

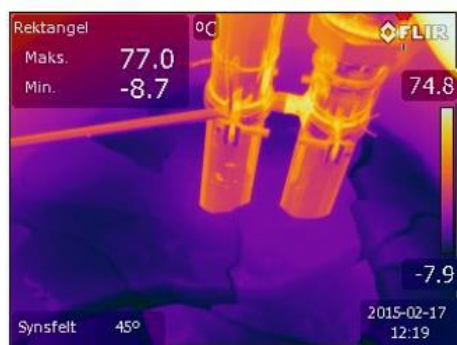
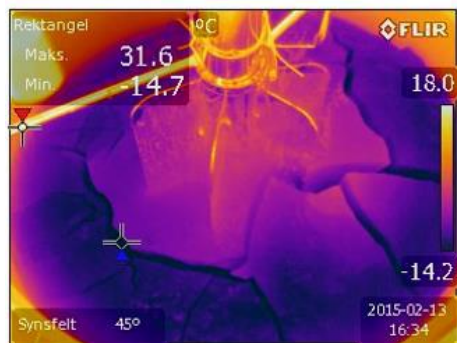
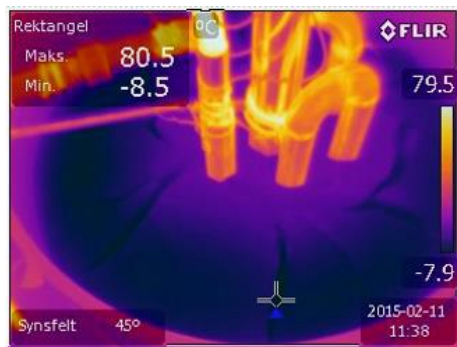


Statens vegvesen

Prosjektnotat

FoU Tinemetoder i driftskontrakt Narvik

Oppsummering av sesongen 2014/2015



September 2015

Forord

Prosjektet ser på muligheter for mer effektive og trygge metoder for åpning av igjenfrosne stikkrenner og grøfter. Problem med is i stikkrenner og grøfter opptrer ikke hvert år, men når det opptrer kreves det en betydelig innsats for å hindre oversvømmelser og iskjøyving inn i kjørebanelen. Arbeidet med å åpne stikkrenner og grøfter medfører også en viss sikkerhetsrisiko, både for trafikanter og de som utfører arbeidet. Derfor er det også av interesse å finne løsninger som reduserer tiden mannskap og utstyr må stå i kjørebanelen for å utføre tiltaket.

Prosjektet startet med at en ønsket å prøve ut en nyutviklet metode, IGS (Ice Guard System). De første forsøkene startet i sesongen 2012/2013 og fra 2013 inngår forsøkene som en del av Statens vegvesens Etatsprogram Vinterdrift.

For å få en best mulig oversikt over egenskaper ved både nye og eksisterende metoder gjennomføres oppfølging og dokumentasjon av alle metoder som benyttes. Samtidig letes det aktivt etter alternative løsninger/metoder og løsninger som virker lovende blir testet.

Mesta, som er driftsentreprenør i Driftskontrakt Narvik, har hele tiden vist interesse for IGS-metoden og har bidratt med utprøving, dokumentasjon og rapportering fra praktisk bruk på vegnettet.

Utvikleren av utstyret, HeatWork AS som har sin base i Narvik, deltar aktivt og tilpasser utstyret ut fra de erfaringer og ønsker som kommer fra brukerne.

Høgskolen i Narvik deltar i prosjektet med sin forskerkompetanse og har gjennomført lab-forsøk for bl.a. å dokumentere hva som skjer under en tineprosess og ut fra dette finne fram til optimale løsninger både for denne metoden og andre metoder.

Prosjektet ledes og gjennomføres av Statens vegvesen i samarbeid med Mesta, HeatWork AS og Høgskolen i Narvik.

Det foreligger en rapport fra prosjektet: Statens vegvesens rapport nr 184, desember 2013. Utprøving av alternative metoder for tining av is. Forsøk med varmetransporterende væske i Driftskontrakt Narvik vinteren 2012/2013. Rapporten oppsummerer det som er gjort tidligere og erfaringene fra det. Det foreligger også et prosjektnotat med oppsummering av sesongen 2013/2014.

Dette prosjektnotatet er en oppsummering og dokumentasjon av det som er gjort i vintersesongen 2014/2015.

Forsidebilde: Termogram og fotografi fra tineforsøk med ulike prototyper for innløpsrør ved Høgskolen i Narvik. Foto: Overing, Nils Andreassen, HiN

Innhold

Forord.....	2
1. Status før sesongen	4
2. Aktiviteter vintersesongen 2014/2015.....	4
2.1. Endringer på utstyr	4
2.2. Endringer på stikkrenner	5
2.3. Tineaktivitet.....	5
2.4. Forskning HiN	5
Studentoppgaver	6
Forskningsoppgave.....	6
2.5. Statusrapporter fra HW-maskin	6
3. Spørreundersøkelse.....	6
4. Nye metoder.....	7
4.1. Høytrykkspyling	7
4.2. Overløpsrør.....	7
4.3. Nye slange- og rørtyper.....	8
4.4. Varmekabel med strøm fra solcellepanel	8
5. Informasjon	8
6. Aktiviteter hos andre aktører/vegeiere	8
7. Planer for neste sesong	8
7.1. Nye installasjoner / endringer på eksisterende installasjoner	8
7.2. Nye metoder / nytt utstyr	9
7.3. HiN	9

Vedlegg:

- 1 Oversikt over stikkrenner og grøfter som følges opp
- 2 IGS-tining - utprøving av tre typer innløpsrør. Sluttrapport fra HiN
- 3 Spørreskjema
- 4 Oversikt over prosjektgruppe og referansegruppe

1. Status før sesongen

I vintersesongen 2013/2014 var det behov for en del tining av stikkrenner og grøfter og det ble registrert tining av stikkrenner både med IGS-metoden og med stim. Det kom også gode oppfølgingsdata fra tining av grøfter med IGS-metoden.

Det er IGS-installasjoner i 2 stikkrenner på Rombaksvegen, 18-E6, Hp 43, 6 stikkrenner i Salangsdalen, 19-E6, Hp04, 1 stikkrenne på Fagernes, 18-EG6, Hp 242, 2 stikkrenner i Beisfjorden, 18-Fv 751, Hp 01 og 3 stikkrenner i Ballangen, 18-Fv 819, Hp 01 og 18-Fv737, Hp01. I tillegg er det valgt ut referanserrenner som skal tines med stim på Rombaksvegen, i Salangsdalen og i Beisfjorden. Totalt er det 14 IGS-renner og 11 referanserrenner.

Med hensyn til grøfter er det valgt ut 3 strekninger på Rombaksvegen og 3 strekninger i Salangsdalen som skal tines med IGS-metoden. Som referanse er det valgt et tilsvarende antall grøfter nært IGS-grøftene, som skal åpnes med veghøvel.

En samlet oversikt over stikkrenner og grøfter er vist i vedlegg 1.

Samtlige stikkrenner med IGS-installasjoner ligger i Driftskontrakt Narvik. I tillegg følges det opp en del grøftetining med IGS-metoden og tining av stikkrenner med stim i Driftskontrakt Evenes. Mesta har ansvar for begge kontraktene.

Mesta har investert i en HW my35 som benyttes i begge kontraktene. I tillegg disponeres flere stimkjeler.

Nødvendig registrering for dokumentasjon av åpning av stikkrenner og grøfter, utføres av Mestas mannskap. I tillegg er HW-maskinen utstyrt med en enhet som automatisk registrerer bl.a. tid, sted og tur/returtemperaturer.

