
Teknisk notat

TN-30090-5620-1

Revisjon 2

29.10.2018



Are Berstad

Oppdragsgiver: Sintef / NS 9415

Status: Åpen.

Innhold

1	Bakgrunn.....	3
2	Utført arbeid og resultater.....	3
2.1	Introduksjon	3
2.2	Analyse 1.....	3
2.2.1	Datasett Skrubbb.....	3
2.2.2	Datasett OST.....	6
2.3	Analyserte på bredere empirisk sett.	7
2.3.1	Analyser og resultater alle data samlet	7
3	Konklusjoner og personlige meninger	11
4	Takk	12
5	Referanser	12

1 Bakgrunn

I forbindelse med revisjon NS 9415 gjennomføres det et prosjekt med hensyn på å benytte empiri i bransjen til å kunne oppnå bedret oversikt over bakgrunn for krav i dagens standard og eventuelt mulighet til forbedrede kriterier for strømmålinger.

Arbeid utført er ett av flere arbeid utført av flere aktører med Sintef som prosjektleder.

Dette dokumentet rapporterer arbeid utført av Aquastructures med noe medvirkning fra Sinkaberg Hansen og trekker konklusjoner basert på observert empiri.

2 Utført arbeid og resultater.

2.1 Introduksjon

Aquastructures og Sinkaberg Hansen har fokusert på å undersøke kvalitet av strømmålinger. I nåværende NS 9415 er strøm definert som: 3.110 strømhastighet: «det vektorielle middelet av strømhastighet over en ti minutters måleperiode».

Vi har tatt utgangspunkt i denne definisjonen.

I Oppdrettsnæringen er det benyttet flere teknikker for å estimere strømhastighet. Vi har derfor tatt tak i det vi har hatt tilgjengelig empiri for å undersøke hvordan slike estimat slår ut i forhold til standardens definisjon.

2.2 Analyse 1

Det ble først utført et sett analyser basert på data i Tabell 1.

Tabell 1 Analyserte data

Forkortelse	Datasett	Antall	Varighet	Målinger*
Skrubb	Skrubb	3	2 uker	Hvert minutt
OST	OST	3	1 måned	Hvert 2 minutt

*Kontinuerlige målinger, måledata har snitt for 1 hhv 2 minutter.

