

RAPPORT

"UTVIKLING AV DOKUMENTASJONSENHET TIL SPRØYTEUTSTYR"

Nils Bjugstad, IMT, UMB 7.mars 2006

Bakgrunn

IMT deltok i 2003 sammen med Jernbaneverket, Mitrans og Hardi Norge i oppbyggingen av to sprøytenheter for sprøyting langs jernbanelinjene i baneregion Øst. Det ble brukt tåkesprøyter av type Hardi Maxi med 10 stk luft/væske slanger. Dysene ble skiftet ut med spesialdyser for å tilpasse en bedre væskefordeling ut til sidene. For å sikre god virkning også i den ytterste delen av sprøytesonen og samtidig redusere risikoen for avdrift ut til sidene, ble dysene blant annet innstilt slik at en oppnådde en mest mulig rektangulær avslutning. Neste skritt var å sikre en god dokumentasjon på det utførte sprøytearbeidet både over tid og sted. Prosjektet "Utvikling av dokumentasjonsenhet til sprøyteutstyr" har dette som hovedmål. Denne rapporten beskriver arbeidet IMT¹ har hatt i denne forbindelse.

Prosjektbeskrivelse

Høsten 2004 var Jernbaneverket ved Infrastrukturdivisjonen (ITSB og IFM) i møter med IMT for å diskutere hvordan en best kunne sikre en god dokumentasjon av det utførte arbeidet både over tid og sted. Jernbaneverket reiste prosjektmidler der prosjektbeskrivelsen var som følger:

På eksisterende sprøyteutstyr for linjesprøyting skal det utvikles og implementeres sensorer, slik at essensielle data kan kartlegges fortløpende under sprøyting for dokumentasjon.

IMT skal derfor kartlegge, velge ut og tilpasse aktuelle sensorer i tillegg til eksisterende data for logging av kjørehastighet, posisjon, fylling av vann og plantevernmiddel, sprøyting i liter/min og trykk for ulike seksjoner, arbeidsbredder, samt klimadata som temperatur og luftfuktighet samt om mulig også kontinuerlig herskende vindvektor.

Digitale overvåking via video eller stillbilder kan også bli aktuelt. Tilpassing og innkjøring av sensorene vil skje ved hjelp av LabView, der også styringsprogram og loggeprogram utvikles. Deretter følger en utprøving i praksis for endelig etterkontroll og gjennomprøving. Prosjektet skjer i tett samarbeid med Jernbaneverket ITSB og IFM. Kopi av prosjektavtalen er vedlagt (datert 1.11.2004, se vedlegg1).

Vi hadde allerede i september 2004 startet arbeidet med å se på mulige valg av sensorer og hvilke faktorer som skulle måles. Der ble det skissert to ulike versjoner; en fullversjon inklusiv bruk av digital kamera for både å dokumentere, men også å være et hjelpemiddel for å regulere dosering og sprøytet areal, samt en minimumsversjon uten bruk av digitalt kamerautstyr. For fullversjonen ble det også vurdert bruk av filmkamera for samme formål, men da for å kunne lagre stillbilder i serie for hele strekningen som ble sprøytet.

¹ IMT, UMB (Institutt for matematiske realfag og teknologi, Universitetet for miljø og biovitenskap). Tidligere ITF, NLH (Institutt for tekniske fag, Norges Landbrukshøgskole).



Sammen med Jernbaneverket ble vi enige om først å utvikle minimumsløsningen, for å sikre at en kunne komme raskere i gang. Allerede da stipulerte IMT ca priser på aktuelt utstyr fra sensorer til bærbar PC.

Følgende sensorer ble bestemt å implementeres i sprøyteenheten:

- Pulsmåler for måling av kjørehastighet (med digital utgang for lagring av hastighet)
- Tidspunkt ved bruk av maskinklokke
- Logg av sted enten ved hjelp av GPS eller Jernbaneverkets egne banekart
- Fylling av vann i blandetank i liter/min og fylletid, ev. volum tilført
- Fylling av preparat inn i blandetank i liter/min og fylletid, ev. volum tilført
- I alt 8 flowmålere, en for hver seksjon (2V, 1V, M, 1H, 2H) + 1 som måler påfylling av vann + 1 som måler påfylling av konsentrert plantevernmiddel
- I alt 6 trykkfølere for å logge trykk i respektive seksjoner
- Absolutt vindhastighet i m/s
- Vindretning
- Temperatur
- Luftfuktighet (RH)