2. Aktiviteter vintersesongen 2014/2015

2.1. Endringer på utstyr

Utstyret som benyttes er uendret fra forrige sesong, men for å forenkle uthenting av data fra dataloggen, ble det på slutten av sesongen montert en bryter som benyttes for å angi når tineprosessen starter og avsluttes. Dette har ingen betydning for selve tineprosessen, men kun for å forenkle oppfølging og dokumentasjon.



Figur 1. Nedkjørt oppstikk med adapter.
Foto KM Reitan

2.2. Endringer på stikkrenner

Etter forrige sesong ble et IGS-rør med adapter kjørt ned og ødelagt i Ballangen.

Samme stikkrenne var også en del sammenklemt slik at det var risiko for at den kunne bryte sammen. Det ble derfor valgt å erstatte denne med ei ny stikkrenne.

Den nye stikkrenna er ei 11 m lang betongrenne med diameter 600 mm. Den ligger på skrå gjennom vegen og er trukket ca 5 m lenger bort fra vegkrysset enn tidligere. IGS-røret er i rustfritt stål, har presskoblinger og er 12,1 m langt i tillegg til et oppstikk på 1,5 m. Det stikker 0,5 m ut av stikkrenna på nedstrøms side og er hengt opp 20 - 25 cm over bunnen av stikkrenna.



Figur 2. Sammenklemt stikkrenne. Foto KM Reitan



De tre IGS-installasjonene i Ballangen ligger i et vegkryss der vannkvaliteten sannsynligvis er den samme i alle rennene. Likevel ble det etter første sesongen observert rustutslag på røret i stikkrenna under fv 737, mens de to øvrige rørene ikke var angrepet.

Figur 3 Rustutslag på IGS-rør. Foto KM Reitan

2.3. Tineaktivitet

I denne vintersesongen har det vært lite behov for tining i hele området. HW-maskinen har kun vært benyttet til et tiltak og det har kun vært noen få tiltak med stiming. Det er heller ikke vært behov for å benytte andre metoder for å åpne grøfter.

Det er ingen dokumentasjon fra de få tiltakene som er gjennomført med stim.

Det ene tiltaket som er gjennomført var i ei 36 m lang stikkrenne på Beisfjordvegen, fv 751, Hp1, km 7,960. Stikkrenna var tett av is i begge ender, temperatur 0 grader og snøvær. HW-maskinen var koblet til i 25 min, men vannet begynte å sildre i utløpet allerede etter 3 minutter. Tilriggings- og nedriggingstid var begge på ca 10 minutter hver.

Det foreligger manuelt oppfølgingskjema fra tiltaket, men ingen data fra dataloggen.

2.4. Forskning HiN

HiN er en aktiv deltaker i prosjektet. Her har de både forskerkompetanse og kompetanse innen vinterproblematikk som er nyttig for å kunne forstå hva som skjer både under fryse- og tineprosesser. Dessuten har de mange studenter som trenger praktiske oppgaver i forbindelse med studiet.

Studentoppgaver

Høsten 2014 ble det utarbeidet noen oppgaver i prosjektet beregnet på studenter som skulle velge studentoppgave for vår 2015. Oppgavene gikk både på litteraturanalyse og praktiske forsøk. Dessverre valgte ingen av studentene noen av disse oppgavene.

Forskningsoppgave

Erfaringer fra tidligere sesonger er bl.a. at åpningen rundt IGS-røret ved innløpet av stikkrenna ble i minste laget slik at det raskt kunne fryse igjen. Det er derfor et behov for å få en større åpning her. HeatWork har konstruert tre ulike prototyper av innløpsløsninger til dette formålet og det var ønskelig å finne ut hvordan disse fungerte.

HiN fikk i oppgave å teste ut disse under kontrollerte former i sitt klimarom. Testutstyr og instrumentering ble planlagt og utviklet som et samarbeid mellom HIN og HeatWork. Testene og dokumentasjonen ble gjennomført av HIN.

Testene viste tydelige forskjeller mellom de ulike prototypene. Tester og resultater er beskrevet i egen rapport: IGS-tining - utprøving av tre typer innløpsrør. Sluttrapport. 29. juni 2015 (revidert aug. 2015). (Vedlegg 2)

2.5. Statusrapporter fra HW-maskin

Den automatiske dataoppsamlingen på HW-maskinen gir en mengde data fra den startes opp til den slås av igjen. Loggen registrerer mye data som ikke er interessant for prosjektet og det har derfor vært ønskelig å få produsert en egen rapport for vårt behov.

Leverandøren av loggutstyret som benyttes, Trackunit, er kontaktet og kan utvikle en rapport som er tilpasset vårt behov. En oversikt over hvilke data vi har behov for er utarbeidet og det er laget et forslag til hvordan rapporten kan se ut.

Et problem har vært å velge ut periodene en ønsker data fra i og med at ingen av dataene konkret angir at tining starter og tining avsluttes. Som nevnt tidligere under punktet «Endringer på utstyr» ble det i vinter montert en egen bryter for å kunne angi disse tidspunktene. Med denne muligheten er det nå enklere å lage en rapport som dekker vårt behov.

Program for uthenting av rapporten er nå under arbeid og vil være klar i god tid før kommende sesong.

3. Spørreundersøkelse

Prosjektet har bl.a. som mål å beskrive beste praksis for åpning av gjenfrosne stikkrenner og grøfter. I denne forbindelse er det gjennomført en spørreundersøkelse i noen kontraktsområder i hver region. Det ble valgt ut kontraktsområder som erfaringsmessig har en del problemer med is i stikkrenner og grøfter.

Undersøkelsen er gjennomført ved å sende ut spørreskjema som byggherre og entreprenør har fylt ut i fellesskap. Noen besvarelser er allerede kommet inn og vi håper fortsatt på noen flere. Når samtlige besvarelser er gjennomgått kan det være aktuelt å kontakte noen kontraktsområder for ytterligere utdyping av metoder, spesielle praktiske løsninger og erfaringer.

Spørsmålene har i hovedsak gått på å kartlegge hvilke metoder og utstyr som benyttes og erfaringer med disse, om det er situasjoner der en har kommet fram til praktiske løsninger som gjør arbeidet enklere, HMS-vurderinger og om det er mulig å si noe om kapasiteter og kostnader. Dessuten er det spurt om tanker/ideer til nye løsninger for å redusere problemene med gjenfrosne stikkrenner og grøfter. Spørreskjema er vist i vedlegg 3.

Resultatet fra spørreundersøkelsen kommer i eget notat.

4. Nye metoder

Etter hvert som det blir kjent at det arbeides med ulike løsninger for tining av stikkrenner og grøfter, kommer det inn forslag til løsninger fra flere hold. I løpet av siste sesong er det kommet inn forslag om høytrykkspyling, ekstra "overløpsrør" og nye slangeløsninger. I tillegg er vi informert om et forsøk med varmekabel basert på solcellestrøm som gjennomføres i Sverige.

4.1. Høytrykkspyling

Andreassen Pumpeservice i Bjerkvik har drevet med høytrykkspyling i en årrekke og har også spylt opp rør som var fulle av is. De har funnet fram til dyser som skjærer isen i forkant og som samtidig sikrer framdrift på dysa gjennom røret. For at dysa skal "entre" røret kreves den en ca 20 cm dyp åpning/hull i isen der dysa føres inn. Når den først er inne i isen spiser den seg raskt igjennom røret.



Figur 4, 5 og 6: Utstyr for høytrykkspyling . Alle foto KM Reitan

Metoden skulle demonstreres for prosjektet, men da det ikke var noen stikkrenner med isproblemer må demonstrasjonen utsettes til neste sesong.

4.2. Overløpsrør

Forslaget kom inn fra en privatperson som har god erfaring med å legge et mindre rør gjennom stikkrenna. Når innløpet til dette røret ligger helt i toppen av stikkrenna, vil det være åpent selv om stikkrenna er tett. Overflatevann vil dermed kunne renne gjennom stikkrenna. Denne løsningen fungerer godt i forslagsstillerens egen gårdsplass.

