Det blir da nødvendig å gjøre en overveielse i forhold til hvor stort avvik fra den ønskede vannhastigheten vi kan tolerere. Man kan merke seg studiet Jayaratne et al. 2004 som sier at i området 0,25-0,6 m/s vil alle partikler være suspendert.

Basert på dette valgte vi å benytte fire restriktorer til hver ledningsdimensjon. Det mest vanlige trykkområde i ledningsnett er mellom 4-8 bar, og i dette området vil restriktorene ha et maksimalt avvik på 11,4 %. I hvilken grad dette avviket vil påvirke resultatene er usikkert. Problemstillingen ble diskutert med Peter Schaap¹¹ i PWN Watercompany. Peter Schaap sin kommentar til avviket var at det var innenfor deres tolleranseverdier og ikke vil gi nevneverdige påvirkning av resultatene.

4.6 Brukerveiledning

Utførelse av RPM måling

1. Utspylingsdel påkobles brannhorn. Se til at begge ventilene på utspylingdelen står stengt før brannstenderen åpnes.
2. Koble til ½ " Gardena slange fra utspylingdel til nederste tilkobling på RPM enhet. Øverste tilkobling påkobles slange som føres til sluk. Åpne ½ " kuleventil på utspylingdel for å slippe vann frem til RPM enheten.
3. Les av vanntrykk fra manometer 2(ved reduksjonsventil). Hvis trykket er under 6 bar fortsett med punkt 4. Hvis trykket er over 6 bar følg punktene under
 - Tilkoble slange til hurtigkobling til høyre inne i RPM kofferten. Åpne ventil mot hurtigkobling for utlufting av slange. Når slangen er utluftet les av trykk. Trykk < 6 bar fortsett med pkt. 4.
 - Demonter og kontroller reduksjonsventil. Rengjør sil og ventil. Reinstaller reduksjonsventil og les av trykk. Er trykket fortsatt over 6 bar avbrytes testen. Kontroller og bytt ut skadet reduksjonsventil eller manometer.
4. Åpne kuleventil ved turbiditetsmåler for å slippe vann gjennom måleren for akklimatisering.
5. Les av trykk fra manometer 1. Sett inn trykk og ledningsdimensjon i restriktortabell for å avgjøre restriktorstørrelse.
6. Installer restriktor på utspylingdel med hurtigkobling. Monter brannslange i restriktor og før brannslange til drenering i kummen.
7. Skru på hovedstrømsbryter i RPM enhet. I løpet av kort tid vil loggeren vise turbiditetsnivå.



Bilde 5: Utspylingsdel påkoblet i brannkum

¹¹ Personlig meddelelse – Peter Schaap – 02.05.2013 – E-post

8. Noter klokkeslett og turbiditetsnivå ved oppstart av testen. Åpne kuleventil til full åpning.
9. Les av og noter turbiditetsnivå ved 1, 2, 3 og 4 minutter. Etter 5 minutter stenges kuleventil og testen avsluttes.
10. Skru av hovedstrømsbryter for RPM enhet, steng av kuleventiler og koble fra utspylingsdelen

Utførelse av kontinuerlig måling

1. Utspylingsdel påkobles brannhorn. Se til at begge ventilene på utspylingsdelen står stengt før brannstenderen åpnes.
2. Koble til ½ " Gardena slange fra utspylingsdel til nederste tilkobling på RPM enhet. Øverste tilkobling påkobles slange som føres til sluk. Åpne ½ " kuleventil på utspylingsdel for å slippe vann frem til RPM enheten.
3. Les av vanntrykk fra manometer 2 (ved reduksjonsventil). Hvis trykket er under 6 bar fortsatt med punkt 4. Hvis trykket er over 6 bar følg punktene under
 - Tilkoble slange til hurtigkobling til høyre inne i RPM kofferten. Åpne ventil mot hurtigkobling for utlufting av slange. Når slangen er utluftet les av trykk. Trykk < 6 bar fortsatt med pkt. 4.
 - Demonter og kontroller reduksjonsventil. Rengjør sil og ventil. Reinstaller reduksjonsventil og les av trykk. Er trykket fortsatt over 6 bar avbrytes testen. Kontroller og bytt ut skadet reduksjonsventil eller manometer.
4. Steng ventil fra utspylingsdel og koble fra slange. Åpne ventil i forkant av turbiditetsmåler.
5. Skru på hovedstrømsbryter for RPM enhet. I menyen på loggeren velges loggføringsintervall 30 sekunder.
6. Når det er kontrollert at loggeren er aktiv og ventil i forkant av turbiditetsmåleren står i åpen posisjon lukkes RPM enheten. Da det er lite plass i kummen vil dette måtte gjøres før enheten senkes på plass.
7. Senk RPM enheten ned i kummen og plasser den på et stødig underlag. Koble til slange fra utspylingsdel i nederste tilkobling på RPM enhet. Den øverste tilkoblingen kobles til slange som føres til drenering. Åpne ½ " ventil på utspylingsdel. RPM enheten vil nå loggføre turbiditet i et 30 sekunders intervall.
8. Etter endt test lukkes ½ " ventil på utspylingsdel og RPM enheten løftes ut av kum. Kontroller at



Bilde 6: RPM enhet ved kontinuerlig loggføring i brannkum

loggeren fortsatt er i drift. Tilbakestill loggføringsintervallet til 5 sekunder i menyen på loggeren.

9. Skru av hovedstrømsbryter for RPM enhet, steng av kuleventiler og koble fra utspylingsdelen.

Overføring av måledata

Når loggeren er skrudd på vil all måledata bli lagret i loggerens internminne på 8 MB. Når internminne er fullt vil de eldste data bli overskrevet. Ved 48 timers kontinuerlig loggføring ble datafilen under 2 MB. Denne testen ble utført med 60 sekunders loggføringsintervall men velges det et kortere intervall vil mengden data økes. Ved 60 sekunders intervall vil det ta 8 dager før internminnet er fullt.

Ved overføring av data brukes et SD kort. Hovedstrømmen til loggeren skrus på og beskyttelsen for SD kort inngangen skrus av. Når SD kortet er innplassert vil en meny i loggerens display vises. I denne menyen får man valget om å laste ned måledata fra siste time, dag, uke. Når ønsket data er valgt vil kopieringen til SD kortet begynne. Det er ikke nødvendig og slette måledata fra internminne da disse overskrives fortløpende når minnet er fullt.



Bilde 7: Hach-Lange Universal Transmitter

Vedlikehold

Kontroller og rengjør sil i reduksjonsventilen daglig ved utførelse av RPM måling. Rengjør sil i etterkant av kontinuerlig loggføring.

Turbiditetsmåleren er utstyrt med utskiftbare viskere. Viskerne rengjør glasset som lyset passerer gjennom. Spredningen av lyset blir målt for å angi turbiditeten. Glasset må derfor være rent for å ikke påvirke målingene. I datablad for måleren anbefales det utskifting av viskerne hvert halvår ved kontinuerlig drift. RPM enhet vil i hovedsak benyttes i sommerhalvåret og det anbefales derfor å skifte ut viskerne på våren.

4.7 System for datalagring

RPM resultatene vil innrapporteres i form av rådata fra loggeren og gjennomsnittsmålingene fra operatøren. For behovsprøvd rengjøring basert på RPM resultatene vil man i hovedsak være interessert i gjennomsnittsmålingene. Disse målingene vil utføres årlig og ved å sette de inn i et regneark vil man få en god oversikt over utvikling.

Tabell 4: Oversikt for årlige RPM resultater fordelt etter sone

RPM - ID	Kumnr.	Adresse	Sone	2013	2014	2015
74087	74118	Hallingrudveien	Malmveien	5,2		
76912	76214	Dalenveien	Malmveien	3,2		
25478	25261	Jerpeveien	Hallermoen	42,3		
26089	25977	Strømskogen	Gomperud HB	6,7		
25508	52273	Jupiterstien	Gomperud HB	3,4		
8926	8677	Revefaret	Thorsbergskogen	6,1		
52809	52788	Damenga	Konnerud Sør	0,9		

Hver RPM måling bør tildeles et unikt ID som skiller målingen ut ifra hvilke ledninger som blir testet. Selv om utgangspunktet for testen er den samme kummen vil målingene kunne være av forskjellige ledninger. Det foreslås derfor at ID for RPM er det samme som lednings ID i kommunens kartverk Gemini VA. RPM resultatene bør grupperes etter i hvilken sone de er utført. På denne måten vil det være lettere og holde oversikt over utviklingen i de forskjellige sonene. Utviklingen vil kunne si noe om partikkel akkumulering innenfor sonen, og dermed behovet for flere eller færre RPM tester i sonen.

Rådata som leveres inn vil komme i form av en XML-fil. Denne filen kan åpnes direkte i Excel. Det bør opprettes en mappestruktur for måleresultater hvor de forskjellige målingene navngis med RPM ID og dato for senere behandling.

Ved kontinuerlig loggføring vil det alltid være behov for å behandle måleresultat for å se grafen av måleperioden. Ved RPM resultater vil det være hensiktsmessig og kontrollere de resultatene hvor de innrapportere gjennomsnittsmålingene ligger nært til grenseverdiene.

5. Resultat

I prosjektperioden ble det utført en serie tester av systemet i fullskala. Formålet med disse var å kontrollere at de enkelte delene av systemet fungerte i tråd med Krav- og Testspesifikasjon, avdekke feil og mangler ved beregninger eller systemet før overlevering.

5.1 Økning av vannhastighet

Ved test i felt ble det benyttet en vannmåler av typen Hydrant Test Meter fra Sensus Metring System. Denne ble benyttet til å kontrollere vannmengde og dermed kvalitetskontrollere beregningene av restriktorene. Ved utførelse av RPM målinger kan behovet for vannmåler elimineres ved bruk av velkalibrerte restriktorer (Vreeburg et al., 2004b). Prosjektgruppen har hatt som mål å overlevere velkalibrerte restriktorer, da utførelse av målingene lettes betraktelig hvis behovet for vannmåler elimineres.

Det ble utført til sammen 8 tester av vannhastigheten. Allerede ved første test ble det avdekket en høyere vannmengde enn beregnet. Som en konsekvens ble det utført ytterligere tester med en mindre restriktor. Disse er ikke representert i tabellen under. I utgangspunktet så enkelte av målingene lovende ut, da målt vannhastighet lå nært den ønskede. Ved nærmere kontroll ble det funnet at selv disse målingene lå over hva som var beregnet i forhold til trykkområde for den aktuelle restriktoren.

Tabell 5: Tabellen viser avvik mellom beregnet og målt vannhastighet

	Trykk (bar)	Restrikt.	Målt vannhastighet	Beregnet vannhastighet	Diff %
Hallingrudveien	2,8	15	0,44	0,33	33
Jerpeveien	4,5	20	0,357	0,33	8
Strømskogen	3,3	15	0,39	0,36	8,3
Jupiterstien	6	13	0,45	0,35	28,5
Revefaret	4,4	14	0,446	0,36	8,6
Sørskogen	7	12	0,445	0,34	31
Gjennomsnittlig avvik					19,6

For å finne årsaken til dette ble først beregningene kontrollert. Beregningene baserer seg på utstrømning med koeffisient på 0,62. Koeffisienten angir en reduksjon av det benyttede arealet av et hull ved gjennomstrømning av vann til fri luft. Ved å kontrollere utregningen med de målte vannmengdene ble utstrømningskoeffisienten >1 . Et gjennomstrømningsareal som er større enn det fysiske arealet er ikke mulig.

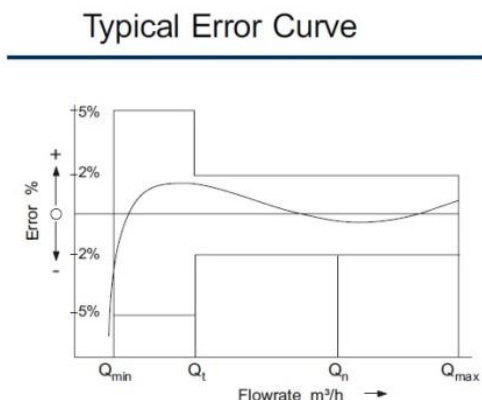
Vi utførte deretter tre tester for å kontrollere vannmålerens feilmargin. Testen ble utført ved å tilkoble utspylingsdel og brannslange på samme måte som ved tidligere tester og fylle opp en murebøtte på 94 liter.

Tabell 6: Tabellen viser differansen mellom avlest og reel vannmengde

Test nr	Avlest vannmengde	Differanse	Diff %
1	122	122-94 =28	29,78
2	109	109-94=15	16
3	105	105-94=11	11,7
Gjennomsnittlig avvik			19,2

Feilprosenten til vannmåleren ble avdekket til å være betydelig. Figur 6 og tabell 8 er hentet fra databladet til vannmåleren. Ifølge figur 6 vil måleren ha en maksimal feilprosent på 3 ved Q_{min} .

Tabell 7: Målekapasitet for Hydrant Test Meter



Performance Data

max. peakflow	Q_{max}	m ³ /h	180
continuous flow	Q_n	m ³ /h	90
transitional flow	Q_t	m ³ /h	0,8
minimum flow	Q_{min}	m ³ /h	0,5
starting flow		m ³ /h	0,25

Figur 7: Feilprosent kurve ved forskjellig vannmengde for Hydrant Test Meter

Fra tabell 8 kan det leses at Q_{min} er 0,5 m³/h. Ved våre tester er vannuttaket 10 m³/h som vil ligge i området Q_n . I dette området kan det leses fra figur 6 at feilprosenten ikke skal være større enn 1.

5.2 Størrelse på utspylingsdel

Påkobling har fungert ved 8 vannverkskummer. Ved test i kum 71442 var det ikke nok klarering fra utspylingsdelen til kjegle, påkobling av utspylingsdelen ble dermed ikke mulig. Utspylingsdelen består av en brannstender og 3" galvaniserte rørdeler med kuleventil. Disse delene sammenføres med NOR 1 hurtigkobling. Byggelengden på brannstenderen er gitt og er 40 cm. Hele utspylingsdelen måler 110 cm.

For å kontrollere hvilken påvirkning en redusert rørdimensjon vil ha ble det utført beregninger på trykktap og vannhastighet gjennom rørdelene.



Bilde 8: Utspylingsdel – Enkel brannstender med 3" galv. rørdeler

5.2.1 Beregning av trykktap

Formel for singulærtap knyttes til trykktap i rørbend og ventiler. Beregningene utføres på rørbend med tanke på trykktap og redusert diameter. Rørbend representerer et singulærtap og påvirkes ikke av ruhet.

$$\text{Singulærtap: } h_s = x \frac{v^2}{2g}$$

Bruker koeffisient for 45°, C=0,2 og for 90° C=0,7. Vannmengde i følge tabell 2 er 0,0028 m³/s i en 100 mm vannledning og 0,0062 m³/s i en 150 mm vannledning.

Arealet av rørtverrsnitt for 2" blir 0,0029 m² og 3" 0,00456 m².

$$\frac{Q(\frac{\text{m}^3}{\text{s}})}{A(\text{m}^2)} = \text{Vannhastighet(m/s)}$$

- For 100 mm vannledning 2" utspylingsenhet får vi 0,00281 m³/s/0,00229 m² = 1,22 m/s.
Trykktap =0,0685 mVs.
- For 100 mm vannledning 3" utspylingsenhet får vi 0,00281 m³/s/0,00456 m² = 0,61 m/s.
Trykktap =0,0172 mVs.
- For 150 mm vannledning 2" utspylingsenhet får vi 0,0062 m³/s/0,00229 m² = 2,71 m/s.
Trykktap = 0,3361 mVs.
- For 150 mm vannledning 3" utspylingsenhet får vi 0,0062 m³/s/0,00456 m² = 1,35 m/s.
Trykktap =0,1125 mVs.

Benytter så Hazen-Williams formel for beregning av trykktap:

$$\text{Friksjonstap } h \text{ (m)} = 10,67 x \frac{L x Q^{1,85}}{C^{1,85} x D^{4,87}}$$

Lengden på utspylingsenheten med 3" rørdeler er på 0,8 m. Med rørdeler i 2" blir den på 0,6 meter. Hazen-Williams koeffisient for galvaniserte rørdeler er C = 120.

Trykktap for 2" ved Q på 0,0028 m³/s blir 0,0685 mVs

Trykktap for 3" ved Q på 0,0028 m³/s blir :0,0172 mVs

Trykktap for 2" ved Q på 0,0062 m³/s blir 0,0847 mVs

Trykktap for 3" ved Q på 0,0062 m³/s blir : 0,0847mVs

Tabell 9: Trykktap ved bruk av 2" og 3" rørdeler i utspylingsdelen

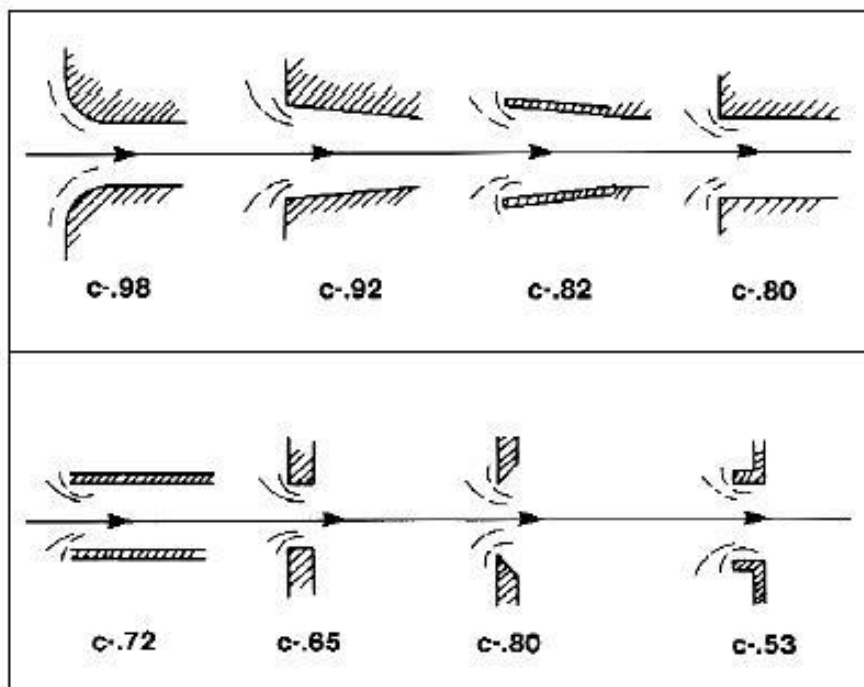
Dim. vannledning	Dim. utspylingsenhet	Friksjonstap mVs	Trykktap rørbend mVs	Sum trykktap mVs
100 mm	2"	0,0479	0,0685	0,1164
100 mm	3"	0,0064	0,0172	0,0236
150 mm	2"	0,2088	0,3361	0,5449
150 mm	3"	0,0278	0,0847	0,1125

5.2.2 Beregning av kapasitet

For å kontrollere at vannmengden vil være tilstrekkelig for utførelse av RPM test må gjennomstrømningen beregnes. Beregner derfor kapasitet for de aktuelle rørdimensjonene: 2", 2 ½ " og 3"

Beregningene baseres på Torricelli's lov: $v=(2gh)^{1/2}$

For beregning av vannmengde ganges dette med arealet av rørtverrsnittet og justerings koeffisient 0,8 for gjennomstrømning i rør fra figur 8.



Figur 8: Justerings koeffisient ved vanngjennomstrømning til fri luft etter Torricelli's prinsipp

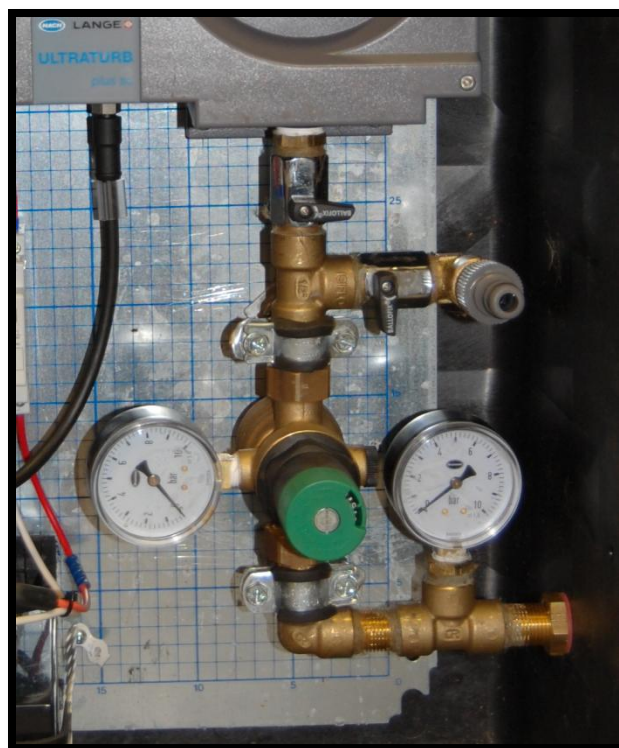
Tabell 10: Tabellen viser resulterende vannmengde ved forskjellige rørdimensjoner og 2 bar trykk

Rørdimensjon	Diameter i m	Areal m ²	Korrigerings koeffisient	Korrigert areal m ²	mVs	Liter per sekund
2"	0,0508	0,0020	0,8	0,00162	20	32,10
2,5"	0,0635	0,0032	0,8	0,00253	20	50,16
3"	0,0762	0,0046	0,8	0,00365	20	72,23

5.3 Reduksjonsventil og silproblematikk

Under testen i Revefaret oppdaget gruppen at vanntrykket inn i turbiditetsmåleren sank til nesten 0 bar. Testen ble avbrutt for å finne årsaken til dette. Det ble raskt konkludert med at vannet ikke kom gjennom reduksjonsventilen. Reduksjonsventilen ble demontert og kontrollert, det viste seg at silen hadde tettet seg.

Slik rørsystemet er lagt opp vil alt vannet til turbiditetsmåleren passere reduksjonsventilen. Reduksjonsventilen er nødvendig for å beskytte turbiditetsmåleren, som ikke tåler trykk over 6 bar. Reduksjonsventilen er avhengig av silen for å opprettholde dens funksjon. Samtidig er det en selvmotsigelse å ha en sil i forkant av et måleutstyr beregnet for å måle suspenderte partikler i vannet. Når problemet oppsto hadde måleutstyret vært benyttet til kontinuerlig logging i 48 timer samt fire andre tester.



Bilde 9: Reduksjonsventil og røropplegg i RPM enheten

6. Diskusjon

6.1 Økning av vannhastighet

I testene som ble utført ble det avdekket at vannmengdene var i gjennomsnitt 19,6 % større enn beregnet. For å kontrollere vannmengden og våre beregninger ble vannmengdene ført via brannslange til en vannmåler. Vannmåleren krever ett mottrykk for å avgi korrekte verdier. For å oppnå et mottrykk ble det etter vannmåleren koblet på 10 meter brannslange. Beregningene av restriktor størrelse er basert på utstrømming til fri luft. Ved normal utførelse av RPM måling vil ikke vannmåleren benyttes.

Den økte motstanden fra brannslange og vannmåler skulle gitt en lavere vannhastighet enn beregnet. Kontroll av vannmåleren viser at målt vannmengde er i gjennomsnitt 19,2 % høyere enn reelt. Hvis vi

sammenligner gjennomsnittlig avvik på vannmåleren med avvik på vannmengdeberegningen ser vi en klar sammenheng. Vannmålerens varierende resultat vil mest trolig være en konsekvens av for lite mottrykk.

Testmetoden kan endres for å sikre godt nok mottrykk og dermed presise målinger av vannmengde. Konsekvensen av dette vil være at testen utføres under andre forutsetninger enn grunnlaget for beregningene. Resultatet av disse testene vil derfor være av liten verdi da mottrykket vil påvirke vannmengden.

6.2 Størrelse på utspylingsdel

Ved tester ble det funnet at utspylingsdelen vil ha klareringsproblemer i grunne kummer, spesielt hvis brannvannsuttaget ikke er sentrert i forhold til kjegle.

For å løse dette problemet må det benyttes en mindre dimensjon på de galvaniserte rørdelene. Det er mulig å bygge denne delen i 3" med en mindre byggelengde, men dette vil innebære og benytte 90 ° albue istedenfor 90 ° langbend. Det ble gjort et bevist valg om å bruke langbend for å ivareta gode hydrauliske forhold. Omfanget av problemet avhenger av hvor mange kummer utspylingsdelen ikke vil kunne benyttes i. Dette antallet er uvisst.

Ved valg av testpunkter bør ikke utspylingsdelen være en begrensende faktor. Beregninger av trykkfall og maksimal vannhastighet viser at utspylingsdelen kan bygges i 2" rørdeler. Den maksimale vannmengden som vil tas ut ved bruk av RPM metoden er 10,9 l/s. Beregninger av gjennomstrømming i tabell 10 viser at utspylingsdelen i 2" vil kunne levere 32 l/s.

Utspylingsdelen vil dermed kunne passe i et større antall kummer. Andre fordeler vil være at vekten reduseres og arbeidet med påkobling lettes. Å sette sammen en ny utspylingsdel i en mindre dimensjon vil ikke medføre store kostnader.

6.3 Reduksjonsventil og silproblematikk

Løsningen på dette problemet er ikke umiddelbart åpenbar da alle løsninger medfører kompromiss. Reduksjonsventilen er ved dagens system nødvendig for å unngå skade på turbiditetsmåleren. Ved å benytte utstyret slik det er konstruert vil man få konsekvente målinger ved alle trykk.

Alternativt kan man lage en bypass rundt reduksjonsventilen. Ved avlesning av trykk på ledningen må operatøren velge hvorvidt vannet skal gå uredusert eller redusert til turbiditetsmåleren. Dette medfører at man ved trykk over 6 bar vil utføre målinger som passerer reduksjonsventil og silen. De ureduserte målingene vil da kunne passere utenom silen. Hvilken påvirkning dette vil ha på målingene er usikkert, men med tanke på senere sammenligninger vil det alltid være ønskelig med så få variabler som mulig. En annen negativ konsekvens av å lage en bypass er at man muliggjør å kjøre for høyt trykk inn i turbiditetsmåleren.

Ved tilstopping av silen hadde systemet vært i drift i over 50 timer. Påvirkningen silen har på måleresultatene vil mest sannsynlig være neglisjerbar på grunn av størrelsen på nettet i silen. Muligheten for å bygge bypass er tilstede, men potensiell positiv effekt overveier ikke den økte faren for skade på turbiditetsmåleren.

7. Konklusjon

Økning av vannhastighet

Vi kan konkludere med at vannmåleren ikke fungerer til dette bruket og som en konsekvens kan vi ikke etterprøve beregningene av restriktorene. Det er en klar sammenheng mellom gjennomsnittlig avvik fra målt/beregnet vannmengde og vannmåleren. Den økte vannhastigheten må kontrolleres mot våre beregninger. Hvis feilprosenten til vannmåleren trekkes fra våre målinger i felt ville beregningene våre vært nært den faktiske vannmengden. Dette er et altfor tynt grunnlag til å kunne konkludere på hvorvidt våre beregninger er korrekte. Det må derfor utføres ytterligere tester for å etterprøve beregningene.

Størrelse på utspylingsdel

Utspylingsdelen ble bygget av rørdeler med en større dimensjon enn hva som er nødvendig. Konsekvensen av dette er at delen ikke passer i alle kummer og er tyngre enn den trenger å være. Beregninger viser at delen kunne vært konstruert av 2" rørdeler. Trykktap vil være neglisjerbart og den reduserte dimensjonen vil gi en vannmengde som er tre ganger så stor som det vil være behov for ved utførelse av RPM måling.

Reduksjonsventil og silproblematikk

Silen vil mest sannsynlig ikke påvirke måleresultatene og systemet bør forbli uendret. Silen kan raskt rengjøres og prosedyrer for dette legges inn i brukerveiledning. Hvis det kommer turbiditetsmålere på markedet som tåler <12 bar kunne måleren til fordel byttes ut og reduksjonsventilen fjernes.

Prosjektmål

Prosjektgruppen har utviklet et RPM system som er tilpasset Drammen Kommune. Systemet er utformet med tanke på effektivitet, allsidighet og enkelhet ved bruk. Enkelte problemer ble avdekket under testperioden, som beskrevet over. Dette har resultert i beregninger og vurderinger av det overleverte systemet og anbefalinger til forbedringer som bør utføres før systemet tas inn i ordinært bruk. Når disse forbedringene er utført vil systemet kunne benyttes til å gi Drammen Kommune – Vann og Avløp det nødvendige grunnlaget for å videreutvikle deres prosjekt "Behovsprøvd rengjøring".

Implementeringen og tilpassingen av RPM metoden til Drammen Kommune vurderes som vellykket. Selv om det gjenstår noe arbeid før metoden kan tas i bruk er grunnarbeidet og utprøvingen utført. Prosjektgruppen er positiv til at det overleverte systemet vil fungere til forventningene og at innholdet i denne rapporten vil kunne fungere som en veiledning for videre arbeid med metoden.