Å måle vindhastighet og -retning stasjonært slik som i Sverige, er tidkrevende å gjennomføre, samtidig som vindforholdene langs sporet raskt vil endres. IMT og Jernbaneverket bestemte seg derfor for å tilpasse en løsning der vindmålingen kan foretas ved full kjørehastighet. Dermed får en registrert både absolutt naturlig vind på stedet, samt den totale vindvektoren som oppstår som følge av framdriftshastigheten og naturlig vindvektor. ITAS (Instrumenttjenesten AS) ved UMB har ekspertise på oppbygging av slikt utstyr samt løsninger for trådløs kommunikasjon mellom sprøyteutstyr og PC foran i sprøytetoget hvor operatørene sitter.

I tillegg ble det også vurdert bruk av oversiktskamera over spredeutstyr og dyser for lettere å kunne observere feil med anlegget, lekkasjer og forstyrrelser.

Det har hele tiden vært enighet om at IMT's oppgaver i prosjektet har vært følgende:

1. Finne fram til aktuelle sensorer og måleutstyr som kontinuerlig kan kontrollere og dokumentere at sprøyteutstyret har fungert tilfredsstillende og hva slags behandling, areal og dose som er brukt. Videre vil en kunne dokumentere sprøyte kvaliteten gjennom trykk, væskemengde og dermed dråpestørrelse. Også risiko for avdrift av væske vil kunne bli registrert.
2. Utp prøve sensorene og bruke LabView (virtuelt laboratorium). På den måten kan de ulike sensorene simuleres, likeså logging av data m.m. LabView kan utvikles til å være både et styringsprogram / styringsenhet og overvåkingsprogram der ønskede data logges, omregnes og lagres for senere dokumentasjon.
3. Bygge dette inn på tog-/sprøyteenheten sammen med Jernbaneverket og ev. andre partnere.
4. Etterprøve at det virker etter formålet.
5. Tilpasse og finjustere utstyret.

Alt skulle skje i nært samarbeid med Jernbaneverket. Vår kontaktperson er og har vært prosjektleder Gernot Klinger. Dette synes vi er fordelaktig, da han kjenner godt til sprøyteutstyr, dysevalg og problemer med vegetasjonsbekjempelse langs jernbanenettet, og var den som initierte til at prosjektet kom i gang.

Det som dokumenteres per i dag ved sprøyting langs jernbanelinjene er vist i vedlegg 2.

Aktuelle sensorer for dokumentasjon

Vi har arbeidet med flere ulike typer forslag på sensorer. Det siste og mest oppdaterte utkast er vist i vedlegg 3.

Når det gjelder kravspesifikasjon til sensorene og annet utstyr gjelder generelt at utstyret må;

- tåle vibrasjoner
- tåle å stå ute
- tåle fuktighet

Det forutsettes at utstyret lagres frostfritt mellom sesongene.

UMB mener generelle toleransegrenser er at sensorene etter kalibrering skal vise verdier med avvik $< \pm 5\%$ for hver enkeltsensor og også totalt avvik $< \pm 10\%$ for alle sensorer samlet.

Tabell 1: Toleransegrenser for sensorer og målte verdier

Sensor	Min. måleområde	Toleransegrenser
Hastighetsmåler	0 - 30 km/h	Avvik $< \pm 5\%$
Trykkmåler	0 - 15 bar (0-1,5 MPa)	Avvik $< \pm 10\%$
Flowmåler - preparat ²	0 - 4 l/min	Avvik $< \pm 5\%$
Flowmåler – vann	0 - 20 l/min	Avvik $< \pm 5\%$
Flowmåler – sprøytevæske til dysene / seksjonene IP65	0,2- 6,0 l/min	Avvik $< \pm 5\%$
Vindmåler - hastighet	0 - 15 m/s	Avvik $< \pm 10\%$
Vindmåler - retning	0 - 360 grader	Avvik $< \pm 5\%$

Det er viktig at dokumentasjonsenheten bygges inn og utprøves før sesongen 2006. IMT har blant annet anskaffet en type flowmeter for plantevernmidler og testet ut doseringsnøyaktigheten. Målingene viste at det er svært viktig å få kalibrert utstyret for bruk. Avvik i innblandet mengde plantevernmidler vil være av stor betydning for at en sikrer rett dosering, se tabellen på neste side.

