



Miljø- og  
Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

# PEAT PEMS Slutrapport

MUDP Rapport

Juni 2019

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Jan Sandvig Nielsen

Fotos:

Magnus Falkenberg, Weel & Sandvig

Jan Sandvig Nielsen, Weel & Sandvig

ISBN: [xxx]

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Forord</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Sammenfatning og konklusion</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Introduktion</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Målestationer</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>Afprøvning af målestationer</b>	<b>12</b>
5.1	Laboratorie forsøg	12
5.2	Feltforsøg	12
<b>6.</b>	<b>Datahåndtering</b>	<b>16</b>
6.1	Data api	16
<b>7.</b>	<b>Testresultater</b>	<b>19</b>
7.1	Oversigt	19
7.2	Resultater Pekanbaru, Riau provinsen, Sumatra	19
7.3	Resultater Samboja, Kalimantan	21
<b>8.</b>	<b>Perspektivering</b>	<b>23</b>

# 1. Forord

Dette er slutrapport for projektet "Peat PEMS" under Miljøministeriets tilskudsordning MUDP. Projektet Peat PEMS er gennemført i perioden 1. oktober 2016 til 31. maj 2019 i et samarbejde mellem Weel & Sandvig og Hyprowira, Indonesien.

Herudover har de Indonesiske miljømyndigheder (KLHK) samt den danske ambassade i Jakarta fungeret som sparringspartnere i hele projektforsøget.

Projektets styregruppe bestod af:

- Jan Sandvig Nielsen, Weel & Sandvig
- Djunaidi Chaidir, Hyprowira

Formålet med projektet var at udvikle og afprøve udstyr til overvågning af vådområder (Peatlands) med henblik på at mindske risikoen for dekomponering af tørvelaget og skovbrande. I projektet blev der udviklet et samlet koncept for overvågning af vådområder bestående af autonome målestationer samt et dataopsamlingsystem. Det udviklede system er afprøvet under reelle driftsforhold på Sumatra og Kalimantan i Indonesien. De udviklede teknologier vil bidrage til en effektivisering af de Indonesiske myndigheders overvågning af vådområder og vil derfor bidrage til en reduktion af de skovbrande, som i de seneste år har hærget regionen og medvirket til massive klimapåvirkninger og luftforureningsproblemer.

## 2. Sammenfatning og konklusion

Skovbrande forårsaget af udtørring af lavtliggende vådområder i Indonesien og omliggende områder resulterer i omfattende ødelæggelse af skovområder og medfører massive CO<sub>2</sub> udledninger og påfører befolkningen i områderne omfattende helbredsproblemer som et direkte resultat af den høje partikelforurening fra brandene.

En stor del af disse brande skyldes en øget afvanding af jordområder bl.a. i forbindelse med dyrkning af palmeolie. På den baggrund har de Indonesiske miljømyndigheder besluttet at indføre krav om at overvåge afvandingen i privatejede vådområder. I dag bliver der manuelt målt vandstand forskellige steder, men myndighederne ønsker at have en direkte overvågning hvor målingerne foregår automatisk og data bliver direkte tilgængelige for dem – alt sammen for at minimere risikoen for fejl og snyd. Udfordringerne for myndighederne har været at der i dag ikke findes eksisterende løsninger på markedet der både er inden for økonomisk rækkevidde for (de ofte mindre) virksomheder og har de nødvendige egenskaber.

I projektet var det derfor formålet at opbygge et system bestående af et dataopsamlingsystem samt målestationer, der dels er udstyret med sensorer til måling af vandstand, jordfugtighed mm og dels har en kommunikationsenhed som kan sende måleresultaterne til den centrale dataopsamlingsserver. Det har fra starten været målet at de endelige målestationer kan produceres lokalt i Indonesien og efterfølgende installeres af lokale medarbejdere.

Der er til formålet oprettet en dedikeret server til håndtering af måledata, som håndterer måledata fra vådområderne og som har brugerinterface til slutbrugerne. I forbindelse med udviklingen af serveren er der lavet en protokol for transmission af data mellem målestationer og server.

Samtidig er der udviklet en basis målestation, som kan håndtere op til 10 sensorer og som er udstyret med GSM modem, som kan sende måle data via mobilnetværket til serveren. Målestationen indeholder en mikroprocessor, som kan programmeres til at håndtere forskellige sensorer. I de oprindelige udgaver er målestationerne udstyret med vandstandsmåling, jordtemperatur og jordfugtighed. Efterfølgende er kravet om jordtemperatur og jordfugtighed bortfaldet og stationerne er udelukkende udstyret med vandstandsmåling. Målestationerne skal være selvforsynende og er derfor udført med solpanel og batteri med tilhørende effektstyring som beskytter batteri og mikroprocessoren for dels at blive overbelastet og dels undgå at blive fuldt afladet.