Løsningen ble diskutert i prosjektet, men det var tvil om en slik løsning vil fungere for oss. Den største utfordringen vil være å holde åpningen på overløpsrøret åpent når det jevnlig blir dekket med snø og sørpe fra brøytingen.

Denne løsningen følges ikke opp.

4.3. Nye slange- og rørtyper

Tess AS er en stor leverandør av slanger og rør til ulike formål. De arbeider også med mer helhetlige løsninger for å avhjelpe konkrete problemer og har tatt interesse for våre utfordringer med gjenfrosne stikkrenner og grøfter.

Det har vært flere møter med firmaet, både for å beskrive problematikken og dagens løsninger og diskutere nye muligheter.

Firmaet vil komme med forslag til løsninger som de kan tilby

4.4. Varmekabel med strøm fra solcellepanel

I Sverige gjennomføres det forsøk med tining av stikkrenner med varmekabel. Dette er en effektiv løsning de stedene en har tilgang til strøm. Det nye i dette forsøket er at det benyttes et solcellepanel som skal gi strøm til varmekabelen.

Vi holder oss oppdatert med erfaringene fra dette forsøket.

5. Informasjon

Det er viktig at omverdenen får kjennskap til prosjektet og erfaringene som høstes. Både interne og eksterne kanaler benyttes for å informere om prosjektet.

- Mesta informerer internt i egen organisasjon
- Statens vegvesen presenterer prosjektet i egnede interne og eksterne møter/samlinger bl.a. Vinterkonferanse for byggeledere og kontrollingeniører i SV Reg nord
- Prosjektet presenteres i forskjellige vinterkonferanser
- Forrige vinter hadde NRK Nordland et TV-innslag om prosjektet og sist vinter hadde Fremover en artikkel om forsøkene som er gjennomført på HIN
- Statens vegvesen lager artikler som distribueres til ulike fagblad

6. Aktiviteter hos andre aktører/vegeiere

- Jernbaneverket har installert IGS-rør i noen stikkrenner på Ofotbanen.
- Narvik kommune har noen installasjoner i sitt vegnett.
- NarvikFjellet (Alpinanlegg) har installert IGS-rør i noen stikkrenner i sitt vegnett.

7. Planer for neste sesong

Prosjektet fortsetter med utprøving og oppfølging gjennom kommende vintersesong.

7.1. Nye installasjoner / endringer på eksisterende installasjoner

En av stikkrennene med IGS-installasjon i Ballangen er skadet og blir skiftet ut før kommende sesong.

Det er ei stikkrenne på E6 ved Hergot som må tines årlig, også siste sesong. Renna har en vinkelendring i en kum ca midtveis og dette kan gjøre det vanskelig å montere IGS-rør i renna. Dersom det finnes løsninger som kan benyttes, vil nødvendig utstyr bli montert i renna.

Andre installasjoner er ikke planlagt, men behov vurderes fortløpende.

7.2. Nye metoder / nytt utstyr

En vil forsøke å få gjennomført en test av høytrykkspyling for åpning av stikkrenner. Dersom dette forsøket gir et godt resultat vurderes oppfølging av metoden videre i sesongen.

Tess AS vil komme med forslag til produkter/løsninger for åpning av stikkrenner og/eller grøfter. Dersom forslagene synes å være gjennomførbare, vil det bli vurdert utprøving og oppfølging i prosjektet.

7.3. HiN

Det lages nye oppgaver for bachelor- og masterstudenter.

Videre forskning ved HIN er avhengig av økonomien i prosjektet. På bakgrunn av resultatene fra lab-forsøket siste sesong vil en naturlig videreføring være å modellere ulike situasjoner for å komme fram til optimale løsninger mhp. innløpskonstruksjon, plassering av iGS-rør i stikkrenna, hvor IGS-røret bør avsluttes mm.

Vedlegg

- 1: Oversikt over stikkrenner og grøfter som følges opp
- 2: IGS-tining - utprøving av tre typer innløpsrør. Sluttrapport. 29. juni 2015 (revidert aug. 2015)
- 3: Spørreskjema
- 4: Oversikt over prosjektgruppe og referansegruppe

Oversikt over stikkrenner og grøfter som følges opp

Stikkrenner

	Veg	Hp	Km	Lengde, m	Diameter, mm	Materiale	Tine- metode	Registr. fra
Rombaksvegen	18 -E6	43	1,412	12	600	Betong	Stim	2012
	18 -E6	43	1,458	12	800	Betong	Stim	2012
	18 -E6	43	1,690	12	400	Betong	HW	2010
	18 -E6	43	10,859	13	800	Betong	HW	2010
	18 -E6	43	11,116	12	600	Betong	Stim	2012
Salangsdalen	19-E6	04	8,172	19	1000	Betong	HW	2012
	19-E6	04	8,494	19	600	Betong	HW	2012
	19-E6	04	8,713	17	800	Betong	HW	2012
	19-E6	04	10,138	14	600	Betong	HW	2012
	19-E6	04	11,609	16	600	Betong	Stim	2012
	19-E6	04	12,000	15,4	800	Betong	Stim	2012
	19-E6	04	13,347	16	600	Betong	Stim	2012
	19-E6	04	14,388	15	600	Betong	Stim	2012
	19-E6	04	14,486	16	600	Betong	Stim	2012
	19-E6	04	14,654	18	600	Betong	Stim	2012
	19-E6	04	14,958	14	600	Betong	HW	2012
	19-E6	04	19,248	14	600	Betong	HW	2012
Fager- nes	18-EG 6	242	2,235	70	200	Plast	HW	2013
Beisfjorden	18-Fv 751	01	4,836	13	600	Betong	Stim	2012
	18-Fv 751	01	7,611	13	600	Betong	Stim	2012
	18-Fv 751	01	7,954	36	600	Betong	HW	2010
	18-Fv 751	01	8,350	30	600	Betong	HW	2010
Ballangen	Fv 737	01	7,543	9	600	Aluminium	HW	2013
	Fv 819	01	3,197	11	600	Betong	HW	2013
	Fv 819	01	3,232	8	600	Aluminium	HW	2013

Grøfter

	Veg	Hp	Km, fra - til	Ca lengde, m	Dybde under kj.bane, cm	Bredde i topp, cm	Metode	Registr. fra
Rombaksvegen	E6	43	0,700 - 0,840	140	50 - 120	300	HW	2012
			1,380 - 1,440	60	90	300	Høvel	2012
			1,630 - 1,760	130	150	300	Høvel	2012
			7,750 - 2,950	200	50 - 100	250	HW	2012
			9,280 - 9,380	100	80	250	HW	2012
			11,116 - 11,209	93	100	250	Høvel	2012
Salangsdalen	E6	04	8,440 - 8,494	50	100 - 170	450	HW	2012
			8,494 - 8,713	220	100 - 170	300	Høvel	2012
			10,100 - 10,160	60	200	450	Høvel	2012
			13,780 - 13,830	50	100 - 120	350	HW	2012
			14,890 - 14,990	100	100 - 150	450	Høvel	2012
			13,300 - 19,435	135	100	300	HW	2012

IGS-tining

- utprøving av tre typer innløpsrør

SLUTTRAPPORT



Ice Guard System – IGS, in-situ (Foto: Heatwork)

29. juni 2015 (revidert aug 2015)

Svein-Erik Sveen

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	MÅL OG RAMMER.....	3
1.1	BAKGRUNN.....	3
1.2	MÅLSETTING OG AVGRENSNING	3
1.3	PROSJEKTRAMME OG ORGANISERING	4
2	MÅLEOBJEKT OG -OPPSETT	5
2.1	ICE GUARD SYSTEM - IGS	5
2.2	INNLØPSRØR – PROTOTYPER.....	6
2.3	HW-MINIHEATER MY35.....	7
2.4	MÅLEOPPSETT I KLIMAROM II	7
3	RESULTATER MED KOMMENTARER.....	9
3.1	MÅLEUTSTYR OG -NØYAKTIGHET.....	9
3.2	TEMPERATURFORLØP	10
3.3	TINERATE	11
3.4	TERMOGRAFI.....	12
4	OPPSUMMERING OG KONKLUSJON	13
4.1	GENERELT	13
4.2	TINEEFFEKT OG EGNETHET	13
4.3	VIDERE ARBEID	13

1 MÅL OG RAMMER

1.1 Bakgrunn

Vegdirektoratet, ved avd for trafikksikkerhet, miljø og teknologi, seksjon vegteknologi, har siden vinteren 2012/13 hatt gående et prosjekt på utprøving av alternative metoder for tining av is i stikkrenner og grøfter. I den forbindelse har et nyutviklet tinekonsept, Ice Guard System (IGS), fra Narvikbaserte Heatwork AS, vært prøvd ut på ulike stikkrenner i og rundt Narvik. Erfaringene med dette systemet fra vintersesongen 2012/13 er oppsummert i Statens vegvesens rapport nr 184.