8. Anbefalinger

Prosjektgruppen anbefaler at denne sluttrapporten legges til grunn for det videre arbeidet mot behovsprøvd rengjøring. For å få erfaringer med metoden anbefales det å gjennomføre RPM forsøk i et begrenset område det første året. Hensikten med disse forsøkene vil være å få erfaringer på korrekt utvelgelse av prøvepunkter og hvor store områder prøvepunktene kan sees å være representative. Utvelgelse av målepunkter er kritisk for videre suksess. Erfaringsgrunnlaget som man bygger seg ved å gjøre forsøk i et begrenset område vil være verdifulle når metoden skal benyttes i fullskala.

Videre anbefales det å benytte RPM metoden for å måle den faktiske effekten av den nåværende rengjøringsmetoden. Kostnadmessig ville det vært fordelaktig å benytte styrt vannspyling fremfor pluggspyling. Ved å utføre RPM test i forkant og etterkant av rengjøring med styrt vannspyling og pluggspyling kan rengjøringseffekten for de to metodene sammenlignes. Hvis disse testene viser at det ikke er noen reell forskjell mellom de to, bør styrt vannspyling velges som foretrukket rengjøringsmetode.

Før RPM systemet tas inn i ordinært bruk må følgende punkter utføres:

1. Testing av vannmengde for å etterprøve våre beregninger av restriktorstørrelse i kap 4.5. Testene bør gjennomføres nært opp imot Torricelli sitt prinsipp for utstrømning av vann til fri luft beskrevet i kap. 4.5. For å etterprøve beregningene bør det utføres test av vannmengde ved det laveste og høyeste trykkområde i restriktortabellen (Tabell 3). Hvis resultatene av testing i ytterpunktene av restriktortabellen viser riktig vannmengde kan det antas at alle beregningene i tabellen er korrekte. Hvis dette er tilfelle kan restriktortabellen og brukerveiledningen (kap 4.6) for RPM metoden benyttes uten endringer.
2. Utspylingsdelen bør byttes ut med en ny del laget av 2" galvaniserte rørdeler. Den nåværende utspylingdelen er på grunn av sin byggelengde en begrensende faktor ved valg av prøvepunkter. Beregninger av vannmengde og trykktap viser ingen reell forskjell ved bruk av 2" kontra 3" rørdeler.

9. Referanser

Litteratur

1. **Slaats P.G.G, Rosenthal L.P.M, Vreeburg J.H.G (2003)** - Processes involved in the generation of discoloured water - ISBN: 9781843398721
2. **Kjellberg, Sandra (2007)** - Implementing Resuspension Potential Method to Optimise Mains Cleaning Program
3. **Vreeburg J.H.G, Schaap P.G, van Dijk J.C (2004a)** - Particles in the drinking water system: from source to discolouration
4. **Vreeburg J.H.G, Schaap P.G, van Dijk J.C (2004b)** - Measuring Discoloration Risk: Resuspension Potential Method
5. **Vreeburg J.H.G (2007)** - Discolouration in drinking water systems: a particular approach
6. **Jayaratne A, Ryan G, Grainger C, Wu J, Noui-Mehidi M.N (2004)** - Modelling of particles in water supply systems

Figurer

Figur 1: Mass balance model -Technical University of Delft, 2007

Figur 2: Va Miljø blad nr 4: Rengjøring med myke rensplugger 2007

Figur 3: Discolouration in drinking water systems: a particular approach – Vreeburg, Jan 2007

Figur 4: Discolouration in drinking water systems: a particular approach – Vreeburg, Jan 2007

Figur 6: Discolouration in drinking water systems: a particular approach – Vreeburg, Jan 2007

Figur 6: wikipedia.org/wiki/File:ToricelliLaw.svg (søkt 8/5/2013)

Figur 7: Sensus Metering System – Hydrant Test Meter (databled)

Figur 8:

http://www.google.no/imgres?imgurl=http://www.eng.wayne.edu/legacy/forms/4/coefficient.gif&imgrefurl=http://www.eng.wayne.edu/legacy/forms/4/timmkunns.htm&h=446&w=953&sz=115&tbnid=rFNm4EwBZTLigM:&tbnh=56&tbnw=120&zoom=1&usg=__nIAfCSupjzXKJodE55xoRtRd2V8=&docid=RLD2i8HMTy492M&hl=no&sa=X&ei=ZOuHUejONuXy4QTXoIGoDw&ved=0CIgBEPUBMAk&dur=726 (søkt 18/5/2013)

10. Vedlegg A – Testspesifikasjon

ID	1.1	
Navn	Fysisk størrelse	
Beskrivelse av testen	Senke RPM enheten ned i kommunal brannkum uten problemer.	
Godkjenningkriterier	RPM kassetten må uten demontering kunne senkes ned i en 650 mm kum	
Utførende	Prosjekt gruppe	
Status	Godkjent	Dato: 17.04.13
Kommentar	Test gjennomført uten merknader	

ID	1.2	
Navn	Vekt	
Beskrivelse av testen	Veie RPM enheten	
Godkjenningkriterier	Vekt < 20 kg	
Utførende	Prosjektgruppe	
Status	Veier 37 kg. Test ikke godkjent	Dato: 17.04.13
Kommentar	<p>Årsak: Konflikt mellom krav 1.2 «vekt < 20 kg» og 2.1 «RPM enheten må være batteridreven med minimum 48 timers batterikapasitet».</p> <p>Vekt kravet ble ansett som sekundært til krav 2.1. Valg av koffert ble påvirket som følge av behov for større plass til batteri og elektronikk. Kofferten måtte også være robust nok til å tåle gjentatt opp og nedføring i kum samtidig som den beskytter måleutstyr og elektronikk.</p> <p>Krav 1.2 stammer fra arbeidsmiljøloven sin anbefaling om tilrettelegging hvis en person må utføre gjentatte løft på over 20kg. Behovet for å løfte kassetten vil bare være ved nedsenkning i kum og dette er arbeid som må utføres av to personer. Flytting av kassetten utføres uten problem da den er utstyrt med hjul.</p>	

ID	1.3	
Navn	Gjennomgang av utstysrliste og leveringstid	
Beskrivelse av testen	Gjennomgang av utstysrliste og leveringstid	
Godkjenningkriterier	Alle enkeltkomponentene skal være standardvare hos leverandør eller ha en leveringstid < 4 uker	
Utførende	Prosjektgruppe	
Status	Godkjent	Dato: 17.04.13
Kommentar	De fleste av rørdelene benyttet er lagervare eller har en leveringstid på 2 dager. Måleutstyret benyttet har leveringstid på 2 uker.	

ID	1.4	
Navn	Påkobling brannvannsluttak	
Beskrivelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brannstender med utspylingsdel påkobles brannvannsutttak i kommunal vannverkskum. 2. Kontroller tilkoblinger for lekkasjer, mekaniske problemer eller klareringsproblemer mot kum, stige osv. 	
Godkjenningskriterier	Påkobling fungerer problemfritt ved minimum 3 forskjellige vannverkskummer og vannmengden fra uttaket er tilstrekkelig til å utføre PRM måling	
Utførende	Prosjektgruppe	
Status	Godkjent	Dato: 19.04.13
Kommentar	Påkobling har fungert ved 8 vannverkskummer. Utspylingsdelen bygger 110cm fra brannvannsutttak. Det medfører et problem hvor kummen er grunn. Ved test i kum 71442 var det ikke nok klarering til kjegle, påkobling av utspylingsdelen ble dermed ikke mulig. Dette kan løses ved å bygge en utspylingsdel i en mindre rør dimensjon.	

ID	2.1	
Navn	Batteridrift	
Beskrivelse av testen	<p>RPM enheten settes i drift for kontinuerlig måling av turbiditet i 48 timer. Dette utføres ved at brannstender med utspylingsdel monteres i kum. RPM kassetten senkes ned i kum og tilkobles ½" slange fra utspylingsdel. 3" kuleventil holdes stengt under hele testen. Denne testen skal vise turbiditetsnivå i ledningsnettet uten forstyrrelser.</p> <p>Turbiditetsmåleren settes til kontinuerlig logging. Kumlokk settes tilbake på plass og enheten tas opp igjen 48 timer senere.</p>	
Godkjenningskriterier	Ingen avbrudd i turbiditetsmåling i løpet av 48 timer.	
Utførende	Prosjektgruppen	
Status	Godkjent	Dato: 21.04.13
Kommentar	RPM enhet ble senket ned i kum i Jerpeveien på Konnerud fredag 19. april kl. 11:00 og hentet søndag 21. april kl. 12:00. Loggføringsintervallet var satt til 30 sekunder og måledata viser en kontinuerlig loggføring i hele perioden.	

ID	2.2	
Navn	Turbiditetsmåling	
Beskrivelse av testen	<p>Kontroll av datablad for måleutstyr og test av utstyr i felt.</p> <p>Test av utstyr i felt for indikasjon på reelle målinger av turbiditet:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Brannstender med utspylingsdel påkobles brannvannsutttak i kommunal vannverkskum. 2. RPM kassetten tilkobles utspylingsdel 3. Kontroller manometer 2 –Trykk <6bar 4. Åpne ventil før turbiditetsmåler 5. Avles turbiditetsnivå 6. Turbiditetsnivået vil kontinuerlig måles for vannstrømmen gjennom måleren. Ved å utføre en utspyling vil turbiditetsnivået øke. Høy turbiditet = farget vann <p>Kontroller at endringer i vannfarge ut av turbiditetsmåler og utspyling samsvarer med endringer av turbiditetsnivå i loggeren.</p>	

Godkjenningsskriterier	Datablad viser måleområde og måleunøyaktighet innenfor verdiene angitt i krav 2.2. Test av utstyret i felt viser kontinuerlig loggføring av turbiditetsnivå og endring av nivå ved forstyrrelse av ledningsnett.	
Utførende	Prosjektgruppe	
Status	Godkjent	Dato: 25.04.13
Kommentar	<p>Datablad for Hach-Lange Ultraturb: Måleområde: 0,0001 – 1000 NTU Nøyaktighet: $\pm 0,008$ NTU eller $\pm 1\%$ av måleverdi (0-10 NTU)</p> <p>Ved gjennomføring av testene ble det kontrollert at endringene i turbiditetsnivået fulgte endringene av missfargingen i det utspylte vannet.</p>	

ID	2.3	
Navn	Loggføring av måledata fra tidligere tester	
Beskrivelse av testen	Gjennomgang av måledata fra tidligere tester	
Godkjenningsskriterier	Måledata kan avleses fra alle tidligere tester. Ingen problemer med overføring fra måleutstyr til PC	
Utførende	Prosjektgruppe	
Status	Godkjent	Dato: 24.04.13

ID	2.4	
Navn	Økning av vannhastighet	
Beskrivelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brannstender med utspylingsdel påkobles brannvannsuttak i kommunal vannverkskum. 2. RPM kassetten tilkobles utspylingsdel 3. Avlesning av trykk fra manometer 2 (redusert trykk) 4. Trykk < 6bar – åpne kuleventil til turbiditetsmåler 5. Avlesning av trykk fra manometer 1 6. Sett inn trykk og ledningsdimensjon i restriktor tabell og avles korrekt restriktor nummer. 7. Installer restriktor på utspylingsdel 8. Tilkoble brannslange på restriktor 9. Koble brannslange til flowmeter 10. Åpne 3" kuleventil på utspylingsdel helt 11. Les av vannstrøm i flowmeter <p>Omregning fra l/s fra flowmeter til m/s for den aktuelle ledningsdimensjonen. Ønsket hastighet 0,35m/s</p>	
Godkjenningsskriterier	Vannmengden gjennom utspylingspunktet må være tilstrekkelig til å gi en økt vannhastighet gjennom ledningen som testet på 0,35 m/s	
Utførende	Prosjektgruppe	
Status	Ikke godkjent (usikker måling)	Dato: 24.04.13
Kommentar	Høy måleunøyaktighet fra vannmåler gjør det umulig å kontrollere vannhastigheten.	

11. Vedlegg B - Testdata

Hallingrudveien

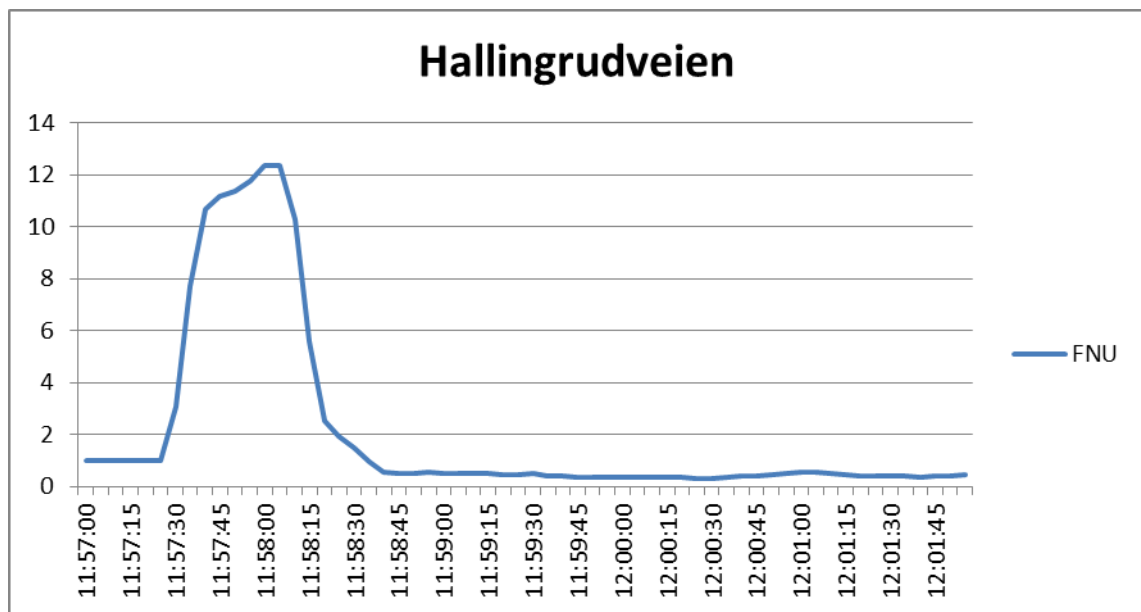
Kumnr:	74118		
Dato:	17.apr	Teststart:	11:57

Avlest i felt

Start	100 sekunder	200 sekunder	300 sekunder	Gjennomsnitt
0,441 FNU	2,86 FNU	9,80 FNU	3,04 FNU	5,23 FNU

Rådata

TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY
11:57:00	0,99976	11:58:00	12,355189	11:59:00	0,525949	12:00:00	0,351803	12:01:00	0,542188
11:57:05	0,999427	11:58:05	12,364393	11:59:05	0,525949	12:00:05	0,337925	12:01:05	0,53331
11:57:10	0,999883	11:58:10	10,271029	11:59:10	0,500978	12:00:10	0,336939	12:01:10	0,487759
11:57:15	0,999817	11:58:15	5,572995	11:59:15	0,479186	12:00:15	0,337499	12:01:15	0,470622
11:57:20	1,000737	11:58:20	2,506066	11:59:20	0,461925	12:00:20	0,335272	12:01:20	0,413712
11:57:25	1,000971	11:58:25	1,945162	11:59:25	0,464157	12:00:25	0,327951	12:01:25	0,390885
11:57:30	3,062221	11:58:30	1,480602	11:59:30	0,483973	12:00:30	0,323545	12:01:30	0,388669
11:57:35	7,69624	11:58:35	0,941698	11:59:35	0,426791	12:00:35	0,362677	12:01:35	0,422364
11:57:40	10,690083	11:58:40	0,551802	11:59:40	0,387745	12:00:40	0,379014	12:01:40	0,369234
11:57:45	11,184933	11:58:45	0,513994	11:59:45	0,377414	12:00:45	0,425812	12:01:45	0,382012
11:57:50	11,375091	11:58:50	0,49538	11:59:50	0,372088	12:00:50	0,462745	12:01:50	0,425456
11:57:55	11,770341	11:58:55	0,541014	11:59:55	0,351323	12:00:55	0,498485	12:01:55	0,434465



Jerpeveien

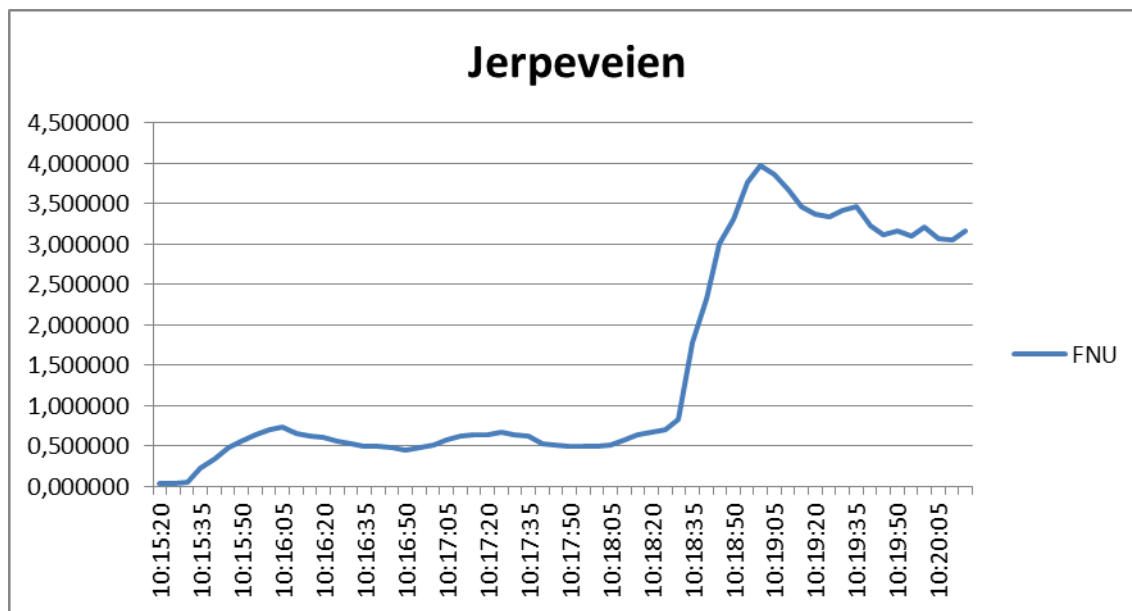
Kumnr:	25261		
Dato:	17.apr	Teststart:	10:49

Rådata

TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY
10:15:20	0,027435	10:16:20	0,601839	10:17:20	0,640288	10:18:20	0,671639	10:19:20	3,374889
10:15:25	0,027435	10:16:25	0,558258	10:17:25	0,662617	10:18:25	0,696264	10:19:25	3,333353
10:15:30	0,052391	10:16:30	0,525451	10:17:30	0,643651	10:18:30	0,830097	10:19:30	3,410815
10:15:35	0,227799	10:16:35	0,490418	10:17:35	0,619449	10:18:35	1,780408	10:19:35	3,457022
10:15:40	0,333439	10:16:40	0,496377	10:17:40	0,532993	10:18:40	2,321164	10:19:40	3,226425
10:15:45	0,476600	10:16:45	0,483520	10:17:45	0,502729	10:18:45	3,003872	10:19:45	3,120726
10:15:50	0,553843	10:16:50	0,452406	10:17:50	0,491845	10:18:50	3,304204	10:19:50	3,160738
10:15:55	0,641361	10:16:55	0,470955	10:17:55	0,496737	10:18:55	3,762009	10:19:55	3,094897
10:16:00	0,695651	10:17:00	0,504355	10:18:00	0,497317	10:19:00	3,970953	10:20:00	3,205146
10:16:05	0,727584	10:17:05	0,566763	10:18:05	0,513397	10:19:05	3,853751	10:20:05	3,070819
10:16:10	0,651669	10:17:10	0,627898	10:18:10	0,571759	10:19:10	3,665906	10:20:10	3,044476
10:16:15	0,617743	10:17:15	0,640912	10:18:15	0,645164	10:19:15	3,469296	10:20:15	3,166090

Avlest i felt

Start	100 sekunder	200 sekunder	300 sekunder	Gjennomsnitt
0,56 FNU	19,5 FNU	20,1 FNU	87,4 FNU	42,3 FNU



Strømskogen

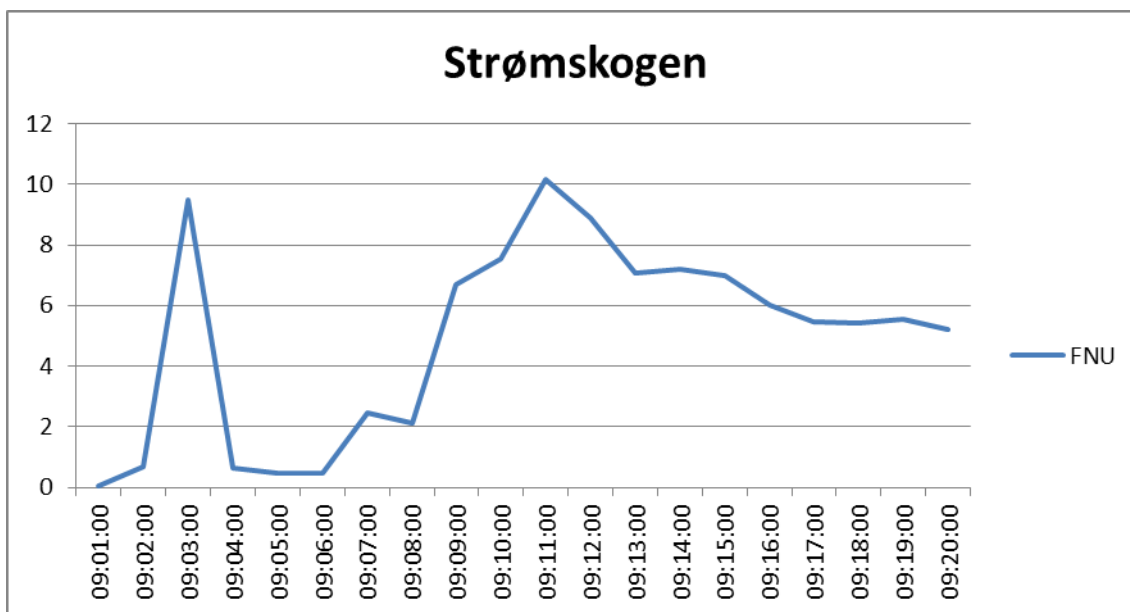
Kumnr:	25997		
Dato:	24.apr	Teststart:	09:06

Rådata

TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY	TIME	TURBIDITY		
09:01:00	0,045792	09:06:00	0,467445	09:11:00	10,172211	09:16:00	6,016084		
09:02:00	0,686627	09:07:00	2,463548	09:12:00	8,893598	09:17:00	5,460553		
09:03:00	9,501599	09:08:00	2,117784	09:13:00	7,064816	09:18:00	5,435134		
09:04:00	0,635596	09:09:00	6,68018	09:14:00	7,206232	09:19:00	5,565605		
09:05:00	0,480682	09:10:00	7,52929	09:15:00	6,997587	09:20:00	5,197995		

Avlest i felt

Start	100 sekunder	200 sekunder	300 sekunder	Gjennomsnitt
0,48 FNU	3,01 FNU	7,07 FNU	10,02 FNU	6,7 FNU



Jupiterstien

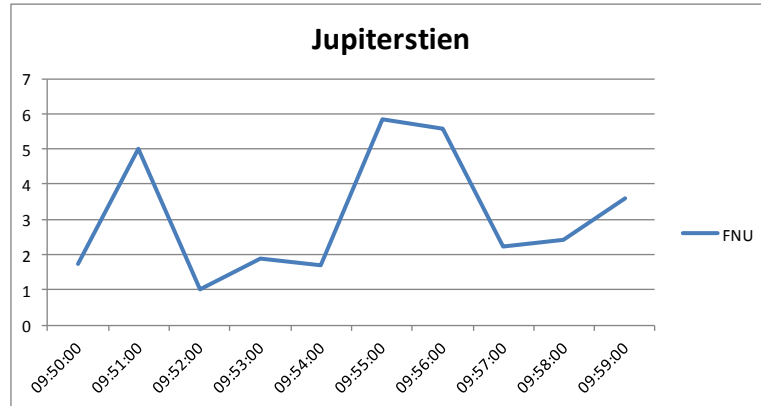
Kumnr:	52273		
Dato:	24.apr	Teststart:	09:52:40

Rådata

TIME	TURBIDITY
09:50:00	1,734821
09:51:00	5,021071
09:52:00	1,026381
09:53:00	1,897696
09:54:00	1,687909
09:55:00	5,858094
09:56:00	5,57621
09:57:00	2,241536
09:58:00	2,421943
09:59:00	3,598799

Avlest i felt

Start	100 sekunder	200 sekunder	300 sekunder	Gjennomsnitt
0,9 FNU	1,94 FNU	5,58 FNU	2,53 FNU	3,35 FNU



Revefaret

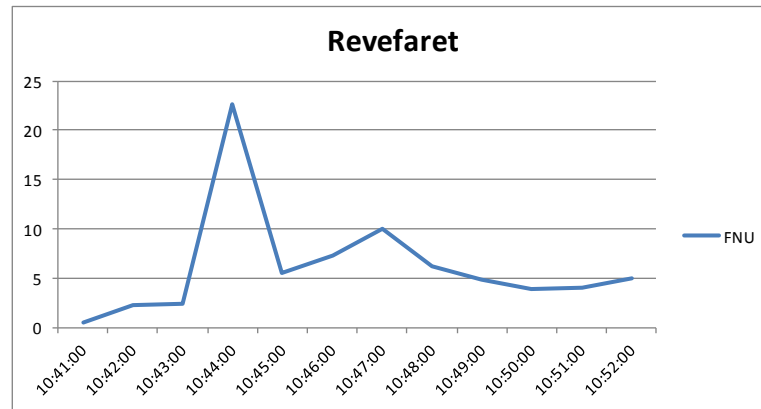
Kumnr:	8677		
Dato:	24.apr	Teststart:	10:43

Rådata

TIME	TURBIDITY
10:41:00	0,447559
10:42:00	2,21199
10:43:00	2,36289
10:44:00	22,666077
10:45:00	5,465115
10:46:00	7,320127
10:47:00	9,974183
10:48:00	6,172216
10:49:00	4,87027
10:50:00	3,812569
10:51:00	4,041009
10:52:00	5,004189

Avlest i felt

Start	100 sekunder	200 sekunder	300 sekunder	Gjennomsnitt
2,3 FNU	5,81 FNU	6,5 FNU	6,06 FNU	6,12 FNU



Dammenga

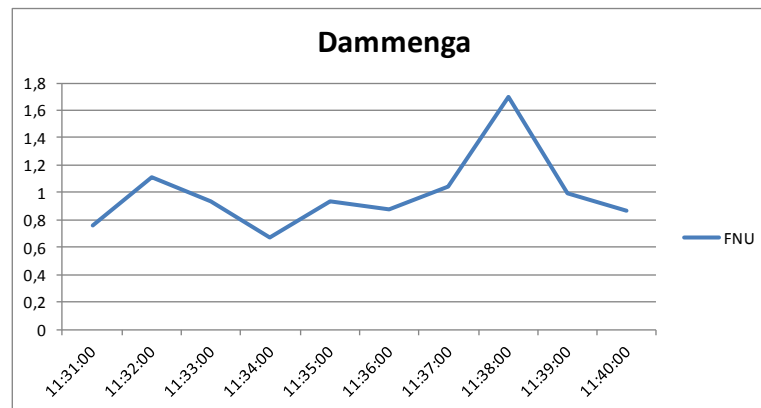
Kumnr:	52788		
Dato:	24.apr	Teststart:	11:31

Rådata

TIME	TURBIDITY
11:31:00	0,763217
11:32:00	1,112271
11:33:00	0,936802
11:34:00	0,66589
11:35:00	0,938809
11:36:00	0,880504
11:37:00	1,045724
11:38:00	1,699243
11:39:00	0,997912
11:40:00	0,870356

Avlest i felt

Start	100 sekunder	200 sekunder	300 sekunder	Gjennomsnitt
0,88 FNU	1,06 FNU	0,72 FNU	0,88 FNU	0,88 FNU



Prosjektgruppe 3

**Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnettet
Forstudierapport**

Versjon 1.2

Revisjonshistorie

Dato	Versjon	Beskrivelse	Forfatter
21.12.12	1.0	Ferdigstillelse	Jarl Erik Larsen
03.01.12	1.1	Endring av 4.1 Dokumentkrav	Jarl Erik Larsen
04.02.12	1.2	Erstattet fremdriftsplan	Jarl Erik Larsen

Innholdsfortegnelse

1.	Introduksjon – hensikten med dokumentet	1
2.	Bakgrunn for prosjektet	2
2.1	Beskrivelse av problem	2
2.2	Beskrivelse av behov	4
2.3	Dagens systemer og rutiner	5
3.	Prosjektet	6
3.1	Prosjekt mål	6
3.2	Prosjektets omfang	7
3.3	Prosjektorganisering	7
3.4	Prosjektets milepæler og hovedaktiviteter	9
3.5	Prosjektets kostnader	10
3.6	Kost/nytte	10
4.	Retningslinjer og standarder	10
4.1	Krav til dokumentasjon	11
4.2	Endring og avvikshåndtering	11
5.	Anbefaling om videre arbeid	12
6.	Litteraturliste	13

1. Introduksjon – hensikten med dokumentet

Denne forstudierapport er utarbeidet for Drammen Kommune – Vann og Avløp av avgangsstudenter ved linjen Industribachelor: Maskin, Vann og Miljøteknikk ved Høgskolen i Kongsberg- Avdeling for Teknologi.