² Her finnes det mange typer, og måling av preparat stiller størst krav til nøyaktighet. IMT testet en type, se tabell 2, som viser alt for store avvik. Denne sensoren var derfor ubrukbar til formålet. Derimot har vi i mars 2006 kommet over en Weber flowmåler som ser ut til å klare kravene, se vedlegg 4 for nærmere opplysninger.

SPESIFIKASJON:

Måleområde: 0,5-20 l/min

Viskositet: 0,8-10 mm²/s

Pulser: 5700/l

Tabell 2: Test av flowmeter, type ELFA 37-595-11

ANTALL PULSER	FLOW (l/min)	MEDIUM
5800 ±40	1,6 – 2,8	Vann
1600 ±300	1,3 – 1,5	100% Glyfosat
5870 ±10	1,8	3% Glyfosat
5780 ±10	1,8	3% Mørkt plantevernmiddel

Flowmeteret bruker vanlig turbinhjul, men det er en sensor mellom rørvegg og den ytterste kanten av turbinhjulet som ved optisk måling registrerer at hjulet passerer. Derfor vil sensoren være følsom for måling av væske med svært mørk farge. Resultatene viser at avviket var for stort ved måling av rent glyfosat med avvik på over $\pm 20\%$. Derimot var det tilfredsstillende for både måling av vann, 3% blanding av glyfosat & vann og det andre plantevernmiddelet med mørk farge. Vi må derfor anta at dette flowmeteret er godt egnet for måling av vann og normalt utblandet brukerkonsentrasjon av sprøytevæske.

Disse målingene viser videre hvor viktig det er å utprøve flowmålere før de innsettes og brukes. Det må brukes en annen type flowmåler eller en annen metode for å måle forbruk av preparat. I vedlegg 4 finnes prospekter på en industriflowmåler til små mengder kjemiske væsker, som antakelig vil være godt egnet. Den har ikke et fysisk padlehjul eller optisk sensor, men er en såkalt 'in-line sensor' med et metallrør der gjennomstrømningen måles ved en elektronisk endring på temperaturen i røret, altså en termisk sensor. IMT foreslår at denne bør utprøves for formålet.

IMT tror Dositron-måleren som finnes i utstyret fortsatt kan brukes. Jernbaneverket har påvist at trykktapet i filteret kan føre til at preparat ikke blandes inn. Det mekaniske tellerverket som sitter på uttaket fra den kjemiske beholderen har også en stor motstand. Videre kan ikke verdiene fra tellerverket automatisk registreres. Derfor foreslår IMT at det mekaniske tellerverket fjernes og videre at det brukes en sil med større maskevidde for å redusere trykktapet. En termisk flowsensor av overnevnt type bør utprøves. Hvis den viser seg å fungere tilfredsstillende med lave avvik, bør den innmonteres, slik at en har en fortløpende kontroll på at konsentrasjonen av plantevernmiddel er korrekt.

Det er viktig å kunne dokumentere at dosen er rett og at dosen er jevn. God kjennskap til faktorer som bestemmer dette er derfor meget viktig.

Faktorer som virker inn på doseringsnivået kan være:

- Riktig konsentrasjon, det vil si nøyaktig tilmåling av preparat. Dette betyr at flowmåleren her må være av god nøyaktighet, og være tilpasset måleområdet, slik at en kan forvisse seg om at tilført mengde er korrekt (se tidligere omtale)
- Riktig framdriftshastighet
- Rett væskemengde gjennom dysene
 - o Registrere trykket i dysene
 - o Registrere dysestørrelsen
 - o Registrere væskemengde i liter/min

Her kan en ev. klare seg med trykkmåler eller flowmåler. Dette fordi væskemengden alltid fysisk øker med kvadraten av trykkøkningen. Det betyr at væskemengden kan avledes av trykket og motsatt. Derimot vil trykket endre seg raskere enn væskemengden, slik at en på den måten lettere kan registrere feil som begynnende tiltettinger m.m.