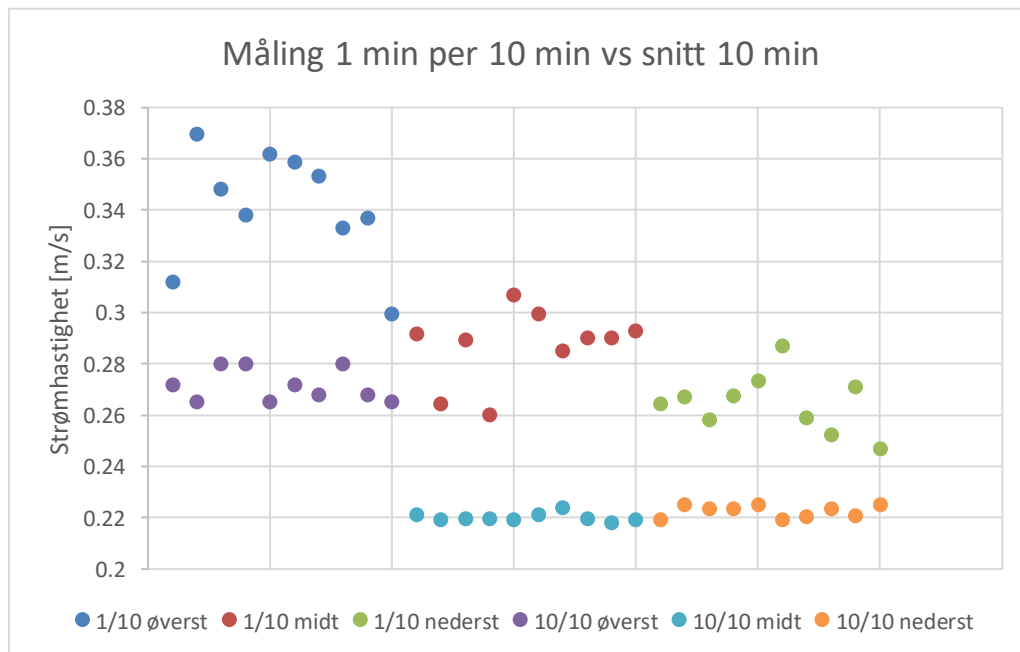
2.2.1 Datasett Skrubb

2.2.1.1 10 min snitt vs estimat fra målt ett minutt

Det er for alle målinger funnet maksimale verdier i tidsserien. Det er funnet enten ved å snitte i 10 minutter eller ved å bruke 1 minutts måling som estimat for 10 minutters middelvei. Figur 1 viser sammenligning mellom hva man finner som estimat for 10 minutters middelstrøm gitt at man gjør det ved å bruke 1 minuttsverdier som estimat for 10 minutters middelvei eller om man har målt 10 minutter og snitter. I Figur 1 gjelder følgende definisjoner.

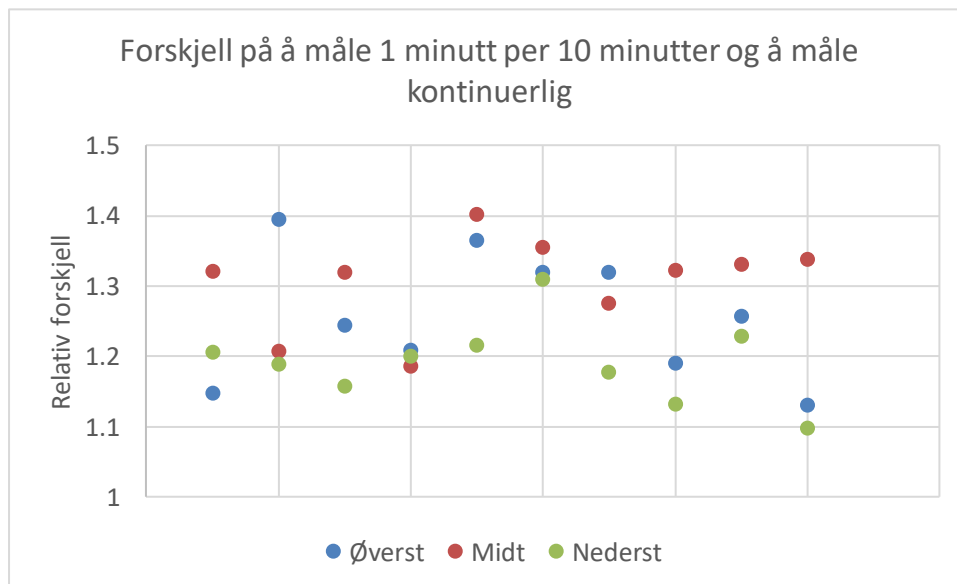
1. Det er 10 variasjoner av 1-minutts verdi for strømhastighet for hver tidsserie. Variasjon 1 er hastigheten som er målt i minutt, 1, 11, 21 osv, variasjon 2 er hastigheten som er målt i minutt 2, 12, 22 osv. Dette gjelder for hvert måledyp.
2. Det er 10 uttrykk for 10 minutters middelvei. Variasjon 1 er funnet ved å finne middel i minutt 1-10, 11-20 og så ta ut den høyeste av dem. Dette gir et estimat for maks 10 minutters middelvei. Så er middel av intervallene 2-11,12-21 også videre for estimat 2. Riktig maksimalt 10 minutters snitt er det høyeste av disse verdiene.

3. Det er 3 datasett presentert i figuren, øverst er ca 5 meter under vannflaten, middel ca 15 meter under vannflaten og nederst ca 25 meter under vannoverflaten. Dette er målt i samme periode.



Figur 1 Forskjell mellom snitt i 10 minutter og 1 minutts verdier

Fra Figur 1 ser man at estimerte maksverdier når man måler 1 minutt hvert 10. minutt varierer fra 0.3 til 0.42 øverst i vannsøylen. Figur 2 viser forskjeller for 1 minuttmålinger og 10 minutters snitt.

