

# Notat

## Flytting av fisk: Sluttnotat med dokumentasjon av teknologi, metodikk og resultater – Tekslakt 2

SAKSBEHANDLER / FORFATTER

Eirik Svendsen

BEHANDLING

UTTAELSE

ORIENTERING

ETTER AVTALE

GÅR TIL

FHF

PROSJEKTNR / SAK NR

Skriv Prosjektnr / sak nr

DATO

2016-12-01

GRADERING

Åpen

Dette notatet er leveransen " Sluttnotat med dokumentasjon av teknologi, metodikk og resultater" til FHF prosjektet "Lukkede ventemerder ved lakseslakteri".

## Innholdsfortegnelse

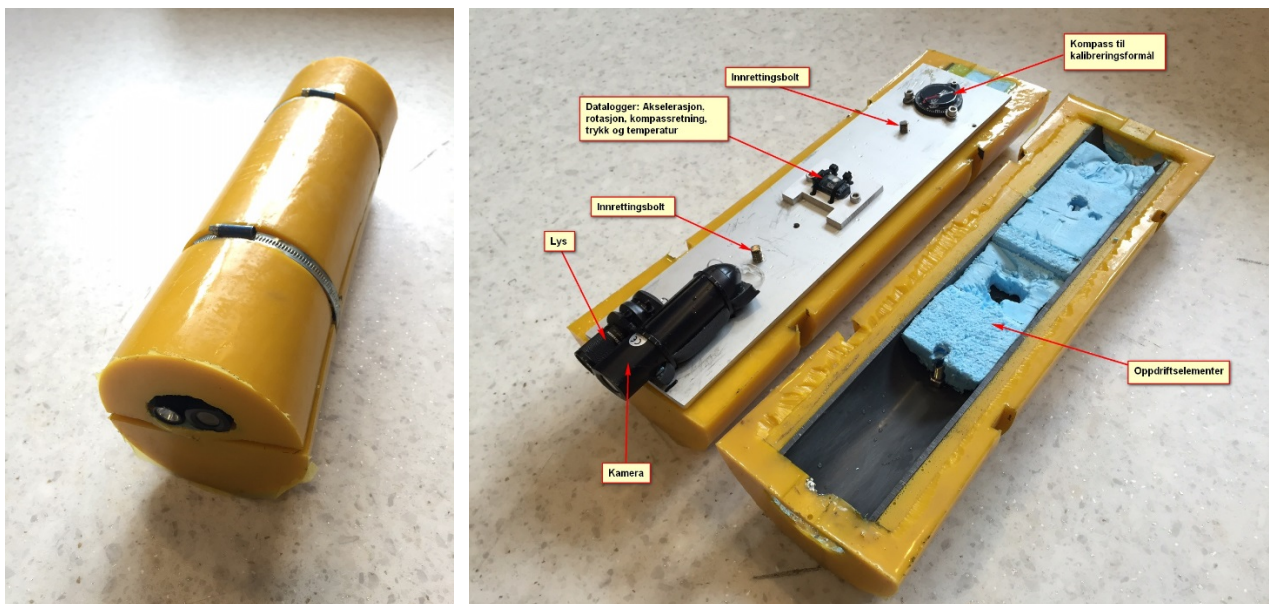
1	Bakgrunn og formål .....	3
2	Maskinvare.....	3
3	Forberedelse til datainnsamling – sensorkalibrering.....	3
4	Programvare og dataanalyse .....	4
5	Resultater .....	4
6	Diskusjon .....	8
7	Konklusjon og videre arbeid.....	8
8	Referanser .....	8

## 1 Bakgrunn og formål

Bakgrunnen for forsøkene er et ønske om å behandle fisk som pumpes inn til slakteri så skånsomt som mulig. Dette er motivert av at skånsom behandling stresser fisken mindre, noe som igjen gir lengre pre-rigor tid og bedre produktkvalitet. Det stilles også stadig strengere krav til næringen knyttet til dokumentasjon av parametere som påvirker fiskens velferd under operasjoner hvor ulike typer utstyr anvendes. Det har derfor blitt utviklet en sensorløsning som kan måle akselerasjon- og rotasjon til et frittflytende legeme gjennom et rørsystem. Datasettene fra denne senorpakken kalibreres og kompenseres for sensorpakkens rotasjon så måleverdiene kan ses i et orienteringsuavhengig koordinatsystem.