Mange faktorer innvirker på om doseringen er jevn:

- God væskefordeling av sprøytingen. Dette er spesielt vanskelig å oppnå ut til sidene fordi det er mange hindringer i veien som master etc., terrenget varierer og dysene kan ikke føres over det som skal behandles. Derfor er det spesielt viktig at utstyret kalibreres regelmessig (årlig funksjonstest) og at en sikrer at dysene ikke kommer ut av posisjon. Selv små endringer kan gjøre store utslag. En må registrere hvilke seksjoner som er koblet inn og hvilken arbeidsbredde hver enkelt seksjon har.
- Dysene må ikke skades eller gå tette.
- Jevn og rett avstand fra dyser til målet som skal behandles.
- Turtallet på pumpa må være konstant (540 rpm) – bruk av oljemotor fra felles oljepumpe både for drift av sprøytepumpa og pumpa som fyller sprøytetanken har vist at turtallet på sprøytepumpa faller mens fylling av sprøytetanken pågår. Dette kan innvirke på tildelingen av plantevernmiddel.
- Liketrykksventilene må være korrekt innstilte (dette var feil da vi kontrollerte første gang)
- Unngå vekslende vindforhold, eventuelt tilpasse væskemengde og kjørehastighet for å unngå avdrift under ugunstige forhold. Her vil sensoren for kontinuerlig måling og dokumentasjon av herskende vindvektor (retning og styrke) være av stor betydning.

Faktorer som virker inn på innsparing av plantevernmidler:

- Kunne tilpasse væskemengde og dose etter mengde bladmasse, ugrastype og klima (temperatur, luftfuktighet)
- Kunne enkelt stenge og åpne for ulike seksjoner. Det er viktig at dette blir registrert (dokumentert) som funksjon over tid og sted.

Faktorer som virker inn på avdriftsfare:

- Registrere vindhastighet
- Registrere vindretning
- Tilpasse innstillingen etter dette:
 - o Hvilke trykk som brukes (lavt trykk gir større dråper og mindre avdrift)
 - o Hvilken kjørehastighet som brukes (langsommere hastighet reduserer avdriften)
- Luftfuktighet
- Lufttemperatur

Noen sluttmerknader

I følge prosjektbeskrivelsen som ble gitt i starten (nov. 2004), har IMT funnet fram til aktuelle typer sensorer som bør inngå, tilhørende toleransegrenser og kravspesifikasjoner, samt foretatt målinger av enkelte aktuelle sensorer. IMT har sammen med Jernbaneverket vurdert mulige plasseringer av sensorene. ITAS ved UMB har kommet med forslag til måleutstyr for kontinuerlig registrering av herskende vindvektor. IMT har også sagt seg villig til å simulere sensorene som skal brukes ved hjelp av programmet LabView. Dette fordi IMT har god kompetanse innen bruk av dette programmet. Videre slipper en å montere inn alle sensorene på toget og foreta kostbare, vanskelige og tidkrevende målinger. Ved dette dataprogrammet kan en utprøve sensorene innendørs og samtidig tilpasses et dokumentasjonsprogram, eksempelvis hva som skal registreres og hvilke beregninger som skal foretas. IMT har flere ganger påpekt at dette ikke kan starte før en har kjøpt inn de aktuelle sensorene som skal brukes. Sensorene må bestilles direkte fra Jernbaneverket. Dermed unngår en også ekstra moms, samtidig som Jernbaneverket selv kan være med påvirke hvilke sensorer som skal kjøpes. Innkjøp av slike sensorer og annet utstyr inngår ikke i vårt tildelte budsjett.

Først når sensorene foreligger kan IMT bistå i å tilpasse sensorer og bruk av LabView som styringsprogram. IMT avventer derfor svar fra Jernbaneverket angående dette. Det må også understrekes, tilsvarende som i fjor på dette tidspunkt, at IMT har svært mange andre forestående oppgaver utover våren. Derfor vil et raskt svar være av stor betydning for å kunne bistå med arbeidet slik at dokumentasjonsutstyret kan komme i praktisk bruk denne sesongen.