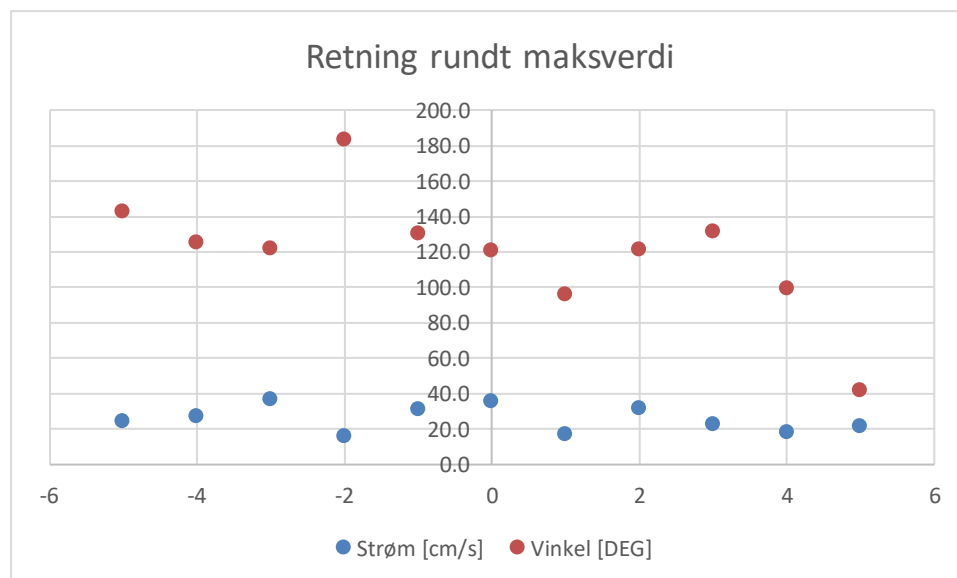


Figur 2 forskjell mellom 1 minutts og 10 minuttssnitt

Som man ser fra Figur 2 varierer 1 minuttssverdier fra å gi fra 10% høyere verdi til 40% høyere verdi enn å snitte over 10 minutter for dette datasett.

2.2.1.2 Retningssensitivitet

Figur 3 viser retning på strøm i tidspunktene rundt da maksimal verdi på strøm ble funnet.

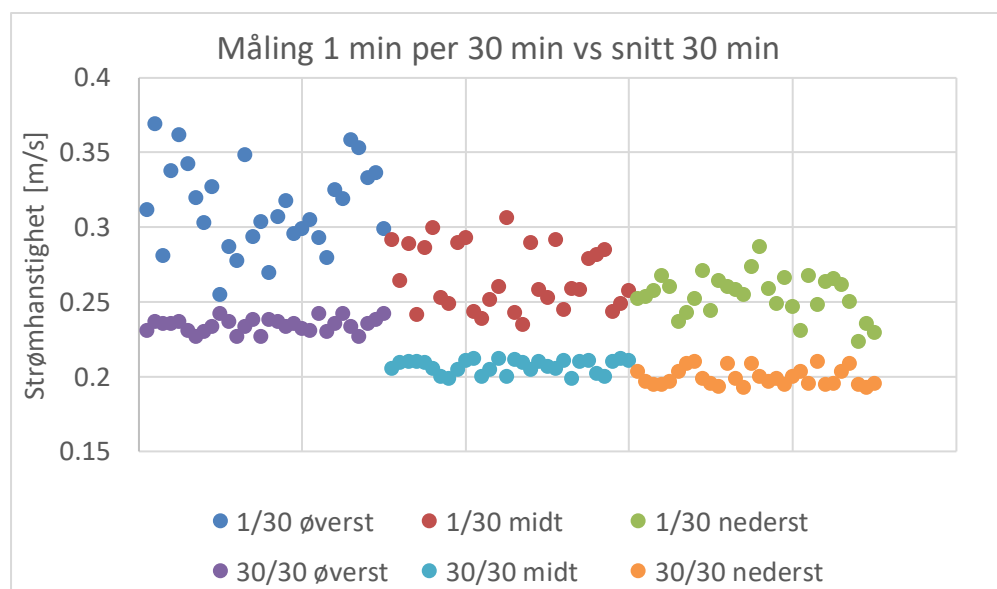


Figur 3 Retning strøm i tidspunkter rundt estimert maksimal verdi.

Som man ser fra Figur 3 varierer retning på strøm fra ca 40 grader DEG til 180 grader DEG for pluss minus 5 minutter fra maks målt verdi. Jeg oppfatter at dette kan tyde på turbulens.