Basert på erfaringene fra ovennevnte og den påfølgende vintersesongen (2013/14), besluttet prosjektledelsen sommeren 2014 å engasjere Høgskolen i Narvik (HiN) for å vurdere tineeffekten av ulike typer innløpsrør¹ for Ice Guard systemet, da med basis i foreslåtte prototyper utviklet ved Heatwork.

Høsten 2014 etablerte HiN et internt prosjekt med sikte på laboratorietesting av de foreslåtte typene innløpsrør. Prøveoppstillingen – bestående av i alt tre ulike innløpsrør samt et tilhørende 200 liters kar for innfrysing av vann – ble utviklet av Heatwork i samråd med HiN. En egen datalogger dedikert til HW-maskinen, et time-lapse kamera og forbruksmaterieell ble innkjøpt av høgskolen. Øvrig utstyr for datalogging, IR-kamera og tilhørende programvare ble supplert fra IB-lab ved HiN.

Testing av utstyr og selve tineforsøkene ble utført ved et av høgskolens klimarom over en periode på 3 uker i januar og februar 2015. Det ble utført tre helt like forsøk – ett for hvert innløpsrør – *uten* avrenning av tint vann under forsøkene. Til forskjell *med* avrenning, gir dette prøveoppsettet et såkalt «best-case» der røroverflatene hele tiden er i direkte kontakt med vann. Det gjør det følgelig enklere å påvise eventuelle forskjeller i tineeffekten mellom de ulike typene innløpsrør som er undersøkt.

1.2 Målsetting og avgrensning

Målsettingen i prosjektet har vært to-delt som det fremkommer under.

1. Vurdere den kortsiktige tineeffekten til tre ulikt utformede innløpsrør mht:
 - a) tint isvolum (vannmengde) *kontinuerlig* over tid.
 - b) tint isvolum (vannmengde) *etter en gitt* tid.
2. Vurdere *egnetheten* til hver av innløpsrørene med hensyn til oppnådd størrelse på innløpsåpningen, dvs hvorvidt åpningen kan anses stor nok til at avrenningen vil kunne fortsette i noe tid etter avkobling.

Gjennom de innledende tineforsøkene med den foreliggende prøveoppstillingen ble det klart at det ikke var praktisk mulig å måle mengden tint is kontinuerlig under forsøket (jf pkt 1a). Under innfrysningen ble innløpsrørene løftet klar av avtappingsventilen i bunnen av målekaret. Det lot seg dermed ikke gjøre å registrere mengden tint is underveis i forsøkene. Av disse grunner ble den første delen av målsettingen avgrenset til det som står angitt i 1b.

¹ Innløpsrøret utgjør omtrentlig den første meteren av Ice Guard systemet på oppstrømssiden, og er stedet der tur- og returslangene som leder til HW-maskinen blir tilkoblet under tining. Se fig 2.1 s 5 for nærmere detaljer.

Det vil si at man i praksis endte opp med å måle den totale vannmengden etter en fastsatt tid, i vårt tilfelle etter rundt 60 minutter. Den andre delen av målsettingen (jf pkt 2) ble følgelig redusert til vurdering av egnetheten av innløpsrørene for et såkalt «best-case» scenario, altså et tenkt tilfelle der det ikke er avrenning av vann under forsøkene.

Videre er prosjektet avgrenset til forsøk i lab på forprosjektnivå, med et nedskalert is-volum som omkranser hvert av de tre innløpsrørene sammenlignet med fullskala, og kun tre tineforløp – ett for hvert av rørene. Et fullskalaforsøk ved høgskolens Frost i Jord-lab på Djupvik og/eller matematisk modellering i f eks COMSOL, hører naturlig hjemme i en eventuell neste fase av prosjektet.

1.3 Prosjektramme og organisering

Total tidsramme for prosjektet er perioden fom 1.9.2014 tom 1.3.2015. Detaljer rundt timeverk, milepæler og hovedaktiviteter er gitt i høgskolens BOA²-register, prosjektnr 34206.

Økonomisk ramme er totalt 200' NOK inkl mva, fullfinansiert av forskningsmidler fra Statens vegvesen, Vegdirektoratet. For detaljer og regnskapsavslutning henvises det igjen til ovennevnte BOA-register idet det her er medtatt kun hovedposter i budsjettet (alle tall x1000 og inkl mva, egenandel fra Heatwork ikke inkludert):

1.	Materiell HiN	NOK	90'
2.	Timer HiN	NOK	50'
3.	Timer/materiell Heatwork	NOK	50'
4.	<u>Adm, leie lab HiN</u>	<u>NOK</u>	<u>10'</u>
	SUM	NOK	200'

Prosjektansvarlig (PA), -leder (PL) og -medarbeidere (PM) på HiN er alle fra avd for teknologi, område bygg og energi:

- PA Bjørn Reidar Sørensen, professor
- PL Hugo Remlo, høgskolelektor
- PM1 Boy-Arne Buyle, overing bygg- og anleggslab
- PM2 Nils Andreassen, overing IB-lab
- PM3 Svein-Erik Sveen, PhD-kandidat og høgskolelektor

Andreassen har forestått alle innkjøp og innledende utstyrtesting, mens Sveen, Remlo og Buyle har hatt ansvaret for planleggingen av lab-forsøkene på HiN. Selve forsøkene er utført av Sveen og Andreassen.

Utover disse har B. Kanstad, T. Kildal og E. Reinslett vært noe involvert på ulike tidspunkter i forkant av det interne prosjektet, men da hovedsakelig på vegvesenets prosjektmøter underveis.

² BOA, håndbok for bevilgnings- og oppdragsfinansiert virksomhet ved HiN.

2 MÅLEOBJEKT OG -OPPSETT

2.1 Ice Guard System - IGS

Systemet og detaljer omkring hvordan det fungerer i praksis er beskrevet på Heatwork sin hjemmeside. Arbeids- og monteringsbeskrivelser for montasje i stikkrør finnes i Statens vegvesens rapport nr 184, vedlegg 10 og 11.

Fokus i dette prosjektet har vært selve innløpsdelen av IGS-røret, markert med rød oval i figurene under. Her vist hhv som montert in-situ (venstre) og i utstilling (høyre, øverst). Det er dette som er synlig over bakkenivå og hvor tur- og returslangene til HW-maskinen kobles til. Hensikten med å endre innløpsrøret har vært ønsket om å tine et større isvolum på oppstrømssiden av stikkrenna i håp om at dette ville resultere i økt avrenning en tid etterpå. Veimesterne har så vidt kort tid pr stikkrenne at dette ventelig ville kunne gi dem noe lengre tid mellom hver gang de måtte returnere til samme sted for å gjenta tineoperasjonen.