Projektets hovedmål og væsentligste udfordring har været at udvikle målestationer, der dels er prisbillige og dels har høj pålidelighed. Målestationerne er typisk placeret langt fra hinanden og i fjerne områder, hvorfor de helst skal være mere eller mindre vedligeholdelsesfrie. I projektet er der derfor prioriteret at anvende standardkomponenter som er produceret i stort antal og som er velafprøvet. Da anvendelsesmiljøet er meget krævende (høj temperatur, høj luftfugtighed og meget regn) har det været nødvendigt at afprøve en række alternative komponenter før der er fundet frem til standardkomponenter der er velegnede til praktisk anvendelse.

Resultatet er et færdigt koncept for målestationerne, som har vist sig pålidelige og nøjagtige. Der er i alt fremstillet 10 målestationer. Målestationerne er placeret i vådområder på Sumatra og Kalimantan samt på Hyproviras hovedkontor i Jakarta.

De ældste af målestationerne har stået i felten i mere end 2 år og har vist god pålidelighed. Der har været behov for enkelte opdateringer undervejs, men det har primært været de praktiske installationer – specielt omkring fugtsikring af kritiske komponenter.

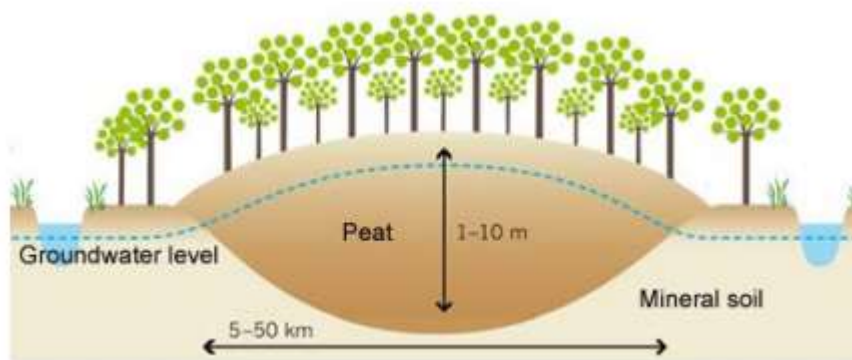
Samlet er projektets resultater tilfredsstillende. Der er i projektet udviklet en ny målestation, der forventes at kunne fremstilles til en særdeles konkurrencedygtig pris. Samtidig er der etableret et dataopsamlingsystem med brugervenlig web adgang til håndtering og visualisering af data.

### 3. Introduktion

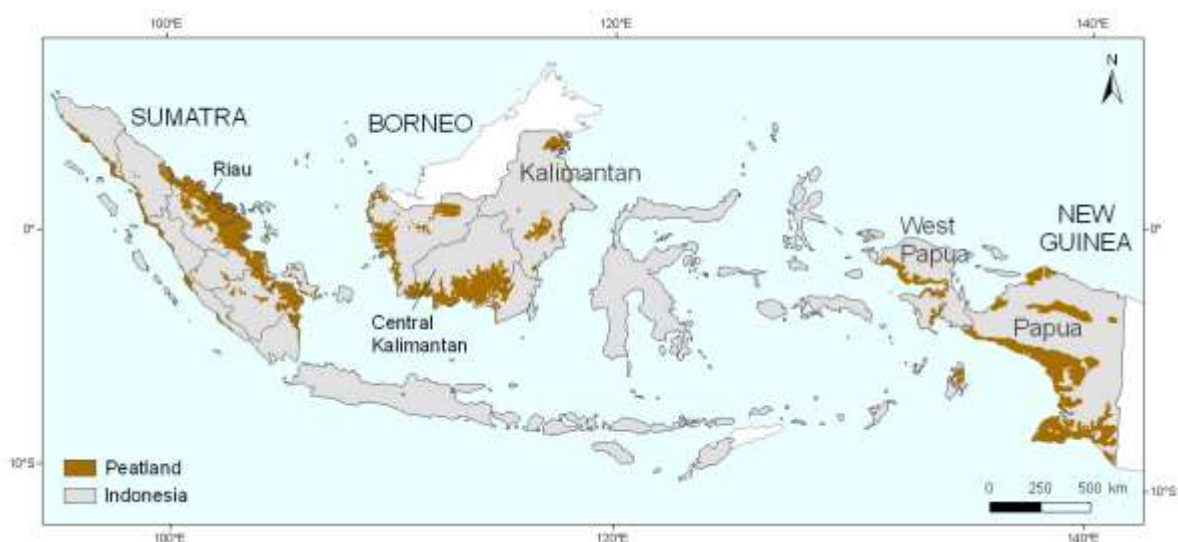
Brande i tropiske tørveområder (peatland) resulterer i massiv ødelæggelse af skovområder og medfører enorme udledninger af drivhusgasser. På grund af tørvens sammensætning har brandene en tendens til at producere længerevarende underjordiske brande som kan være tæt på umulige at slukke. Disse brande påvirker folkesundheden markant negativt i de omkringliggende områder med hyppige tilfælde af respiratoriske sygdomme og for tidlige dødsfald.