2.2.1.3 30 min snitt vs estimat fra målt ett minutt

For å sjekke ble det utført samme analyse basert på 30 minutters måling, se Figur 4.



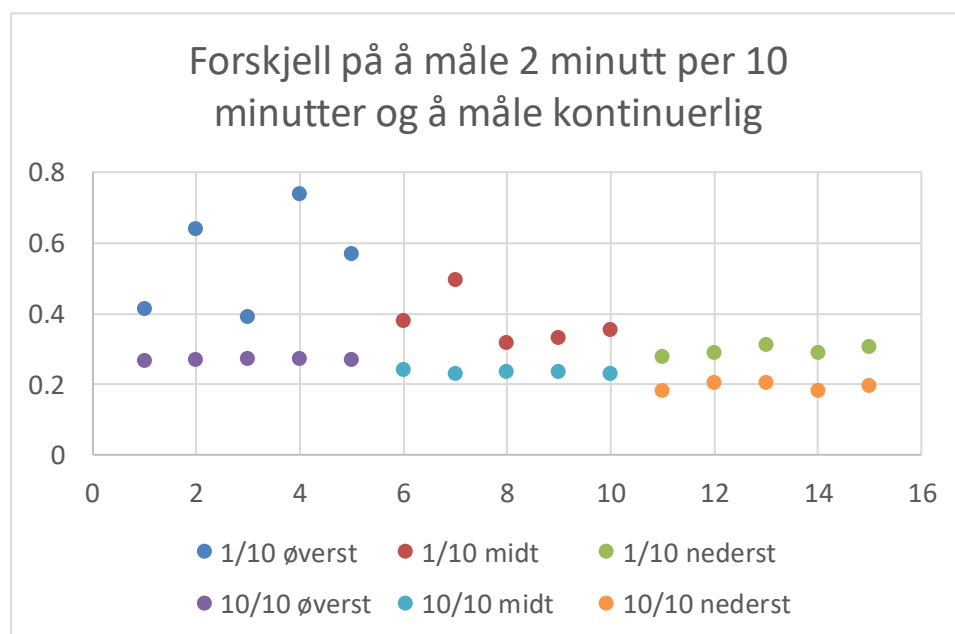
Figur 4 30 minutters og minuttmålinger.

Fra Figur 4 sees det at som forventet er 30 minutters snitt lavere enn 10 minutters snitt slik at forskjell er større ved å bruke 1 minuttverdi som estimat.

2.2.2 Datasett OST

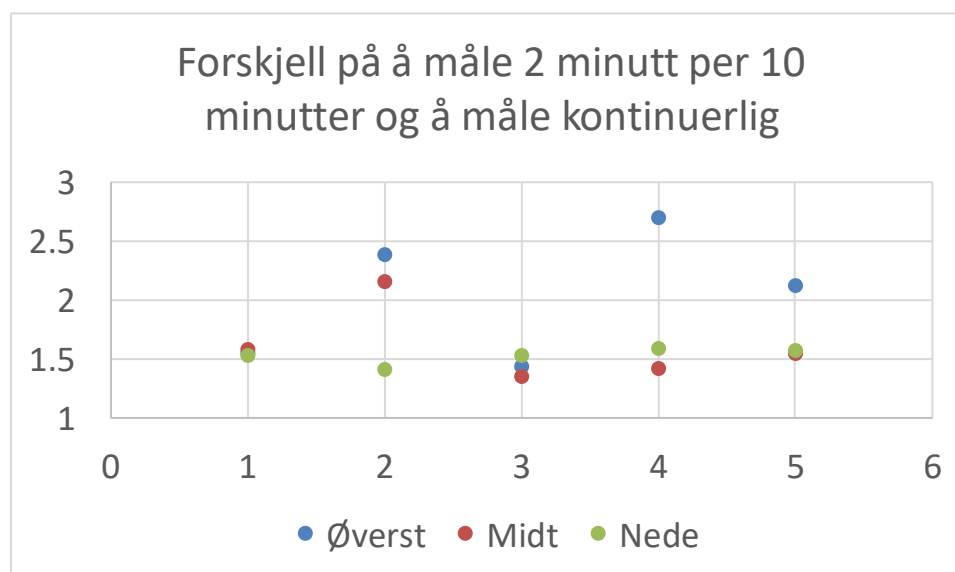
For datasett OST fantes det verdier hvert 2 minutt. Det blir da ikke en like god sammenligning å sjekke dette i forhold til forskjell fra 10 minutters snitt, men siden det blir 5 10 minutters punkter av det ble også disse dataene undersøkt.