Forstudierapporten har til hensikt å gi en samstemt oppfatning av hva prosjektet innebærer, hvordan det vil gjennomføres og hvilke resultater man kan forvente av prosjektet.

Drammen Kommune – Vann og Avløp ønsker å innføre en metode for vurdering av rengjøringsbehov i kommunale vannledninger. Metoden vil kunne danne grunnlaget for endringer av dagens rutinemessige rengjøringsinstruks av ledningsnettet.

Forstudierapporten inneholder følgende:

Bakgrunn for prosjektet er en introduksjon til grunnlaget for prosjektet. Her gis det en innføring i årsaken til misfarget drikkevann og hvordan dette håndteres med dagens rengjøringsmetode og rengjøringsinstruks.

Prosjekt mål forklarer hvilke målsetninger prosjektgruppen har, hvordan arbeidet vil organiseres og gjennomføres og hvilke kostnader prosjektet vil medføre.

Retningslinjer og standarder tar for seg krav til dokumentasjonen som skal leveres underveis i prosjektet og hvordan avvik og endringer i prosjektet skal gjennomføres.

Anbefaling og videre arbeid gir en kort oppsummering av resultatet av denne rapporten, og en anbefaling for videre arbeid i prosjektet

2. Bakgrunn for prosjektet

Drammen Kommune er en bykommune i nedre del av Buskerud. Drammen er med sine 64 500 innbyggere Norges niende største by og en av de raskest voksende byregioner. Drammen Kommune – Vann og Avløp(VA) leverer drikkevann til byens husstander, industri og næringseiendommer gjennom et ledningsnett av 290km rør. Leveransen av drikkevann er underlagt Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften) og godkjennende myndighet for vannforsyningssystemer er Mattilsynet. Drikkevannsforskriften § 12 lyder som følger:

«Drikkevann skal, når det leveres til mottakeren, jf. § 5, være hygienisk betryggende, klart og uten framtrædende lukt, smak eller farge. Det skal ikke inneholde fysiske, kjemiske eller biologiske komponenter som kan medføre fare for helseskade i vanlig bruk.»

Over tid vil sedimenter og begroing i ledningsnettet øke risikoen for misfarget vann. For å tilfredsstillende myndighetenes krav til kvalitet av drikkevann er det nødvendig med gode rengjøringsrutiner av ledningsnettet.

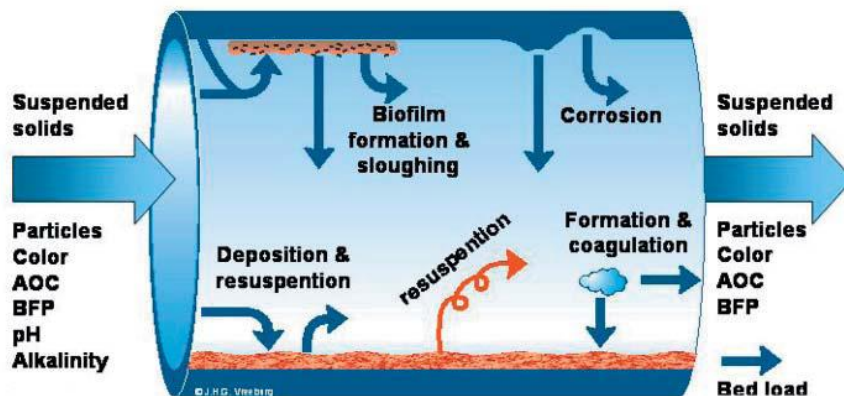
VA har siden 2001 benyttet seg av en spyleinstruks for rutinemessig rengjøring av vannledningene. Spyleinstruksjonen deler byen inn i seks soner som blir rengjort suksessivt. Det tar seks år å rengjøre hele ledningsnettet i Drammen. Oppdelingen av byen i seks soner ble gjort av praktiske årsaker. Arbeidet er tidkrevende og man ville med en mindre oppdeling av byen risikere å ikke ha tid nok til å fullføre i løpet av sommerhalvåret. Etter innføringen av spyleinstruksjonen har det vært en nedgang i henvendelser knyttet til misfarget vann og generell vannkvalitet. Det er et behov for å gjennomgå instruksjonen og vurdere den imot nasjonal og internasjonal forskning. VA ønsker med prosjektet å begynne arbeidet med å vurdere den nåværende instruksjonen for en eventuell revidering. Formålet med en revidering vil være å optimalisere den nåværende instruksjonen eller utvikle en ny behovsprøvd rengjøringsrutine.

2.1 Beskrivelse av problem

Misfarging

Misfarging oppstår som følge av en kombinasjon av flere faktorer. Tilstedeværelse av partikler, biofilm og korrosjon i ledningene kombinert med en hydraulisk forstyrrelse vil forårsake misfarget vann. Partiklene i ledningsnettet opptrer i oppløst form eller som sedimenter og kommer fra flere kilder. Partiklene kan bli tilført ledningsnettet eller de kan oppstå som følge av korrosjon og biofilmdannelse i ledningsnettet (Kjellberg, Sandra 2007).

Mass balance model



Figur 1. Mass balance model (Technical University of Delft, 2007)

Figur 1 demonstrerer de ulike kildene til akkumulering av sedimenter i ledningsnett.

Eksogen tilførsel av partikler: Tilførsel av partikler til ledningsnett kan komme via vannbehandling eller ved vedlikeholdsarbeid på ledningsnett. Partikler i råvannet som ikke blir fjernet i vannbehandlingen vil bli tilført ledningsnett. Selve vannbehandlingsprosessen kan også tilføre partikler, spesielt hvor man benytter seg av sandfilter. Ved vedlikeholdsarbeid på ledningsnett kan sand og silt komme inn i ledningen (Kjellberg, Sandra 2007).

Endogen tilførsel av partikler: Partikler som oppstår i ledningsnett, i hovedsak fra korrosjon og biofilm dannelse. Korrosjon i rør, ventiler og armatur vil danne rustpartikler som enten vil sedimenteres eller suspenderes og direkte farge vannet. Korrosjon er en dominerende årsak til misfarget vann, spesielt i ledningsnett med uforedede jernrør. Biofilm er dannelsen av mikroorganismer som vokser på en overflate. Ved økt vannhastighet vil deler av biofilmen løsne fra rørveggen og enten suspenderes eller sedimentere (Kjellberg, Sandra 2007).

Partiklene vil opptre i suspendert form eller de vil sedimentere avhengig av partiklenes masse og de hydrauliske forhold i ledningen. Akkumulering av sedimentert materie i ledningen avhenger av mengden suspendert materie i vannet, tyngden av partiklene og vannets oppholdstid i ledningen. Risikoen for å tilføre kundene misfarget vann øker ettersom mengden suspendert stoff i ledningene øker. Ved en hydraulisk forstyrrelse som ved vannlekkasje, brannvannsuttag etc. vil den økte vannhastigheten resuspendere sedimentene og forårsake misfarget vann.

Ved vurdering av misfargingsrisiko må man kjenne til mengden sedimenterte partikler og partiklenes størrelse. Tyngre partikler, som sandkorn, vil raskt sedimentere og utgjør derfor liten risiko. Mindre partikler vil være lettere og resuspendere og vil holde seg suspendert lengre. Suspendert stoff i ledningsnett vil tilføres kundene hvis det ikke blir spylt ut av ledningsnett (Kjellberg, Sandra 2007).

Misfarget vann er den hyppigste kundeklagen. Ved siden av det estetiske aspektet vil partikler i drikkevannet kunne utgjøre en fare for helsen. Partikler i drikkevannet og misfarget vann er ikke forenelig med «. å sikre forsyning av drikkevann i tilfredsstillende mengde og av tilfredsstillende kvalitet, herunder å sikre at drikkevannet ikke inneholder helseskadelig forurensning av noe slag og for øvrig er helsemessig betryggende (Drikkevannsforskriften 1§.)»

For å tilfredsstille myndighetenes krav og å levere drikkevann av god kvalitet til kundene er det nødvendig med gode rutiner for rengjøring av ledningsnett.

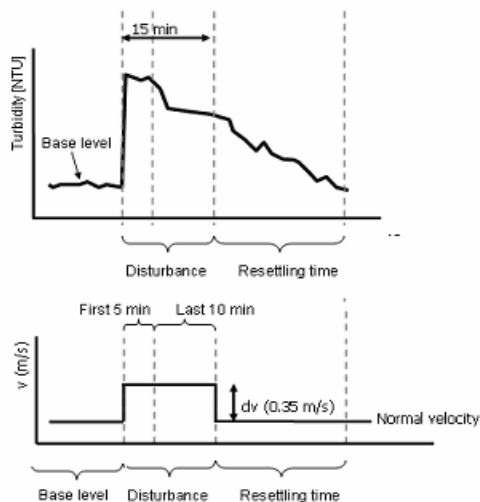
2.2 Beskrivelse av behov

Etter 11 år med rutinemessig rengjøring av vannledningsnett er det nødvendig å vurdere instruks. Det er ønskelig å finne ut den reelle effekten av rengjøringen ved nåværende rengjøringsfrekvens og undersøke om det er ulike behov for rengjøring innenfor og mellom de ulike sonene. For å gjøre disse vurderingene har VA behov for en målemetode som måler rengjøringsbehov i ledningsnett.

VA ønsker å innføre en metode kalt Resuspension Potential Method (RPM). Denne metoden er utviklet av Kiwa Water Research i Nederland. Metoden har til formål å måle rengjøringsbehov og dermed risikoen for misfarget vann. RPM er en objektiv og reproducerbar målemetode (Kjellberg, Sandra 2007).

RPM metoden måler sedimentenes kapasitet til å resuspenderes, ved å benytte en standardisert utspylingsprosedyre. Utspylingen øker vannhastigheten med 0,35 m/s hvilket forårsaker en forstyrrelse av sedimentene i ledningen.

De resuspenderte partiklene vil forårsake en økning i turbiditet. Turbiditeten måles i perioden før, under og etter utspylingsprosedyren. Resultatet blir en graf som indikerer mengden sediment og dens evne til å resuspenderes.



Figur 2 - Illustration of RPM performance (Vreeburg et al. 2004b)

Ved tolkning av grafen kan man avgjøre ledningsnettets rengjøringsbehov. Metoden må tilpasses lokale forhold og det må avgjøres hva som er akseptabelt turbiditetsnivå i Drammen. Metoden vil kunne brukes til å avgjøre effekten av den nåværende spyleinstruks ved å foreta målinger på ledninger som er rengjort inntil seks år tilbake. Måledata fra ledningsnett vil kunne gi grunnlag for endring av spyleinstruks (Kjellberg, Sandra 2007).

Ved å foreta rutinemessige RPM målinger på utvalgte prøvepunkter i ledningsnett vil behovet for en tidsbasert instruks frafalle. I Nederland, hvor metoden er utviklet, baseres nesten alle rengjøringsprogram seg på regelmessige RPM målinger. PWN Watercompany i Nederland har hatt gode resultater etter at de gikk over fra en tidsbasert rengjøringsinstruks til behovsprøvd rengjøring med RPM metoden. PWN

rengjorde med en fireårlig frekvens. Etter å ha tatt i bruk RPM metoden rengjør de nå 10 % av vannledningene årlig, en nedgang på 60 %. I den samme perioden har de registrert en nedgang i antall kundeklager relatert til drikkevannskvalitet på 50 % (Petter Schaap, PWN). Om behovsprøvd rengjøring basert på RPM målinger vil la seg overføre til Drammen må utredes nærmere.

2.3 Dagens systemer og rutiner

Ledningsnettets oppbygging

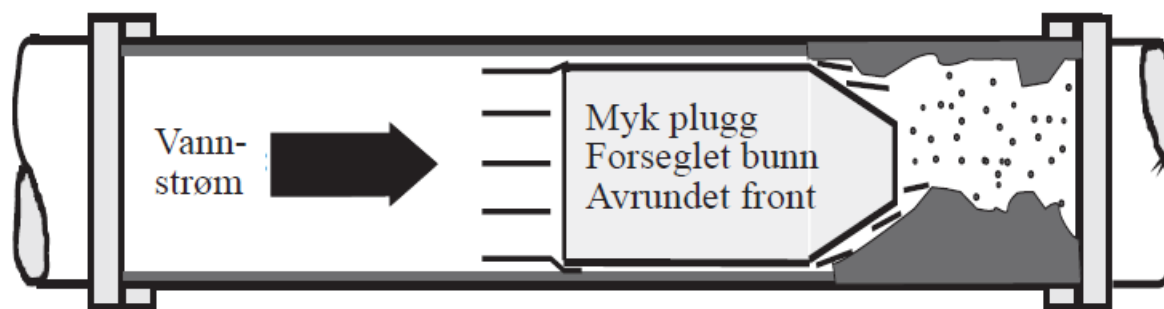
Etableringen av vannforsyning i Drammen begynte på midten av 1800 tallet i byens sentrum og består i dag av 290 km rør. I overkant av 75 % av byens vannledninger er støpejerns rør. Dimensjonene varierer fra 25 mm til 400 mm. Ledningsnettets ble bygd ut i forskjellige faser av byens utvikling. Ved to tilfeller i nyere tid har det vært grensejustering hvor Drammen har fått tilført nye områder, henholdsvis Skoger og Åssiden. Disse områdene ble ikke etablert med de samme retningslinjene og standardene som resten av byen. Resultatet er et ledningsnett som er noe uensartet. Ledningsnettets reflekterer ofte alderen på boligområdet.

På grunn av byens topografi med store høydeforskjeller er byen inndelt i 30 forskjellige trykksoner. Trykksoneene har til hensikt å avgrense et område og levere et akseptabelt trykk til kundene innenfor området. Trykksoneene får sin vanntilførsel via reduksjonsventiler, trykkøkingsstasjoner eller høydebasseng og er avgrenset med stengte ventiler. Ved tiltak på ventiler og ledninger i grensen for trykksoneene må konsekvensene av tiltaket vurderes. Konsekvensene av å utilsiktet åpne en ventil mellom trykksoneene, og dermed å øke trykket i nedenforliggende soner kan være skade på private rørsystemer og vannlekkasjer. Ved bruk av RPM metoden kreves det at det skapes en ensrettet vannstrøm i ledningen som blir testet. For å oppnå en ensrettet vannstrøm må ledningen stenges ut fra tilstøtende ledninger. Utvalget av prøvepunkter for RPM metoden må ses i sammenheng med hvilke konsekvens prøven får for nærliggende trykksoner.

Rengjørings metode

Foretrukket rengjøringsmetode i Drammen er rengjøring med myke renseplugger. Rensepluggen lastes inn i vannledningen gjennom egnet rørdel, for eksempel via brannventil. Vanntrykket settes på slik at pluggen gis en fremdrift med det eksisterende vanntrykket. Rensepluggen styres igjennom rengjøringsstrekke ved å manøvrere ventilene på ledningsnettets til et utspylingspunkt. Myke pluggen vil følge vannstrømmen gjennom 90° bend, T-rør og lignende. Pluggen vil også passere gjennom innsnevninger opp til 75 % av nominell rørdiameter. Selve renseeffekten ved bruk av renseplugg, kommer som følge av den økte vannhastigheten mellom pluggen og rørveggen. Det er en effektiv metode for fjerning av begroing på innsiden av rørveggen og sediment i rørbunnen.

Antallet pluggen som bør kjøres er avhengig av tilstanden på ledningen som blir rengjort. Som hovedregel skal det kjøres pluggen helt til vannet som kommer etter er klart og fritt for partikler (VA – Miljøblad Nr: 4 2007).



Figur 3 – Prinsipp ved pluggkjøring (VA – Miljø blad Nr:4 2007)

Hvis rengjøring med myk renseplugg ikke lar seg gjennomføre, rengjøres ledningsnett med styrt vannspyling. Ved styrt vannspyling vil det ønskede ledningsstrekke bli rengjort ved å øke vannhastigheten med inntil 1,5 m/s. Ledningsstrekke blir stengt ut og utspylingspunktet åpnes til ønsket vannhastighet er oppnådd. Den økte skjærkraften vil løsrive begroing og suspendere sedimenterte partikler og partiklene føres med vannstrømmen ut av ledningen. Spylingen gjennomføres inntil vannet er klart og fritt for partikler. Metoden er ikke like effektiv som pluggkjøring. Vannhastigheten mellom rørveggen og pluggen vil være høyere enn det som kan oppnås med kun vannspyling (VA – Miljøblad Nr: 4 2007).

Nåværende spyleinstruks

Byen er inndelt i seks forskjellige soner. En sone rengjøres hvert år og gjennomføringen legges til sommerhalvåret. Hver sone er inndelt i mindre spyleserier. En serie defineres som den del av ledningsnett som kan rengjøres i løpet av en dag eller en natt. En serie kan bestå av flere rengjøringsstrekninger. Antall serier per sone varierer fra 21 til 37. Disse seriene gjennomføres i en forhåndsbestemt rekkefølge hvor man starter nærmest vannbehandlingsanlegg, trykkreduksjonsanlegg, pumpestasjon eller lignende. Rekkefølgen på seriene legges opp slik at ledningene som blir rengjort får vannforsyning fra de ledningene som allerede er rengjort. Hvis dette ikke overholdes vil det resultere i misfarget vann og kundeklager. Hver spyleserie består av en instruks og oversiktskart. Instruksen gir en beskrivelse av fremgangsmåte for gjennomføringen av spyleserien.

3. Prosjektet

Prosjektet er hovedprosjekt for linjen Industribachelor: Maskin, Vann og Miljøteknikk ved Høgskolen i Kongsberg- Avdeling for Teknologi. Prosjektet er formelt kontraktsfestet mellom følgende tre parter.

- Prosjektgruppa: Jarl Erik Larsen, Harald Bernhardsen, Simen Fjellheim, Galip Øzkara og Roger Lippert
- Drammen Kommune – Vann og Avløp (oppdragsgiver)
- Høgskolen i Buskerud

Prosjektet gjennomføres vårsemesteret 2013.

3.1 Prosjektmål

Drammen Kommune – VA ønsker med denne oppgaven å begynne arbeidet med å revidere kommunens spyleinstruks. Oppgaven vil være en del av et større prosjekt i kommunen. Gjennom prosjektet er målsettingen å finne ut om det er ulike behov for spyling, både innenfor og mellom de ulike sonene, med spesiell vekt på nødvendig hyppighet av rengjøringen. Det er også ønskelig at prosjektet gir svar på den faktiske effekten som spylingen har på vannkvaliteten i ledningsnett.

For å oppnå dette har vår gruppe fått følgende prosjektmål:

1. Innføre en målemetode(RPM) for å stadfeste rengjøringsbehov på ledningsnett. Målemetoden må tilpasses lokale forhold og være testet og kontrollert ved overlevering.
2. Redegjøre for metodens muligheter og begrensninger.
3. Redegjøre for de praktiske utfordringene ved å benytte denne målemetoden.
4. Etablere systematisk datalagring av måledata

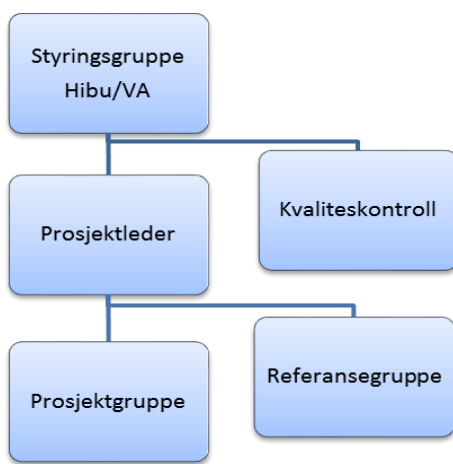
3.2 Prosjektets omfang

Prosjektet er begrenset til å omfatte innføringen av RPM metoden til Drammen. Prosjektet innbefatter ikke:

- Revisjon/arbeid med spyleinstruks
- Innsamling av måledata
- Utrede potensielle målepunkter
- Drive brukeropplæring

Presisering av prosjektmål 2: Prosjektgruppen vil redegjøre for metodens muligheter og begrensninger ved hjelp av studier i nasjonal og internasjonal forskning og ved meningsutvekslinger med utviklere og brukere av metoden. Prosjektet vil ikke omfatte en redegjørelse for om disse mulighetene eller begrensningene lar seg overføre til Drammen.

3.3 Prosjektorganisering



Figur 4: Organisasjonskart for prosjektet

Tabell 1: Tabellen viser en oversikt over roller og ansvar

Rolle	Deltager	Organisasjon	Ansvar
Prosjektleder	Jarl Erik Larsen	VA	
Intern veileder	Frank Helgestad	Hibu	Styringsgruppe og kvalitetskontroll
Ekstern veileder	Ane Prøsch-Oddevald	VA	Styringsgruppe og kvalitetskontroll

Prosjektlederen har det overordnede ansvaret for at prosjektet blir gjennomført i henhold til de vedtatte planene. Prosjektlederen skal:

- Styre arbeidet mot målet for prosjektet
- Rapportere til veilederne
- Holde prosjektet innenfor grensene for prosjektet

- Informere veilederen om nåværende eller fremtidige overskridelser av prosjektgrensene

Veiledere fungerer som styringsgruppe og kvalitetskontroll og har ansvaret for:

- Beslutte hvilke grenser prosjektet skal arbeide innenfor
- Bestemme om prosjektet skal starte, fortsette, utsettes eller avsluttes
- Kvalitetssikre arbeidet

Referansegruppen skal fungere som konsulenter for prosjektlederen i saker som angår foreslåtte eller allerede utførte arbeidsoppgaver. Ved Hibu vil referansepersoner og andre ansatte ved høghskolen eller hos den eksterne oppdragsgiveren kunne fungere som referansegruppe. Hovedansvarsområder og aktiviteter som tilligger referansegruppen:

- Gå kritisk gjennom planer som legges frem av prosjektlederen.
- Reagere på slike fremlagte planer ved å tilkjennegi meninger, råd, nye ideer, alternative løsninger.

Deltagere i prosjektgruppen skal arbeide med aktivitetene i prosjektet i den tiden som den enkelte er allokert til prosjektet. De skal:

- Være tilgjengelig for prosjektet i den tiden som er spesifisert i prosjektplanen.
- Delta i arbeidet med de forskjellige aktivitetene for prosjektet i henhold til de foreliggende aktivitetsplaner.

til testspesifikasjon for deretter og gjennomgå en analyse i samråd med oppdragsgiver. Eventuelle endringer av systemet medfører en ny konstruksjonsfase, hvor den ferdige RPM enheten overleveres uke 21.

3.5 Prosjektets kostnader

Tabell 3: Kostnadsestimat for prosjektet

Prosjektdel	Kostnad
Måleutstyr	20000 - 40000
Strømforsyning	4000
Brannstender, ventiler, slanger og rørdeler	5000
Oppbevaring	5000
Konsulenter	3000
Reiseutgifter (Møte med PWN Watercompany)	10000
Sum	47000 - 67000

Tabell 3: Kostnadsestimat for prosjektet

Prosjektets kostnader er nært knyttet opp til innkjøp av utstyret som vil danne RPM enheten. De høyeste kostnadene for prosjektet vil være innkjøp av måleapparat for turbiditet og data logger. Det er innhentet pris på et utvalg måleapparater med forskjellige egenskaper. Hvilket av disse måleapparatene som er mest hensiktsmessig å benytte må utredes nærmere.

3.6 Kost/nytte

Gjennomføringen av den årlige rengjøringen av ledningsnettet medfører en kostnad på 2 millioner kroner til utførende av rengjøringen. I tillegg blir store ressurser i VA knyttet opp til arbeidet med planlegging og gjennomføring av rengjøringen.

Hvis vi legger kostnadene til utførende av rengjøringen til grunn for vurdering av kost/nytte og benytter eksemplet fra PWN Watercompany ville det medført en reduksjon av årlige utgifter med 1,2 millioner kroner. Dette eksemplet bygger på en 60 % reduksjon av antall kilometer vannledninger rengjort.

Kostnadene knyttet til innføring av RPM metoden tilsvarer 3,5 % av de årlige utgiftene knyttet til rengjøringsarbeidet. Det vurderes derfor til å være økonomisk forsvarlig å innføre metoden.

4. Retningslinjer og standarder

Prosjektet følger Høgskolen i Buskerud – Avdeling for Teknologi (Hibu) sin standard for gjennomføring av hovedprosjekt med prosjektstyring. Ønsker arbeidsgiver dokumentasjon utover hva Hibu krever må dette formidles prosjektgruppen i tilstrekkelig tid før dokumentet ønskes innlevert.

Prosjektet har tre presentasjoner i løpet av semesteret. Presentasjonene er milepæler for innlevering av dokumentasjon. Prosjektgruppen vil ved presentasjonen gjennomgå dokumentasjon og status for prosjektet for arbeidsgiver og Hibu.

4.1 Krav til dokumentasjon

Hibu krever følgende dokumenter innlevert senest to arbeidsdager før første presentasjon:

- Forstudierapport
- Visjonsdokument
- Kravspesifikasjon
- Prosjektplan
- Testplan/spesifikasjon

Oppdragsgiver ønsker at det ved prosjektets slutt overleveres en sluttrapport. Sluttrapporten vil være en komplett beskrivelse av systemet som er innført og de forskjellige prosjektmålene gruppen har arbeidet med. Hensikten med sluttrapporten er å gi oppdragsgiver en veiledning for fremtidig arbeid med RPM metoden og at den skal kunne fungere som en brukerveiledning for andre kommuner som ønsker å ta i bruk RPM metoden i sitt rengjøringsprogram.

Dokumentasjonen må godkjennes av arbeidsgiver før det overleveres Hibu

4.2 Endring og avvikshåndtering

Hvis prosjektet omfang eller mål ønskes endret under prosjektperioden følges denne prosedyre:

1. Dokumentere endringen
2. Analysere konsekvensene for prosjektet
3. Godkjennelse og aksept
4. Loggføre endringen
5. Justere prosjektplan
6. Informere interessentene
7. Gjennomføre endringer

Ønsker om endringer kan komme fra VA(oppdragsgiver), Hibu eller prosjektgruppen.

Hvis prosjektgruppen ikke klarer å fullføre ett eller flere av målene for prosjektet, eller de ikke klarer å levere dokumentasjon til avtalt tid, vil avviket behandles på følgende måte:

1. Prosjektleder varsler interessenter
2. Avviksskjema utfylles
3. Utrede avvikets konsekvens for prosjektet
4. Møte med interessentene
5. Interessentene avgjør konsekvens for prosjektgruppen eller den enkelte student

Får avviket konsekvens for prosjektplanen, gjennomføres følgende:

6. Loggføre endringer
7. Justere prosjektplan
8. Informere interessentene
9. Gjennomføre endringer

5. Anbefaling om videre arbeid

Drammen Kommune – Vann og Avløp har behov for innføring av RPM metoden for å muliggjøre arbeidet med å revidere spyleinstruksen. RPM metoden vil tilføre nye muligheter for å vurdere ledningsnettets rengjøringsbehov og rengjøringsmetodens renseseffekt. Metoden har også potensialet til å erstatte den tidsbaserte rengjøringsinstruksen med en behovsprøvd rengjøringsrutine. Kostnadene knyttet til innføringen av metoden er lave sett i forhold til potensiale for besparelse. Prosjektet anbefales derfor videreført innenfor de rammene og planene som er lagt frem i forstudierapporten.