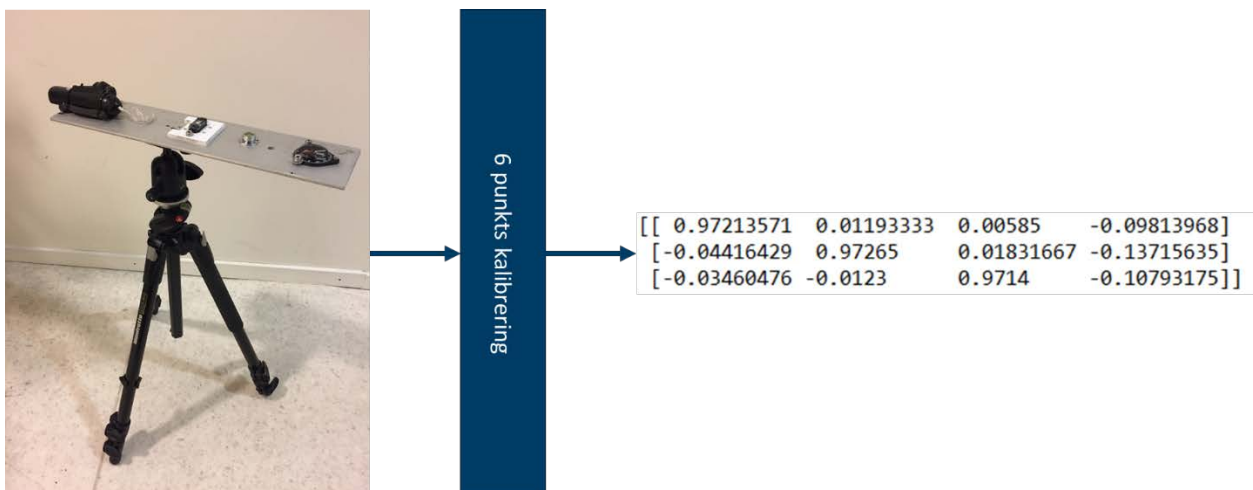
## 2 Maskinvare

En oppdriftsøytral sensorplattform som kan slippes gjennom et rør/pumpesystem for slaktelaks har blitt laget. Sensorpakken logger akselerasjon, rotasjon, kompassretning, trykk og temperatur. Sensorplattformen har i tillegg blitt utstyrt med et videokamera og lys for filming gjennom røret.



Figur 1: Høyre: Sensorpakken i åpent form. Sensorer, lys, kamera kompass til kalibrering og oppdriftselementer vises. Venstre: Sensorpakken i lukket form.

## 3 Forberedelse til datainnsamling – sensorkalibrering



Figur 2: 6-punkts kalibrering av akselerasjonslogger

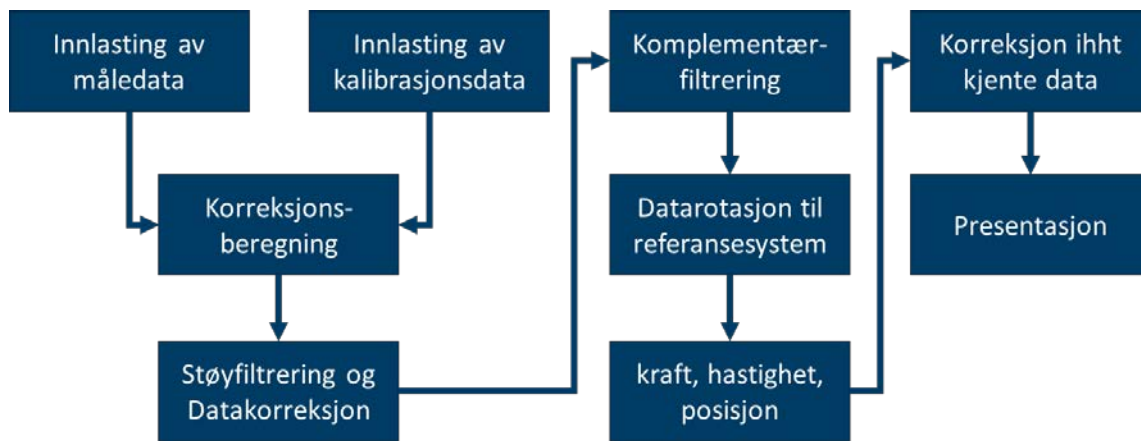
## 4 Programvare og dataanalyse

Data analyseres ved bruk av Scientific Python som er en del av Python(x,y) distribusjonen (Python(x,y), 2015).