Peat består af delvist nedbrudt plantemateriale dannet i vådområder. Afvandingen af disse vådområder forstærker risikoen for brande og for, hvor omfattende de bliver.

Peatland er udbredt i Indonesien og områderne er i stigende omfang blevet brugt til jordbrug – primært palmeolieproduktion.



Figur 1 Peatland dome<sup>1</sup>

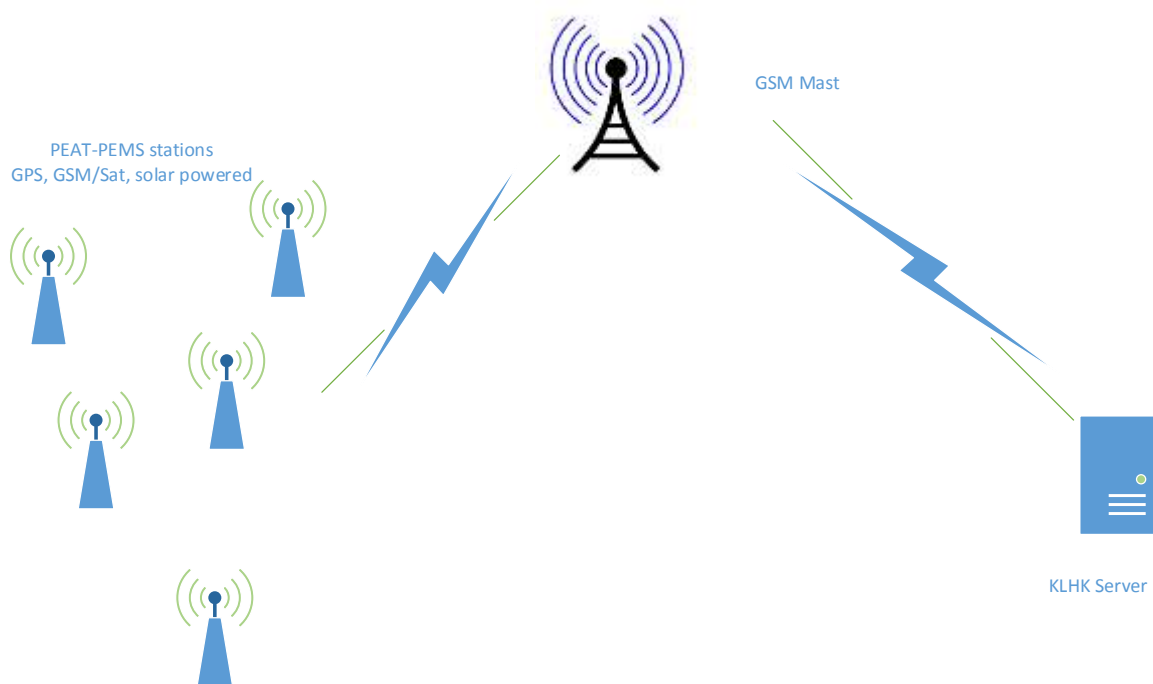


Figur 2 Peatland områder i Indonesien

<sup>1</sup> Ballhorn, Uwe. (2012). Airborne and spaceborne LiDAR data as a measurement tool for peatland topography, peat fire burn depth, and forest above ground biomass in Central Kalimantan, Indonesia..

En stor del af disse brande skyldes en øget afvanding af jordområder bl.a. i forbindelse med dyrkning af palmeolie. På den baggrund har de Indonesiske miljømyndigheder besluttet at indføre krav om at overvåge afvandingen i privatejede vådområder. I dag bliver der manuelt målt vandstand forskellige steder, men myndighederne ønsker at have en direkte overvågning hvor målingerne foregår automatisk og data bliver direkte tilgængelige for dem – alt sammen for at minimere risikoen for fejl og snyd. Udfordringerne for myndighederne har været at der i dag ikke findes eksisterende løsninger på markedet der både er inden for økonomisk rækkevidde for (de ofte mindre) virksomheder og har de nødvendige egenskaber.

Målet med projektet har været at opbygge et samlet overvågningssystem, bestående af målestationer, som placeres i peat områderne og som løbende sender data via mobilnetværk til en central server.