6. Litteraturliste

Kjellberg, Sandra. 2007. *Implementing Reuspension Potential Method To Optimise Mains Cleaning*

VA – Miljøblad Nr: 4 2007. *Rengjøring med myke renseplugg*

Figur 1: Technical University of Delft 2007

<http://www.citg.tudelft.nl/en/about-faculty/departments/watermanagement/sections/sanitary-engineering/chairs/drinking-water/research/current-post-doc-projects/vreeburg/q21-sed>

(21.12.12)

Figur 2: Vreeburg J.H.G, Schaap P.G, van Dijk J.C. (2004b). *Measuring Discoloration Risk: Resuspension Potential Method*

Figur 3: VA – Miljøblad Nr:4 2007. *Rengjøring med myke renseplugg*

Prosjektgruppe 3

Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnettet
Prosjektplan

Versjon 1.1

Revisjonshistorie

Dato	Versjon	Beskrivelse	Forfatter
24.01.13	0.1	Oppstart	Jarl Erik Larsen og Harald Bernhardsen
25.01.13	0.2	Lagt inn prosjektmodell og aktivitetsplan	Jarl Erik Larsen
26.01.13	0.3	Arbeid på aktivitetsplan	Jarl Erik Larsen
27.01.13	0.4	Skrevet om prosjektorganisering og arbeid på aktivitetsplan	Jarl Erik Larsen
27.01.13	0.5	Lagt inn milepæler	Jarl Erik Larsen
27/01/13	0.6	Lagt inn fremdriftsplan	Jarl Erik Larsen
27.01.13	0.7	Endring av aktivitetsplan	Jarl Erik Larsen
27.01.13	0.8	Lagt inn estimert ressursbruk	Harald Bernhardsen
27.01.13	0.9	Endret estimert ressursbruk	Harald Bernhardsen
28.01.13	1.0	Rettet feil i antall timer	Harald Bernhardsen
28.01.13	1.1	Endret fremdriftsplan og font	Jarl Erik Larsen

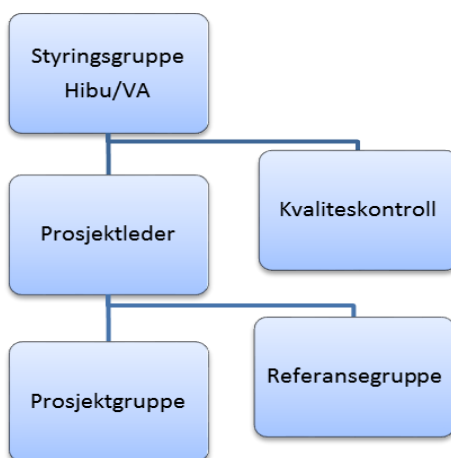
Innholdsfortegnelse

1.	Introduksjon – hensikten med dokumentet	1
2.	Prosjektorganisering	1
2.1	Prosjektstyring	2
2.2	Prosjektmodell – Prototyping	2
2.3	Fremdriftsplan	4
2.4	Milepæler	5
2.5	Aktivitetsplan	5
2.6	Ressurser	7

1. Introduksjon – hensikten med dokumentet

Dokumentet skal fungere som en gjennomføringsplan for prosjektarbeidet. Dokumentet inneholder fremdriftsplan, oversikt over de forskjellige aktivitetene og hvem som er ansvarlig for disse aktivitetene. Ved godkjenning fra styringsgruppe plikter prosjektgruppen og gjennomføre prosjektet i henhold til prosjektplanen.

2. Prosjektorganisering



Figur 1: Organisasjonskart for prosjektet

Tabell 1: Oversikt over roller og ansvar

Rolle	Deltager	Organisasjon	Ansvar
Prosjektleder	Jarl Erik Larsen		Prosjektgruppen
Intern veileder	Frank Helgestad	HiBu	Styringsgruppe og kvalitetskontroll
Ekstern veileder	Ane Prøsch-Oddevald	Drammen Kommune - VA	Styringsgruppe og kvalitetskontroll
Intern sensor	Hallstein Asheim Hansen	HiBu	Styringsgruppe
Ekstern sensor	Mildrid Solem	Drammen Kommune - VA	Styringsgruppe

Prosjektlederen har det overordnede ansvaret for at prosjektet blir gjennomført i henhold til de vedtatte planene. Prosjektlederen skal:

- Styre arbeidet mot målet for prosjektet
- Rapportere til veilederne
- Holde prosjektet innenfor grensene for prosjektet
- Informere veilederen om nåværende eller fremtidige overskridelser av prosjektgrensene

Veiledere fungerer som styringsgruppe og kvalitetskontroll og har ansvaret for:

- Beslutte hvilke grenser prosjektet skal arbeide innenfor
- Bestemme om prosjektet skal starte, fortsette, utsettes eller avsluttes
- Kvalitetssikre arbeidet

Referansegruppen skal fungere som konsulenter for prosjektlederen i saker som angår foreslåtte eller allerede utførte arbeidsoppgaver. Ved Hibu vil referansepersoner og andre ansatte ved høgskolen eller hos den eksterne oppdragsgiveren kunne fungere som referansegruppe. Hovedansvarsområder og aktiviteter som tilligger referansegruppen:

- Gå kritisk gjennom planer som legges frem av prosjektlederen.
- Reagere på slike fremlagte planer ved å tilkjenne mening, råd, nye ideer, alternative løsninger.

Deltagere i prosjektgruppen skal arbeide med aktivitetene i prosjektet i den tiden som den enkelte er allokert til prosjektet. De skal:

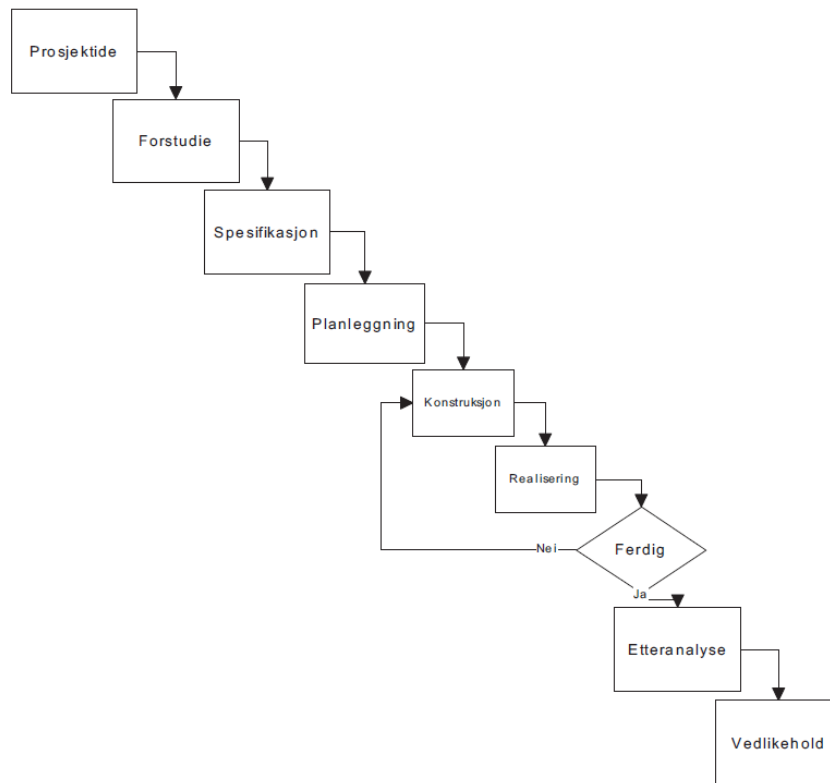
- Være tilgjengelig for prosjektet i den tiden som er spesifisert i prosjektplanen.
- Delta i arbeidet med de forskjellige aktivitetene for prosjektet i henhold til de foreliggende aktivitetsplaner.

2.1 Prosjektstyring

Prosjektarbeidet baseres på stor grad av selvstendig arbeid fra prosjektgruppen. Det vil avholdes ukentlige oppfølgingsmøter med veileder. For å effektivisere prosjektstyringsdelen har prosjektgruppen valgt å ta i bruk Projectplace.com. Projectplace er et online prosjektstyringsverktøy hvor dokumenter kan deles mellom gruppemedlemmene med full revisjonshistorikk. Verktøyet vil også brukes til oppfølging av aktivitetene og fremdriften.

2.2 Prosjektmodell – Prototyping

Prosjektgruppen vil arbeide etter en evolusjonær utviklingsmodell, kalt Prototyping. Prototyping er en utviklingsmetode som benyttes der det er vanskelig å komme frem til en god kravspesifikasjon i starten av prosjektet. Man benytter da en enkel kravspesifikasjon som basis for prototypen. Når prototypen er realisert blir den analysert. Analysen av prototypen danner grunnlag for endring av kravspesifikasjonen som igjen medfører endring av konstruksjon. Prosessen gjentas inntil kravspesifikasjonen er detaljert nok til å kunne brukes til fremtidige systemer.



Figur 2: Prosjektutviklingsmodellen Prototyping

I prosjektet vil gruppen implementere en metode for vurdering av rengjøringsbehov av kommunale vannledninger(RPM). Systemet vil bestå av måleutstyr, ventiler, strømforsyning, rør og rørdeler med mer. Når systemet er realisert etter gjeldende kravspesifikasjon vil det foretas en analyse av systemet. Eventuelle endringer og forbedringer som går utenfor gjeldende kravspesifikasjon vil diskuteres med oppdragsgiver. En ny kravspesifikasjon utarbeides i samråd med oppdragsgiver og systemet går tilbake til konstruksjonsfasen. Prosessen gjentas, hvis nødvendig, inntil oppdragsgiver godkjenner det ferdige systemet.

2.4 Milepæler

Navn	Dato
1. Presentasjon – Innlevering av dokumenter	8. januar 2013
Konstruksjon – Ferdigstillelse	Uke 13
2. Presentasjon	Uke 15
Realisering/Test av metoden	Uke 17
Ferdigstillelse av RPM enhet	Uke 21
Ferdigstillelse av dokumentasjon	7. juni 2013
Avsluttende presentasjon	Uke 24

2.5 Aktivitetsplan

Aktivitetsnavn: Forberedelse til 1. Presentasjon	Aktivitetskode: 01	Ansvarlig: Alle	Dato:01/01/13
Beskrivelse: Forberedelser til 1. presentasjon. Arbeid med dokumenter som har innleveringsfrist ved 1. presentasjon.			

Aktivitetsnavn:1. Presentasjon	Aktivitetskode: 02	Ansvarlig: Alle	Dato:08/01/13
Beskrivelse: Presentasjon av gruppen, oppgaven og hvordan prosjektarbeidet vil gjennomføres.			

Aktivitetsnavn: Kartlegge utstyrskjøp	Aktivitetskode: 03	Ansvarlig: Harald Bernhardsen	Dato:09/01/13
Beskrivelse: Frembringe en oversikt over nødvendig utstyr for implementering av RPM metoden til Drammen Kommune. Danne grunnlaget for Innstilling for utstyrskjøp(06). Lage en komplett utstyrliste. Frembringe datablad for måleutstyr.			

Aktivitetsnavn: Møte med PWN Watercompany	Aktivitetskode: 04	Ansvarlig: Jarl Erik Larsen	Dato:18/01/13
Beskrivelse: Møte med utviklerne av RPM metoden, Peter Schaap og Jan Vreeburg ved PWN Watercompany Nederland.			
Hensikt: Lære mer om metoden og hvordan den mest effektivt kan implementeres. Særlig fokus på forskjellene mellom våre ledningsnett og innvirkningen forskjellene vil ha på implementeringen.			

Aktivitetsnavn: Bearbeide informasjon fra Nederland	Aktivitetskode: 05	Ansvarlig: Jarl Erik Larsen	Dato:18/01/13
Beskrivelse: Gjennomgang av erfaringen hentet fra PWN med oppdragsgiver og prosjektgruppe			

Aktivetsnavn: Innstilling for utstyrskjøp	Aktivetskode: 06	Ansvarlig: Harald Bernhardsen	Dato:04/02/13
Beskrivelse: Lage en innstilling med prosjektgruppens anbefaling av utstyrskjøp for oppdragsgiver. Gi oppdragsgiveren en oversikt over hvilke vurderinger prosjektgruppen har gjort vedrørende målestyr og begrunnelse for prosjektgruppens anbefaling.			
Fremgangsmåte: Innsamling av datablad fra forskjellige utstyrsleverandører, vurdering av erfaringer fra brukere og kontroll av utstyrsspesifikasjon mot kravspesifikasjon.			

Aktivetsnavn: Innkjøp av utstyr	Aktivetskode: 07	Ansvarlig: Harald Bernhardsen	Dato: 18/02/13
Beskrivelse: Innkjøp av utstyr og deler for RPM systemet i tråd med aktivitet 06 og 03.			

Aktivetsnavn: Konstruksjon	Aktivetskode: 08	Ansvarlig: Galip Øzkara	Dato: 25/02/13
Beskrivelse: Konstruksjon av RPM enheten i tråd med gjeldende kravspesifikasjon.			

Aktivetsnavn: Forberedelse til 2. presentasjon	Aktivetskode: 09	Ansvarlig: Roger Lippert	Dato: 18/03/13
Beskrivelse: Forarbeid til 2. presentasjon. Se til at dokumenter og presentasjonsmaterieell er på plass, booke rom for presentasjon, møteinnkalling til deltakere og avholde møte med prosjektgruppen for rolleinnstilling.			

Aktivetsnavn: 2. Presentasjon	Aktivetskode: 10	Ansvarlig: Alle	Dato: Uke 15
Beskrivelse: Presentasjon av prosjektgruppens arbeid og den videre fremdriften.			

Aktivetsnavn: Realisering / Test	Aktivetskode: 11	Ansvarlig: Roger Lippert	Dato: 15/04/13
Beskrivelse: RPM enheten skal testes på et utvalg av ledningstrekk i Drammen Kommune.			
Hensikt: Kontroll av enheten og dens funksjon.			

Aktivetsnavn: Analyse/Konstruksjon	Aktivetskode: 12	Ansvarlig: Galip Øzkara	Dato: 22/04/13
Beskrivelse: Analyse av enheten, tilfredsstillende kravspesifikasjon? Er det feil eller mangler ved systemet som ikke er ivaretatt av kravspesifikasjon vil det i samråd med oppdragsgiver gjøres endringer i kravspesifikasjon. Systemet vil modifiseres for å tilfredsstillende ny kravspesifikasjon.			

Aktivetsnavn: Prosjekt mål 2,3 og 4	Aktivetskode: 13	Ansvarlig: Simen Fjellheim	Dato: 22/04/13
Beskrivelse: 2. Redegjøre for metoden muligheter og begrensninger 3. Redegjøre for metodens praktiske utfordringer ved å bruke denne målemetoden 4. Etablere systematisk datalagring av måledata			

Aktivetsnavn: Sluttrapport	Aktivetskode: 14	Ansvarlig: Jarl Erik Larsen	Dato: 25/04/13
Beskrivelse: Lage en sluttrapport med dokumentasjon av RPM systemet og implementeringen av systemet til Drammen Kommune. Formålet med rapporten er å gi en sammenstilling av den informasjonen prosjektgruppen har innhentet og de erfaringer de har gjort seg. Rapporten vil kunne fungere som en bruksveiledning for videre arbeid med metoden for Drammen Kommune og andre kommuner som ønsker å ta i bruk metoden.			

Aktivetsnavn: Forberedelse til 3. presentasjon	Aktivetskode: 15	Ansvarlig: Simen Fjellheim	Dato: Uke 15
Beskrivelse: Forarbeid til 3. presentasjon. Se til at dokumenter og presentasjonsmaterieell er på plass, møteinnkalling til deltakere og avholde møte med prosjektgruppen for rolleinndeling.			

Aktivetsnavn: 3. presentasjon	Aktivetskode: 16	Ansvarlig: Alle	Dato: Uke 24
Beskrivelse: Endelig presentasjon av prosjektgruppens arbeid. Består av 20 minutter ”salgs” presentasjon og 20 minutter teknisk presentasjon.			

Aktivetsnavn: Oppdatering av Web-side	Aktivetskode: 17	Ansvarlig: Simen Fjellheim	Dato: 01/01/13
Beskrivelse: Holde Websiden oppdatert med status for prosjektet, publisere ferdigstilte dokumenter og annet av interesse for prosjektet.			

2.6 Ressurser

Aktivetskode Aktivitet	Jarl timer	Roger timer	Galip timer	Simen timer	Harald timer	Timeforbruk pr aktivitet
01 Forstudie Ansvarlig: Alle	Forstudie-rapport 37,5 t	Visjons-dokument 37,5	Krav/test-spesifikasjon 37,5	Krav/test-spesifikasjon 37,5	Prosjekt-plan 37,5	187,5 timer
02 1. presentasjon Ansvarlig: Alle	8 t	8 t	8 t	8 t	8 t	40 timer
03 Kartlegge	15 t	15 t	15 t	15 t	30 t	90 timer

utstyrskjøp Ansvarlig: Harald						
04 Møte med PWN Water company ansvarlig: Jarl	30 t					30 timer
05 Bearbeide info fra Nederland PWN Ansvarlig: Jarl	20 t	20 t	20 t	20 t	20 t	100 timer
06 Innstilling for utstyrskjøp ansvarlig: Harald	8 t	8 t	4 t		16t	36 timer
07 Innkjøp av utstyr Ansvarlig: Harald	5 t				15 t	20 timer
08 Konstruksjon ansvarlig: Galip		20 t	40 t		20 t	80 timer
09 Forberedelser til 2.presentasjon ansvarlig: Alle	10 t	10 t	10 t	10 t	10 t	50 timer
10 2.presentasjon ansvarlig: Alle	10 t	10 t	10 t	10 t	10 t	50 timer
11 Realisering/test ansvarlig: Roger	37,5 t	37,5 t	37,5 t	37,5 t	37,5 t	187,5 timer
12 Etteranalyse/- konstruksjon ansvarlig: Galip	20 t	20 t	50 t	20 t	20 t	130 timer
13 Prosjekt mål 2, 3 og 4 ansvarlig: Simen	30 t	30 t	30 t	40 t	20 t	150 timer
14 Sluttrapport ansvarlig: Jarl	70 t	40 t	40 t	40 t	40 t	230 timer
15 Forberedelser til 3.presentasjon ansvarlig: Simen	50 t	50 t	50 t	50 t	50 t	250 timer
16 3.presentasjon ansvarlig: Alle	10 t	10 t	10 t	10 t	10 t	50 timer
17 Oppdatering av web-siden ansvarlig: Simen	10 t	5 t	5 t	40 t	5 t	65 timer
	371	321	367	338	349	1746 timer

**Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnettet
Krav- og testspesifikasjon**

Versjon 2.5

Revisjonshistorie

Dato	Versjon	Beskrivelse	Forfatter
20.12.12	1.0	Utgave til første innlevering	Simen Fjellheim/ Galip Øzkara
02.01.13	2.0	Endringer ihht møte 27.12.12	Simen Fjellheim
03.01.13	2.1	Endret dokument til å være vedlegg til Forstudierapport	Simen Fjellheim/Jarl Erik Larsen
03.02.13	2.2	Revidert hele dokumentet – lagt inn tabeller for krav og testspek	Jarl Erik Larsen
04.02.13	2.3	Innhold i krav og testspek tabellene	Jarl Erik Larsen
04.02.13	2.4	Endret innhold, tekst og tabeller	Jarl Erik Larsen
05.02.13	2.5	Skrivefeil og fullføring av dokument	Jarl Erik Larsen

1.	Innledning	1
2.	Kravspesifikasjon	1
2.1	Krav til enhet	1
2.2	Funksjonskrav	2
2.3	Krav til Prosjektgruppe	3
3.	Testspesifikasjon	4

1. Innledning

Denne kravspesifikasjonen er utarbeidet for Drammen Kommune – Vann og Avløp (VA) av avgangsstudenter ved linjen Industribachelor: Maskin, Vann og Miljøteknikk ved Høgskolen i Kongsberg- Avdeling for Teknologi (Hibu).

VA ønsker å innføre en metode for vurdering av rengjøringsbehov i kommunale vannledninger. Metoden vil kunne danne grunnlaget for endringer av dagens rutinemessige rengjøringsinstruks av ledningsnettet.

2. Kravspesifikasjon

Kravspesifikasjonen er utarbeidet for å gi en målbar beskrivelse av hva prosjektgruppen er forventet å overlevere. Kravene utarbeides i samråd med oppdragsgiver.

Prosjektgruppen har valgt å bruke prototyping som prosjektutviklingsmodell. Denne utviklingsmodellen benyttes ofte når det er vanskelig å komme frem til en detaljert kravspesifikasjon ved oppstart av prosjektet. Siden prosjektet innebærer implementering av et nytt system kan det oppstå uforutsette utfordringer som krever endringer av systemet.

Med prototyping planlegger vi for en endring av kravspesifikasjon og dermed konstruksjonen av RPM-enheten. Den gjeldende kravspesifikasjon benyttes som grunnlag frem til systemet er testet og analysert i samråd med oppdragsgiver. Oppdragsgiver har da mulighet til å stille nye krav eller gjøre endringer i eksisterende krav for at systemet skal fungere til deres forventninger.

2.1 Krav til enhet

Med enhet menes alle de fysiske komponentene som skal til for å utføre RPM måling på kommunal vannledning.

ID	1.1
Navn	Fysisk størrelse
Beskrivelse	RPM kassetten må ikke være fysisk større enn at den kan heises ned i kommunal vannkum
Opphav til krav	Simen Fjellheim
Dato	20/12/12
Kommentar	

ID	1.2
Navn	Vekt
Beskrivelse	RPM kassetten må ikke veie mer enn 20kg
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	3/02/13
Kommentar	

ID	1.3
Navn	Standardiserte deler
Beskrivelse	De forskjellige komponentene må være lett erstattelige og være standardiserte med kort leveringstid
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	3/02/13
Kommentar	

ID	1.4
Navn	Påkobling vannledningsnett
Beskrivelse	RPM enheten må lett kunne påkobles kommunale vannledningsnett
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	03/02/13
Kommentar	

2.2 Funksjonskrav

Funksjonskrav er krav som må ivaretas for at de enkelte komponentene skal kunne utgjøre et fungerende målesystem.

ID	2.1
Navn	Batteridrift
Beskrivelse	RPM enheten må være batteridreven med minimum 48 timers batterikapasitet
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	02/01/13
Kommentar	

ID	2.2
Navn	Turbiditetsmåling
Beskrivelse	RPM enheten skal kunne måle turbiditetsnivå i kommunale vannledninger innenfor måleområde 0-100 FNU med målenøyaktighet ± 1 FNU
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	03/02/13
Kommentar	

ID	2.3
Navn	Loggføring av måledata
Beskrivelse	RPM enheten må loggføre kontinuerlig turbiditetsnivå
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	03/02/13
Kommentar	

ID	2.4
Navn	Økning av vannhastighet
Beskrivelse	Systemet må kunne øke vannhastigheten i vannledningen som blir testet med 0,35 m/s
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	03/02/13
Kommentar	

ID	2.5
Navn	Tidskrav for gjennomføring
Beskrivelse	RPM metoden utføres i kommunal vannverkskum som ofte er plassert i gategrunn. Veiholder stiller krav til varslingsplan ved arbeid i vei. Varslingsplanen blir mer omfattende ved arbeid over 30 minutter. Gjennomføring av RPM målingen skal derfor ta mindre enn 30 minutter.
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	03/02/13
Kommentar	

2.3 Krav til Prosjektgruppe

ID	3.1
Navn	Sluttrapport
Beskrivelse	Overlevering av sluttrapport i henhold til Forstudierapport på mellom 15-40 sider
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	
Kommentar	

ID	3.2
Navn	Prosjekt mål 1
Beskrivelse	Innføre en målemetode(RPM) for å stadfeste rengjøringsbehov på ledningsnett. Målemetoden må tilpasses lokale forhold og være testet og kontrollert ved overlevering.
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	21/12/12
Kommentar	

ID	3.3
Navn	Prosjekt mål 2
Beskrivelse	Redegjøre for metodens muligheter og begrensninger
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	21/12/12
Kommentar	

ID	3.4
Navn	Prosjektmål 3
Beskrivelse	Redegjøre for de praktiske utfordringene ved å benytte denne målemetoden.
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	21/12/12
Kommentar	

ID	3.5
Navn	Prosjektmål 4
Beskrivelse	Etablere systematisk datalagring av måledata
Opphav til krav	Vann og Avløp
Dato	21/12/12
Kommentar	

3. Testspesifikasjon

Testspesifikasjonen benyttes for å tildele de forskjellige kravene en test for å kontrollere og bevise at kravene er oppfylt. Testspesifikasjonen angir hvem som er ansvarlig for gjennomføringen av testen, en beskrivelse av hvordan testen skal gjennomføres og hva som er godkjenningkriteriet.

ID	1.1		
Navn	Fysisk størrelse		
Beskrivelse av testen	Senke RPM enhet ned i kommunal brannkum		
Godkjenningkriterier	RPM kassetten må uten demontering kunne senkes ned i 650mm kum		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	1.2		
Navn	Vekt		
Beskrivelse av testen	Veie RPM enheten		
Godkjenningkriterier	Vekt < 20kg		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	1.3		
Navn	Standardiserte deler		
Beskrivelse av testen	Gjennomgang av utstyrliste og leveringstid		
Godkjenningkriterier	Alle enkeltkomponentene skal være standardvare hos leverandør eller ha en leveringstid > 4 uker		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	1.4		
Navn	Påkobling brannvannsuttak		
Beskrivelse av testen	RPM enhet tilkobles vannledningsnett		
Godkjenningkriterier	Påkobling fungerer problemfritt ved minimum 3 forskjellige vannverkskummer og vannmengden fra uttaket er tilstrekkelig til å utføre RPM måling		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	2.1		
Navn	Batteridrift		
Beskrivelse av testen	RPM enheten settes i drift for kontinuerlig måling av turbiditet i 48 timer		
Godkjenningkriterier	Ingen avbrudd i turbiditetsmåling i løpet av 48 timer		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	2.2		
Navn	Turbiditetsmåling		
Beskrivelse av testen	Kontroll av datablad for måleutstyr og test av utstyr i felt		
Godkjenningkriterier	Datablad viser måleområde og måleunøyaktighet innenfor verdiene angitt i krav 2.2. Test av utstyret i felt viser kontinuerlig loggføring av turbiditetsnivå og endring av nivå ved forstyrrelse av ledningsnett.		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	2.3		
Navn	Loggføring av måledata		
Beskrivelse av testen	Gjennomgang av måledata fra tidligere tester		
Godkjenningkriterier	Måledata kan avleses fra alle tidligere tester. Ingen problemer med overføring fra måleutstyr til PC		
Utførende	Prosjektgruppe		
Godkjent		Dato	
Kommentar			

ID	2.4		
Navn	Økning av vannhastighet		
Beskrivelse av testen	Måling av vannmengde gjennom utspylingspunkt		
Godkjenningkriterier	Vannmengden gjennom utspylingspunktet må være tilstrekkelig til å gi en økt vannhastighet gjennom ledningen som blir testet på 0,35 m/s		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	2.5		
Navn	Tidskrav for gjennomføring		
Beskrivelse av testen	Tidstagning av gjennomføring av en RPM måling ved brannkum plassert i gategrunn		
Godkjenningkriterier	Målingen gjennomføres innenfor < 30 minutter		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	3.1		
Navn	Sluttrapport		
Beskrivelse av testen	Gjennomlesing av Vann og Avløp		
Godkjenningkriterier	Sluttrapporten samsvarer med Vann og Avløp sine forventninger til innhold og er innenfor 15-40 sider		
Utførende	VA		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	3.2		
Navn	Prosjekt mål 1		
Beskrivelse av testen			
Godkjenningkriterier	Målemetoden er innført og akseptert av VA		
Utførende	VA		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	3.3		
Navn	Prosjekt mål 2		
Beskrivelse av testen	Gjennomlesing av Sluttrapport		
Godkjenningkriterier	Vann og Avløp er tilfredstilt med svarene prosjektgruppen presenterer i sluttrapport		
Utførende	VA		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	3.4		
Navn	Prosjekt mål 3		
Beskrivelse av testen	Gjennomlesing av Sluttrapport		
Godkjenningkriterier	Vann og Avløp er tilfredstilt med svarene prosjektgruppen presenterer i sluttrapport		
Utførende	VA		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	3.5		
Navn	Prosjekt mål 4		
Beskrivelse av testen	Gjennomgang av systematisk datalagring med VA		
Godkjenningskriterier	VA aksepterer prosjektgruppens foreslåtte system		
Utførende	VA		
Status		Dato	
Kommentar			

**Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnettet
Gjennomføringsplan – Test av RPM enhet**

Gjennomføringsplanen danner grunnlaget for testing av RPM metoden på kommunalt ledningsnett. Testingen vil medføre forstyrrelser på ledningsnettet, som kan medføre klager på misfarget vann. Det er derfor viktig at Vann og Avløp er orientert om hvilket område og tidspunkt testingen gjennomføres.

Fremdriftsplan for testing på ledningsnett:

APRIL 2013							
Uke	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lørdag	Søndag
16	15	16	17 Hallingrud- veien Kum 74118	18 Dalerveien Kum 76214	19 Tiurveien Kum 71442 Kontinuerlig måling i 48 timer	20	21 Tiurveien Kum 71442 Testing avsluttes
					Møte – VA/VNI 14:00		
17	22 Test/analyse	23	24 Møte – VA/VNI 09:00	25 Test/analyse	26 Test/analyse	27	28
			Test/analyse				
18	29 Møte – ZikZak 08:30 Gjennomgang av resultater og dokumenter	30					

Testing vil foregå i perioden: 10:00 – 14:00



:Testing i henhold til Krav- og Testspesifikasjon (s.7 - 9)



:Møte med oppdragsgiver



:Test/analyse av systemets funksjon

Fremdriftsplanen

Uke 16 er avsatt til testing på tre ledninger på Konnerud i Drammen. Testingen vil foregå i henhold til Krav- og Testspesifikasjonen. Krav- og Testspesifikasjonen definerer flere målbare krav til enhet og funksjon og samhandlingen mellom disse. Disse kravene må være tilfredstilt hvis systemet skal fungere slik det er tiltenkt.

Utvalget av ledninger er gjort som følge av beliggenhet og forskjeller i trykk, ledningsdimensjon og materiale.

Fredag den 19.april avholdes det møte med oppdragsgiver. Resultatene fra uken gjennomgås og påfølgende ukes testing planlegges.