*Fremgangsmåte for beregning av orientering, hastighet og posisjon:*

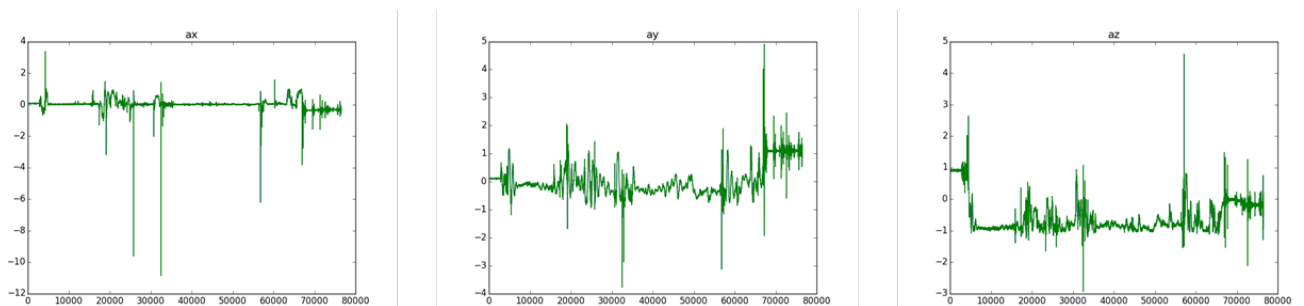
- 1) Basert på forhåndskalibrering og nullpunktsmåling fra felt beregnes korreksjonsparametere og initialbetingelser.
- 2) Måledata korrigeres.
- 3) Sensorens orientering estimeres ved bruk av et komplementærfilter.
- 4) Akselerasjonsvektorene roteres fra BODY til nord-øst-ned (NED) referanseramme.
- 5) Hastighet i Nord [N], øst [E] og ned [D] beregnes ved bruk av eulerintegrasjon av akselerasjon.
- 6) Posisjon i Nord [N], øst [E] og ned [D] beregnes ved bruk av eulerintegrasjon av beregnet hastighet.

Et flytskjema for programvaren er gjengitt i

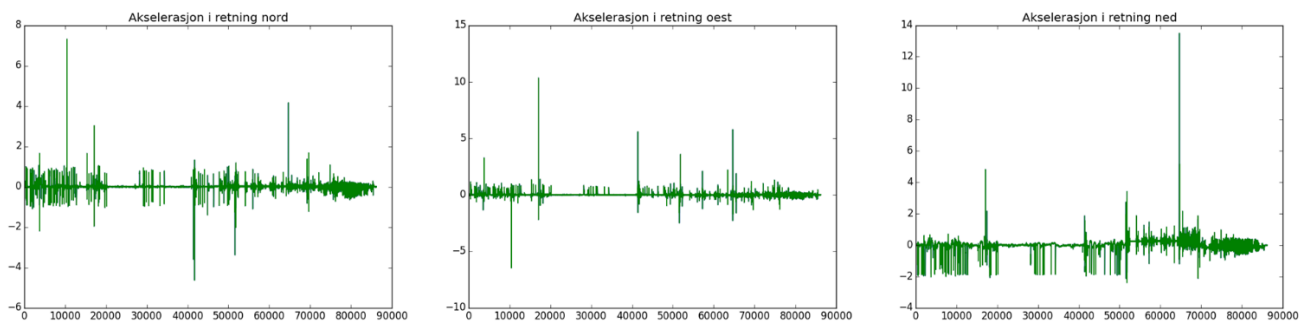


## 5 Resultater

Metoden ble testet gjennom datainnsamling ved et av ble samlet inn ved et slakteri i Nord-Norge. Av hensyn til driften ved anlegget, ble det samlet inn tre datasett fra fiskepumpen og inn til selve slakteriet. Pumpen ble stanset, og sensorpakken sluppet inn i en av trykk/vakuumpumpene gjennom en luke. Tanken ble stengt, og sensorpakken pumpet ut fra tanken og ut mot slakteriet. Etter postprosessering av råverdiene (Figur 3) får man kurver for kraftkomponentene relatert til Nord, Øst og Ned (Figur 4).