Selve data er tilsvarende som for Skrubb og logikk for det som vises i Figur 5 er den samme som den som i avsnitt for Skrubb.



Figur 5 Forskjell mellom 2 minuttersverdi og 10 minutters gjennomsnitt.

Fra Figur 5 ser man at det for OST er enda mye mer variasjon i dataene innenfor 10 minutter slik at man her får i dette tilfellet får man en mye større forskjell mellom 10 minuttersverdi basert på enkeltminutter og gjennomsnittsverdi. Fra Figur 6 ser man at forskjell varierer fra ca 1.3 til ca 2.7 ganger verdien man får som 10 minutters snitt.



Figur 6 Relative data

En ting som er interessant å legge merke til i Figur 5 er at ved å snitte over 10 minutter blir resultater ganske stabile uavhengig av midlingsperiode. Dette viser samme trend som på Skrubbb data, nemlig at når målte verdier snittes over 10 minutters måletid filtreres en del variasjoner bort. Tenker man på effekter som turbulenser og bølger i vannet er det naturlig at det er ganske godt filtrert ut i løpet av 10 minutter.

Det kan være at når man måler slik har man ikke behov for annen manuell manipulering av målinger bortsett fra effekter som skyldes for eksempel lokale turbulenser eller skipstrafikk eller andre spesifikke hendelser.

Da OST dataene ikke har målinger hvert minutt er de utelatt fra sammenligning med bredere datasett som er gjort i neste kapittel.

2.3 Analyserte på bredere empirisk sett.

Det ble samlet inn flere 1 minuttsmålinger fra andre aktører i prosjektet. Totalt omfang av datasett er da:

Tabell 2 Datasett

Forkortelse**	Datasett	Antall	Varighet	Måledata*
Skrubb	Skrubb	3	2 uker	Hvert minutt
ÅB	Åkerblå	1	2 uker	Hvert minutt
MC	Multiconsult	3	2 måneder	Hvert minutt
AMJ17	Sintef	1	3 mnd +	Hvert minutt
JAS17	Sintef	1	3 mnd +	Hvert minutt
JFM17	Sintef	1	3 mnd +	Hvert minutt
JFMA18	Sintef	1	3 mnd +	Hvert minutt
OND16	Sintef	1	3 mnd +	Hvert minutt
OND17	Sintef	1	3 mnd +	Hvert minutt

*Filer inneholder verdier som snitt hvert minutt. Kontinuerlige målinger.

** Der hvor serie har målinger på flere dyp har jeg kalt det 5,15 og 25 som indikerer ca dybde. Forkortelse Sintef data er forkortelser av filnavn