Uke 17 benyttes til utvidet testing og analyse av systemet. Såfremt tidligere krav er tilfredstilt og systemet fungerer til oppdragsgivers forventning vil det fokuseres på å utføre RPM målinger på ledningsnett. Formålet med dette er å kunne dokumentere funksjon og resultater utover hva som er definert i Krav- og Testspesifikasjon.

Ansvarsområde

Harald: Notater, bilder/film, dokumentasjon

Jarl: Finne egnede steder til testperiode 1 og 2, gassmåler, info om test steder, kumspett, «sluseverktøy»,

Roger: HMS, varslingsplan, brukerveiledning, regntøy

Simen: SD Kort/datalagring, bil og tilhenger, har div småverktøy i bilen, vekt

Alle må ha verneklær kl.3, vernesko og hansker.

Varslingsplan er i orden for kommunale veier.

Varslingsutstyr, befinner seg på Muusøya.

Test 1.2 og 1.3 utføres på Muusøya.

Brukerveiledning for utførelse av RPM måling

Ankomst målested:

1. Plasser varslingskilt, kjegler og bil etter som anvist i godkjent arbeidsvarslingsplan(s. 11 - 14)
2. Åpne kumlokk og kontroller kummen for gass og O₂ nivå med gassmåler

Rigging av måleutstyr:

1. Monter brannstender på brannvannsuttak
2. Monter utspylingsdel på brannstender
3. Kontroller at kuleventiler på utspylingsdel er stengt
4. Tilkoble ½" slange mellom utspylingsdel og inntak på RPM kassetten
5. Før ½" slange fra uttak på RPM kassetten til sluk
6. Åpne kuleventil frem til RPM kassetten
7. Avles trykk fra manometer 2(reduert trykk)
8. Hvis trykk < 6 bar – åpne kuleventil inn til turbiditetsmåler
9. Avles trykk fra manometer 1

10. Sett trykk inn i restriktor tabell(s. 10) å avles hvilke restriktor som skal benyttes
11. Installer restriktor på utspylingsdel
12. Monter brannslange på restriktor og før slange til drenering
13. Skru på hovedstrøm til måleutstyr

Utførelse av test:

1. Kontroller og noter turbiditetsnivå på logger
2. Åpne 3" kuleventil helt
3. Avles og noter turbiditetsnivå hvert 90. sekund
4. Etter 5 minutter steng 3" kuleventil

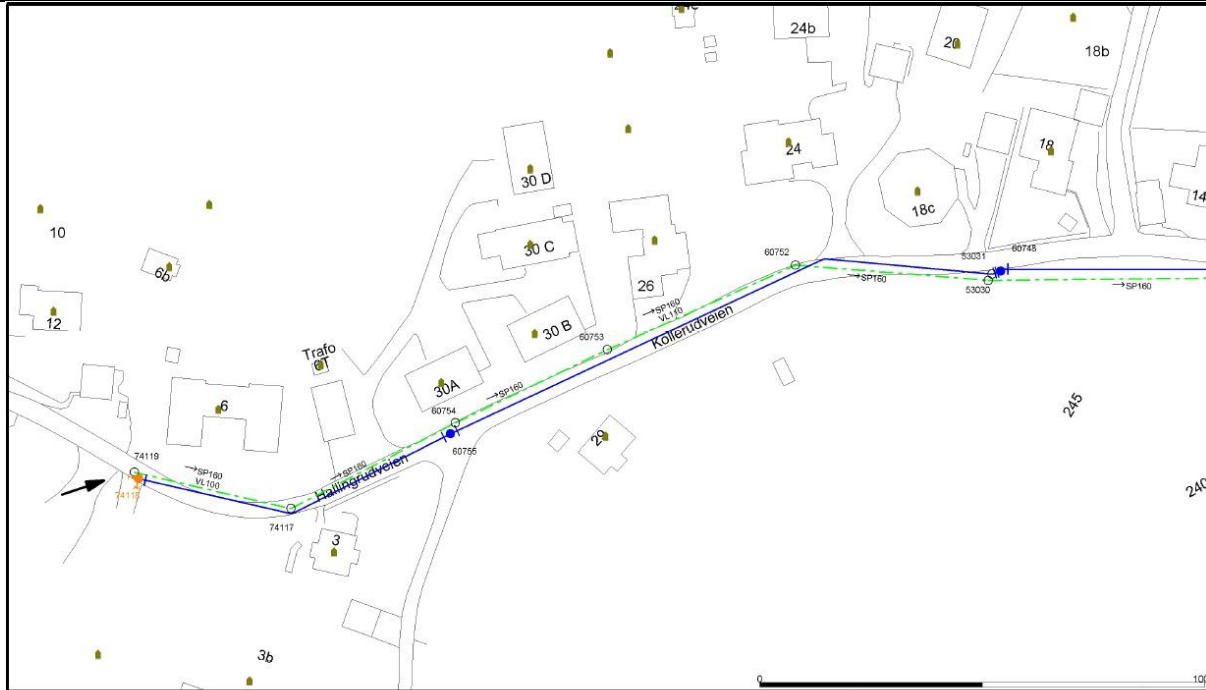
Tolkning av resultat:

Gjennomsnitt av de tre turbiditetsnivåene avlest under testen indikerer rengjøringsbehov.

Nivå:	<20 FNU	Ingen begroing
	20-50 FNU	Noe begroing – Vurder rengjøring
	>50 FNU	Mye begroing – Bør rengjøres snarlig



Onsdag 17. april - Hallingrudveien

Kumnummer	74118
Ledningsdimensjon	100mm
Ledningsmateriale	Delt – SJK/PVC
Anleggsår	2003/1992
Trykk	3 bar
Sist rengjort	25. juni 2012
Test	1.1 – 1.4 – 2.2 – 2.3 – 2.4



- | | | | | | |
|---|---|--|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> — Avløp felles — Drøneløsning — Kanal felles — Kanal overvann — Kanal spillvann — Kanal vann — Overvann | <ul style="list-style-type: none"> → Pumpestasjon spillvann → Pumpestasjon vann → Spillvann --- Tunell felles --- Tunell overvann --- Tunell spillvann --- Tunell vann | <ul style="list-style-type: none"> — Vannledning ■ Basseng ○ Diverspunkt ○ Gropspunkt ◆ Hydrant ⌋ Ekkkeinnak ⌋ Ekkkeinnak m. rist | <ul style="list-style-type: none"> ⌋ Inntak ⌋ Knn ○ Kum ○ Fikoblingappunkt ⌋ Overlop ⊙ Pumpestasjon spillvann ⊙ Pumpestasjon vann | <ul style="list-style-type: none"> ○ Sandfangskum ⊠ Slurvskiller ⊠ Gatestuk ⊠ Sluk med sandfang ⊠ Sluk △ Utloppspunkt · Ventilpunkt | <ul style="list-style-type: none"> ● Andre punkt |
|---|---|--|--|--|---|

Beliggenhet og høyder må oppfattes som orienterende.

 <p>Powel ASA Gemini</p>		 N Målestokk: 1:1000
Dato: 2013.04.08 Sign: JEL		

ID	1.2		
Navn	Vekt		
Beskrivelse av testen	Veie RPM kassetten		
Godkjenningkriterier	Vekt < 20kg		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	1.3		
Navn	Standardiserte deler		
Beskrivelse av testen	Gjennomgang av utstyrliste og leveringstid		
Godkjenningkriterier	Alle enkeltkomponentene skal være standardvare hos leverandør eller ha en leveringstid < 4 uker		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	1.4		
Navn	Påkobling brannvannsuttak		
Beskrivelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brannstender med utspylingsdel påkobles brannvannsuttak i kommunal vannverkskum. 2. Kontroller tilkoblinger for lekkasjer, mekaniske problemer eller klareringsproblemer mot kum, stige osv. 		
Godkjenningkriterier	Påkobling fungerer problemfritt ved minimum 3 forskjellige vannverkskummer.		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	2.1		
Navn	Batteridrift		
Beskrivelse av testen	<p>RPM enheten settes i drift for kontinuerlig måling av turbiditet i 48 timer. Dette utføres ved at brannstender med utspylingsdel monteres i kum. RPM kassetten senkes ned i kum og tilkobles 1/2" slange fra utspylingsdel. 3" kuleventil holdes stengt under hele testen. Denne testen skal vise turbiditetsnivå i ledningsnett uten forstyrrelser.</p> <p>Turbiditetsmåleren settes til kontinuerlig logging. Kumlokk settes tilbake på plass og enheten tas opp igjen 48 timer senere.</p>		
Godkjenningkriterier	Ingen avbrudd i turbiditetsmåling i løpet av 48 timer		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	2.2		
Navn	Turbiditetsmåling		
Beskrivelse av testen	<p>Kontroll av datablad for måleutstyr og test av utstyr i felt.</p> <p>Test av utstyr i felt for indikasjon på reelle målinger av turbiditet:</p>		

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brannstender med utspylingsdel påkobles brannvannsutttak i kommunal vannverkskum. 2. RPM kassetten tilkobles utspylingsdel 3. Kontroller manometer 2 –Trykk <6bar 4. Åpne ventil før turbiditetsmåler 5. Avles turbiditetsnivå 6. Turbiditetsnivået vil kontinuerlig måles for vannstrømmen gjennom måleren. Ved å utføre en utspyling vil turbiditetsnivået øke. Høy turbiditet = farget vann 7. Kontroller at endringer i vannfarge ut av turbiditetsmåler og utspyling samsvarer med endringer av turbiditetsnivå i loggeren.
Godkjenningkriterier	Datablad viser måleområde og måleunøyaktighet innenfor verdiene angitt i Krav 2.2 (måleområde 0-100FNU – måleunøyaktighet ± 1 FNU) . Test av utstyret i felt viser kontinuerlig loggføring av turbiditetsnivå og endring av nivå ved forstyrrelse av ledningsnett.
Utførende	Prosjektgruppe
Status	Dato
Kommentar	

ID	2.3
Navn	Loggføring av måledata
Beskrivelse av testen	Gjennomgang av måledata fra tidligere tester
Godkjenningkriterier	Måledata kan avleses fra alle tidligere tester. Ingen problemer med overføring fra måleutstyr til PC
Utførende	Prosjektgruppe
Godkjent	Dato
Kommentar	

ID	2.4
Navn	Økning av vannhastighet
Beskrivelse av testen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brannstender med utspylingsdel påkobles brannvannsutttak i kommunal vannverkskum. 2. RPM kassetten tilkobles utspylingsdel 3. Avlesning av trykk fra manometer 2(reduert trykk) 4. Trykk <6bar – åpne kuleventil til turbiditetsmåler 5. Avlesning av trykk fra manometer 1 6. Sett inn trykk og ledningsdimensjon i restriktor tabell og avles korrekt restriktor nummer. 7. Installer restriktor på utspylingsdel 8. Tilkoble brannslange på restriktor 9. Koble brannslange til flowmeter 10. Åpne 3” kuleventil på utspylingsdel helt 11. Les av vannstrøm i flowmeter 12. Omregning fra l/s fra flowmeter til m/s for den aktuelle ledningsdimensjonen. Ønsket hastighet 0,35m/s
Godkjenningkriterier	Vannmengden gjennom utspylingspunktet må være tilstrekkelig til å gi en økt

	vannhastighet gjennom ledningen som blir testet på 0,35 m/s		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

ID	2.5		
Navn	Tidskrav for gjennomføring		
Beskrivelse av testen	Tidstagning av gjennomføring av en RPM måling ved brannkum plassert i gategrunn.		
Godkjenningskriterier	Målingen gjennomføres innenfor < 30 minutter		
Utførende	Prosjektgruppe		
Status		Dato	
Kommentar			

Restriktor tabell

100 mm rørdiameter			Tverrsn. Areal:	0,00785	m ²	150 mm rørdiameter			Tverrsn. Areal:	0,0176625	m ²
Trykk VS (m)	Trykk i bar	Diameter(mm)	Areal restriktor	Liter pr sek	m/s	Trykk VS (m)	Trykk i bar	Diameter(mm)	Areal restriktor	Liter pr sek	m/s
20	1,94	15	176,63	2,13	0,27	20	1,94	25	490,625	5,93	0,34
25	2,43	15	176,63	2,39	0,30	25	2,43	25	490,625	6,63	0,38
30	2,91	15	176,63	2,61	0,33	30	2,91	22	379,94	5,62	0,32
35	3,40	15	176,63	2,82	0,36	35	3,40	22	379,94	6,08	0,34
40	3,88	14	153,86	2,63	0,34	40	3,88	22	379,94	6,49	0,37
45	4,37	14	153,86	2,79	0,36	45	4,37	20	314	5,69	0,32
50	4,85	14	153,86	2,94	0,37	50	4,85	20	314	6	0,34
55	5,34	13	132,67	2,66	0,34	55	5,34	20	314	6,29	0,36
60	5,83	13	132,67	2,78	0,35	60	5,83	20	314	6,57	0,37
65	6,31	13	132,67	2,89	0,37	65	6,31	20	314	6,84	0,39
70	6,80	13	132,67	3	0,38	70	6,80	18	254,34	5,75	0,33
75	7,28	12	113,04	2,65	0,34	75	7,28	18	254,34	5,95	0,34
80	7,77	12	113,04	2,73	0,35	80	7,77	18	254,34	6,15	0,35
85	8,25	12	113,04	2,82	0,36	85	8,25	18	254,34	6,34	0,36
90	8,74	12	113,04	2,9	0,37	90	8,74	18	254,34	6,52	0,37

**ARBEIDSVARSLING I DRAMMEN KOMMUNE
ARBEIDSTILLATELSE, VEDTAK / VARSLINGSPLAN**

AGL. nr: 9-13
Dato: 02.01.13

Med hjemmel i vegtrafikklovens § 7 og skiltforskriftenes § 26,
treffes følgende vedtak for:

Gate / Sted: *ALLE VEIER*

Veistatus: *KOMMUNAL VEI*

Strekning: *Gjelder kommunale veier*

Retning:

Arbeidsstart: *Onsdag* Dato: *02.01.13* Kl: *00:00*

Antall ferdig: *Tirsdag* Dato: *31.12.13* Kl: *23:59*

Klokkeslett skiltene ikke kan stå ute.	Mandag-torsdag: Fra kl:	til kl:	og fra kl:	til kl:
	Fredag: Fra kl:	til kl:	og fra kl:	til kl:
	Lørdag-søndag og helligdager: Fra kl:	til kl:	og fra kl:	til kl:

Oppdragsgiver: *Drammen kommune VA*

Tlf:

3008 DRAMMEN

Fax:

Arbeidets art: *Diverse arbeider*

Ansvarshavende: *Jarl Erik Larsen*

Mobil: *911 79 315*

Arbeidsstedet sikkes av:

Arbeidsstedet skilles av: *Ansvarshavende*

Skiltene settes opp slik:

Plan 1 benyttes for arbeidstid under 60 minutter.

Plan 2 benyttes ved arbeidstid over 60 minutter og når arbeidet krever mer skilt enn vist i plan 1. Loggbok skal føres ved bruk av plan 2 og hendelser som beskrevet i plan 1. Samt hvem som er ansvarshavende dersom annen i vedtaket.

Se vedlegg

Drammen kommune

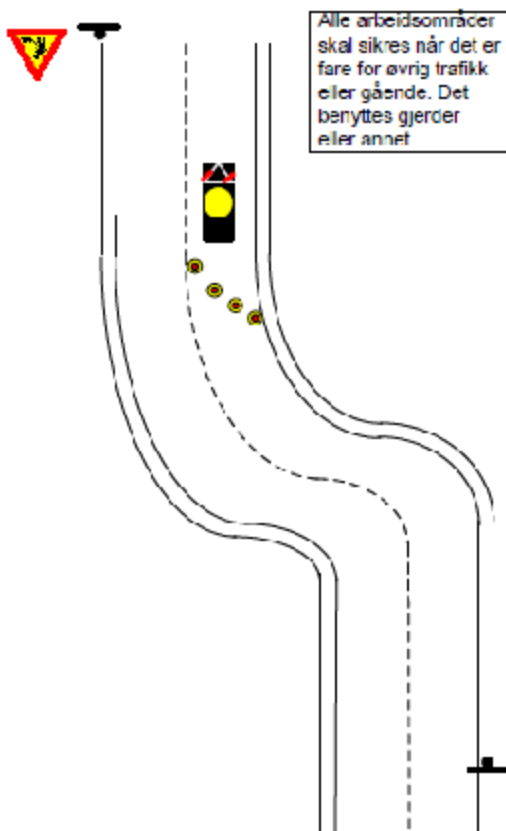
2/1-13 

Drammen kommune Engene 1 3008 Drammen. - Tlf: 03008

Faks: Vei, natur og idrett, 32 04 62 56 epost gravemelding@drmk.no

ARBEIDSTILLATELSEN SKAL OPPBEVARES PÅ ARBEIDSSTEDET OG FREMVISES VED KONTROLL.

Bestemmelsene i Håndbok 051 - "Arbeid på og ved veg" skal følges. Materiell, skiltor m.m. skal være i samsvar med Håndbok 062 "Materialkrav"



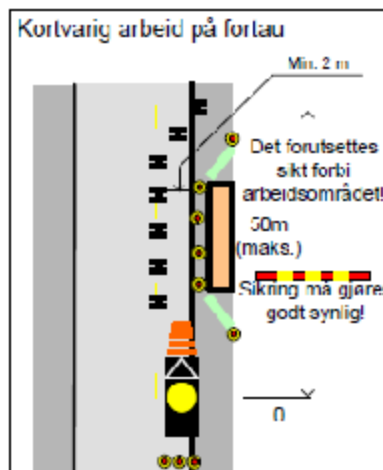
Kjøretøyet skal ha minst en varselykt som gir blinkende, gult lys til alle sider, ref. Kjt.forskr. §28-3 nr.3

Kjøretøyet skal i størst mulig grad plasseres utenfor kjørebane (utenfor hvit kantlinje).

Hvis kjøretøyets blinkende gule varselykt kan sees på en avstand som er større enn 100 - 150m er dette lyset normalt tilstrekkelig varseling. Hvis sikten er dårligere, må skilt 110 settes opp når kjøretøyet stanses.

Instruks

På veier med høyt hastighetsnivå og stor trafikk skal forvarsel alltid benyttes. Loggbok føres ved kollisjon eller andre uhell, ved eller i nærheten av arbeidsstedet, noter ned skiltenes og bilens plassering. Bruk adresse eller henvisning til fastmorkor.





DRAMMEN
KOMMUNE

AGL nr.: 9-13

Dato: 02.01.13

Plan 2

Bestemmelsene i Håndbok 051 - "Arbeid på og ved veg" skal følges. Materiell, skilte m.m. skal være i samsvar med Håndbok 062 - "Materialkrav"

Følgende varslingsmateriell skal benyttes:



2 stk



2 stk



Min.
3 stk



Bestemmes
på stedet



Etter
behov

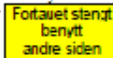


Arbets-
område

I angående sikring
Styrkeklasse iht
rekkefølgsnormal og
godkjenningsbrev.

Sikring mot gående/
syklende. Eks. gjerder,
lukk/plank. Skal ha
påmontert refleks.

Dersom det er fortau på
motsatt side kan fortau
stenges ved å benytte
følgende skilt



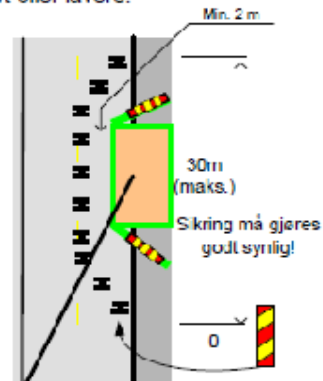
Skiltet plasseres ved
veikryss eller gangfelt
som hovedregel.

Fra sideveier og i
kryss skal det
forvarsles på alle
veier med

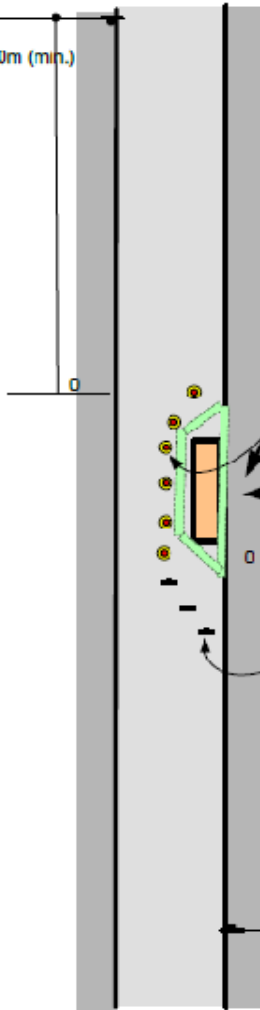
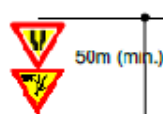
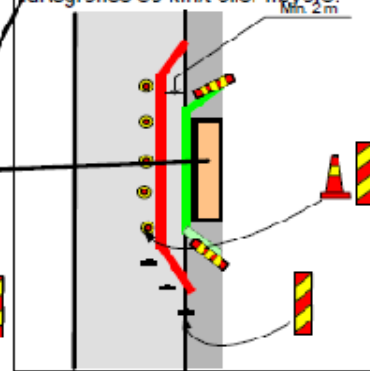


Skilt nr 810 bryttes som
underskilt der det
skal vises hvilken
retning det arbeides.

Skisse for nødfortau i kjørebane
dersom det ikke er fortau på
motsatt side og fartsgrense er 40
km/t eller lavere.



Bruk av tung sikring ved etablering
av nødfortau i kjørebane med
fartsgrense 50 km/t eller høyere.



75-150m

Prosjektgruppe 3

**Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnettet
Analyse/Test - rapport**

Versjon <1.1>

Innholdsfortegnelse

Innledning.....	2
2 Avvik.....	2
2.1 Vekt.....	2
2.2 Økning av vannhastighet.....	2
2.3 – Størrelse på utspylingsdel.....	5
2.4 – Reduksjonsventil og sil problematikk.....	6
Testresultater.....	7
Test ID: 1.1.....	7
Test ID: 1.2.....	7
Test ID: 1.3.....	8
Test ID: 1.4.....	8
Test ID: 2.1.....	8
Test ID: 2.2.....	9
Test ID: 2.3.....	9
Test ID 2.4.....	9
Turbiditesmålinger.....	10
Konklusjon.....	11

Innledning

Denne rapporten har til hensikt å oppsummere de erfaringer og problemer avdekket ved testing i henhold til Krav- og Testspesifikasjonen.

2 Avvik

Under testperioden støtte vi på følgende avvik fra Krav- og Testspesifikasjonen.

2.1 Vekt

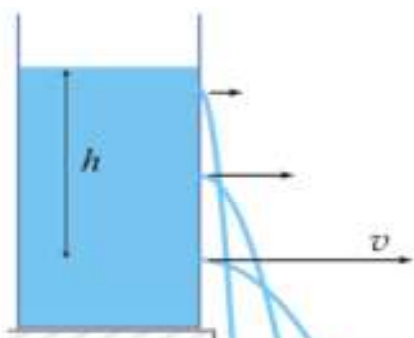
RPM kassetten overstiger vekten satt i krav – 1.2. Kravet fastsetter at RPM kassetten ikke skal overstige 20kg. Kassetten veier 35,6 kg. Årsaken til dette er en konflikt mellom krav 1.2 «vekt < 20 kg» og 2.1 «RPM enheten må være batteridreven med minimum 48 timers batterikapasitet». Valg av koffert ble påvirket som følge av behov for større plass til batteri og elektronikk. Kofferten måtte også være robust nok til å tåle gjentatt opp og nedføring i kum samtidig som den beskytter måleutstyr og elektronikk.

Krav 1.2 stammer fra arbeidsmiljøloven sin anbefaling om tilrettelegging hvis en person må utføre gjentatte løft på over 20 kg. Behovet for å løfte kassetten vil bare være ved nedsenkning i kum og dette er arbeid som må utføres av to personer. Flytting av kassetten utføres uten problem da den er utstyrt med hjul.

Hvis kravet skulle overholdes ville en konsekvens av dette være ett mindre allsidig verktøy. Kravet om batteridrift kommer som følge av et ønske om å benytte måleutstyret til kontinuerlig loggføring. For å oppnå dette må måleutstyret ha en strømforsyning som fungerer i lengre perioder i et lukket og begrenset rom. Således vil ikke konvensjonelle strømaggregat være egnet på grunn av akkumulering av CO2 og andre avgasser. Batteridrift er derfor en nødvendighet. Vekt kravet ble derfor ansett som sekundært til kravet om batteridrift.

2.2 Økning av vannhastighet

For å utføre RPM testing på ledningsnettet kreves det at det oppnås en økning av vannhastigheten på 0,35m/s. Dette er en empirisk avgjort verdi¹, basert på forskningen på partiklers suspensjonsevne ved forskjellige hastigheter. Jayaratne et al. 2004 viste ved forsøk med et 100mm klart PVC rør at partikler vil sedimentere med gravitasjonen ved vannhastigheter under 0,07m/s. Mellom 0,07 - 0,25m/s vil sedimentene starte og resuspendere og mellom 0,25-0,6m/s vil alle sedimentene være resuspendert.



Figur 1: illustrasjon av Torricelli's prinsipp
[wikipedia.org/wiki/File:Torricelli Law.svg](https://wikipedia.org/wiki/File:Torricelli_Law.svg)

For å raskt oppnå den ønskede vannhastigheten er det nødvendig med utskiftbare restriktorer. Restriktorene må fungere innenfor et gitt trykkområde. For å beregne nødvendig antall restriktorer og størrelsen på disse benyttet vi Torricellis lov, som kan skrives slik:

$$v=(2gh)^{1/2}$$

På grunnlag av dette laget vi følgende tabell.

¹ Vreeburg et al.2004b

Tabell 1 – Restriktor beregning

100 mm rørdiameter			Tverrsn. Areal:	0,00785	m ²	150 mm rørdiameter			Tverrsn. Areal:	0,0176625	m ²
Trykk VS (m)	Trykk i bar	Diameter(mm)	Areal restriktor	Liter pr sek	m/s	Trykk VS (m)	Trykk i bar	Diameter(mm)	Areal restriktor	Liter pr sek	m/s
20	1,94	15	176,63	2,13	0,27	20	1,94	25	490,625	5,93	0,34
25	2,43	15	176,63	2,39	0,30	25	2,43	25	490,625	6,63	0,38
30	2,91	15	176,63	2,61	0,33	30	2,91	22	379,94	5,62	0,32
35	3,40	15	176,63	2,82	0,36	35	3,40	22	379,94	6,08	0,34
40	3,88	14	153,86	2,63	0,34	40	3,88	22	379,94	6,49	0,37
45	4,37	14	153,86	2,79	0,36	45	4,37	20	314	5,69	0,32
50	4,85	14	153,86	2,94	0,37	50	4,85	20	314	6	0,34
55	5,34	13	132,67	2,66	0,34	55	5,34	20	314	6,29	0,36
60	5,83	13	132,67	2,78	0,35	60	5,83	20	314	6,57	0,37
65	6,31	13	132,67	2,89	0,37	65	6,31	20	314	6,84	0,39
70	6,80	13	132,67	3	0,38	70	6,80	18	254,34	5,75	0,33
75	7,28	12	113,04	2,65	0,34	75	7,28	18	254,34	5,95	0,34
80	7,77	12	113,04	2,73	0,35	80	7,77	18	254,34	6,15	0,35
85	8,25	12	113,04	2,82	0,36	85	8,25	18	254,34	6,34	0,36
90	8,74	12	113,04	2,9	0,37	90	8,74	18	254,34	6,52	0,37

For å kunne sammenligne resultater fra forskjellige ledninger er det da viktig at vannhastigheten som oppnås er tilnærmet lik. Det blir da nødvendig og gjøre en overveielse i forhold til hvor stort avvik fra den ønskede vannhastigheten vi kan tolerere ut ifra den empiriske verdien. Skjærkreftene på sedimentene vil forandres ved forskjellige vannhastigheter og som en følge vil mengden suspendert materie også forandres (Vreeburg et al. 2004b). Dette gjør at en ledning hvor det oppnås en lavere vannhastighet vil gi andre turbiditetsresultater enn hvis det hadde vært oppnådd en høyere hastighet. Hvor stor effekt og innvirkning dette vil ha på resultatet foreligger det ingen forskning på. Men man kan merke seg studiet Jayaratne et al. 2004 som sier at i området 0,25-0,6m/s vil alle partikler være suspendert.

Basert på dette valgte vi å benytte fire restriktorer til hver ledningsdimensjon. Det mest vanlige trykkområde i ledningsnettet er mellom 4-8 bar, og i dette området vil restriktorene ha et maksimalt variasjon på 11,4%.



Bilde 1 - viser restriktorene som ble laget ved at en aluminiums skive ble sammenføyd imellom to Storz kuplinger med innvendig og utvendig gjenge.