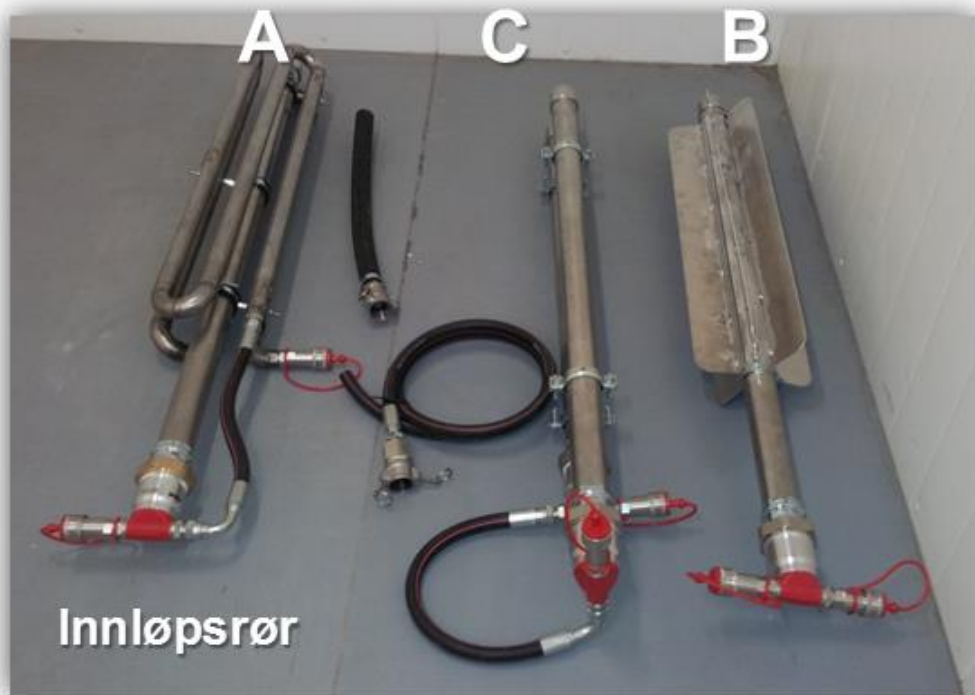
Figur 2.1 Venstre: Ice Guard systemet montert in-situ, med ventiler for tilkobling av tur-/returslanger synlig på toppen, inklusiv innfesting og støttebraketter på stikkrenne av betong. Selve innløpsrøret er markert med rød oval. Høyre (øverst): Utstillingsmodell av IGS med innløpsrøret godt synlig på oppstrømssiden av hovedrøret. Høyre (nederst): Detalj av innløpsrøret på samme utstillingsmodell.

I laboratoriet er det undersøkt ulike, frittstående konfigurasjoner av innløpsrøret, nærmere beskrevet neste avsnitt. Forskjellen består i all hovedsak av størrelsen på oppvarmet røroverflate (areal) som er direkte eksponert mot omkringliggende is.

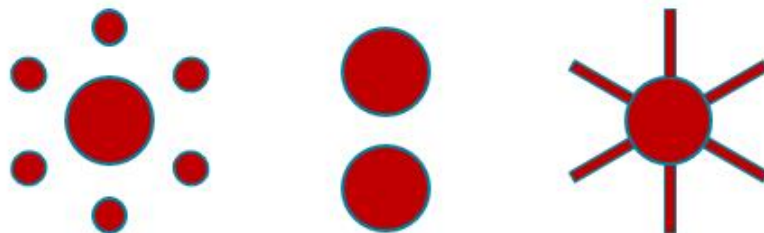
2.2 Innløpsrør – prototyper

Personell hos Heatwork har stått for utforming og produksjon av i alt tre prototyper klargjort for utprøving i lab. Rørene er frittstående, blendet i bunnen, slik at den oppvarmede vann-glykolblandingen kan sirkulere gjennom dem som i felt. Tilkobling av tur- og returslangene fra miniheateren skjer som normalt vha av ventiler i toppen av rørene.

Rørene bygger likt i høyden (ca 1,4 m) og er utført i stål. Finnene for fordeling av varme til prototype B er av aluminium.



Profil (ovenfra)



Figur 2.2 Øverst: De tre ulike typene innløpsrør som er undersøkt. Nederst: Profilene til de enkelte rørene, sett ovenfra.

Under tineforsøkene står rørene loddrett plassert i et 200 liters kar med is, med tilkoblingsventilene vendt opp. Karet er et standard 200 l fat tilpasset og forsterket for utprøving av ett innløpsrør i gangen. Det ble fylt opp med ca 165 l vann i forkant av forsøkene.

2.3 HW-miniheater My35

Som oppvarmingskilde under tineforsøkene har det vært benyttet en HW-miniheater type My35, tilsvarende den som Mesta brukes i sine kontrakter, vist i figur 2.3. Maskinen veier ca 1 tonn med full dieseltank og er oppgitt med maksimal varmeeffekt på 35 kW og fyrteknisk virkningsgrad på 94%.



Figur 2.3 HW-miniheater type My35 (foto Heatwork).

I praksis vil maskinen maksimalt kunne levere litt i overkant av 30 kW til vann-glykolblandingen som strømmer ut i turslangen. Dette er tilstrekkelig til å raskt oppnå en turtemperatur varierende mellom 90 og 100°C på vann-glykolblandingen i slangen. I tilfeller der slangen ligger i rennende isvann er kapasiteten for liten til å nå samme høye turtemperatur.

Effekten vil også gå betydelig ned ved intermitterent drift, dvs når ønsket turtemperatur er oppnådd og brenneren bare går for å opprettholde denne temperaturen.

Under forsøkene som presenteres her har brenneren gått tilnærmet kontinuerlig i den tiden tiningen har pågått. Miniheatteren har med andre ord operert under optimale forhold, dvs et «best-case» scenario.

2.4 Måleoppsett i klimarom II

Figur 2.4.1 neste side gir en oversikt over hvilket utstyr som er benyttet og hvilke parametere som er målt, mens figur 2.4.2 viser et detaljbilde fra et det første av de i alt tre tineforsøkene som er utført.

Utover målekaret med innløpsrøret plassert loddrett i midten, fremkommer bunnrammen som hele anordningen hviler på, med også deler av bunnventilen synlig. Det er gjennom denne vannet er avtappet og veid i etterkant av hvert forsøk. De sorte tur- og returslangene som leder til miniheatteren som står parkert på utsiden av lab-lokalet er også godt synlige.



Figur 2.4.1 Måleoppstilling i klimarom II med målekar (rødt 200 l fat) med et innløpsrør montert loddrett i midten av karet. De tre nederste dybdeanvisningene på fatet angir plasseringen av temperatursensorene i is/vann og på røret, mens den øverste angir vannstanden i forkant av innfrysning.



Figur 2.4.2 Måleoppstilling i klimarom II i detalj (sett innenfra), med IR-kamera (til venstre) og time-lapse kamera (til høyre) godt synlig. Innløpsrøret står innefrosset i midten av målekaret.

3 RESULTATER MED KOMMENTARER

3.1 Måleutstyr og -nøyaktighet

I prosjektet er det benyttet måleutstyr av meget god kvalitet fra anerkjente leverandører. Utstyret er testet og vedlikeholdt av ansvarlig ved IB-lab. Under er de ulike enhetene listet opp med angivelse måleparametere og type sensorer.