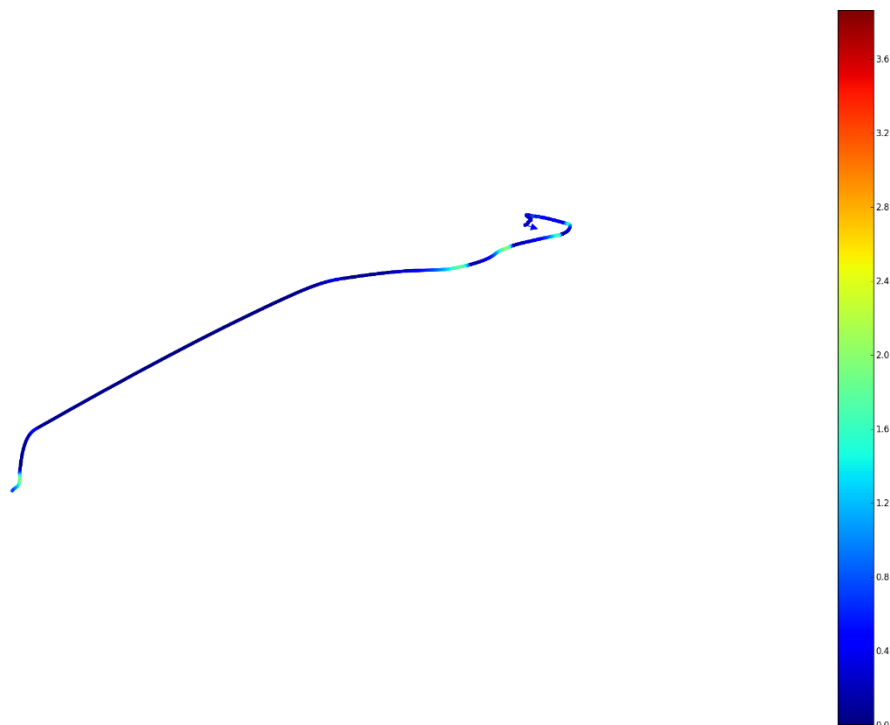
**Figur 3: Eksempel Råverdier for akselerasjon i sensorpakkens x, y, og z retning**



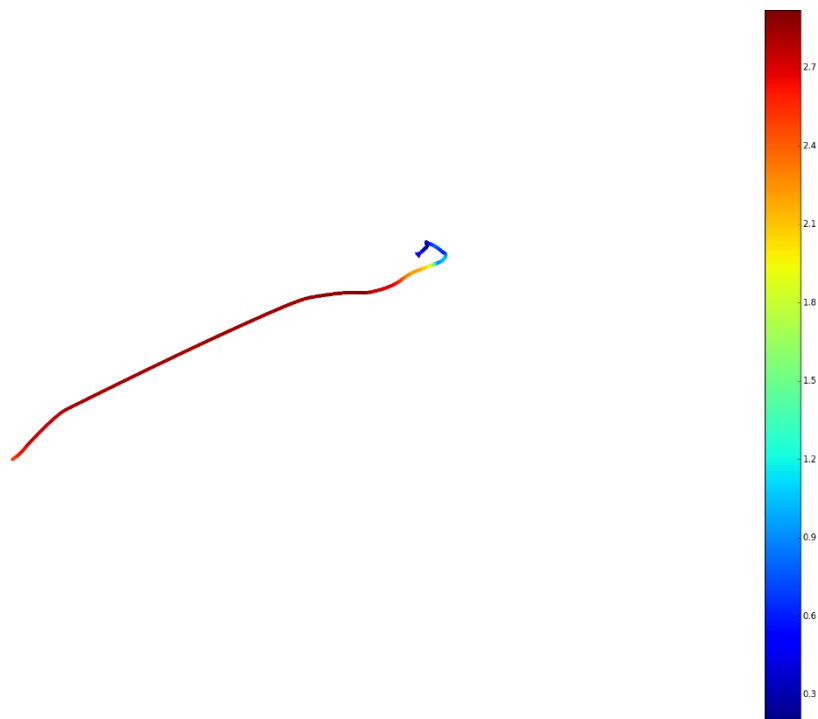
**Figur 4: Eksempel på prosesserte akselerasjonsdata for hhv Nord, Øst og Ned.**

De prosesserte dataene indikerer at sensorpakken har blitt utsatt for krefter i størrelsesordenen 12-14 G i støt enkelte steder i rørsystemet.