2.3.1 Analyser og resultater alle data samlet

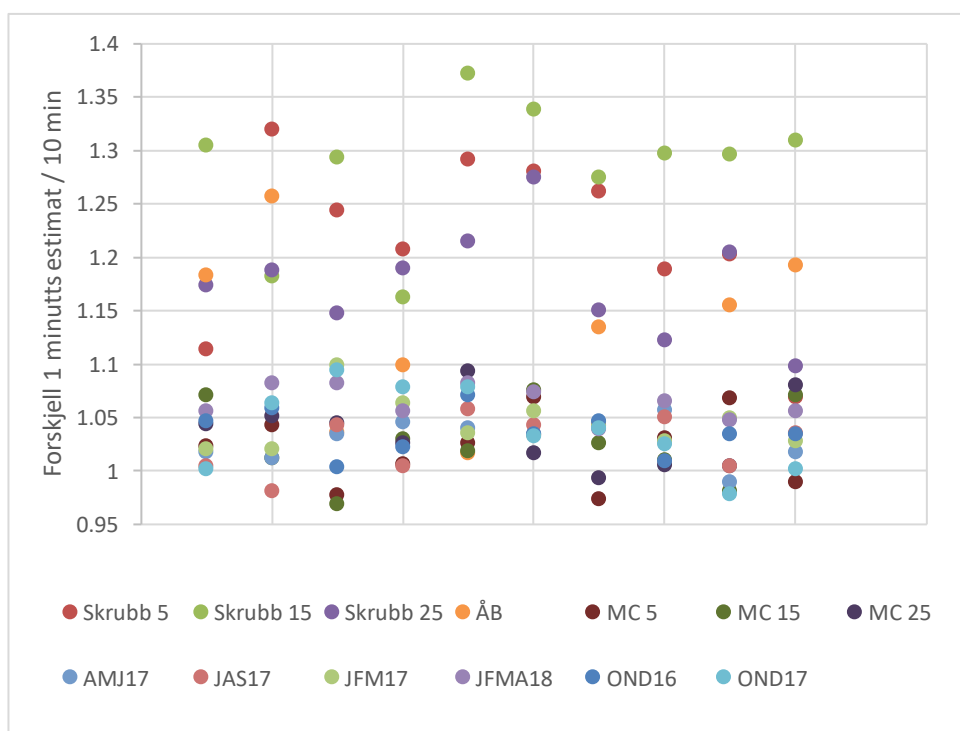
Sammenligning er foretatt ved at maksimalt funnet verdi ved måling 1 av 10 minutter mot maksimalt 10 minutters glidende snitt. Glidende snitt er funnet på 2 måter:

1. Gjennomsnitt av 10 etterfølgende 1 minuttverdier. Det maksimale funnet er brukt som referansepunkt for «riktig» 10 minutters snitt verdi.
2. Det er dekomponert til strøm i horisontalplanet og funnet absoluttverdi som vektoriell sum at vektor i x- hhv y- retning. Dette gir lik eller lavere 10 minutters snitt enn versjon 1.

2.3.1.1 Variasjon 1. 10 minutters snitt funnet med absoluttverdier

Figur 7 viser spredning av data. Følgende definisjoner er benyttet i figur:

4. Det er 10 varisjoner på hver tidsserie. Variasjon 1 er målinger minutt 1, 11, 21 også videre, varisjon 2 er målinger minutt 2,12,22 også videre.
5. Verdier sett i figur er målinger delt på høyeste 10 minutters gjennomsnitt for perioden.



Figur 7 Variasjon av data

Tabell 3 viser relevante statistiske parametere for dataene i Figur 7. I denne tabellen gjelder følgende:

- Average = Snittverdi for data
- STDEV = Standardavvik for data
- 90% = Verdi 90% av data er under
- 99% = Verdi 99% av data er under
- Alt samlet = Alle verdier samlet til ett datasett

Tabell 3 Statistiske verdier for data i Figur 7.

	Alt samlet
Average	1.09
STDEV	0.09
90 %	1.26
95 %	1.30

	AMJ17	JAS17	JFM17	JFMA18	OND16	OND17	Sintef samlet
Average	1.03	1.03	1.04	1.06	1.04	1.04	1.04
STDEV	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.03
90 %	1.05	1.05	1.07	1.08	1.06	1.08	1.08
95 %	1.05	1.05	1.08	1.08	1.07	1.09	1.08