Datalogger Hioki LR8500

- Tur- og returtemperatur vann-glykolblanding (VTV), målt i selve væskestrømmen, termoelementtråd type T
- Totalt drivstofforbruk miniheater, Trimec
- Kontinuerlig drivstofforbruk miniheater, Burket

Datalogger NI cDAQ-9172

- Tur- og returtemperatur vann-glykolblanding (VTV), målt på ventiloverflatene, termoelementtråd type T
- Væsketemperatur målekar, termoelementtråd type T
- Overflatetemperatur IGS-rør, termoelementtråd type T

Termovisjonskamera FLIR E60BX

- Overflatetemperatur IGS-rør og is, microbolometer array

Time-lapse kamera GoPro Hero 3

- Overflatetemperatur IGS-rør og is, stillfoto og avi

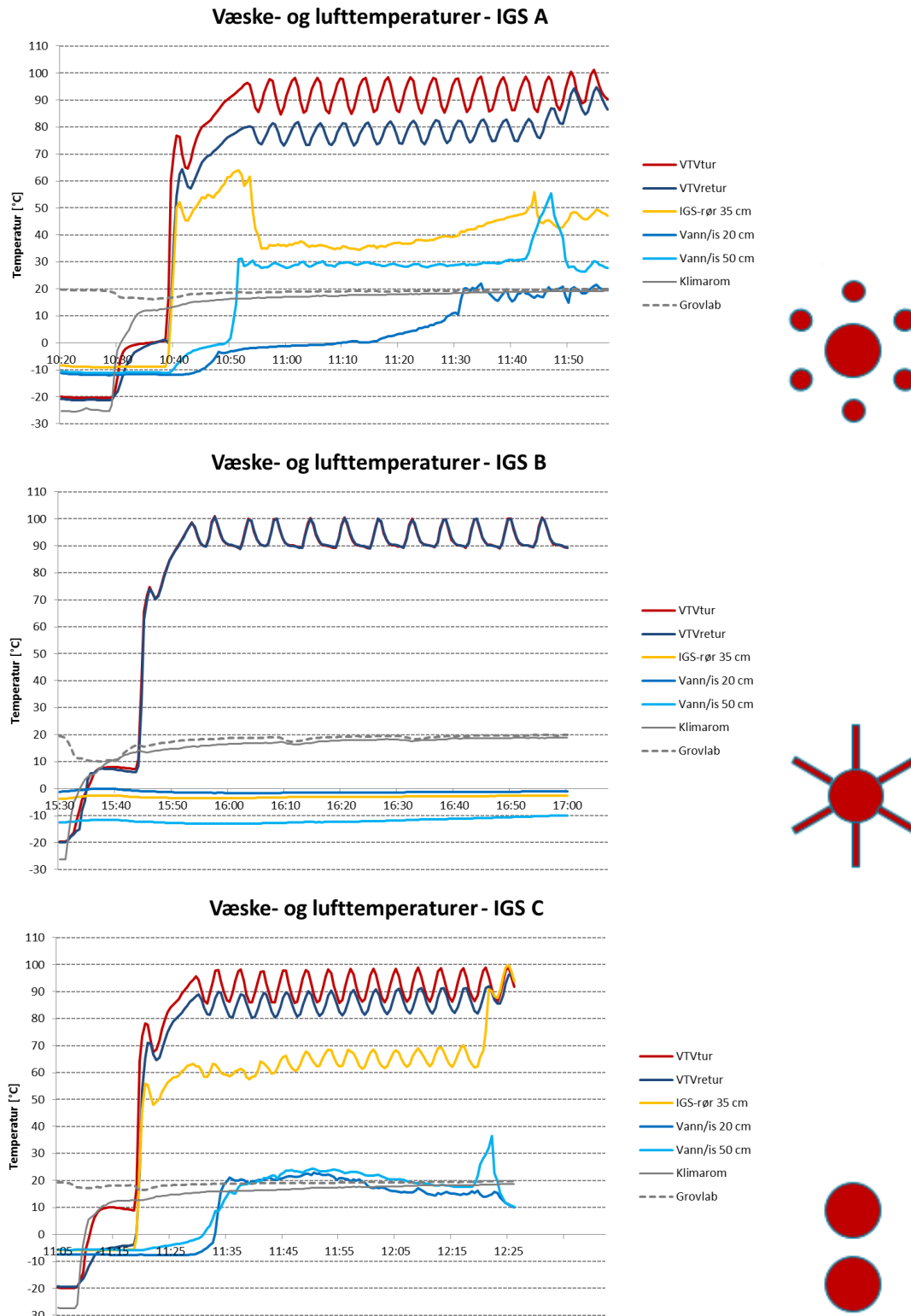
Målingen av luft-, væske- og overflatetemperaturer vha termoelementtråd type T vil typisk ha en målenøyaktighet på +/- 1,2°C i det måleområdet som her er aktuelt. Ettersom de samme sensorene er brukt på de samme målepunktene for hvert innløpsrør, vil imidlertid den relative usikkerheten være tilnærmet uforandret mellom måleseriene. I praksis kan dermed temperaturmålingene utført med dataloggerne sammenlignes direkte. Måleusikkerheten vil naturligvis være av betydning straks det er snakk om absoluttverdier.

IR-kameraet har en oppløsning på 0,05°C ved måling av overflatetemperaturer, men hvor korrekte absoluttverdier avhenger av riktig innstilling for objektets emissivitet, avstand fra kameraet og overflatetemperaturene for omgivende flater. I dette prosjektet er det imidlertid de relative forskjellene innløpsrørene imellom som er av interesse.

Time-lapse kameraet er benyttet for å dokumentere tineforløpet underveis. Det registrerer stillbilder med en valgfri frekvens. Gitt lav nok frekvens, vil resultatet være en kort time-lapse (komprimert) video som viser hele tineprosessen. (Disse videoene er ikke vedlagt rapporten, men kan fås ved å henvende seg til forfatteren.)

3.2 Temperaturforløp

I det følgende fremkommer temperaturforløpene for hvert av de tre tineforsøkene basert på målingene utført med NI-cDAQ-loggeren.



Figur 3.2 Målte temperaturer under tineforsøkene, med rørprofilene angitt til høyre.

Tur- og returtemperaturene på vann-glykolblandingen som sirkulerer gjennom innløpsrørene (VTV_{tur} og VTV_{retur}) er mest sentrale i sammenstillingen, ettersom størrelsen på differansen dem imellom er direkte proporsjonal med varmeavgivelsen. Jo større temperaturdifferanse, jo mer varme er avgitt (tapt) til isen som omgir røret. Multiplisert med varmekapasiteten og massestrømmen til væska fremkommer avgitt varmeeffekt (i watt).

Generelt for alle de tre forsøkene er at ønsket turtemperatur oppnås allerede etter 10-12 minutter. Dette henger naturligvis sammen med mengden væske som skal varmes opp i forhold til kapasiteten på brenneren, men også hvorvidt varmeenergien ledes vekk eller ikke. I vårt tilfelle ble det ikke tappet av vann underveis i tineforløpet.

Som det fremkommer av figur 3.2 så kommer prototype A best ut med en differanse mellom tur- og returtemperaturen på 14°C i perioden 11:00 – 11:40. Resultatet er ikke uventet ettersom dette innløpsrøret har det største overflatearealet eksponert mot is/vann. Tilsvarende for prototype C er en differanse på litt i overkant av 6°C i perioden 11:35 – 12:15.

Det var ikke mulig å få sammenlignbare data fra prototype B fordi ventilen på dette røret var feilmontert. Væskestrømmen gikk kun gjennom selve ventilen og ikke via røret som tiltenkt.

De øvrige temperaturene, dvs i isen, vannet og et stykke ned på innløpsrøret, har ikke relevans her. Disse ble brukt under innfrysingen for å bestemme tidspunktet for når vannvolumet i karet kunne anses som fullt ut tilfrosset i forkant av hvert tineforsøk.

3.3 Tinerate

I etterkant av hvert tineforsøk ble tilgjengelig vann i målekaret tappet ut og veid. Resultatene fremkommer i tabellen under. Som for sammenstillingen i forrige avsnitt er det ikke tilgjengelige data fra forsøket på prototype B.