**Figur 3 Principmodel for system bestående af Peatland målestationer og central server til dataopsamling**

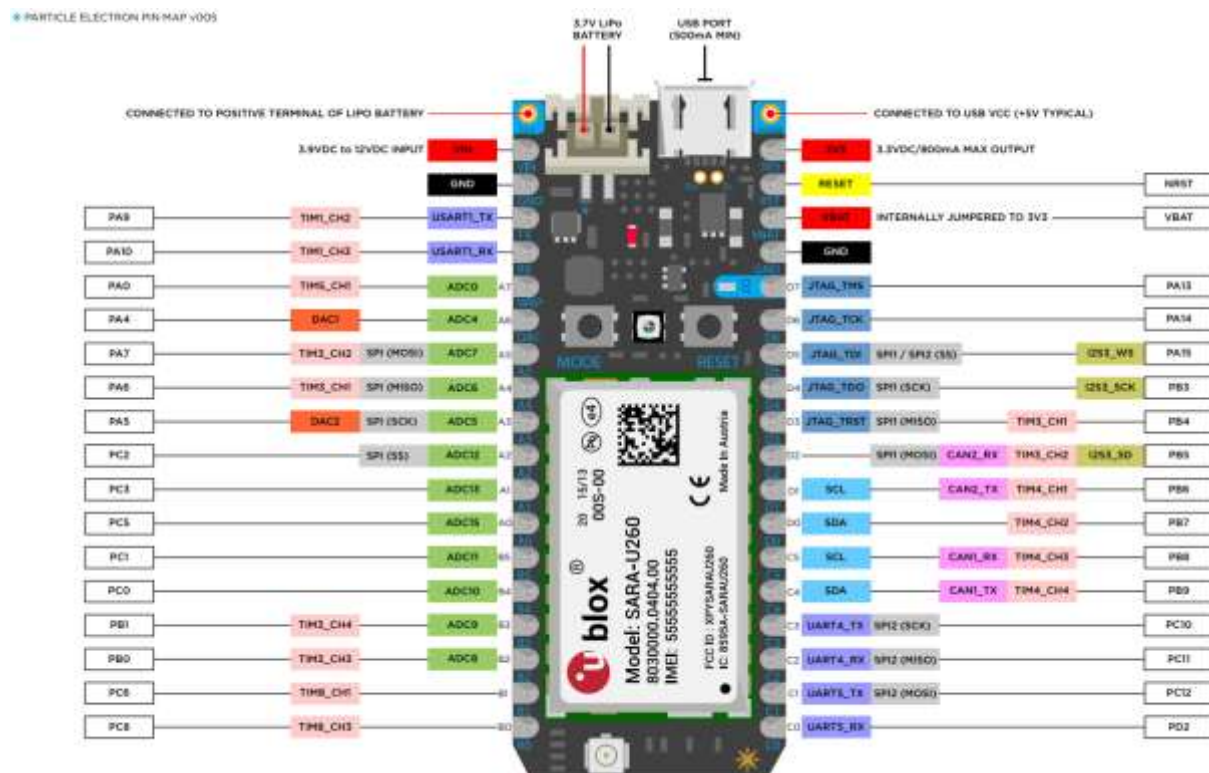
I projektet er der udviklet de forskellige komponenter som indgår i systemet.

- Målestationer med sensorer, gsm modul og solpanel
- Backend server til indsamling og håndtering af data
- Web server til konfiguration af måleenheder og præsentation af data
- Kommunikationsprotokol for overførsel af data mellem målestationer og backend server



## 4. Målestationer

Der er i projektet udviklet målestationer, som har en fleksibel kerne bestående af en mikroprocessor enhed (Particle Electron) med indbygget GSM modem og 20 programmerbare pins. På basis af de forskellige sensorers måleprincipper og outputsignaler forbindes de til én eller flere af processorenhedens pins.



Figur 4 Programmerbart dataopsamlingsmodul med indbygget GSM sender

I projektperioden er der undersøgt og afprøvet en række forskellige sensorer. Disse prototyper er afprøvet på laboratoriebasis, i simulerede prøveopsætninger og i praksis i Peat områder.

De afprøvede sensorer er af følgende typer:

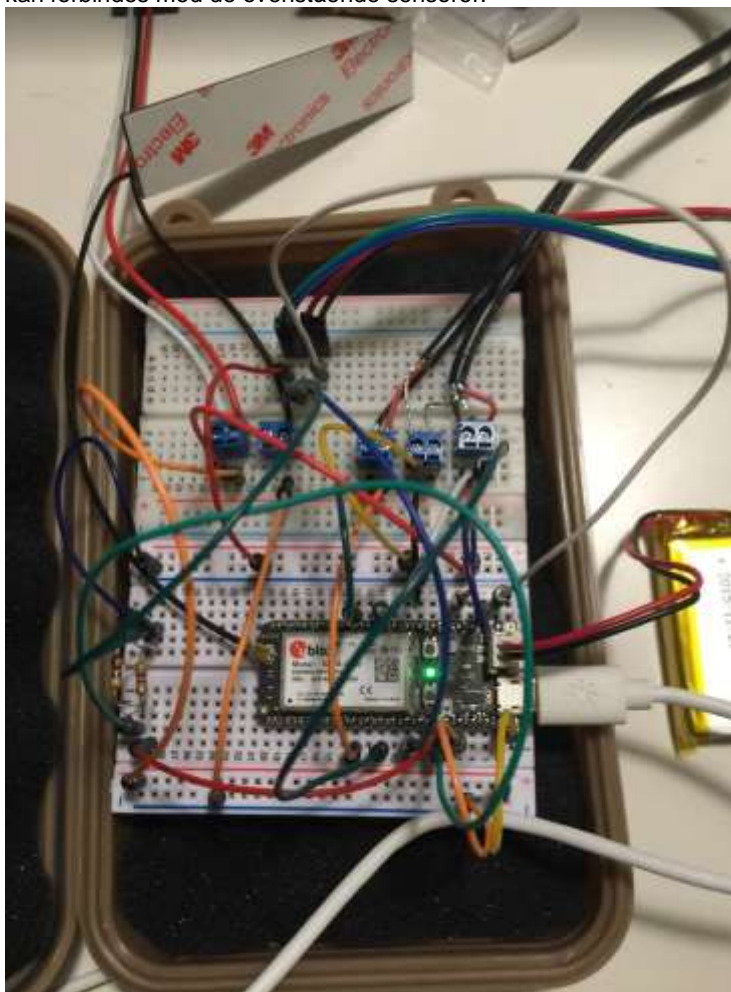
- Vandniveau
- Jordfugtighed
- Jordtemperatur
- Luftfugtighed
- Lufttemperatur
- Lufttryk
- GPS position
- Batteri niveau (indbygget i basisenheden)

På basis af eksperimenterne og afprøvningerne er der fastlagt et design for brug af pins til de forskellige sensorer. Der er udviklet en firmware, som aflæser sensorerne med et giventidsinterval (justerbart).

De sensorer der er valgt i dette design er:

- Vandniveau
- Jordfugtighed
- Jordtemperatur
- GPS position
- Batteriniveau

I løbet af projektperioden er kravene fra de Indonesiske myndigheder justeret således at der kun er krav om vandniveaumåling. Der er dog valgt at fastholde konceptet, så basisenheden kan forbindes med de ovenstående sensorer.



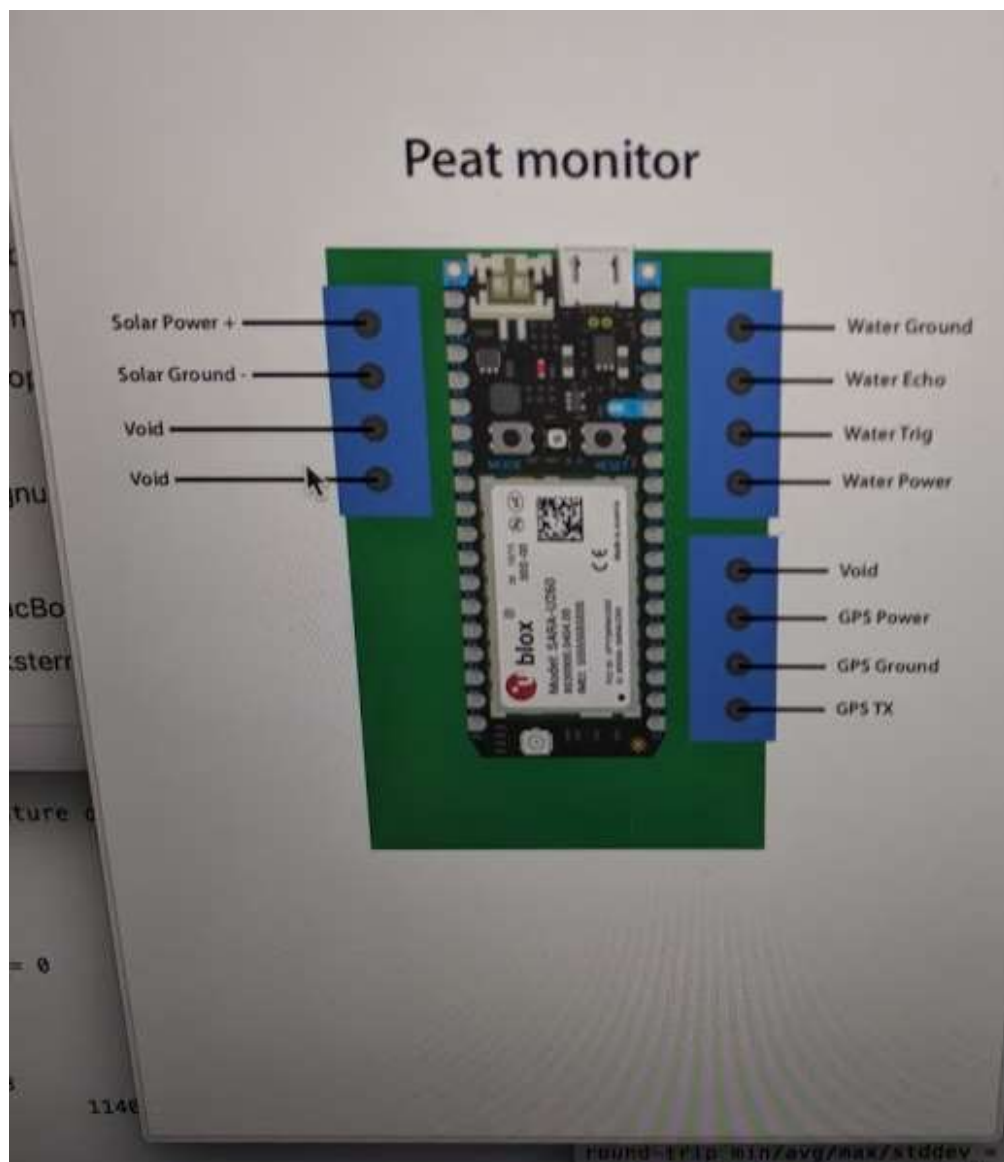
Figur 5 Typisk eksperimentalt setup med forbindelse til forskellige sensorer.