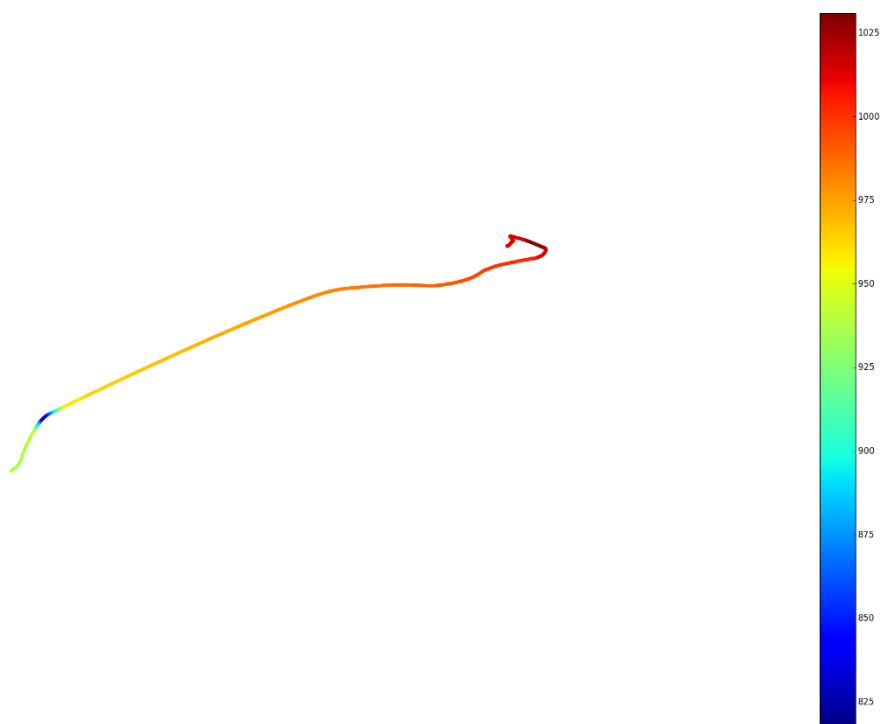
Følgende figurer er eksempler på ulike data knyttet til estimert bane for sensorpakken fra inngangsluken til tanken og ut av pumpen:



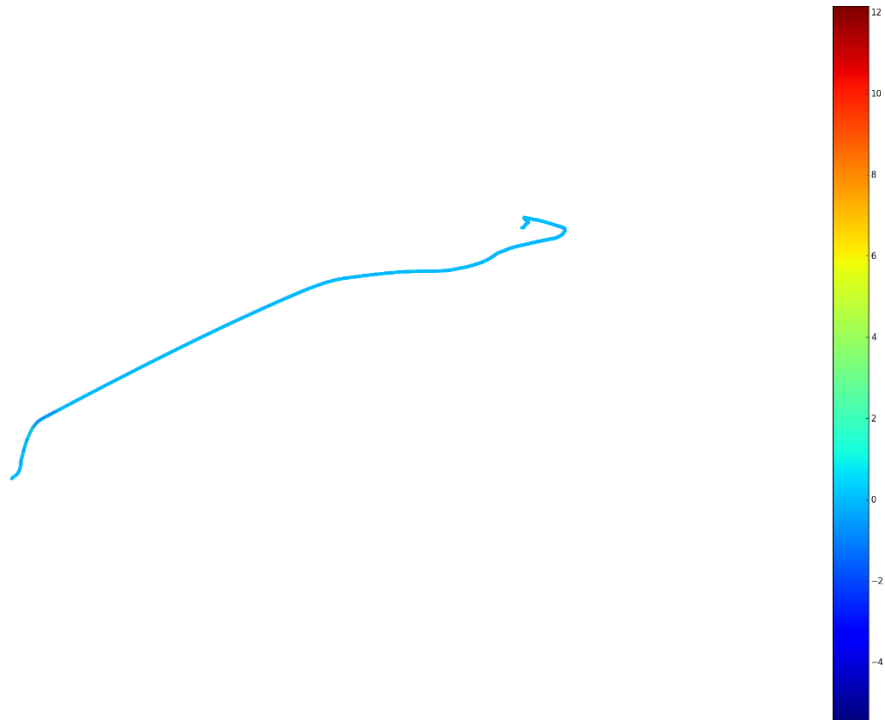
**Figur 5: Eksempel på kraftprofil [G]**



**Figur 6: Eksempel på estimering av hastighetsprofil [m/s]**



**Figur 7: Eksempel på trykkprofil [mBar]**



**Figur 8: Eksempel på estimert trykkgradient [mBar/0.005[s]]**

Merk at banene for posisjonsestimatet fremstår noe ulikt i figurene pga. forskjeller i plottenes orientering i rommet.