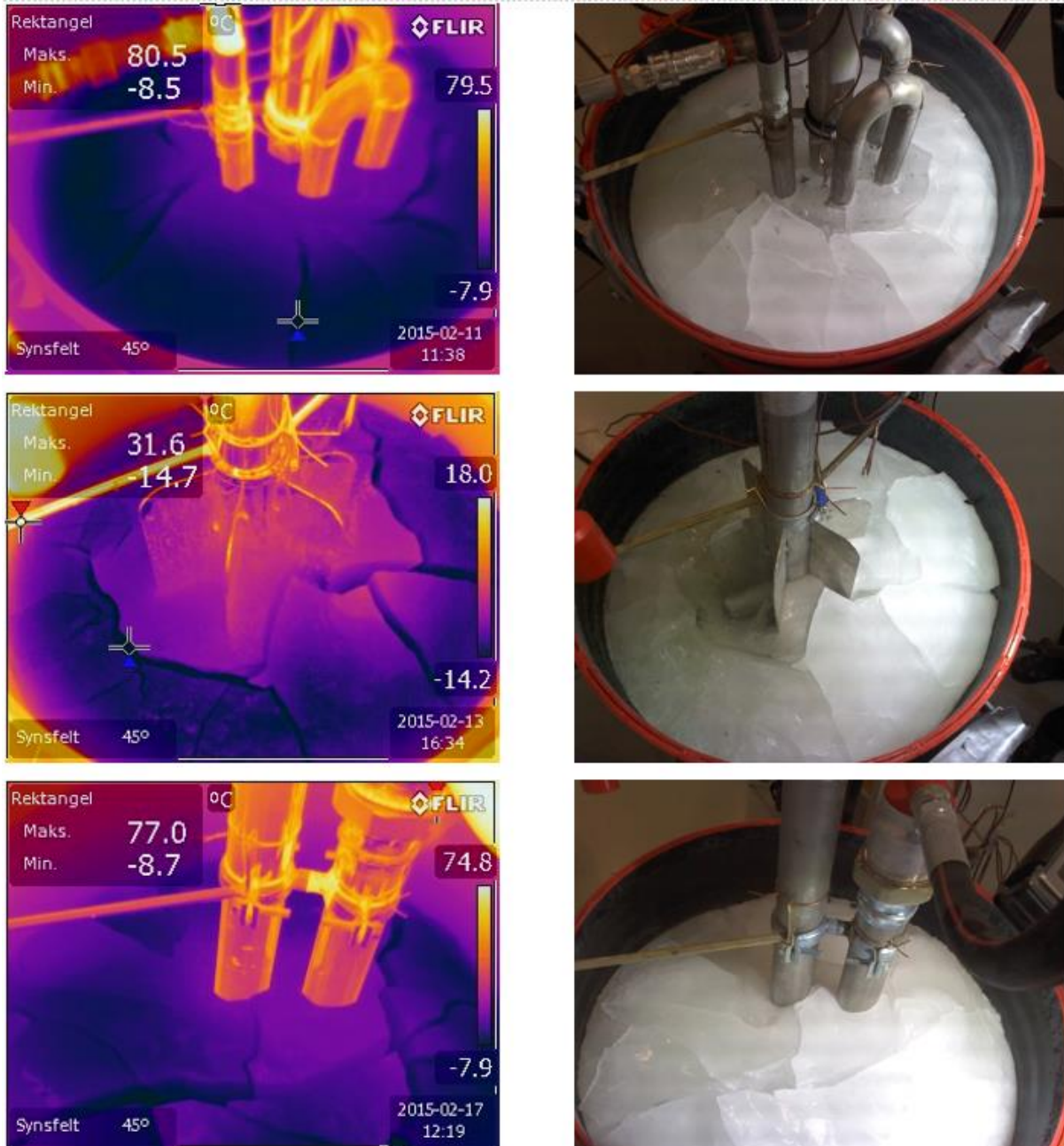
Forsøk	Vannmengde (liter)	Tid (minutter)	Tinerate (l/min)
A	96,4	64	1,51
B	-	-	-
C	63,0	60	1,05

Resultatene i tabellen understøtter temperaturmålingene i avsnitt 3.2. Prototype A er mest effektiv med en vannmengde på totalt 96,4 l og tinerate på 1,51 l/min sett over en periode på 64 minutter. Dette er om lag 50% mer effektivt sammenlignet med prototype C.

Verdiene ville trolig vært betydelig lavere dersom måleoppstillingen hadde tillatt avrenning underveis i forsøkene. Også tilførsel av vann på toppen – som diskutert innledningsvis under planleggingen av forsøkene – ville ytterligere ha påvirket resultatene. Det ville imidlertid ikke ha forandret på den relative forskjellen mellom prototypene.

3.4 Termografi

I tillegg til time-lapse filming ble is- og røroverflatene termografert og fotografert på jevne tidspunkter under tineprosessen. Formålet var å få et visuelt inntrykk av utviklingen av størrelsen på tineåpningen i grensesnittet mellom rør og is. Under gjengis et termogram og tilhørende fotografi tatt ca 15 minutter før tineforsøkt ble avsluttet.



Figur 3.4 IR-termogram i kolonne til venstre og tilhørende fotografi til høyre, for de tre tineforsøkene som ble utført.

Som det fremgår er smelteåpningen mellom rør og is ikke spesielt utpreget eller tydelig. For prototype A (øverst) og C (nederst) er åpningen i størrelsesorden 4-6 mm.

4 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

4.1 Generelt

Med et prosjekt av denne størrelsesorden og begrensede budsjett er det åpenbart ikke mulig å få utført veldig omfattende undersøkelser, noe som også gjenspeiles i det som her er lagt frem. Selv om bredden har vært god, gjenstår det enda flere liknende og tilsvarende spissede forsøk før reelle forbedringer av IGS-metoden kan oppnås.

Utfordringen har vært å innrette forsøkene på slik måte at de kunne gi mest mulige entydige svar på klart formulerte problemstillinger. I vårt tilfelle endte man opp med å nedskalere de opprinnelige planene til tre enkle og helt like tineforsøk under like betingelser, selv om disse ikke kunne hevdes å representere de varierte forholdene som veimesterne opplever i felt.

4.2 Tineeffekt og egnethet

Som det fremgår av resultatene gjengitt i avsnittene 3.2 og 3.3 så er det åpenbart at utformingen av innløpsrørene har stor betydning for tineforløpet på oppstrømssiden av ei stikkrenne. Dette understøttes av en påvist forskjell på 50% vannmengde mellom prototype A og C.

Resultatene bekrefter at tineeffekten er proporsjonal med røroverflaten i direkte kontakt med is, men viser samtidig at et tineforløp på i overkant av 1 time er langt fra tilstrekkelig til å danne en stor nok passasje for vannet. Begge de to fungerende rørkonfigurasjonene etterlot betydelige vegger av is innenfor denne tidsrammen, som tross alt er adskillig lengre enn hva veimesterne i snitt bruker pr stikkrenne. Det kan derfor stilles spørsmål mht egnetheten av disse prototypene dersom formålet er å få tint opp et større isvolum på oppstrømssiden.

Dersom man velger å forfølge denne løsningen bør det i alle tilfelle vurderes å øke lengden på innløpsrøret slik at deler av det vil bli liggende inne i selve stikkrenna. Det er trolig der passasjen vil være smalest med dagens praksis for IGS-metoden.

4.3 Videre arbeid

Grunnideen og utstyret fra dette prosjektet kan fortsatt benyttes til ytterligere lab-forsøk, enten i regi av HiN-forskere – som i dette tilfellet – eller også i studentoppgaver for bachelor- og masterutdanningen. Også HiN's fullskala «Frost i Jord»-laboratorium på Djupvik vil kunne brukes i denne sammenhengen.