Figur 6 Ultralydssensor til måling af vandniveau.

På basis af de eksperimentelle modeller er der fastlagt et design for print-board til montering af dataopsamlingsmodul og til montering af skrueterminaler. Det gør det efterfølgende simpelt at bygge målestationerne og let at udskifte sensorer til nye typer, hvis det skulle blive nødvendigt.

Med det endelige setup er det muligt at knytte op til 10 sensorer til måleenheden, men for de efterfølgende forsøg i felten er der valgt at fokusere på det aktuelle krav fra myndighederne, som i projektperioden udelukkende var vandniveau- samt batteriniveau-sensoren, så det er muligt at overvåge, hvor godt solpanelet er i stand til at oplade enheden i driftsperioden.



**Figur 7** Prototype design for test units til måling af vandniveau

Afslutningsvis er det gjort muligt at opdatere målestationernes firmware "over the air", hvilket vil sige, at hele målestationens software kan opdateres over GSM netværket. Det er en væsentlig forbedring og en stor fordel når målestationerne er placeret spredt over et stort og ofte lidt utilgængeligt område.

"Over the air" opdateringerne er succesfuldt testet på såvel laboriemodellerne som på målestationerne i felten.

# 5. Afprøvning af målestationer

## 5.1 Laboratorie forsøg

I projektets indledende fase er målestationerne løbende afprøvet i laboratorieskala hos såvel Weel & Sandvig som Hyprowira. Disse forsøg har primært haft til formål at afprøve målekomponenternes overordnede virkemåde og deres nøjagtighed.



Figur 8 Afprøvningsstationer placeret hos Hyprowira, Jakarta, Indonesien

## 5.2 Feltforsøg

Mens det er muligt at afprøve måleprincipper og køre driftstest i laboratorieskala er det først i felten at de endelige erfaringer opnås. Miljøet i Peatland områderne er varmt og fugtigt og kan være hårdt for de elektroniske komponenter. Samtidig kan måleforholdene være mindre ideelle end under de kontrollerede laboratorieforsøg.

Formålet med feltforsøgene er derfor dels at teste måleenhedernes egenskaber under reelle driftsbetingelser med hensyn til nøjagtighed og pålidelighed og dels at undersøge, hvordan elektronikken og de forskellige komponenter klarer det krævende miljø over længere tid.

Feltforsøgene er foregået på to lokationer. Den første er nær Pekanbaru i Riau provinsen på Sumatra, som har Indonesiens største peatland område og som samtidig er centrum for Indonesiens palmeolieproduktion. Den anden er placeret i Samboja, Kalimantan, som også har meget store områder med peatland.

Måleenhederne placeres ved en målebrønd som i praksis består af et firetommers plastikrør som graves ned i jorden. Vandniveauet i peatland områderne skal ideelt ikke være mindre end

40-50 cm under jordniveau. Målebrønden graves imidlertid i ca. 150 cm dybde. Plastikrøret hvor måleenheden placeres på toppen sættes i hullet således at den øverste del stikker 30-40 cm op over jordniveau. Den nedre del af røret forsynes med huller, så grundvandet kan trænge ind i røret så vandstanden i røret også repræsenterer det aktuelle vandniveau.



Figur 9 Udgravning af målebrønd, Pekanbaru, Sumatra.



**Figur 10 Placering måleenhed, Pekanbaru, Sumatera**

Efter de første driftsperioder med måleenheden i Pekanbaru blev der konstateret en del udfordringer:

- Problemer med GSM dækning
- Udfordring med balance mellem solpanel og strømforbrug
- Fejlbehæftede målinger af vandniveau



**Figur 11 Første prototype placeret i Pekanbaru**

GSM nettet er generelt godt dækkende i Indonesien, men der er stadig mange områder – inklusiv demonstrationsstedet i Pekanbaru – hvor der er svagt eller intet signal. For vores målestation, kunne vi løse problemet ved at optimere på den datapakke der blev sendt afsted samt på valg og placering af antenne. For andre steder bliver det dog nødvendigt at overveje andre kommunikationskanaler – f.eks. satellit kommunikation.