Ved test i felt ble det benyttet en vannmåler av typen Hydrant Test Meter fra Sensus Metring System, levert av Axflow. Denne ble benyttet til å kontrollere vannmengde og dermed kvalitetskontrollere beregningene av restriktorene. Ved utførelse av RPM målinger kan behovet for vannmåler elimineres ved bruk av «velkalibrerte» restriktorer* Prosjektgruppen har hatt som mål å overlevere velkalibrerte restriktorer, da utførelse av målingene lettes betraktelig hvis behovet for vannmåler fjernes.

Uke 17 til 18 ble det utført til sammen 8 tester av vannhastigheten. Allerede ved første test ble det avdekket en høyere vannmengde enn beregnet. Som en konsekvens ble det utført ytterligere tester med en mindre restriktor. Disse er ikke representert i tabellen under.

I utgangspunktet så enkelte av målingene lovende ut, da målt vannhastighet lå nært den ønskede. Ved nærmere kontroll av tallene ble det funnet at selv disse målingene lå over hva som var beregnet i forhold til trykkområde for den aktuelle restriktoren.



Bilde 2 – Sensus Flowmeter

Tabell 2 – Beregnet hastighet kontra målt hastighet

Teststed	Trykk bar	Restrikt .	Målt vannhastighet	Beregnet vannhastighet	Diff %
Hallingrudveien- 100 mm	2,8	15	0,44	0,33	3
Jerpeveien- 150mm	4,5	20	0,357	0,33	8
Strømskogen- 100mm	3,3	15	0,39	0,36	8,3
Jupiterstien- 100 mm	6	13	0,45	0,35	28,5
Revefaret- 100mm	4,4	14	0,446	0,36	8,6
Sørskogen-100mm	7	12	0,445	0,34	31
Gjennomsnittlig avvik på vannmengden					19,6

For å finne årsaken til dette ble først beregningene kontrollert. Beregningene baserer seg på utstrømning med koeffisient på 0,62. Koeffisienten angir en reduksjon av det benyttede arealet av et hull ved gjennomstrømning av vann til fri luft. Vi var usikker på innvirkningen av at gjennomstrømningen passerer gjennom 25 meter brannslange og vannmåleren. Vannmåleren krever et mottrykk for å avgi korrekte verdier. Ved å kontrollere utregningen med de målte vannmengdene ble utstrømningskoeffisienten >1. En gjennomstrømnings areal som er større en det fysiske arealet er ikke mulig. Vi konkluderte med at feilen måtte ligge et annet sted.

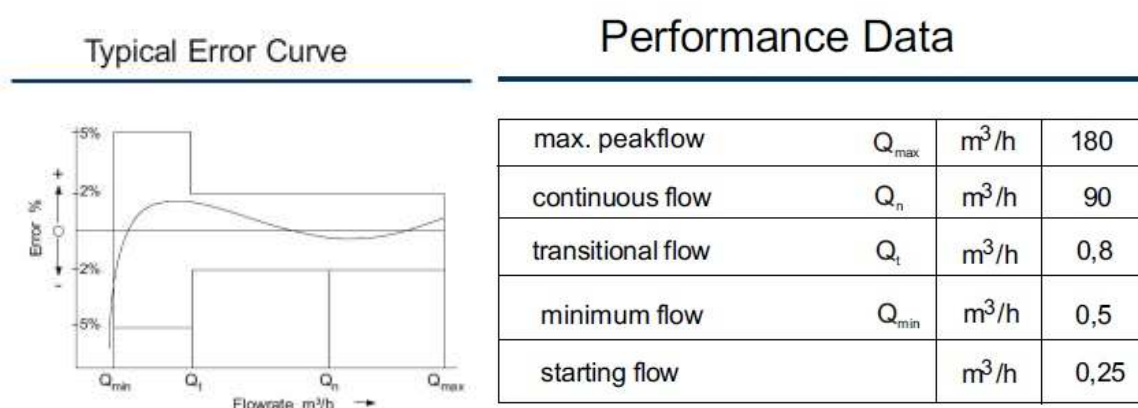
Vi utførte deretter tre tester for å kontrollere vannmålerens feilmargen. Testen utførtes ved å tilkoble utspylingsdel og brannslange på samme måte som ved tidligere tester og fylle opp en murebøtte på 94 liter.

* Vreeburg et al. 2004b

Tabell 3 – Kontroll av vannmåler

Test nr	Avlest vannmengde	Differanse	Feilprosent
1	122	122-94 =28	29,78
2	109	109-94=15	16
3	105	105-94=11	11,7
Gjennomsnittlig avvik på vannmengden			19,2

Feilprosenten til vannmåleren ble avdekket til å være betydelig. Ifølge databladet til vannmåleren har den en maksimal feilprosent på 5% ved Q_{min} . Q_{min} tilsvarer 0,13 liter i sekunder. Ved våre tester er vannuttaket $10\text{m}^3/\text{h}$ som vil ligge i området Q_n (continuous flow), i dette område skal ikke feilprosenten være større enn 1%. Vi konkluderer da med at det enten er feil ved vannmåleren eller at den er uegnet til å utføre nøyaktige målinger ved metodene vi benytter.



Figur 2 – Utdrag datablad - Flowmeter

Vi kan konkludere med at vannmåleren ikke fungerer til dette bruket og som en konsekvens kan vi ikke kontrollere restriktorene. Hvis vi sammenligner gjennomsnittlig avvik på vannmåleren med avvik på vannmengdeberegningen ser vi en klar sammenheng. Det er ikke mulig å konkludere basert på dette grunnlaget. Ytterligere tester med egnet vannmåler er nødvendig for å etterprøve våre beregninger.

2.3 – Størrelse på utspylingsdel

Påkobling har fungert ved 8 vannverkskummer. Ved test i kum 71442 var det ikke nok klarering fra utspylingsdelen til kjege, påkobling av utspylingsdelen ble dermed ikke mulig. Utspylingsdelen består av en brannstender og 3" galvaniserte rørdeler med kuleventil. Disse delene sammenføres med NOR 1 hurtigkobling. Byggelengden på brannstenderen er gitt og er 40 cm. Hele utspylingsdelen måler 110 cm. Dette kan medføre problem i grunne kummer, spesielt hvis brannvannsuttaget ikke er sentrert i forhold til kjege.



Bilde 3 – Utspylingssdel

For å løse dette problemet må man velge en mindre dimensjon på de galvaniserte rørdelene. Det er mulig å bygge denne delen i 3" med en mindre byggelengde men dette vil innebære og benytte 90 °albue istedenfor 90 °langbend. Det ble gjort et bevisst valg om å bruke langbend for å ivareta gode hydrauliske forhold.

Omfanget av problemet avhenger av hvor mange kummer utspylingssdelen ikke vil kunne benyttes i. Dette antallet er uvisst. Men for å unngå at testpunktene må passe utspylingssdelen, og man dermed mister mulighet til å utføre testen på enkelte plasser, anbefales det å bygge en ny utspylingssdel i 2 ½ ". Trykktapet som følge av reduksjonen er neglisjerbar ved vannmengdene benyttet ved RPM metoden.

2.4 – Reduksjonsventil og sil problematikk

Under testen i Revefaret oppdaget gruppen at vanntrykket inn i turbiditesmåleren sank til nesten 0 bar. Testen ble avbrutt for å finne årsaken til dette. Det ble raskt konkludert med at vannet ikke kom gjennom reduksjonsventilen. Reduksjonsventilen ble demontert og kontrollert, og det viste seg at silen hadde tettet seg.



Bilde 4 – RPM kassett

Slik rørsystemet er lagt opp nå vil alt vannet til turbiditetsmåleren passere reduksjonsventilen. Reduksjonsventilen er nødvendig for å beskytte turbiditetsmåleren, som ikke tåler trykk over 6 bar. Reduksjonsventilen er avhengig av silen for å opprettholde dens funksjon. Samtidig er det en selvmotsigelse å ha en sil i forkant av et måleutstyr beregnet for å måle suspenderte partikler i vannet. Når problemet oppsto hadde måleutstyret vært benyttet til kontinuerlig logging i 48 timer samt fire andre tester.

Løsningen på dette problemet er ikke umiddelbart åpenbar da alle løsninger medfører kompromiss. Ved å benytte utstyret slik det er bygd nå vil man få konsekvente målinger ved alle trykk. Samtidig vil de groveste partiklene fanges opp i silen og man vil måtte legge inn en rutine for rengjøring.

Alternativt kan man lage en bypass rundt reduksjonsventilen. Ved avlesning av trykk på ledningen må operatøren velge hvorvidt vannet skal gå ureduisert eller redusert til turbiditetsmåleren. Dette medfører at man ved trykk over 6 bar vil utføre målinger som passerer reduksjonsventil og silen. De ureduiserte målingene vil da kunne passere utenom silen. Hvilken påvirkning dette vil ha på målingene er usikkert, men med tanke på senere sammenligninger vil det alltid være ønskelig med så få variabler som mulig.

En annen negativ konsekvens av å lage en bypass er at man muliggjør å kjøre for høyt trykk inn i turbiditetsmåleren.

Hvis systemet benyttes slik det er overlevert anbefales det at silen kontrolleres hyppig. Ved gjennomføring av kontinuerlig måling vil man raskt kunne danne seg et bilde av mengden partikler som blir fanget opp av silen.

Testresultater

Test Id: 1.1

ID	1.1
Navn	Fysisk størrelse
Beskrivelse av testen	Senke RPM enheten ned i kommunal brannkum uten problemer.
Godkjenningskriterier	RPM kassetten må uten demontering kunne senkes ned i en 650 mm kum
Utførende	Prosjekt gruppe
Status	Godkjent Dato: 17.04.13
Kommentar	Test gjennomført uten merknader

Test ID: 1.2

ID	1.2
Navn	Vekt
Beskrivelse av testen	Veie RPM enheten
Godkjenningskriterier	Vekt < 20 kg
Utførende	Prosjektgruppe
Status	Veier 37 kg. Test ikke godkjent Dato: 17.04.13
Kommentar	Årsak: Konflikt mellom krav 1.2 «vekt < 20 kg» og 2.1 «RPM enheten må være batteridreven med minimum 48 timers batterikapasitet». Vekt kravet ble ansett som sekundært til krav 2.1. Valg av koffert ble

	<p>påvirket som følge av behov for større plass til batteri og elektronikk. Kofferten måtte også være robust nok til å tåle gjentatt opp og nedføring i kum samtidig som den beskytter måleutstyr og elektronikk.</p> <p>Krav 1.2 stammer fra arbeidsmiljøloven sin anbefaling om tilrettelegging hvis en person må utføre gjentatte løft på over 20kg. Behovet for å løfte kassetten vil bare være ved nedsenkning i kum og dette er arbeid som må utføres av to personer. Flytting av kassetten utføres uten problem da den er utstyrt med hjul.</p>
--	--

Test ID: 1.3

ID	1.3
Navn	Gjennomgang av utstyrliste og leveringstid
Beskrivelse av testen	Gjennomgang av utstyrliste og leveringstid
Godkjenningskriterier	Alle enkeltkomponentene skal være standardvare hos leverandør eller ha en leveringstid < 4 uker
Utførende	Prosjektgruppe
Status	Godkjent Dato: 17.04.13
Kommentar	De fleste av rørdelene benyttet er lagervare eller har en leveringstid på 2 dager. Måleutstyret benyttet har leveringstid på 2 uker.

Test ID: 1.4

ID	1.4
Navn	Påkobling brannvannsluttak
Beskrivelse av testen	RPM enhet tilkobles vannledningsnett
Godkjenningskriterier	Påkobling fungerer problemfritt ved minimum 3 forskjellige vannverkskummer og vannmengden fra uttaket er tilstrekkelig til å utføre PRM måling
Utførende	Prosjektgruppe
Status	Godkjent Dato: 19.04.13
Kommentar	Påkobling har fungert ved 8 vannverkskummer. Utspylingsdelen bygger 110cm fra brannvannsutttak. Det medfører et problem hvor kummen er grunn. Ved test i kum 71442 var det ikke nok klarering til kjegle, påkobling av utspylingsdelen ble dermed ikke mulig. Dette kan løses ved å bygge en utspylingsdel i en mindre rør dimensjon.

Test ID: 2.1

ID	2.1
Navn	Batteridrift
Beskrivelse av testen	RPM enheten settes i drift for kontinuerlig måling av turbiditet i 48 timer
Godkjenningskriterier	Ingen avbrudd i turbiditetsmåling i løpet av 48 timer.
Utførende	Prosjektgruppen
Status	Godkjent Dato: 21.04.13
Kommentar	RPM enhet ble senket ned i kum i Jerpeveien på Konnerud fredag 19. april kl. 11:00 og hentet søndag 21. april kl. 12:00. Loggføringsintervallet var satt til 30 sekunder og måledata viser en kontinuerlig loggføring i hele perioden.

Test ID: 2.2

ID	2.2
Navn	Turbiditetsmåling
Beskrivelse av testen	Kontroll av datablad for måleutstyr og test av utsyr i felt
Godkjenningkriterier	Datablad viser måleområde og måleunøyaktighet innenfor verdiene angitt i krav 2.2. Test av utstyret i felt viser kontinuerlig loggføring av turbiditetsnivå og endring av nivå ved forstyrrelse av ledningsnett.
Utførende	Prosjektgruppe
Status	Godkjent Dato: 25.04.13
Kommentar	Datablad for Hach-Lange Ultraturb: Måleområde: 0,0001 – 1000 NTU Nøyaktighet: $\pm 0,008$ NTU eller $\pm 1\%$ av måleverdi (0-10 NTU) Ved gjennomføring av testene ble det kontrollert at endringene i turbiditetsnivået fulgte endringene av missfargingen i det utspylte vannet.

Test ID: 2.3

ID	2.3
Navn	Loggføring av måledata fra tidligere tester
Beskrivelse av testen	Gjennomgang av måledata fra tidligere tester
Godkjenningkriterier	Måledata kan avleses fra alle tidligere tester. Ingen problemer med overføring fra måleutstyr til PC
Utførende	Prosjektgruppe
Status	Godkjent Dato: 24.04.13

Test ID 2.4

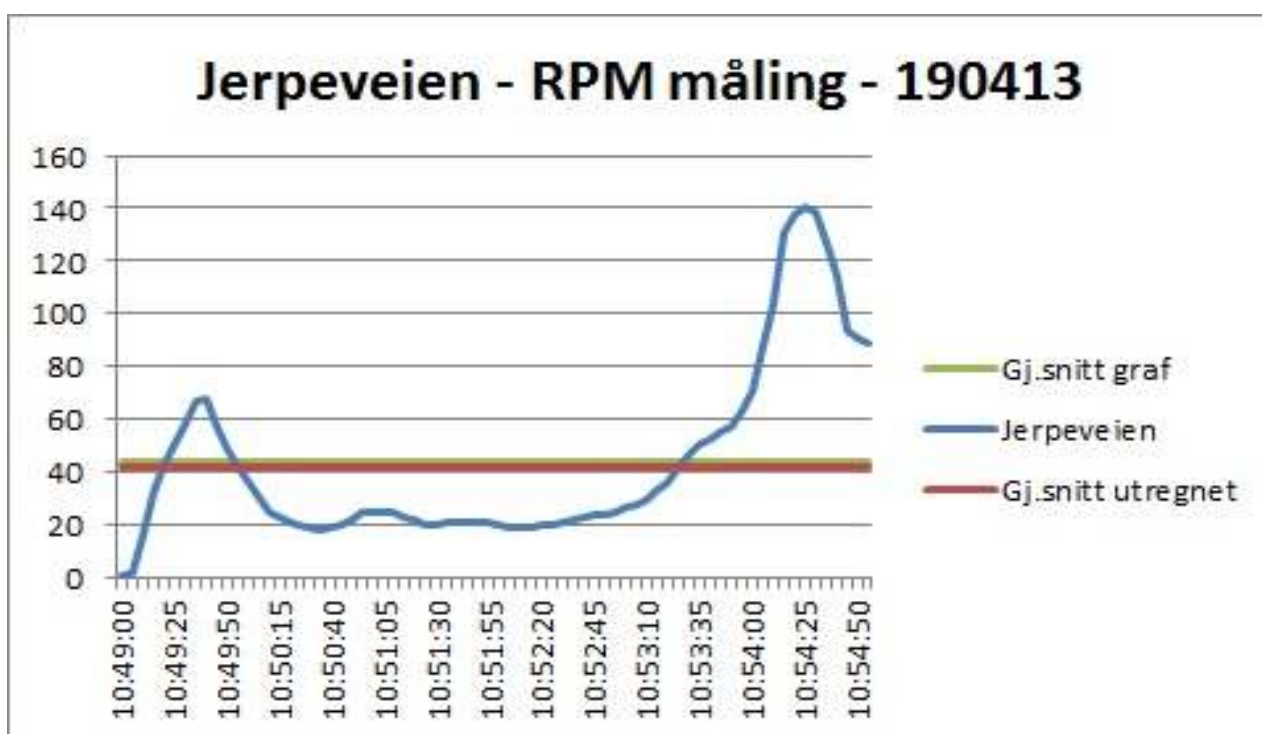
ID	2.4
Navn	Økning av vannhastighet
Beskrivelse av testen	Måling av vannmengde gjennom utspylingspunkt
Godkjenningkriterier	Vannmengden gjennom utspylingspunktet må være tilstrekkelig til å gi en økt vannhastighet gjennom ledningen som testet på 0,35 m/s
Utførende	Prosjektgruppe
Status	Ikke godkjent (usikker måling) Dato: 24.04.13
Kommentar	Se utledning kap 2.2

Turbiditesmålinger

Analyse av resultat gjennomføres ved at man leser av turbiditetsnivået tre ganger under forstyrrelsen. Gjennomsnittet av disse tre målingene legges til grunn for å avgjøre rengjøringsbehov. Et gjennomsnitt under 20FNU* er å anse som en ren ledning, mellom 20-50FNU en ledning som man bør vurderes rengjort og en ledning med over 50FNU bør rengjøres snarlig.

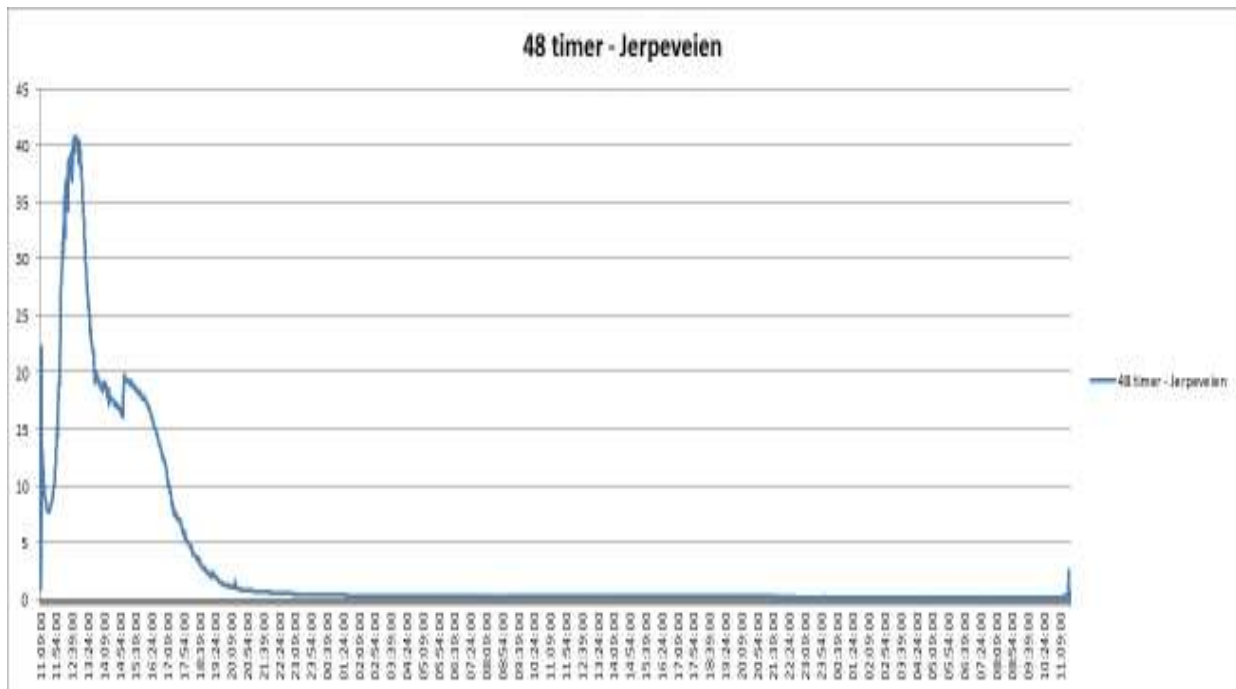
Tabell 4 – Resultat av RPM måling

Sted	Start	100 sekunder	200 sekunder	300 sekunder	Gjennomsnitt
Hallingrudvn	0,441 FNU	2,86 FNU	9,80 FNU	3,04 FNU	5,23 FNU
Dalenveien	0,641 FNU	3,21 FNU	3,39 FNU	3,11 FNU	3,23 FNU
Jerpeveien	0,56 FNU	19,5 FNU	20,1 FNU	87,4 FNU	42,3 FNU
Strømskogen	0,48 FNU	3,01 FNU	7,07 FNU	10,02FNU	6,7 FNU
Jupiterstien	0,9 FNU	1,94 FNU	5,58 FNU	2,53 FNU	3,35 FNU
Revefaret	2,3 FNU	5,81 FNU	6,5 FNU	6,06 FNU	6,12 FNU
Damenga	0,88 FNU	1,06 FNU	0,72 FNU	0,88 FNU	0,88 FNU



Figur 3 – viser gjennomsnittet for de tre målingene differensierer i liten grad fra det reelle gjennomsnittet av turbiditetsnivå.

* Formazin Nephelometric Unit



Figur 4 – viser kurven (FNU) for kontinuerlig turbiditetsmåling i 48 timer

Gjennomføringen av RPM målingen i Jerpeveien er den eneste av våre målinger hvor vi avdekket en ledning som bør vurderes rengjørt. Etter forstyrrelsen ble det satt opp til kontinuerlig logging. Referanseverdien til ledningen var 0,56 FNU og det tok 11,5 timer før turbiditeten var tilbake til samme verdi.

Konklusjon

Gruppen er så langt fornøyd med gjennomføring av test perioden og takker også for tilliten Drammen Kommune har vist oss gjennom dette prosjektet. Det har ikke oppstått noen farlige situasjoner og systemet virker som det skal med unntak av de usikkerhetene som er nevnt tidligere i rapporten. Det gjenstår derfor litt for å bli helt sikker på vannhastigheten og å bruke alle erfaringene vi har fått til å sette opp en god bruksanvisning for systemet.

Prosjektgruppe 3

Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnettet
Fotoalbum





























Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnettet
Møtereferat

Referat fra hovedprosjektmøte nr 1-12 13.09.12

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent	
		Jarl	x		
		Harald			
		Galip			
		Roger			
		Simen			
Administrative saker					Ansvar
<ul style="list-style-type: none"> • Torsdag er satt av til arbeid med hovedprosjekt. Såfremt ikke annet er avtalt møtes vi på rådhuset klokken 8. Det er gjestekort og få i resepsjonen. • Idé dokument - Oversendt 13/09. Avventer tilbakemelding fra Olaf Graven • Kontrakt for arbeid med hovedprosjektoppgave er signert av studentene 13/09. Er til underskrift hos Erling Aass og må overleveres Olaf Graven for signatur. • Prosjektplan er utarbeidet. Kopi sendes sfho@hotmail.no. Endringer i prosjektplan diskuteres underveis i prosjektets gang, men denne er gjeldende og skal følges av gruppen. • Møtereferat oversendes SFHO senest 3 dager etter prosjektmøte. Gjennomgang og godkjenning av møtereferat gjøres i starten av hvert prosjektmøte. 					Alle
Prosjektplan					
<ul style="list-style-type: none"> • Research- alle aktuelle studier, dokumenter og fagblader samles inn. Se spesielt etter rengjøring av vannledninger, misfarging, turbiditet, RPM måling. Funn presenteres i plenum. • Gjennomgang av nåværende spyleinstruks i Drammen. Gjøres i neste gruppemøte 					Alle
<p>Opprette samarbeid med andre virksomheter/fagpersoner. Bergen kommune har i samarbeid med SINTEF ett forskningsprosjekt relatert til spylefrekvens. Undersøke mulighet for samarbeid og utveksling av måledata. Sandra Kjellberg i Norconsult har gjort en Mastergradsoppgave på RPM måling av turbiditet og sammenheng mellom turbiditet og rengjøringsbehov.</p>					JEL
<p>Idé dokument- oversendt og avventer tilbakemelding fra Olaf</p> <p>Rengjøringsinstruks for Nedre Eiker. Sette seg inn i rengjøringsinstruks for sitt arbeidssted. Hvilke grunnlag er instruksens bygget på og hvordan avviker den fra Drammen kommune.</p>					HB
<p>Opprette website. Domene www.spylebehov.com er kjøpt inn til kr. 400. Be om refusjon for utlegg av arbeidsgiver. Websiden må utvikles og oppdateres underveis.</p>					SF
<p>Idé dokument- oversendt og avventer tilbakemelding fra Olaf</p>					GØ
<p>Rengjøringsinstruks for Hønefoss. Sette seg inn i rengjøringsinstruks for sitt arbeidssted. Hvilke grunnlag er instruksens bygget på og hvordan avviker den fra Drammen kommune.</p>					RAL

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 2-12 27.09.12

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent	
		Jarl			
		Harald	x		
		Galip			
		Roger			
		Simen			
Administrative saker					
<ul style="list-style-type: none"> • Torsdag er satt av til arbeid med hovedprosjekt. Såfremt ikke annet er avtalt møtes vi på rådhuset klokken 9. • Kontrakt for arbeid med hovedprosjektoppgave er signert av studentene 13/9. Er til underskrift hos Erling Aass og må overleveres Olaf Graven for signatur. • Fremdriftsplan er utarbeidet. Kopi sendes sfho@hotmail.no. Endringer i fremdriftsplanen diskuteres underveis i prosjektets gang, men er gjeldene og skal følges av gruppen. • Møtereferat oversendes sfho@hotmail.no senest 24 timer etter prosjektmøtet. 					Alle
Prosjektplan					
<p>Research- alle aktuelle studier, dokumenter og fagblader samles inn. Se spesielt etter rengjøring av vannledninger, misfarging, turbiditet, RPM måling. Funn presenteres i plenum. Vi har bestilt ISO 7027 Standard på biblioteket. Lasse Vråle kan bidra med utdypende informasjon om turbiditet. Han oversender pr. mail</p>					Alle
<p>Gjennomgang av nåværende spyleinstruks i Drammen. Gjøres i neste gruppemøte.</p>					Alle
<p>Opprette samarbeid med andre virksomheter/fagpersoner. Bergen kommune har i samarbeid med SINTEF et forskningsprosjekt relatert til spylefrekvens. Undersøke mulighet for samarbeid og utveksling av måledata.</p> <p>Sandra Kjellberg i Norconsult har gjort en Mastergradoppgave på RPM (Resuspension Potential Method) hvor turbiditet knyttes til rengjøringsbehov i vannledningen.</p>					JEL
<p>Rengjøringsinstruks for Nedre Eiker. Sette seg inn i rengjøringsinstruks for sitt arbeidssted. Hvilke grunnlag er instruksene bygget på og hvordan avviker den fra Drammen kommune. Harald innhenter mere utdypende informasjon</p>					HB
<p>Opprette webside. Domenet www.Spylebehov.com er kjøpt inn til kr. 400. Be om refusjon for utlegg av arbeidsgiver. Websiden må utvikles og oppdateres underveis</p>					SF
<p>Rengjøringsinstruks for Hønefoss. Roger forteller at pr. i dag spyles det etter «brannsløkkingsmetoden» og at en instruks er under utarbeidelse. Mere informasjon kommer.</p>					RAL
<p>VA Miljøblad ønskes brukt som kilde i prosjektarbeidet. Jarl sjekker om tillatelse må innhentes.</p>					JEL

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 3-12 11.10.12

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent		
		Jarl				
		Harald	x			
		Galip				
		Roger				
	x	Simen				
Administrative saker						
<ul style="list-style-type: none"> • Torsdag er satt av til arbeid med hovedprosjekt. Såfremt ikke annet er avtalt møtes vi på rådhuset klokken 9. • Kontrakt for arbeid med hovedprosjektoppgave er signert av studentene 13/9. Er til underskrift hos Erling Aass og må overleveres Olaf Graven for signatur. • Fremdriftsplan er utarbeidet. Kopi sendes sfho@hotmail.no. Endringer i fremdriftsplanen diskuteres underveis i prosjektets gang, men er gjeldene og skal følges av gruppen. • Møtereferat oversendes sfho@hotmail.no senest 24 timer etter prosjektmøtet. 					Alle	
Prosjektplan						
Research- alle aktuelle studier, dokumenter og fagblader samles inn. Se spesielt etter rengjøring av vannledninger, misfarging, turbiditet, RPM måling. Funn presenteres i plenum. Vi har bestilt læreboken Vann og Avløpsteknikk fra Norsk Vann.					Alle	
Gjennomgang av nåværende spyleinstruks i Drammen. Gjøres i neste gruppemøte.					Alle	
Møte med veiledere 11.10.12 Omfanget av oppgaven ble diskutert. Føringerne fra Drammen Kommune er at vi skal fokusere på utviklingen av prøvemetoden, og lettfattelige instruksjer.					Alle	
Opprette samarbeid med andre virksomheter/fagpersoner. Sandra Kjellberg har vi fått en positiv tilbakemelding om et samarbeid. Hun har også oversendt hele Masteroppgaven sin, denne ligger på SFHO. Bergen Kommune har et samarbeidsprosjekt med SINTEF Byggforsk hvor formålet er og finne korrekt rengjøringsintervall. Vi har ennå ikke fått svar på vår forespørsel om samarbeid. Sendt ny e-post eller ta kontakt på telefon					JEL	
Rengjøringsinstruks for Nedre Eiker er lignende til Drammen Kommune. Likt intervall og fortrinnsvis plugg spyling.					HB	
Webside: Diskutere layout og utseende, samt utvikle tekstene og innholdet. Diskusjon om dette ved neste møte.					SF	
VA Miljøblad ønskes brukt som kilde i prosjektarbeidet. Galip sjekker om tillatelse må innhentes.					GØ	