	MC 5	MC 15	MC 25	MC samlet
Average	1.02	1.03	1.04	1.03

STDEV	0.03	0.04	0.03	0.03
90 %	1.07	1.07	1.08	1.07
95 %	1.07	1.07	1.09	1.08

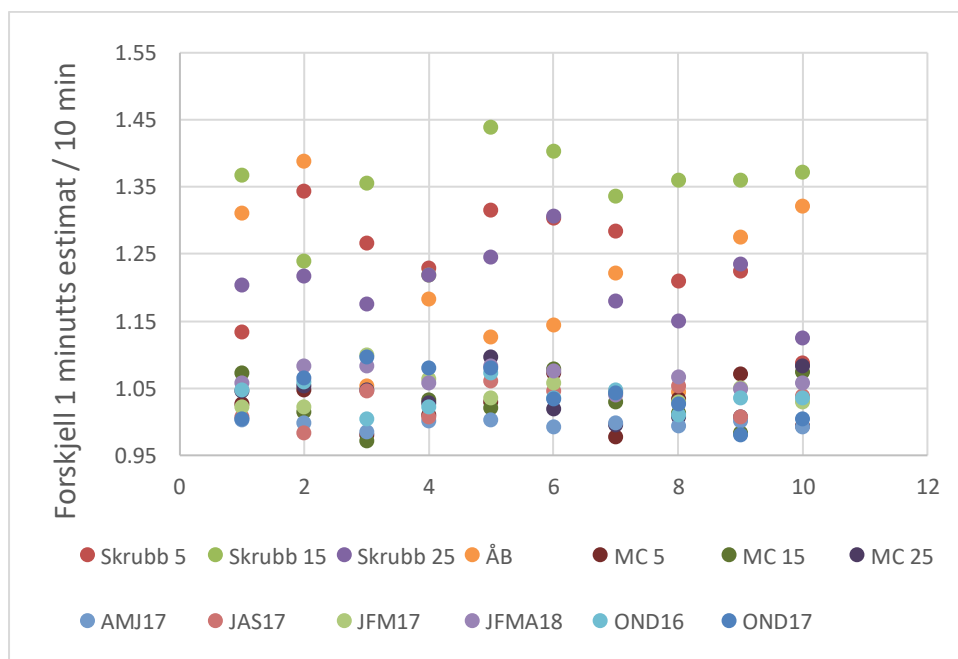
	ÅB
Average	1.11
STDEV	0.08
90 %	1.20
95 %	1.23

	Skrubb 5	Skrubb 15	Skrubb 25	Skrubb samlet
Average	1.22	1.28	1.18	1.23
STDEV	0.08	0.06	0.05	0.08
90 %	1.29	1.34	1.22	1.31
95 %	1.31	1.36	1.25	1.33

2.3.1.2 Variasjon 2. 10 minutters snitt funnet med maks vektoriell 10 minutters middel

Figur 8 viser det samme som Figur 7 men med retning tatt hensyn til vektoriell retning ved fastsettelse av 10 minutters middel.

- Fastsettelse av vektoriell 10 minutters maks er gjort ved å dekomponere strøm i retninger hvor det legges sammen vektorielt og til slutt finnes absoluttverdi av vektor.



Figur 8 Variasjon.

Tabell 4 viser statistiske parametere for dataene i Figur 8.

Tabell 4 Statistiske parametere

	Alt samlet
Average	1.10
STDEV	0.12
90 %	1.31
95 %	1.36

	AMJ17	JAS17	JFM17	JFMA18	OND16	OND17	Sintef samlet
Average	1.00	1.03	1.04	1.06	1.04	1.04	1.04
STDEV	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.03
0.9	1.00	1.05	1.07	1.08	1.06	1.08	1.08

0.95

	MC 5	MC 15	MC 25	MC samlet
Average	1.02	1.03	1.04	1.03
STDEV	0.03	0.04	0.03	0.03
0.9	1.07	1.07	1.08	1.07
0.95	1.07	1.08	1.09	1.08

	ÅB
Average	1.21
STDEV	0.11
0.9	1.33
0.95	1.36

Skrubb				Skrubb samlet
Average	1.24	1.34	1.21	1.26
STDEV	0.08	0.06	0.05	0.09
0.9	1.32	1.41	1.25	1.37
0.95	1.33	1.42	1.28	1.39

Fra Tabell 4 ser man at snittet for alle data med i utvalget er at måling i burst mode (som i dette dokumentet betyr å måle ett minutt per 10 minutter som snitt gir en predikert maksimal verdi som er 10% høyere enn snitt. Følgende statistiske parametere kommer fra å behandle utvalg i dette kapittel i en gruppe:

1. Snittverdi ved å predikere 10 minutters snitt fra å måle i ett minutt er 10% over 10 minutters snitt.
2. Det er 10.5 % sannsynlig for at prediksjon fra «burst mode» havnet under faktisk snitt.
3. Ingen burst mode verdier i datasettet havnet under 97% av original verdi
4. 50% kvartil (median) for målinger er på 5.3% over snitt.
5. STDEV målinger er 12%
6. 90% kvartil fra målinger gir en prediksjon 31% over maks 10 minutters middel.

7. 10% kvartil er på 0.2% under riktig maks 10 min middel.