Enhedens strømforbrug var indledningsvis større end forventet, hvilket til dels skyldtes at GSM modulet brugte mere strøm end beregnet bl.a. på grund af manglende dækning, men også unødigt strømforbrug ved stand by mellem målingerne. Problemet blev løst ved at vælge et bedre solpanel, men især ved at optimere softwaren på enheden, så den har minimalt strømforbrug.

Opgraderingerne har medført at enhederne nu kører således at de sjældent kommer under 80 % i batteriniveau, selv efter flere dage med fuldt overdækket himmel.



**Figur 12 Opdateret prototype Pekanbaru.**

# 6. Datahåndtering

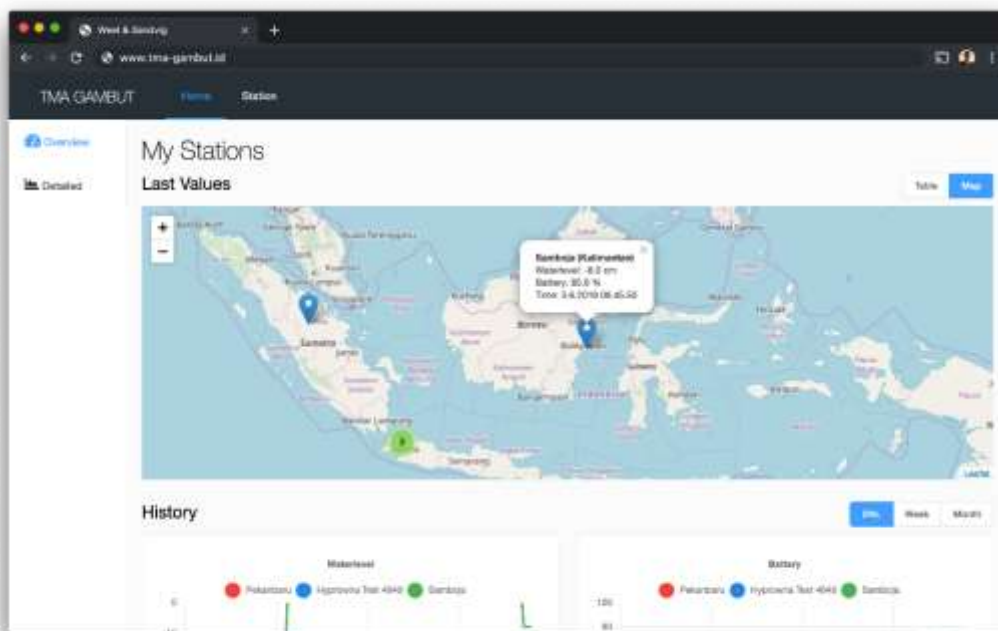
## 6.1 Data api

Målestationerne genererer data som via GSM sendes til en server. Data sendes i pakker indeholdende tids-stempel og sensor værdier i et veldefineret format (REST api). På serveren modtages datapakken af en REST server applikation, som lægger måledata i en database.

Den gemte data kan herefter tilgås af brugere gennem et web interface. Adgangen til systemet er styret efter adgangsniveauer.

Systemet er designet til brug for såvel myndigheder som virksomheder. Virksomhederne vil have adgang til data fra deres egne målestationer og vil have mulighed for at konfigurere deres enheder og på sigt tilføje nye enheder. Myndigheder vil derimod have adgang til alle målestationer, der er omfattet af deres kontrol og dermed have mulighed for at kontrollere om virksomhederne overholder miljøkravene.