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 4-12 18.10.12

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Jarl		
		Harald	x	
		Galip		
		Roger		
		Simen		
Administrative saker				
<ul style="list-style-type: none"> • Neste møte: Jarl innkaller til neste møte • Kontrakt for arbeid med hovedprosjektoppgave er signert av studentene 13/9. Er til underskrift hos Erling Aass og må overleveres Olaf Graven for signatur. • Fremdriftsplan er utarbeidet. Kopi sendes sfho@hotmail.no. Endringer i fremdriftsplanen diskuteres underveis i prosjektets gang, men er gjeldene og skal følges av gruppen. • Møtereferat oversendes sfho@hotmail.no senest 24 timer etter prosjektmøtet. 				Alle
Prosjektplan				
Research- alle aktuelle studier, dokumenter og fagblader samles inn. Se spesielt etter rengjøring av vannledninger, misfarging, turbiditet, RPM måling. Funn presenteres i plenum. Vi har bestilt læreboken Vann og Avløpsteknikk fra Norsk Vann. Den er nå kommet.				Alle
Gjennomgang av nåværende spyleinstruks i Drammen. Gjøres i neste gruppemøte.				Alle
Møte med veiledere 11.10.12 Omfanget av oppgaven ble diskutert. Føringerne fra Drammen Kommune er at vi skal fokusere på utviklingen av prøvemethoden, og lettfattelige instruksjer.				Alle
Opprette samarbeid med andre virksomheter/fagpersoner. Sandra Kjellberg har vi fått en positiv tilbakemelding om et samarbeid. Hun har også oversendt hele Masteroppgaven sin, denne ligger på SFHO. Bergen Kommune har et samarbeidsprosjekt med SINTEF Byggforsk hvor formålet er og finne korrekt rengjøringsintervall. Vi har ennå ikke fått svar på vår forespørsel om samarbeid. Send ny e-post eller ta kontakt på telefon				JEL
Webside: Diskutere layout og utseende, samt utvikle tekstene og innholdet. Diskusjon om dette ved neste møte.				SF
VA Miljøblad ønskes brukt som kilde i prosjektarbeidet. Galip sjekker om tillatelse må innhentes.				GØ
Dypdykk i turbiditetsmålestyr. Finne ut målområdet på de forskjellige turbiditetsmalere. Se etter målestyr som måler på størst mulig området.				RAL/HB
Bacheolor rapport: Kartlegge forskjellige typer rapport maler for bacheolor oppgaver.				GØ

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 5-12 1.11.12

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Jarl		
		Harald	x	
		Galip		
		Roger		
		Simen		

Administrative saker	
<ul style="list-style-type: none"> • Neste møte blir torsdag kl 9:00 på rådhuset i Drammen • Kontrakt for arbeid med hovedprosjektoppgave er signert av studentene 13/9. Er til underskrift hos Erling Aass og må overleveres Olaf Graven for signatur. • Fremdriftsplan er utarbeidet. Kopi sendes sfho@hotmail.no. Endringer i fremdriftsplanen diskuteres underveis i prosjektets gang, men er gjeldene og skal følges av gruppen. • Møtereferat oversendes sfho@hotmail.no senest 24 timer etter prosjektmøtet. 	Alle
Prosjektplan	
Research- Søke etter de 4 øverste pubiseringer som refereres til i Sandra Kjellberg sin masteroppgave. Se side 55	RAL/GØ
Research- alle aktuelle studier, dokumenter og fagblader samles inn. Se spesielt etter rengjøring av vannledninger, misfarging, turbiditet, RPM måling.	Alle
<p>Opprette samarbeid med andre virksomheter/fagpersoner.</p> <p>Sandra Kjellberg har vi fått en positiv tilbakemelding om et samarbeid. Hun har også oversendt hele Masteroppgaven sin, denne ligger på SFHO.</p> <p>Bergen Kommune har et samarbeidsprosjekt med SINTEF Byggforsk hvor formålet er og finne korrekke rengjøringsintervall. Vi har ennå ikke fått svar på vår forespørsel om samarbeid. Send ny e-post eller ta kontakt på telefon</p> <p>Jan Vreeburg Jarl prøver å opprette kontakt for å få svar på en del spørsmål knyttet til RPM metoden</p>	JEL
Webside: Simen gjør endringer i layout og setter inn tekst/bilder som vi ble enige om.	SF
VA Miljøblad ønskes brukt som kilde i prosjektarbeidet. Galip har innhentet tillatelse.	GØ
Dypdykk i turbiditetsmålestyr. Finne ut målområdet på de forskjellige turbiditetsmålere. Se etter målestyr som måler på størst mulig området. Har innhentet pris på Hach/Lange ultra turb. Undersøker de andre komponentene vi trenger	HB
Bacheolor rapport: Velger noen varianter av oppgaveoppsett som presenteres på neste møte	GØ
<p>Konteeksamen Simen har eksamen i materialteknikk den 21. november. Arbeidsmengden justeres slik at han får ro til forberedelser.</p> <p>Samme gjelder Galip når han får datoen på sin eksamen.</p>	SF/GØ

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 6-12 8.11.12

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Jarl		
		Harald	x	
		Galip		
	X	Roger		
		Simen		

Administrative saker	
<ul style="list-style-type: none"> • Kravspesifikasjon må utarbeides, skal være ferdig før jul • Fremføring i januar. Forberedelser og øvinger i romjula • Neste møte blir torsdag 22.november kl. 9:00 på rådhuset i Drammen • Kontrakt for arbeid med hovedprosjektoppgave er signert av studentene 13/9. Er til underskrift hos Erling Aass og må overleveres Olaf Graven for signatur. • Fremdriftsplan er utarbeidet. Kopi sendes sfho@hotmail.no. Endringer i fremdriftsplanen diskuteres underveis i prosjektets gang, men er gjeldene og skal følges av gruppen. • Møtereferat oversendes sfho@hotmail.no senest 24 timer etter prosjektmøtet. 	Alle
Prosjektplan	
Research- Søke etter de 4 øverste pubiseringer som refereres til i Sandra Kjellberg sin masteroppgave. Se side 55	RAL/GØ
Research- alle aktuelle studier, dokumenter og fagblader samles inn. Se spesielt etter rengjøring av vannledninger, misfarging, turbiditet, RPM måling.	Alle
<p>Opprette samarbeid med andre virksomheter/fagpersoner.</p> <p>Sandra Kjellberg har vi fått en positiv tilbakemelding om et samarbeid. Hun har også oversendt hele Masteroppgaven sin, denne ligger på SFHO.</p> <p>Bergen Kommune har et samarbeidsprosjekt med SINTEF Byggforsk hvor formålet er og finne korrekte rengjøringsintervall. Vi har ennå ikke fått svar på vår forespørsel om samarbeid. Send ny e-post eller ta kontakt på telefon</p> <p>Jan Vreeburg Opprettet kontakt, og mottatt verdifull informasjon. Jan V. refererte til et vannverk i Nederland med gode resultater fra RPM metoden. Undersøke muligheten for samarbeid med dem.</p>	JEL
Webside: Simen gjør endringer i layout og setter inn tekst/bilder som vi ble enige om.	SF
Dypdykk i turbiditetsmålestyr. Finne ut målområdet på de forskjellige turbiditetsmålere. Se etter målestyr som måler på størst mulig området. Har innhentet pris på Hach/Lange ultra turb. Undersøker de andre komponentene vi trenger	HB
Bacheolor rapport: Galip har presentert et forslag til oppsett.	GØ
Konteeksamen Simen har eksamen i materialteknikk den 21. november. Arbeidsmengden justeres slik at han får ro til forberedelser. Samme gjelder Galip når han får datoen på sin eksamen.	SF/GØ

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 7-12 22.11.12

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Jarl		
		Harald	x	
	x	Galip		
		Roger		
		Simen		
Administrative saker				
<ul style="list-style-type: none"> • Kravspesifikasjon må utarbeides, skal være ferdig før jul frist for innlevering av de individuelle dokumentene er 8. desember. Oppgavefordeling er sendt på mail. • Fremføring i januar. Forberedelser og øvinger i romjula • Neste møte blir mandag 10. desember kl. 9:00 på rådhuset i Drammen • Kontrakt for arbeid med hovedprosjektoppgave er signert av studentene 13/9. Er til underskrift hos Erling Aass og må overleveres Olaf Graven for signatur. • Fremdriftsplan er utarbeidet. Kopi sendes sfho@hotmail.no. Endringer i fremdriftsplanen diskuteres underveis i prosjektets gang, men er gjeldene og skal følges av gruppen. • Møtereferat oversendes sfho@hotmail.no senest 24 timer etter prosjektmøtet. • Dokumenthåndtering Alle dokumenter lastes opp til felles <i>Skydrive</i> 				Alle
Prosjektplan				
Research- Søke etter de 4 øverste pubiseringer som refereres til i Sandra Kjellberg sin masteroppgave. Se side 55				RAL/GØ
Research- alle aktuelle studier, dokumenter og fagblader samles inn. Se spesielt etter rengjøring av vannledninger, misfarging, turbiditet, RPM måling.				Alle
<p>Opprette samarbeid med andre virksomheter/fagpersoner.</p> <p>Sandra Kjellberg har vi fått en positiv tilbakemelding om et samarbeid. Hun har også oversendt hele Masteroppgaven sin, denne ligger på SFHO.</p> <p>Bergen Kommune har et samarbeidsprosjekt med SINTEF Byggforsk hvor formålet er og finne korrekte rengjøringsintervall. Vi har ennå ikke fått svar på vår forespørsel om samarbeid. Sende ny e-post eller ta kontakt på telefon</p> <p>Jan Vreeburg Opprettet kontakt, og mottatt verdifull informasjon. Jan V. refererte til et vannverk i Nederland med gode resultater fra RPM metoden. Undersøke muligheten for samarbeid med dem.</p>				JEL
Webside: Simen gjør endringer i layout og setter inn tekst/bilder som vi ble enige om. Frist for endringer 8 des. Statusfelt « Hva skjer?» på nettsiden oppdateres ukentlig.				SF
Dypdykk i turbiditetsmålestyr. Finne ut målområdet på de forskjellige turbiditetsmålere. Se etter målestyr som måler på størst mulig området. Har innhentet pris på Hach/Lange ultra turb. Undersøker de andre komponentene vi trenger. Avventer innkjøp til erfaringer fra Nederland er kartlagt.				HB
Bacheolor rapport: Galip har presentert et forslag til oppsett.				GØ
Konteeksamen Simen har bestått eksamen i Materialteknikk og er med videre i gruppen Galip har eksamen tidlig i desember.				SF/GØ

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 8-12 14.12.12

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Jarl	x	
		Harald		
	x	Galip		
	x	Roger		
	x	Simen		
Administrative saker				
<ul style="list-style-type: none"> • Alle dokumentene må overleveres Jarl for godkjenning av veiledere innen torsdag 20. desember • Følgende dokumenter er obligatoriske: Forstudierapport, Visjonsdokument, Kravspesifikasjon, Testspesifikasjon og Prosjektplan • Dokumentene som blir innlevert vil være utslagsgivende for karakter • Neste møte vil bli avtalt når dokumentene nedenfor er godkjent 				Alle
Dokument				Ansvarlig
Forstudierapport				JEL
Prosjektplan				HB
Kravspesifikasjon/Testspesifikasjon				SF
Visjonsdokument				RAL
Kravspesifikasjon/Testspesifikasjon				GØ

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 9-12 27.12.12

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Jarl	x	
	x	Harald		
	x	Galip		
		Roger		
		Simen		

Administrative saker	
<p>Siste mulighet for godkjenning av dokumenter er 2. januar. Alle dokumenter skal overleveres sensor den 4. januar. Bruk oppsettet i Forstudierapport. Skriv med Times New Roman 11. Overskrifter i TNR 12 uthevet. Kvaliteten på det som leveres inn må være høyere. Referanser må alltid føres inn.</p> <p>Forberedende møte til 1. presentasjon holdes fredag 4. januar kl 14:00 i Rådhuset/Isachsen. Helgen benyttes til å arbeide med presentasjonen.</p> <p>Møte med veiledere. Jarl vil forsøke å arrangere et møte mellom intern og ekstern veileder. Formålet er å endre dokumentkravene stilt av Høgskolen til noe som vil være mer hensiktsmessig for oppdragsgiver og prosjektgruppen. I hovedsak ønskes det å fjerne mange av de mindre dokumentene og erstatte de med en sluttrapport.</p>	Alle
Dokument	Ansvarlig
Forstudierapport - Godkjent veileder 21.12.12	JEL
Prosjektplan – Godkjent veileder 21.12.12	HB
Kravspesifikasjon/Testspesifikasjon – Ikke godkjent	SF
Visjonsdokument – Ikke godkjent	RAL
Kravspesifikasjon/Testspesifikasjon – Ikke godkjent	GØ

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 1-3 04.01.13

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Jarl		
		Harald	x	
	x	Galip		
		Roger		
		Simen		

Administrative saker	
<ul style="list-style-type: none">• Fremføring 8. januar kl 12• Møtereferat oversendes sfho@hotmail.no senest 24 timer etter prosjektmøtet.• Dokumenthåndtering Alle dokumenter lastes opp til felles <i>Skydrive</i>	Alle

Prosjektplan	
Presentasjon 1 – Powerpoint presentasjon utarbeides. Alle deltagere i gruppa tildeles hver sin del av fremføringen. Helgen brukes til å sette seg inn i fremføringen. Alle møter på Hibu tirsdag 8. januar på, E205 til forberedelser	Alle

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 2-3 15.01.13

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Frank Helgestad		
		Jarl		
		Harald	x	
	x	Galip		
		Roger		
		Simen		

Administrative saker	
<ul style="list-style-type: none"> • Møtereferat oversendes sfho@hotmail.no senest 24 timer etter prosjektmøtet. • Dokumenthåndtering Alle dokumenter lastes opp til felles <i>Skydrive</i> • Oppfølgings møte med vår interne veileder Frank Helgestad. Etter 1. presentasjon uttrykker Frank at gruppen ikke har fått med seg alt i oppstarten av prosjektet. Kravspesifikasjon og testspesifikasjon mangler samt at prosjektplanen er mangelfull. Møteinnkallingen manglet tidspunkt for presentasjonen. Rommet hvor presentasjonen foregikk var for lite. Kan booke større rom på neste presentasjon. Gruppen må få på plass disse manglene og velge prosjektmodell og jobbe mer strukturert. Kravspesifikasjon utarbeides i samarbeid med oppdragsgiver som er Drammen kommune. Presentasjon 1 gikk greit men kan jobbe mere med kontakt med publikum. • Hensikten er å lære å jobbe i prosjekt. • Gruppen er kollektivt ansvarlig for det gruppa leverer fra seg 	Alle
Prosjektplan	
Bedriftsbesøk Nederland – Ane Prøsch-Oddevald og Jarl Erik Larsen Reiser til Nederland for å ha et møte med RPM metodens utviklere.	JEL/APO

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 3-13 29.01.13

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Frank Helgestad		
		Jarl		
		Harald	x	
		Galip		
		Roger		
		Simen		

Veiledermøte med Frank Helgestad	
<ul style="list-style-type: none"> • Ny prosjektplan blir presentert på møtet. Grappa velger bort «ad hoc» til fordel for «prototyping» som også genererer noen endringer i prosjektplanen. Grappa vil i inneværende uke utarbeide ny kravspesifikasjon samt testspesifikasjon. • Oppfølgingsdokument presenteres. Frank Helgestad ønsker å motta oppfølgingsdokumentet sammen med møteinnkalling. • Kartlegging av utstyrbehov ble påbegynt før jul. Det er ikke jobbet med dette inneværende uke da det var behov for å forbedre prosjektplanen. Etter informasjon fra møte med PWN i Nederland vil kartleggingen av utstyrbehovet gjenopptas umiddelbart • Timelister Frank Helgestad ønsker en endring på timelistene. Vil ha en kolonne for summering av timer hver uke. Simen ser på dette og kommer med et forslag • Web- side Det er ikke noe krav til hyppige oppdateringer på web siden. • «Ingen blir best alene» er et motto fra Frank Helgestads arbeidsliv og påpeker viktigheten av å jobbe i team og samtidig dra i samme retning. Dette er viktig for å nå målstreken. Vi må utnytte ressursene/styrken til hver enkelt deltaker. Viktig å jobbe målrettet slik at det vi leverer fra oss drar oss nærmer mål. Gruppeleders ansvar er å se til at det fungerer. • PWN Jarl deler informasjon fra Nederland og sender bilder som vil bli brukt i kartleggingen av utstyrbehov. 	Alle
Prosjektplan	
Bearbeide info fra Nederland – Alle informeres om møte med PWN	JEL
Kartlegge utstyrbehov – Etter informasjon fra Nederland vil grappa sette seg inn i hvilket utstyr og komponenter som er nødvendig for å gjennomføre prosjektet.	HB

Oppfølgingsdokument – 29/01/13 – Veiledermøte

	Deltager	Forfall	Avvik:	1. Dokumentasjon 23.1.13
	Jarl			
	Harald			
	Galip			
	Roger			
	Simen			

Tidligere aktiviteter

Aktivitetsnavn: Kartlegge utstyrskjøp	Aktivitetskode: 03	Ansvarlig: Harald Bernhardsen	Dato:09/01/13
Beskrivelse: Frembringe en oversikt over nødvendig utstyr for implementering av RPM metoden til Drammen Kommune. Danne grunnlaget for Innstilling for utstyrskjøp(06). Lage en komplett utstyrskjøpsliste. Frembringe datablad for måleutstyr.			
Fremdrift: På etterskudd	Årsak: Ansvarlig har prioritert arbeidet med de manglende dokumentene		

Aktivitetsnavn: Møte med PWN Watercompany	Aktivitetskode: 04	Ansvarlig: Jarl Erik Larsen	Dato:18/01/13
Beskrivelse: Møte med utviklerne av RPM metoden, Peter Schaap og Jan Vreeburg ved PWN Watercompany Nederland.			
Hensikt: Lære mer om metoden og hvordan den mest effektivt kan implementeres. Særlig fokus på forskjellene mellom våre ledningsnett og innvirkningen forskjellene vil ha på implementeringen.			
Fremdrift: Gjennomført	Årsak:		

Aktivitetsnavn: Bearbeide informasjon fra Nederland	Aktivitetskode: 05	Ansvarlig: Jarl Erik Larsen	Dato:18/01/13
Beskrivelse: Gjennomgang av erfaringen hentet fra PWN med oppdragsgiver og prosjektgruppe			
Fremdrift: På etterskudd	Årsak: Ansvarlig har prioritert arbeidet med de manglende dokumentene		

Planlagte aktiviteter

Aktivitetsnavn: Kartlegge utstyrskjøp	Aktivitetskode: 03	Ansvarlig: Harald Bernhardsen	Dato:09/01/13
Beskrivelse: Frembringe en oversikt over nødvendig utstyr for implementering av RPM metoden til Drammen Kommune. Danne grunnlaget for Innstilling for utstyrskjøp(06). Lage en komplett utstyrskjøpsliste. Frembringe datablad for måleutstyr.			
Kommentar: Arbeidet må ha høy prioritet slik at ikke påfølgende aktiviteter kommer på etterskudd. Aktiviteten vil resultere i dokument/utstyrskjøpsliste.			

Aktivitetsnavn: Bearbeide informasjon fra Nederland	Aktivitetskode: 05	Ansvarlig: Jarl Erik Larsen	Dato:18/01/13
Beskrivelse: Gjennomgang av erfaringen hentet fra PWN med oppdragsgiver og prosjektgruppe			
Kommentar: Utføres snarest			

Aktivitetsnavn: Innstilling for utstyrskjøp	Aktivitetskode: 06	Ansvarlig: Harald Bernhardsen	Dato:04/02/13
Beskrivelse: Lage en innstilling med prosjektgruppens anbefaling av utstyrskjøp for oppdragsgiver. Gi oppdragsgiveren en oversikt over hvilke vurderinger prosjektgruppen har gjort vedrørende måleutstyr og begrunnelse for prosjektgruppens anbefaling.			
Fremgangsmåte: Innsamling av datablad fra forskjellige utstyrsløverbud, vurdering av erfaringer fra brukere og kontroll av utstyrsspesifikasjon mot kravspesifikasjon.			
Kommentar: Arbeidet iverksettes så snart aktivitet 03 er fullført.			

Prosjektgruppe 3: Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnettet 2013 Høgskolen i Buskerud – Fakultet for Teknologi				
Formål: Skjema har til formål å registrere avvik i henhold til Forstudierapport 4.2				
	Dokumentasjon	Fremdrift	Prosjekt mål	Annet
Avvikets art:	X			
Beskrivelse av avviket:				
<p>Dokumentene Prosjektplan og Kravspesifikasjon var mangelfulle og tilfredstilte ikke HiBu sine krav til dokumentasjon.</p> <p>Dokumentet Testspesifikasjon ble ikke utarbeidet.</p> <p>Alle dokumentene skulle overleveres den 5. januar 2013. Internt i prosjektgruppen var frist for innlevering fastsatt til 20. desember 2012</p>				
Analyse av årsak:				
<p>Liten forståelse fra prosjektgruppen sin side til hvilke krav Hibu stiller til dokumentene i forhold til kvalitet, omfang og innhold. Prosjektgruppen har i liten grad kommunisert dette og heller basert arbeidet på Prosjekthåndboken.</p>				
Melder: Jarl Erik Larsen		Tidspunkt for avvik: Prosjektgruppe ble orientert om HiBu sitt standpunkt til de mangelfulle dokumentene 08/01/13.		
Tiltak:				
<p>Intern og ekstern veileder er orientert om problemene. Det vil avholdes møte med veiledere og prosjektgruppe hvor tiltak vil bli diskutert.</p>				
Dato og signatur:				
23/1-13 Jarl Larsen				
	Ane Prøsch-Oddevald	Frank Helgestad	Mildrid Solem	Hallstein Asheim Hansen
Sendes:	X	X		

Oppfølgingsdokument – 12/02/13 – Veiledermøte

	Deltager	Forfall	Avvik:	
	Jarl			
	Harald			
	Galip			
	Roger			
	Simen			

Tidligere aktiviteter

Aktivitetsnavn: Kartlegge utstyrskjøp	Aktivitetskode: 03	Ansvarlig: Harald Bernhardsen	Dato:09/01/13
Beskrivelse: Frembringe en oversikt over nødvendig utstyr for implementering av RPM metoden til Drammen Kommune. Danne grunnlaget for Innstilling for utstyrskjøp(06). Lage en komplett utstyrliste. Frembringe datablad for måleutstyr.			
Fremdrift: På etterskudd	Årsak: Ansvarlig har prioritert arbeidet med de manglende dokumentene		

Aktivitetsnavn: Bearbeide informasjon fra Nederland	Aktivitetskode: 05	Ansvarlig: Jarl Erik Larsen	Dato:18/01/13
Beskrivelse: Gjennomgang av erfaringen hentet fra PWN med oppdragsgiver og prosjektgruppe			
Fremdrift: Gjennomført	Årsak:		

Planlagte aktiviteter

Aktivitetsnavn: Innstilling for utstyrskjøp	Aktivitetskode: 06	Ansvarlig: Harald Bernhardsen	Dato:04/02/13
Beskrivelse: Lage en innstilling med prosjektgruppens anbefaling av utstyrskjøp for oppdragsgiver. Gi oppdragsgiveren en oversikt over hvilke vurderinger prosjektgruppen har gjort vedrørende måleutstyr og begrunnelse for prosjektgruppens anbefaling.			
Fremgangsmåte: Innsamling av datablad fra forskjellige utstyrsløpere, vurdering av erfaringer fra brukere og kontroll av utstyrsspesifikasjon mot kravspesifikasjon.			
Kommentar: Arbeidet iverksettes så snart aktivitet 03 er fullført.			