Ser man på de underliggende dataene kan følgende utledes:

1. Datasett med størst STDEV hadde også høyest middelerverdi og ingen tilfeller hvor det ble underpredikert estimat for maks 10 minutters middelerverdi.
2. Datasett med lavest STDEV hadde også lavest middelerverdi og for disse tilfellene havnet ca 12 (Sintef) til 18% av verdiene under 1, men det havnet ikke under 0.97 for noen tilfeller.
3. Det fremstår at datasett Scrubb og ÅB hadde både store standardavvik (STDEV) og høy middelerverdi. Ingen av disse data predikerte lavere verdi enn 10 minutters snitt med «burst»
4. Datasett fra Sintef og Multiconsult hadde både lavere STDEV og middelerverdi for dataene. Laveste prediksjon for minste verdi predikert fra «burst» var ca 3% lavere enn maksimal 10 minutters middelerverdi.

3 Konklusjoner og personlige meninger

Fra de undersøkte empiriske data kan følgende konkluderes:

For det totale datasettet vurdert i denne rapport gir målinger i «burst» mode gir estimer for 10 minutters middelerverdi fra 0.97-1.45 av middelerverdi beregnet i henhold til NS 9415.

Det å ta hensyn til retning øker forskjell fra høyeste 1 minuttverdi til snittet 10 minuttverdi som er logisk siden snittet 10 minuttverdi vektorisert blir lik eller mindre enn absoluttverdi. Forskjell ble ikke stor.

Det ble observert stor spredning på noen av 1 minuttverdier for retning for datasett Skrub. Jeg aner ikke om dette skyldes usikkerheter knyttet til måleinstrument eller om det skyldes turbulens i vannstrøm.

Jeg oppfatter at jeg måtte undersøkt mer empiri og gått mer inn i måleapparat før å si mer angående variasjon i retninger. For disse data virket slik variasjon å være proporsjonal med varians i predikert størrelse på strøm relativt til 10 minutters snitt. Om variasjon av retninger for generelle tilfelles skyldes forskjell i turbulens på lokaliteter, forskjellige bølger eller måletekniske ting aner jeg ikke. Uansett virker det som at også retning er usikker når man benytter 1 minutt måling for å predikere 10 minutters snitt.

Basert på dette arbeidet trekker jeg følgende konklusjoner:

- Predikering av 10 minutters snitt fra 1 minutt målinger gir spredning i forhold til 10 minutters midling.
- Slik usikkerhet vil (selvsagt) følge med videre til årsmålinger. Man bør derfor ikke kalibrere NS 9415 basert på årsmålinger foretatt med «Burst»
- Det er såpass liten sannsynlighet for at målinger med burst blir lavere enn 97% av riktige verdier, og det bør derfor være greit å dimensjonere et anlegg basert på «burst» verdier.
- Det er gjennomgått for lite empiri til å fastslå hvordan parametere undersøke varierer som funksjon av lokaliteter og målemetoder/usikkerheter.

Videre mener jeg:

Vi bør ha som mål at standard anbefaler «settinger» i måleapparater ved måling av strøm, eksemplifisert av men ikke begrenset at:

- Cellestørrelse
- Måling og snitting.
- Er det gjort noe «manipuleringer» av målte data i software i måleapparat?
- Andre parametere i måleapparat?

Videre mener jeg vi bør ha som mål at standard skal angi metode for:

- «Vasking» av målte data (filtrering av høyfrekvente komponenter). Hva er lov å «vaske» vekk fra et målt 10 minutters snitt?
- Oppdeling strømkomponenter. Hvilke komponenter kan man behandle for seg selv ved «vasking». For eksempel skille ut tidevann.
- Metode for ekstrapolering fra målte data til estimat for eksempelvis 50 års strøm. Angi lovlig metodikk for det.
- Hvordan finnes maks punkter som går inn i ekstremver dianalyse.

Overordnet mener jeg at alt som omhandles som å «kvalitetssikre», «vaske», «ta bort spikere» må omformuleres til konkret matematisk uttrykksform og metodikk.

4 Takk

Forfatter takker Sinkaberg Hansen, Sintef, Åkerblå og Multiconsult for bidrag med empiriske data og annet.

5 Referanser

1. NS 9415:2009 Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.