Vedlegg 1: Prosjektavtale (datert 29.11.2004)

Avtale nr.:	19/2004
Prosjekt nr.:	323606M
Sak nr.:	2004/2406
	Side 1(2)

1. Avtalen gjelder mellom: Utførende: Adresse: Prosjektansvarlig: Telefon/linje - Telefaks: Oppdragsgiver/bidragster: Adresse: Kontaktperson: Telefon/linje - Telefaks:	Institutt for matematiske realfag og teknologi (IMT) Postboks 5003, 1432 Ås Nils Bjugstad 64 94 87 73/ 64 94 88 10 Jernbaneverket, ITSB PB1162, Sentrum, 0107 OSLO Gernot Klinger 22 45 71 94 (mobil: 916 57 194)
2. Prosjektbeskrivelse: Prosjektnavn: Prosjektomtale:	Utvikling av dokumentasjonsenhet til sprøyteutstyr. På eksisterende sprøyteutstyr for linjesprøyting skal det utvikles og implementeres sensorer, slik at essensielle data kan kartlegges fortløpende under sprøyting for dokumentasjon. IMT skal derfor kartlegge, velge ut og tilpasse aktuelle sensorer i tillegg til eksisterende data for logging av kjørehastighet, posisjon, fylling av vann og plantevernmidler, sprøyting i liter/min og trykk for ulike seksjoner, arbeidsbredder, samt klimadata som temperatur og luftfuktighet samt om mulig også kontinuerlig herskende vindvektor. Digitale overvåking via video eller stillbilder kan også bli aktuelt. Tilpassing og innkjøring av sensorene vil skje ved hjelp av LabView, der også styringsprogram og loggeprogram utvikles. Deretter følger en utprøving i praksis for endelig etterkontroll og gjennomprøving. Prosjektet skjer i tett samarbeid med Mitrans og Jernbaneverket.
3. Tidsramme: Varighet: Start/Slutt:	01.11.2004 31.08.2005
4. Økonomi: Finansiering:	Total kostnadsramme er 204.000,- ekskl. mva NB! Den totale kostnadsrammen oppgitt i denne avtalen innbefatter kun arbeidspenger. Innkjøp av utstyr ønskes gjort i samarbeid med oppdragsgiver og vil således komme på egen faktura (utenom denne avtalen).

5. Tillegg: Fakturering - dato/beløp.	Beløpet faktureres i sin helhet november 2004. Totalt faktureringsbeløp: NOK 204.000,00 <u>+ mva 24% 48.960,00</u> Totalt NOK 252.960,00

Ås, 29.11.2004
for IMT

Sted/dato:

Kjersti Sørli Rimer
Kontorsjef

for oppdragsgiver/bidragstaker (stempel og navn)

Dokumentasjon for ugrassprøyting

Daglig arbeidsrapport

Leverandøren skal, innen hver kommune, levere rapporter som dekker fra den kilometerangivelsen der kommunen starter til der den ender. Der det er flere banenummer innen en kommune skal det leveres rapport for hvert banenummer. Rapporten skal som et minimum inneholde følgende opplysninger:

- Type/betegnelse på utstyret
- Dato når arbeidet er utført
- Start kl....
- Slutt kl....
- Kommune
- Fra km (angis med 3 desimaler bak komma)
- Til km (angis med 3 desimaler bak komma)
- Banenummer
- Dosering vann (oppgis i l/daa eller l/ha)
- Dosering middel nr 1 (oppgis i l/daa eller l/ha)
- Dosering middel nr 2 (oppgis i l/daa eller l/ha)
- Forbruk vann (oppgis i liter)
- Forbruk middel nr 1 (forbruk oppgis i liter, minimum 1 desimal)
- Forbruk middel nr 2 (forbruk oppgis i liter, minimum 1 desimal)
- Værtype (klart, lettskyet, overskyet)
- Temperatur (°C)
- Luftfuktighet (% relativ luftfuktighet)
- Vindhastighet (meter/sekund), målt 2 m over bakken i åpent terreng
- Vindretning (angitt ut fra kompassretningen)
- Ansvarlig operatør (operatørens navn)
- Bestiller (bestillers navn)
- Merknader (disse skal kunne fylles ut av både leverandørens og oppdragsgivers representant)

Rapportene skal overleveres Jernbaneverkets representant for hver dag .

**Vedlegg 3: Oversikt over sensorer, del 1: oversikt fra IMT, UMB
(en tidligere utgave ble utarbeidet og oversendt 27/6-2005)**

Utstyr til sprøytevogn, kostnadsoverslag.