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 5 - 28.02.13

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Frank Helgestad		
		Jarl	x	
		Harald		
		Galip		
	x	Roger		
	Simen			

Administrative saker	
<ul style="list-style-type: none"> • Galip er tilbake i prosjektet. Invitasjon til projectplace er sendt. Ingen endringer i prosjektplanen gjøres. • Innstilling for utstyrskjøp er utarbeidet og godkjent VA-sjef. Måleutstyr er bestilt og forventet levert uke 10. • Tidspunkt for neste veiledermøte er ikke fastsatt. Prosjektgruppen arbeider med innkjøp av utstyr og konstruksjon. Inntil det er en progresjon i disse fasene er det lite hensiktsmessig å foreta veiledermøte. 	Alle
Prosjektplan	
<p>Aktivitet 07 – Innkjøp av utstyr er iverksatt. Levering av måleutstyr uke 10.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Koffert må bestilles – Harald har tegnet inn koffert med måleutstyr i riktig målestokk for å se størrelsen vi må ha. Kofferten må ikke ha større utvendige mål enn at den får plass i 650 kum • Brannstender, ventiler og hurtigkoplere kjøpes av Braco. Vi har oversikt over hvilke deler vi trenger med unntak av løsningen for restriktorer. Restriktorene må prosjektgruppen finne en løsning for å lage. Størrelse og antall restriktorer må beregnes. • Rørdeler bestilles av Brødrene Dahl. Materialer er valgt til aduserte ståldeler i 3”. • Strømforsyning bygges av JR Automasjon. <p>Jarl må lage innkjøpsordre for de forskjellige leverandørene. Når komplett utstyrliste for de forskjellige leverandørene foreligger så produseres innkjøpsordre.</p>	HB
<p>Aktivitet 08 – Konstruksjon påbegynner så snart deler foreligger. Galip gjennomfører forarbeid til denne fasen.</p>	GØ

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 6 - 21.03.13

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent	Referent
		Frank Helgestad		
		Jarl	x	
		Harald		
		Galip		
		Roger		
		Simen		

Administrative saker	
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasjon 2 er avholdt. Tilbakemelding fra sensorer og veiledere er at vi har forbedret oss i forhold til tidligere presentasjon. Sensor etterspør dokumentasjon på vurderingene som vi har gjort med tanke på innkjøp/valg av utstyr og design av konstruksjonen. • Veiledermøte avholdes over påske – Møte med oppdragsgiver 	Alle
Prosjektplan	
<p>Aktivitet 07 – Innkjøp av utstyr - Noe dokumentasjons arbeid gjenstår og noen mindre deler vil bli tatt ut i forbindelse med konstruksjon.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dokumentasjonen ivaretas ved å gjøre en sammenstilling av arbeidsdokumenter. • Flowmeter er ikke levert. Harald har purret på leverandør 	HB
<p>Aktivitet 08 – Konstruksjon - Koffert med måleutstyr overleveres fra JR 21.03.13 Aktiviteten følger fremdriftsplan. Noe arbeid gjenstår. Kjøreplan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sammenføyning av rørdeler innvendig i koffert. Kobling mot turbiditetsmåler. 2. Fullføre utspylingsdel 3. Restriktorer må lages. 2 nye Stortz kuplinger med innvendig gjenge og 8 nye Stortz kuplinger med utvendig gjenge må skaffes til veie. Galip vil kontakte TP for dreining av restriktor plater. 4. Brannslange må kappes til mål 	GØ
<p>Aktivitet 11 – Realisering/Test – Arbeidet starter uke 16. Planlegging av gjennomføringen kan påbegynnes. Teste systemet i henhold til testspesifikasjon. Dette samordnes med oppdragsgiver.</p>	RAL

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 7- 4.4.13

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent
		Frank Helgestad	
		Ane Prøsch-Oddevald	
		Jarl	x
		Harald	
		Galip	
		Roger	
		Simen	

Administrative saker	
<ul style="list-style-type: none"> • Fremdrift – På fronter har tidspunkt for innlevering av dokumenter blitt satt til 27. mai. Vi har derfor knapt med tid. Alle aktiviteter som vi kan begynne med bør iverksettes. For å nå tidsfristen er det nødvendig å fordele ressursene og jobbe selvstendig med oppgavene • Dokumentasjon – Viktigheten av å fremstille god og detaljert dokumentasjon på de nåværende aktivitetene ble poengtert av veileder. 	Alle
Prosjektplan	
<p>Aktivitet 07 – Innkjøp av utstyr – Det siste av utstyr hentes ut 4.april. Aktiviteten må dokumenteres. Dette gjøres ved å lage en sammenstilling av arbeidsdokumenter, e-poster og datablader. Dokumentet vil gi svar på hvilke vurderinger som er gjort i forhold til valg av utstyr/deler.</p>	HB
<p>Aktivitet 08 – Konstruksjon – Fasen er fullført. Alt av utstyr og deler er sammenføyd og ligger på Muusøya. Galip arbeider med å lage en komplett utstyrliste med FDV-dokumentasjon.</p>	GØ
<p>Aktivitet 11 – Realisering/Test – Arbeidet starter opp umiddelbart. Roger må lage en plan for gjennomføringen før 10. april. Torsdag 11.april vil prosjektgruppen starte testing i henhold til testspesifikasjon. Fredag 12.april vil vi fortsette testing og invitere oppdragsgiver til å delta. Arbeidet vil innebære:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Test av system og enhet (Krav- og Testspesifikasjon) • Dokumentasjon av gjennomføringen • Lage en detaljert brukerveiledning • Gjennomgang av hele systemet med oppdragsgiver <p>Aktiviteten danner grunnlag for analyse av systemet med oppdragsgiver. Resurser: Roger, Galip og Simen</p>	RAL
<p>Aktivitet 12 – Analyse/Konstruksjon – Analyse av systemet med oppdragsgiver. Resultat av test gjennomgås. Hvilke krav har vi ikke imøtekommet? Vil det resultere i endring av konstruksjon eller endring av kravspesifikasjon? Fungerer systemet til oppdragsgivers forventning? Oppdragsgiver kan komme med ønsker til forbedringer/endringer og prosjektgruppen vil forsøke å imøtekomme disse.</p> <p>Aktiviteten iverksettes når gruppen og oppdragsgiver har grunnlag for å analysere systemet.</p>	GØ
<p>Aktivitet 14 – Sluttrapport – Frist for innlevering er satt til 27.mai. Rapporten er avhengig av dokumentasjon fra Realisering/Test, Konstruksjon og Innkjøp av utstyr.</p>	JEL

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 8- 11.4.13

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent
		Frank Helgestad	
		Ane Prøsch-Oddevald	
		Jarl	x
		Harald	
	x	Galip	
		Roger	
		Simen	

Administrative saker	
<ul style="list-style-type: none"> Møte avholdes fordi planlagt oppstart for testing er avlyst. Gjennomføringsplan forelå ikke til avtalt tid og veileders tilbakemeldinger på dokumentasjon ble ikke tatt hensyn til. 	Alle
Prosjektplan	
<p>Aktivitet 11 – Realisering/Test – Oppstart av testing i uke 15 er avlyst som følge av manglende planlegging og dokumentasjon. Oppdragsgiver og veiledere er informert.</p> <p>Det ble foretatt omfordeling av arbeidsoppgaver og ansvar. Simen har nå fått hovedansvar for denne aktiviteten.</p> <p>Arbeidet med gjennomføringsplan ble iverksatt og vil foreligge fredag 12. april. Planlagt oppstart for testing er onsdag 17. april.</p>	SF
<p>Aktivitet 12 – Analyse/Konstruksjon – Det ble gjort en omfordeling av ansvar. Harald har fått ansvar for denne aktiviteten.</p> <p>Det vil avholdes et møte med oppdragsgiver i starten av uke 17. Da vil gruppen og oppdragsgiver ha grunnlag for å analysere systemet basert på testing i uke 16.</p> <p>Uke 17 vil holdes åpent for videre testing etter møte med oppdragsgiver.</p>	HB

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 9 - 29.4.13 på Rådhuset i Drammen

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent
		Ane Prøsch-Oddevald	
		Christer Rønning	
		Jarl	
		Roger	
		Simen	
		Harald	x

Administrative saker	Ansvar
<ul style="list-style-type: none"> Fremdrift – På fronter har tidspunkt for innlevering av dokumenter blitt satt til 27. mai. Vi har derfor knapt med tid. Alle aktiviteter som vi kan begynne med bør iverksettes. For å nå tidsfristen er det nødvendig å fordele resursene og jobbe selvstendig med oppgavene Dokumentasjon – Viktigheten av å fremstille god og detaljert dokumentasjon på de nåværende aktivitetene ble poengtert av veileder. 	Alle
Prosjektplan	Ansvar
Aktivitet 12 Etteranalyse/Konstruksjon – Alle planlagte tester er gjennomført. Alle tester er så langt godkjent bortsett fra test 1.1 Fysisk størrelse 1.2 vekt < 20 kg og 2.4 Økning av vannhastighet.	HB
Test 1.2 Vekt < 20 kg. Kofferten med måleutstyret veier 35 kg. Drammen Kommune ser fordelene med batteri til drift av turbiditetsmåler med logger og ser på mulige løsninger med tanke på vekt. Batteris ses på som en "nyvinning" da det øker bruksområdet til å logge kontinuerlig i 48 timer nede i kum. Gruppen er heller ikke kjent med at andre har utstyrt målesystemet med batteridrift.	Alle
Test 1.4 Påkobling brannvannsutttak . Påkobling har fungert ved 8 vannverkskummer. Utspylingsdelen bygger 110cm fra brannvannsutttak. Det medfører et problem hvor kummen er grunn. Ved test i kum 71442 var det ikke nok klarering til kjegle, påkobling av utspylingsdelen ble dermed ikke mulig. Dette kan løses ved å bygge en utspylingsdel i en mindre rør dimensjon. Gruppen foreslår 2 1/2" rørdeler av samme rørmaterialet.	Alle
Test 2.4 Økning av vannhastighet – er ikke godkjent da det er usikkerhet rundt hvorvidt vannmåler måler riktig eller er egnet til denne type test. Det kreves nøyaktigere målemetoder for å slutføre denne testen. Da det er liten tid igjen til fristen for innlevering av dokumenter er det usikkert om gruppen rekker å teste dette ytterligere. Drammen Kommune vil se på en løsning på denne problematikken. Viktig å få dette med i rapporten og vannmåleren ut av systemet. Det er ønskelig med så få restriktorer som mulig men nok til å holde seg i nærheten av den empiriske verdien på 0,35 m/s.	Alle
Reduksjonsventil – Etter fire RPM målinger og kontinuerlig logging i 48 timer, oppdaget gruppen å miste trykket inn til turbiditets måleren. Det viste seg at silen til reduksjonsventilen var full av partikler. Denne hendelsen resulterte i diskusjon hvorvidt det er hensiktsmessig å ha en sil når vi i utgangspunktet ønsker å måle turbiditet. Så langt gruppen vet, finnes det ikke reduksjonsventiler uten sil men har ikke sjekket dette grundigere. Turbiditetsmåleren tåler maks 6 bar. En mulighet er å ha en "by pass" som leder vannet utenom reduksjonsventilen når trykket er lavere enn 6 bar men det er da usikkert om verdiene fra turbiditetsmåleren blir sammenlignbare. Et forslag som også ble nevnt er å ha en sil før trykkreduksjonsventilen som er lett å rengjøre. I bruksanvisningen for RPM systemet må det legges inn en rutine for rensing av sil før bruk. Gruppen vil sjekke om det finnes turbiditetsmålere som tåler høyere trykk.	Alle

<p>Gjennomsnittsmålinger – I kurven som vises fra Jerpeveien i Analyse- Testrapporten ser vi en klar sammenheng mellom gjennomsnitt målt i Excel og gjennomsnitt fra målinger i felt. Dette er i tråd med anbefalinger fra Nederland: Les av etter 100 sekunder, 200 sekunder og 300 sekunder og finn gjennomsnittet</p>	<p>Alle</p>
<p>Justeringer i Rapporten – Drammen Kommune er fornøyd med rapporten. Noen justeringer i forhold til oppsett er ønskelig. Stikkord: Referanseliste på slutten, navnsetting og sidenummer</p>	<p>Alle</p>
<p>Aktivitet 14 – Sluttrapport – Frist for innlevering er satt til 27.mai. Rapporten er avhengig av dokumentasjon fra Realisering/Test, Konstruksjon og Innkjøp av utstyr.</p>	<p>JEL</p>

Referat fra hovedprosjektmøte nr. 10 - 16.5.13 på Rådhuset i Drammen

Tilstede / forfall / referent	Forfall	Medarbeider	Referent
	x	Ane Prøsch-Oddevald	
	x	Christer Rønning	
		Jarl	x
		Roger	
		Simen	
		Harald	
Administrative saker			Ansvaret
<ul style="list-style-type: none"> • Sluttrapport ble overlevert veiledere for kvalitetskontroll 9. mai. Sluttrapporten må revideres etter tilbakemeldinger fra veiledere. Endringene er i hovedsak kosmetisk og retting av skrivefeil. • Dokumentasjon skal overleveres mandag 27. mai kl. 12. For å nå denne tidsfristen må alle dokumenter ferdigstilles innen onsdag 22. mai. 			Alle
Prosjektplan			Ansvaret
<p>Ferdigstilling av dokumenter: Alle dokumenter ferdigstilles og lagres som pdf i gruppens Dropbox folder. Sluttrapporten er førende for utseende og layout. Før dokumentet forsegles må det sendes til gjennomsyn.</p> <p>Dokumentene det gjelder: Forstudierapport, Prosjektplan, Krav- og Testspesifikasjon, Gjennomføringsplan, Testrapport og Møtereferat</p> <p>Jarl gjennomfører endringer i Sluttrapport.</p> <p>Frist: 22. mai</p>			HB/ RAL
<p>Plakat</p> <p>Grafisk: RPM – kassetten, bilder av gruppemedlemmene, Drammen Kommune – logo og noe som symboliserer rent drikkevann</p> <p>Tekst: ”Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnett”, ” Rent drikkevann fra rene rør”.</p> <p>Implementere en metode for å avgjøre rengjøringsbehov i kommunale vannledninger.</p> <p>Forslag på plakat kommer fra Simen. Utarbeides også et forslag til forside i sluttrapport i samme stil som plakat.</p> <p>Frist: 22. mai</p>			SF
<p>Siste presentasjon avholdes 10. juni på rom C107. Når dokumentene er ferdigstilt begynner forberedelser til siste presentasjon.</p>			Alle

**Behovsprøvd rengjøring av vannledningsnettet
Timelister**

Navn:		Timeliste for SFHO		2013	
Harald Bernhardsen					
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg					
					Timer
				Totalt Januar	36,5
				Totalt februar	51,5
				Totalt mars	62
				Totalt april	104
				Totalt mai	76
				Totalt juni	0
				Totalt juli	0
				Totalt prosjekt:	330
Dato / Sign					

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Harald Bernhardsen					Januar		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
04.jan	1	fredag	1	Forstudie	Drammen	2	
06.jan	1	søndag	1	Forstudie	Hjemme	2	
					Uke nr	1	4
08.jan	2	tirsdag	2	1. presentasjon	Hibu	4	
					Uke nr	2	4
15.jan	3	tirsdag	2	Møte med veileder		1	
16.jan	3	onsdag	2	skrevet referat		1	
					Uke nr	3	2
22.jan	4	tirsdag	1	Forstudie		1	
24.jan	4	torsdag	1	Forstudie		1	
25.jan	4	fredag	1	Forstudie		3	
26.jan	4	lørdag	1	Forstudie		3	
27.jan	4	søndag	1	Forstudie		5	
					Uke nr	4	13
28.jan	5	mandag	1	Forstudie	Mjøndalen	1,5	
29.jan	5	tirsdag	1	Møte med veileder	Hibu	2,5	
30.jan	5	onsdag	1	Skrevet referat	Hjemme	1,5	
30.jan	5	onsdag	3	Kartlegge utstysbehov	Hjemme	2	
31.jan	5	torsdag	3	Møte ang kartlegging av utstyr	Papirbredden	4	
31.jan	5	torsdag	3	Nettsøk	Hjemme	2	
					Uke nr	5	13,5
					Sum mnd:	36,5	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Harald Bernhardsen					Februar		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
	5						
					Uke nr	5	0
05.feb	6	tirsdag	3	Møte kartlegging	Papirbredden	6	
07.feb	6	torsdag	3	Møte kartlegging	Drøm kom.	5	
08.feb	6	fredag	3	Kartlegging av utstyr	Mjøndalen	3	
10.feb	6	søndag	3	Kartlegging av utstyr	Hjemme	1,5	
					Uke nr	6	15,5
12.feb	7	tirsdag		Møte med veileder	Hibu	4	
13.feb	7	onsdag	6	Innstilling for utstyrskjøp	Leverandører	8	
17		søndag	6	Innstilling for utstyrskjøp	Solbergelva	4	
					Uke nr	7	16
19.feb	8	tirsdag	6	Innstilling for utstyrskjøp	Hibu	5	
21.feb		torsdag	7	Innkjøp av utstyr	Drøm kom.	5	
					Uke nr	8	10
26	9	tirsdag	7	Innkjøp av utstyr	Hibu	2	
28		torsdag	7	Prosjektmøte	Drøm Kom	8	
					Uke nr	9	10
					Sum mnd:	51,5	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Harald Bernhardsen					Mars		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
03.mar	9	søndag	8	Konstruksjon	Solbergelva	4	
					Uke nr	9	4
	10						
5		tirsdag	7	Innkjøp av utstyr	Hibu	2	
7		torsdag	7	Innkjøp av utstyr	Drum kom	7	
10		søndag	9	Forberedelser til 2. presentasjon	Solbergelva	9	
					Uke nr	10	18
12	11	tirsdag		Møte med veileder	Hibu	4	
14.mar		torsdag	9	Forberedelser til presentasjon 2	Drum Kom	6	
15.mar		fredag	9	Forberedelser til presentasjon 2	Hjemme	2	
17.mar		søndag	9	Forberedelser til presentasjon 2	Solbergelva	8	
					Uke nr	11	20
	12						
18.mar		mandag	9	Forberedelser til presentasjon 2	Hjemme	5	
19.mar		tirsdag	10	Presentasjon 2	Hibu	6	
21.mar		torsdag	8	Konstruksjon	Muusøya	3	
21.mar		torsdag		Prosjekt møte	Drum kom	6	
					Uke nr	12	20
	13						
					Uke nr	13	0
					Sum mnd:	62	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Harald Bernhardsen					April		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
2	14	tirsdag	8	konstruksjon	Muusøya	7	
4	14	torsdag		Prosjektmøte	Drøm kom	3	
4	14	torsdag	8	konstruksjon	Muusøya	5	
5	14	fredag	8	konstruksjon	Muusøya	2	
7	14	søndag		dokumentasjon div	Isachsen	5	
					Uke nr	14	22
11	15	torsdag	11	Realisering/test/møte/planlegging	Drøm Kom	5	
14	15	søndag	11	Realisering/test	Drøm Kom	7	
					Uke nr	15	12
16	16	tirsdag	11	Realisering/test	Hibu/NE.kom	5	
17		onsdag	11	Realisering/test	Felt/hjemme	10	
18		Torsdag	11	Realisering/test	Felt/hjemme	9	
19		fredag	11	Realisering/test	Drøm Kom	4	
20		lørdag	11	Realisering/test	Hjemme	2	
21		søndag	11	Realisering/test	Felt/hjemme	3	
					Uke nr	16	33
22	17	mandag	12	Etteranalyse/Konstruksjon		2	
23		tirsdag		Veiledermøte + div		2	
24		onsdag	12	Etteranalyse/Konstruksjon/Test		8	
25		torsdag	12	Etteranalyse		8	
26		fredag	12	Etteranalyse/rapport		6	
28		søndag	12	Etteranalyse/rapport		8	
29		mandag	12	Etteranalyse/rapport møte Drøm.kom		1	
30		tirsdag	12	Etteranalyse/referat		2	
					Uke nr	0	0
					Sum mnd:	104	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO		2013	
Jarl Erik Larsen					
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg					
					Timer
			Totalt Januar		79
			Totalt februar		64
			Totalt mars		59,5
			Totalt april		75
			Totalt mai		91,5
			Totalt juni		0
			Totalt juli		0
Totalt prosjekt:					369
Dato / Sign					

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Jarl Erik Larsen					Januar		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
02.jan	1			dokumentasjon	Hjemme	3	
03.jan	1			dokumentasjon	Hjemme	2	
04.jan	1			dokumentasjon	Hjemme	7	
06.jan	1			forberedelse	Drammen	3	
					Uke nr	1	15
07.jan	2			forberedelse	Drammen	3	
08.jan	2			1. presentasjon	Hibu	3	
09.jan	2			Arbeid med dokumentasjon	Drammen	4	
10.jan	2			Arbeid med dokumentasjon	Drammen	1	
11.jan	2			Arbeid med dokumentasjon	Hjemme	3	
12.jan	2						
13.jan	2						
					Uke nr	2	14
14.jan	3					2	
15.jan	3			Veiledermøte	Hibu	6	
16.jan	3			Forberedelser til møte med PWN	Drammen	2	
17.jan	3			Forberedelser til møte med PWN	Nederland	4	
18.jan	3			Møte PWN	Nederland	4	
19.jan	3					1,5	
20.jan	3						
					Uke nr	3	19,5
21.jan	4			Endringer		2	
22.jan	4			Prosjektplan		3,5	
23.jan	4			Prosjektplan		1,5	
24.jan	4			Prosjektplan		5	
25.jan	4			Krav og testspek		2,5	
26.jan	4			Krav og testspek		3	
27.jan	4			Krav og testspek		2	
					Uke nr	4	19,5
28.jan	5			Manglende dokumenter		3	
29.jan	5			Veiledermøte		1	
30.jan	5			Prosjekt møte		5	
31.jan	5			Manglende dokumenter		2	
					Uke nr	5	11
					Sum mnd:	79	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Jarl Erik Larsen					Februar		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
01.feb	5	F		Prosjektstyring	Hjemme	3	
02.feb	5	L		Prosjektstyring kravspek	Hjemme	3	
03.feb	5	S		Kravspek	Hjemme	5	
					Uke nr	5	11
04.feb	6	M		Kravspek	VA	3	
05.feb	6	Tir		Kravspek	Hjemme	4	
07.feb	6	Tor		Prosjektmøte	VA	3	
08.feb	6	Fre		Projectplace og utstyrbehov	Hjemme	2	
					Uke nr	6	12
12.feb	7			Veiledermøte	Hibu	4	
13.feb	7			Studie	Hjemme	3	
14.feb	7			Projectplace	Hjemme	4	
15.feb	7			Gjennomgang av møte med PWN	Drammen	5	
					Uke nr	7	16
19.feb	8			Dokumentasjon og bestilling	Drammen	2	
21.feb	8			Utstyrliste	Drammen	4	
22.feb	8			Utstyrskjøp	Drammen	6	
23.feb	8			Prosjektstyring	Hjemme	3	
					Uke nr	8	15
26.feb	9			Innkjøp av utstyr	Hibu	2	
28.feb	9			Prosjektmøte	Drammen	8	
					Uke nr	9	10
					Sum mnd:	64	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Jarl Erik Larsen					April		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
02.apr	14			Konstruksjon	Muusøya	4	
04.apr	14			Prosjektmøte	Drammen	3	
05.apr	14			Konstruksjon/dokumentasjon	Muusøya	3	
					Uke nr	14	10
08.apr	15			Gjennomføringsplan Test	Hjemme	2	
09.apr	15			Veiledermøte	Drammen	1	
11.apr	15			Prosjektmøte	Drammen	7	
12.apr	15			Dok: Gjennomføringsplan	Hjemme	5	
13.apr	15			Dok: Gjennomføringsplan	Hjemme	3	
					Uke nr	15	18
16.apr	16			Test av RPM enhet	Felt	4	
17.apr	16			Test av RPM enhet	Felt	8	
18.apr	16			Test av RPM enhet	Felt	9	
19.apr	16			Test av RPM enhet	Felt	4	
20.apr	16			Dokumentasjon	Hjemme	3	
21.apr	16			Test av RPM enhet	Felt	2	
					Uke nr	16	30
22.apr	17			Analyse/Rapport	Drammen	2	
23.apr	17			Analyse/Rapport	Drammen	4	
24.apr	17			Analyse/Rapport	Hjemme	3	
25.apr	17			Rapport	Hjemme	4	
26.apr	17			Sluttrapport	Hjemme	4	
							17
					Uke nr	0	0
					Sum mnd:	75	
Dato / Sign							

Navn:				Timeliste for SFHO	Måned:	2013	
Jarl Erik Larsen					Mai		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
02.mai	18			Sluttrapport	Hjemme	5	
03.mai	18			Sluttrapport	Hjemme	4	
04.mai	18			Sluttrapport	Hjemme	4	
05.mai	18			Sluttrapport	Hjemme	2,5	
					Uke nr	18	15,5
06.mai	19			Sluttrapport	Hjemme	3	
07.mai	19			Ferdigstillelse dokumenter	Drammen	5	
08.mai	19			Ferdigstillelse dokumenter	Hjemme	5	
09.mai	19			Ferdigstillelse dokumenter	Hjemme	4	
					Uke nr	19	17
13.mai	20			Sluttrapport	Hjemme	4	
14.mai	20			Sluttrapport	Hjemme	5	
15.mai	20			Sluttrapport	Hjemme	8	
18.mai	20			Sluttrapport	Drammen	6	
19.mai	20			Ferdigstillelse dokumenter	Drammen	4	
					Uke nr	20	27
20.mai	21			Ferdigstillelse dokumenter		6	
21.mai	21			Prosjektmøte/dokumenter	Drammen	6	
22.mai	21			Ferdigstillelse dokumenter	Drammen	10	
23.mai	21			Prosjektmøte/ferdigstillelse	Drammen	10	
					Uke nr	0	0
					Sum mnd:	91,5	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO		2013	
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg					
				Timer	
			Totalt Januar	40	
			Totalt februar	52	
			Totalt mars	60,5	
			Totalt april	66,5	
			Totalt mai	43	
			Totalt juni	0	
			Totalt juli	0	
Totalt prosjekt:				262	
Dato / Sign					

Navn: Roger A Lippert			Timeliste for SFHO		Måned: Januar	2013	
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
					Uke nr	0	0
					Uke nr	0	0
3						3	
						1	
5						4,5	
						1	
						2	
					Uke nr	0	11,5
8	4					1,5	
						5	
						1	
10	4					3,5	
						1	
						1,5	
	4					2	
					Uke nr	0	15,5
29	5					4,5	
30	5					3	
31	5					5,5	
					Uke nr	5	13
					Sum mnd:	40	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Roger A Lippert					Februar		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
					Uke nr	0	0
2						2,5	
4						1,5	
7						5	
8						1,5	
					Uke nr	0	10,5
11						1	
12						0,5	
14						7,5	
15						0,5	
16						1	
17						1,5	
					Uke nr	0	12
18						1	
19						2,5	
20						0,5	
21						7,5	
22						1	
23						2	
24						3	
					Uke nr	0	17,5
25						1,5	
26						2	
27						1	
28						7,5	
					Uke nr	0	12
					Sum mnd:	52	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Roger A Lippert					Mars		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
2						3	
					Uke nr	0	3
4						1,5	
6						5	
7						9	
8						1	
10						1,5	
					Uke nr	0	18
12						2,5	
13						1	
14						8	
15						1	
17						0,5	
					Uke nr	0	13
18						0,5	
19						0,5	
20						1	
21						8,5	
24						3,5	
					Uke nr	0	14
26						1	
28						7,5	
29						2,5	
30						1,5	
					Uke nr	0	12,5
					Sum mnd:	60,5	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Roger A Lippert					April		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
					Uke nr	0	0
1						2	
2						2	
3						4	
4						5	
7						1	
					Uke nr	0	14
9						2	
10						2,5	
11						8	
						1	
					Uke nr	0	13,5
16						3	
17						1,5	
18						9	
19						9	
21						0,5	
					Uke nr	0	23
22						1,5	
23						1	
25						6	
27						1	
28						5	
30						1,5	
					Uke nr	0	16
					Sum mnd:	66,5	
Dato / Sign							

Navn:				Timeliste for SFHO	Måned:	2013	
Roger A Lippert					Mai		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
					Uke nr	0	0
2						8	
3						1	
4						6	
					Uke nr	0	15
9						4,5	
10						2,5	
					Uke nr	0	7
14						2	
15						1,5	
16						7	
18						0,5	
19						1	
					Uke nr	0	12
20						1	
21						5	
23						3	
					Uke nr	0	9
					Sum mnd:	43	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO		2013	
Simen Fjellheim					
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg					
					Timer
				Totalt Januar	29,5
				Totalt februar	46
				Totalt mars	57
				Totalt april	83
				Totalt mai	35
				Totalt juni	0
				Totalt juli	0
				Totalt prosjekt:	250,5
Dato / Sign					

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Simen Fjellheim					Januar		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
04.jan	1	Fredag	1	Forstudie	Drammen	2	
06.jan		Søndag	17	Webside	Hjemme	3	
					Uke nr	1	5
08.jan	2	Tirsdag	2	1. presentasjon	Hibu	4	
13.jan		Søndag	17	Webside	Hjemme	3	
					Uke nr	2	7
15.jan	3	Tirsdag	2	Møte med veileder		1	
20.jan		Søndag	17	Webside		1	
					Uke nr	3	2
22.jan	4	Tirsdag	1	Forstudie		1	
24.jan		Torsdag	1	Forstudie		1	
25.jan		Fredag	1	Forstudie		3	
26.jan		Lørdag	1	Forstudie		3	
27.jan		Søndag	1	Forstudie		5	
					Uke nr	4	13
29.jan	5	Mandag		Møte med veileder	Hibu	2,5	
					Uke nr	5	2,5
					Sum mnd:	29,5	
Dato / Sign							

Navn:		Timeliste for SFHO			Måned:	2013	
Simen Fjellheim					Februar		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
03.feb	5	Søndag	17	Webside	Hjemme	2	
					Uke nr	5	2
05.feb	6	Tirsdag		Veiledermøte	Rådhus	2	
07.feb		Torsdag	3	Møte kartlegging	Rådhus	5	
					Uke nr	6	7
12.feb	7	Tirsdag		Møte med veileder	Hibu	4	
13.feb		Onsdag	6	Innstilling for utstyrskjøp	Leverandører	8	
17.feb		Søndag	6	Innstilling for utstyrskjøp	Isachsen	4	
					Uke nr	7	16
19.feb	8	Tirsdag	6	Innstilling for utstyrskjøp	Hibu	5	
21.feb		Torsdag	7	Innkjøp av utstyr	Rådhus	5	
24.feb		Søndag	17	Webside	Hjemme	1	
					Uke nr	8	11
26	9	Tirsdag	7	Innkjøp av utstyr	Hibu	2	
28		Torsdag	7	Prosjekt møte	Rådhus	8	
					Uke nr	9	10
					Sum mnd:	46	
Dato / Sign							

Navn:			Timeliste for SFHO			Måned:	2013
Simen Fjellheim							
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
02.apr	14	Tirsdag	8	Konstruksjon	RH/Muusøya	7	
04.apr		Torsdag		Prosjekt møte	Rådhus	3	
			8	Konstruksjon	Muusøya	5	
07.apr		Søndag		Dokumentasjon	Isachsen	5	
					Uke nr	14	20
11.apr	15	Torsdag	11	Realisering/test	Rådhus/Isa	8	
					Uke nr	15	8
16.apr	16	Tirsdag	11	Realisering/test	HiBu/Hjemme	6	
17.apr		Onsdag	11	Realisering/test	Felt/hjemme	11	
18.apr		Torsdag	11	Realisering/test	Felt/hjemme	10	
19.apr		Fredag	11	Realisering/test	Felt/hjemme	8	
20.apr		Lørdag	11	Realisering/test	Hjemme	2	
21.apr		Søndag	11	Realisering/test	Felt/hjemme	4	
					Uke nr	16	41
23.apr	17	Tirsdag		Veilderemøte	HiBu	2	
24.apr		Onsdag	12	Etteranalyse	Rådhus	4	
28.apr		Søndag	12	Etteranalyse		8	
					Uke nr	17	14
	18						
					Uke nr	18	0
					Sum mnd:	83	
Dato / Sign							

Navn:				Timeliste for SFHO	Måned:	2013	
Simen Fjellheim					Mai		
Gruppe 3 Høgskolen i Buskerud avd. Kongsberg							
Dato	Uke	Dag	Kode	Aktivitet	Sted	Timer	Sum uke
04.mai	18	Lørdag	14	Sluttrapport	Rådhus	8	
					Uke nr	18	8
09.mai	19	Torsdag	14	Sluttrapport	Rådhus	8	
					Uke nr	19	8
16.mai	20	Torsdag	14	Sluttrapport	Rådhus	4	
					Uke nr	20	4
20.mai	21	Mandag	14	Sluttrapport	Isachsen	6	
21.mai		Tirsdag	14	Sluttrapport	Isachsen	6	
22.mai		Onsdag	14	Sluttrapport	Isachsen	3	
					Uke nr	21	15
					Uke nr	0	0
Sum mnd:						35	
Dato / Sign							