I tillegg til måleverdiene nevnt i 2, ble det også tatt opp film gjennom rørsystemet med forhåpninger om å gjenkjenne flenser, bend osv. Posisjonene til de gjenkjente punktene ville være av verdi under postprosessering av data. Forholdene i rørsystemet var imidlertid så kaotiske at det ikke lot seg gjøre å gjenkjenne utstyr/punkter av verdi. Et representativt bilde av forholdene i rørsystemet er gitt i Figur 9.



**Figur 9: Eksempel på videobilde fra rørsystem.**

## 6 Diskusjon

En rekke faktorer vil påvirke nøyaktigheten til resultatene, eksempelvis kalibreringsnøyaktighet, valgbare parametere i databehandlingen, samt sensorikkens nøyaktighet og presisjon. Av særlig betydning nevnes målingen av kompassvinkel. Kompassvinkel måles i utgangspunktet med magnetometer som vil kunne påvirkes av magnetiske felt som ikke er en del av jordas magnetfelt. Stålkonstruksjoner (rør, tanker, gangbaner etc.) er i denne sammenhengen i all hovedsak rustfritt stål, og derfor ikke magnetisk. Magnetiske metaller og andre kilder til magnetiske forstyrrelser som elektrisk utstyr vil gi opphav til unøyaktig retningsmåling som påvirker posisjonsestimaterne.

## 7 Konklusjon og videre arbeid

Det har blitt utviklet en metoden som gjør det mulig å knytte måleverdier til relativ posisjon i rør, herunder akselerasjon (G-kraft), hastighet og trykk. Metoden gir mulighet til sammenlikning av data hentet inn i ulike rørsystem.

I det videre arbeidet med metodikken vil det være behov for å se på alternative fysiske utførelser av sensorpakken. Erfaring fra feltmålingene tilsier at sensorpakken bør ha en mindre diameter. Det bør også vurderes om sensorfiskens bør være fleksibel/bøyelig og ha et perifert tyngdepunkt som gir en selvoppbyggende effekt. En kuleformet løsning kan eventuelt benyttes for system som ikke er helt vannfylte.

I programvaren vil det trolig være en del å hente på å anvende alternative kalibreringsmetoder som ikke er avhengige av svært presis, kjent orientering av kraftmålerne i forhold til tyngdekraften (Frosio et al, 2009). Videre vil det være av verdi å erstatte komplementærfiltreringen med en tilstandsestimator, eksempelvis et utvidet Kalmanfilter, for bedre estimat av orientering, hastighet og posisjon.

Det kan også vurderes å utvide antall måleparametere til å omfatte vannkvalitetsparametere som O<sub>2</sub> og pH som et indirekte mål på Co<sub>2</sub>.

Målingene utført i dette prosjektet indikerer at sensorfiskens fisker i korte perioder utsettes for krefter i størrelsesordenen 12-14G (impuls). Gjentatte sensorfiskmålinger i ulike rørsystem, eventuelt samme rørsystem med ulik pumpehastighet sett sammen med pre-rigor tid og evaluering av filétkvalitet, vil trolig kunne gi ny informasjon om konsekvensene ulike forhold under rørtransport har for pre-rigor tid og filétkvalitet.

## 8 Referanser

**Biologging solutions**, 2015, 9-axis data logger (+DT), <http://www.biologging-solutions.com/en/products/9axis/>

**Fossen, T. I.**, 2002, Marine Control Systems: Guidance, Navigation, and Control of Ships, Rigs and Underwater Vehicles, Marine Cybernetics, Trondheim, Norway. ISBN 82-92356-00-2.

**Frosio, I.**, Pedersini, F., & Borghese, N. A., 2009, Autocalibration of MEMS accelerometers. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 58(6), 2034-2041.

**Python(x,y)**, 2015, <http://python-xy.github.io/>

**Water Wolf HD**, 2015, <http://www.waterwolfhd.com/en/>