ANTALL	SENSOR	PARAMETER	PRIS
9	MENGDEMÅLER 1-25 l/min, 20 Bar Farnell 560-121 (NB: optisk)	Sprøytevæske fra dyser, 8 stk PV-middel fra pumpe, 1 stk	7500
1	TRYKKESENSOR 0-10 Bar, 4-20 mA	Trykk, hovedpumpe	3000
1	MENGDEMÅLER 2-150 l/min, 10 Bar Farnell 560-110	Vann til blandesystem	5500
1	Hjulomdreining JBV undersøker om eksisterende kan brukes	Strekning, hastighet	700
	UTSTYR ITAS	Vindhastighet, lufttemp, relativ luftfuktighet, RF-modem, logger, tellemodul ++	66010
	PROGRAMMERING ITAS		16000-30000
	PROGRAMMERING IMT		50000
	LabView lisens, base		10800
	PC		?

20/12-2005 IMT, UMB

**Vedlegg 3: Oversikt over sensorer, del 1: oversikt fra IMT, UMB
Del 2: brev fra ITAS (en tidligere utgave ble utarbeidet og oversendt 27/6-2005)**

ITAS

UMB
Institutt for matematiske realfag og teknologi,
v/ Tom Ringstad

INSTRUMENT-
TJENESTEN AS
F. A. Dahls vei, 20
1432 AS
Tlf: 6494 9840
Fax: 6494 2033
Bankgiro: 8120.05.07835
Foretaksnr. NO 961 323 568 MVA

Ås 20/12-2005

Utstyr til sprøytevogn, revidert kostnadsoverslag.

Oppgave.

Måle sann vindhastighet og retning under fart, temperatur og luftfuktighet,
Måle hastighet på toget, måle væskemengde fra 8 flowmetre med pulsgiver.
Data overføres trådløst fra logger til PC i lokomotiv.

Utstyr.

Datalogger CR1000 i kabinett, strømforsyning	kr. 22 000.-
2 stk. Radioenhet RF415 m/ antenne	kr. 10 200.-
16 kanal telleenhet	kr. 5 510.-
Ultralydsensor for vind, Gill	kr. 12 000.-
Sensor for temp/ fukt CS215	kr. 3 900.-
Strålings skjerm for CS215	kr. 2 000.-
GPS, sensor	kr. 3900.-
Loggernet 3.1	kr. 6 500.-

Programmering.

Måling av angitte parametere, beregning av sann vind retning og vindhastighet, samt hastighet på toget

Timeramme for programmering: 20 – 40 t (kr 16 000.- til kr.30 000)

IMT programmerer selv skjerm bilde på PC

Målerutine:

Alle parametre måles og lagres hvert 2. sekund og overføres PC.

Lagring kun når toget er i bevegelse.

Hvis ønskelig kan andre måle og lagringsintervall benyttes.

Montering/ opplæring/ igangkjøring.

Hvis ønskelig kan ITAS forestå montering og opplæring på stedet.

Utvidelsesmuligheter.

Stasjonen kan lett rekonfigureres til måling av andre parametere eller endring av målerutiner.

Teknisk dokumentasjon.

ITAS leverer brukermanualer, koblingskjemaer og driftsinstrukser for de enkelte måleinstrumenter.

Service.

ITAS vil ha reserve loggere på lager, vi har eget verksted for rep. I spesielle tilfeller vil reservedeler kunne leveres ekspress fra våre leverandører.

Vi står gjerne til tjeneste med ytterligere opplysninger.

Linker:

ftp://ftp.campbellsci.com/pub/outgoing/lit/b_cr200.pdf

ftp://ftp.campbellsci.com/pub/csl/outgoing/uk/leaflets/107_108_105L.pdf

ftp://ftp.campbellsci.com/pub/outgoing/lit/b_pc400.pdf

Alle priser oppgitt pr. stk. eks. mva. Levert ÅS

Vennlig hilsen,
ITAS

Oddvar Haga
Avd., leder.

Vedlegg 4: Flowmåler til mengde preparat, data innhentet mars 2006 (bør utprøves)
6900,00NOK +mva, fritt levert Stavanger Leveringstid ca 3 uker



flow-captor



Inline flow-captor Type 4311.30

The inline flow-captor type 4311.30 is a flow meter for industrial applications. The small compact unit is self-contained and needs no additional parts. The stainless steel pipe itself, running through the center of the inline flow-captor, is the actual sensor element. According to a calorimetric principle a small part of this pipe is electrically heated, such that it is marginally above the temperature of the medium. This heat flow, depending on the flow speed of the medium, is measured electronically and provides an output signal linear and proportional to the flow speed.