Det som i midlertid anses som det mest naturlige første steg i en fortsettelse er matematisk modellering av IGS-metoden vha f eks COMSOL simuleringsprogramvare. Dette forventes i langt større grad å kunne gi utfyllende svar nå som man har resultatene fra disse innledende forsøkene som utgangspunkt. En slik oppgave er best egnet for vitenskapelig personell ved HiN, men kan trolig også tilpasses for studenter på masternivå.

Tining av stikkrenner

FoU om tinemetoder i driftskontrakt Narvik er et delprosjekt i Etatsprosjekt Vinterdrift. Hensikten med prosjektet er å prøve ut nye metoder til å åpne igjenfrosne stikkrenner og grøfter og sammenligne med eksisterende metoder. Målet er å dokumentere effekten av ulike metoder med hensyn på sikkerhet, effektivitet og kostnader.

Som en del av prosjektet skal det innhentes erfaringer fra flere deler av landet for å kunne presentere en oversikt over «beste praksis» under ulike forhold.

Denne spørreundersøkelsen blir grunnlaget for utarbeidelse av «beste praksis». Det kan i tillegg bli behov for noen oppfølgingsspørsmål pr telefon.

Vi er klar over at det ikke er mulig å gi presise svar på mange av spørsmålene, men vi håper det er mulig å gi et svar som viser de vanligste situasjonene, eventuelt angi et område som omfatter de fleste situasjonene.

Vi takker for at dere tar dere tid til å svare på spørsmålene.

Kontraksnummer/navn: _____

Kontaktperson og telefonnr:
entreprenør: _____

byggherre: _____

Fakta om kontraktsområdet

Km bilveg i kontrakten _____ km

Hva slags utstyr brukes for tining av stikkrenner i kontrakten?

	Antall Bassøe	Antall Bini	Antall andre typer *
Hovedentreprenør:	_____	_____	_____

Underentreprenører:	_____	_____	_____
---------------------	-------	-------	-------

* Beskriv type _____

Antall stikkrenner i kontrakten? _____ stk

Ca hvor mange stikkrenner må tines:

over 10 ganger pr vintersesong _____ stk
 5 – 10 ganger pr vintersesong _____ stk
 1 – 5 ganger pr vintersesong _____ stk
 1 – 5 ganger i kontraktperioden? _____ stk

Hvordan er behovet fordelt over vinteren (angi i %)?

Nov	_____ %
Des	_____ %
Jan	_____ %
Feb	_____ %
Mars	_____ %
Apr	_____ %
Mai	_____ %

Kommenter under hvilke forhold oppstår tinebehov, f.eks. ved

- Iskjøving (isdannelse under kalde perioder)
- Snø-/issmelting
- Kraftig regn/flom
- Andre forhold

Hva gjøres for å finne igjen stikkrennene under snø/is/vann raskt, f.eks. merking med stikk, type og plassering i forhold til stikkrenne?

Erfaring med tining

Hvilke metoder benyttes? Stim ja_____ nei_____

Strøm ja_____ hvis ja, angi antall stikkrenner: _____

Annet, beskriv _____

Fordeler og ulemper med metodene dere benytter?

Stikkrenner tines både fra oppsiden (medstrøms) og fra nedsiden (motstrøms). Hvilken ende tiner dere vanligvis fra?

- oppsiden, medstrøms? _____ Hvor stor %-andel av totalt? _____
- nedsiden, motstrøms? _____ Hvor stor %-andel av totalt? _____

Hvordan gjennomfører dere tiningen og hvilke fordeler og ulemper er det med tining fra den siden dere benytter mest?

Under hvilke forhold tiner dere fra motsatt side og hva er fordelene med det?

Hva gjøres for å lette arbeidet og gjøre tiningen mer effektiv, f.eks.:

- Brukes det noen form for ekstrautstyr for å finne åpningen på stikkrenna eller utvide åpningen i isen? Hvis ja, beskriv: _____
-
- Monteres det rør/slanger som stimslangen kan tres inn i eller som det kjøres varmtvann/stim gjennom. Hvis ja, beskriv: _____
- Benyttes stiv ende på stimslange? Hvis ja, beskriv type og lengde mm: _____
- Hva gjøres dersom det er kanter inni stikkrenna som stimslangen stopper imot? _____

Varighet av tiltak

Hva påvirker hvor lenge et tiltak varer?

Erfaring med utstyr

Hvilket utstyr har dere best erfaring med og hvilke fordeler har det i forhold til annet utstyr?

Kapasitet/kostnader

Hvor mange personer kreves til oppdraget? _____ stk

Hvor lang tid i gjennomsnitt kreves for tining av en stikkrenne med lengde mellom 8 og 12 m?

(Tid fra begynnelse til ferdig) ved tett renne: _____ minutter

ved igjenfrosset inn-/utløp: _____ minutter

Beskriv evt. forhold som reduserer tinekapasiteten knyttet til:

- tineutstyret
- snø-/isforhold i og rundt stikkrenna
- stikkrenna (materiale, diameter, lengde, , skader, oppslamming, tilgjengelighet)
- trafikk, vegforhold eller annet

HMS

Hvilke risikoforhold kan oppstå ved tining (for trafikanter – for arbeidere) ?

Gjennomføres risikovurdering / SJA for tineoppdrag? Legg gjerne ved et eksempel.

Åpning av grøfter

Metoder

Hvilke metoder har dere erfaring med for åpning av igjenfrosne grøfter?

- Graving med gravemaskin _____
- Grøfting med høvel _____
- Annet, beskriv: _____

Hvilken metode har dere best erfaring med?

Fordeler og ulemper med metodene dere benytter?

Kapasitet

Kan dere si noe om kapasiteten på metoden(e) som benyttes? (Antall m pr time o.l)

Gjør dere tiltak for å unngå at grøftene fryser raskt igjen?

Kostnader

Kan dere si noe om kostnadene for metoden(e) som benyttes. (kr/m)

HMS

Hvilke risikoforhold kan oppstå ved åpning av grøfter (for trafikanter – for arbeidere)?

Gjennomføres risikovurdering / SJA for tineoppdrag? Legg gjerne ved et eksempel.

Forskning og utvikling

Har dere noen tanker eller ideer om hvordan metoder og utstyr kan forbedres for å:

- gjøre arbeidsplassen og arbeidet tryggere

- gjøre åpningen av stikkrenner og grøfter mer effektivt?

- gi lengre varighet av tiltaket?

Har dere ideer om nye metoder og utstyr for åpning av stikkrenner og grøfter?

Har dere forslag til tiltak for å unngå problemer med is i grøfter og stikkrenner?

FoU om tinemetoder i driftskontrakt 1808 Narvik

Oversikt over prosjektgruppe og referansegruppe:

Prosjektgruppe

Navn	Firma/org
Renate Nilsen	Mesta
Karl Olav Dahlberg	Mesta
Håkon Svendsen	Mesta
Lars-Olaf Bratland	Mesta
Arnulf Framvik	Mesta
Reidar Schille	HeatWork
Hugo Remlo	HiN
Svein-Erik Sveen	HiN
Jan Lind	SVV, reg. nord
Odd Dalmo	SVV, reg. nord
Tor Ivar Johnsen	SVV, reg. nord
Tomas Rolland	SVV, reg. nord
Øystein Larsen	SVV, Vegdirektoratet
Knut Magne Reitan	Siving. Reitan AS

Referansegruppe

Navn	Firma/org
Yngve Fredriksen	Mesta
Stig Arne Nilsen	Mesta
Tommy Hope	Mesta
Morten Korneliussen	Mesta
Jan Leif Frantzen	Mesta
Trond Solberg	Narvik kommune
Knut Karlsen	Jernbaneverket
Boy-Arne Buyle	HiN
Erling Reinslett	HiN
Nils Andreassen	HiN
Nils Petter Rusånes	SVV, reg. nord
Geir Jørgensen	SVV, reg. nord
Rudi Thomassen	SVV, reg. syd