Decisive for compatibility with corrosive media is the material of the pipe. Standard is stainless steel WN 1.4571(V4A, 316 Ti) although other types of metals are available.

The inline flow-captor is completely resin encapsulated, thus rugged, shock and vibration proof; for extremely harsh environmental conditions it may be supplied in aluminium housing.

Self-contained flow meter for measurement and control applications

- non-intrusive sensing
- ideal for small diameters
- suitable for liquids, semi-solids and a wide range of corrosive media
- 4 - 20 mA output
- no moving parts

Sensing Data

Medium	liquids, pastes (corrosive media which are compatible with pipe material)
Measuring range	continuously adjustable from 0 - 20 cm/s to 0 - 100 cm/s (related to water; extended range for other media)
Measuring time	2 - 10 s, according to measuring conditions
Accuracy	< 3%
Repeatability	< 1%
Temperature drift	< 0,2%/K
<i>All data related to water</i>	



Inline flow-captor

Type 4311.30

Compact inline flow meter

Typical application examples:

With the inline flow-captor, type 4311.30 the pipe wall itself is part of the sensor element, a technique which permits non-intrusive sensing, thus no interference in flow profile. The small sensor pipe diameters correspond to existent small-bore systems and are consequently ideally suited to low flow rates.

Applications where these features are especially important are in process control of food as well as chemical industries.

Electrical Data

Voltage supply	24V DC $\pm 10\%$
Current consumption	max. 1.00 mA
Output current	4 - 20 mA
Resistive load	0 - 600 Ohm

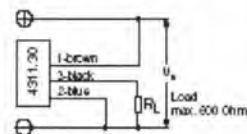
Measurement range adjustment:

The two potentiometers can be adjusted to set the measuring range and zero point. Operation within the measuring range is indicated by a green LED (within the range: ON, beyond the range: OFF).

Mechanical Data

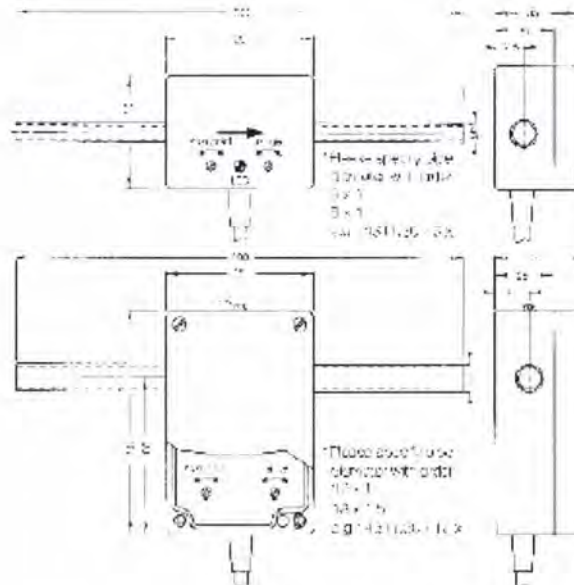
Material	Inline sensor pipe	Housing
	stainless steel WN 1.4571 (V4A, 316 Ti) other qualities and metals (Titanium, Hastelloy) on request	Makrotron
Dimensions (in mm)	6x1; 8x1 diameter x wall thickness 12x1; 18x1.5 diameter x wall thickness	65 x 50 x 35 (L x W x H) 65 x 98 x 37 (L x W x H)
Operating pressure	max. 30 bar	
Medium temperature range	-10 °C to 480 °C (14 °F to 176 °F) (higher temperatures on request)	
Ambient temperature	-10 °C to 40 °C (14 °F to 104 °F)	
Electrical connection	2 m shielded cable, 3 x 0.5 mm ²	
Protection standard	IP 65	
Torsion: pipe to housing	max. 5 Nm at medium and ambient temperature < 40 °C A: higher temperatures no torsion allowed	

Connection Diagram



Dimensions in mm

Makrotron Housing



Technical data is subject to change 11/2002 - 4311.30.E © Copyright 2002 by captor Management Inc.

weber

Sensors Ltd

Member of the captor Group

4 Union Street • Southport • Merseyside PR9 0QE • UK • Phone: +44 1704-548706

Fax: +44 1704-533956 • E-mail: info@captor.co.uk • www.captor.com