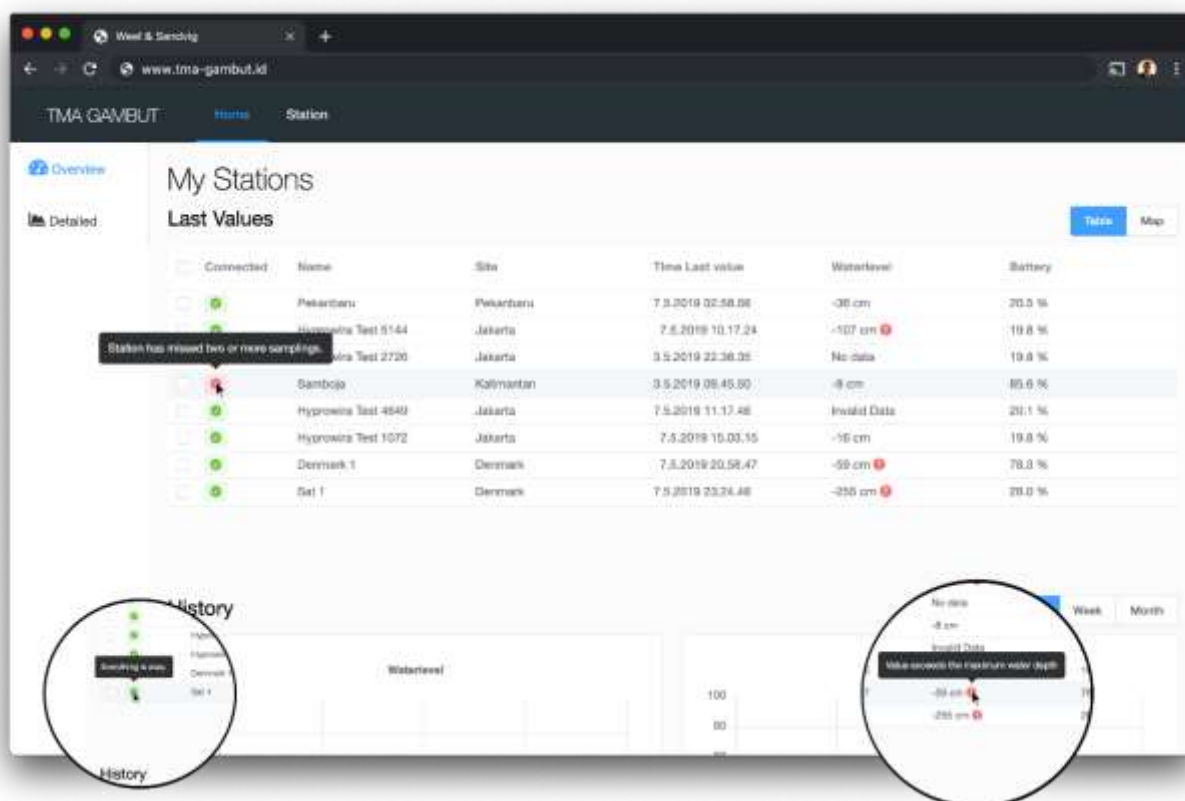
Det har været målet at designe web applikationen, så det giver overblik og adgang til alle relevante data. Efter at man er logget på har man mulighed for via kort at lokalisere målestationer og se på de aktuelle målinger. Tilsvarende kan man på tabelform gå ind og se de aktuelle aflæsninger for alle ens målestationer. Ønskes et mere detaljeret niveau kan man få vist historiske data fra én eller flere stationer.



Figur 13 Mapview – efter login har man mulighed for at se status for de enkelte målestationer.



I tabeloversigt får man også et hurtigt overblik over status for de enkelte målestationer. Der er primært to parametre der er væsentlige. Den første er om der overhovedet er data fra målestationen. Her registreres det om der er forventede datapakker der ikke er ankommet og hvis der er to eller flere der ikke er kommet vil det kunne ses på oversigten. Den anden væsentlige parameter er vand dybden. Kravet for myndighederne er at vandniveauet ikke må falde under et vist niveau, så der er mulighed for at lægge denne grænse ind for målestationerne og notificere såfremt vanddybden er højere end tilladt.

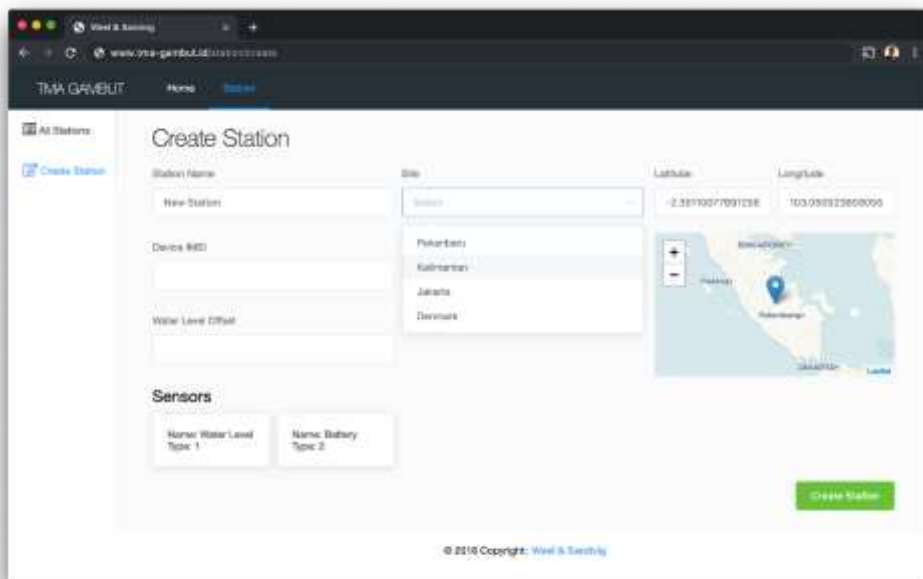


Figur 14 Tabelvisning af målestation data

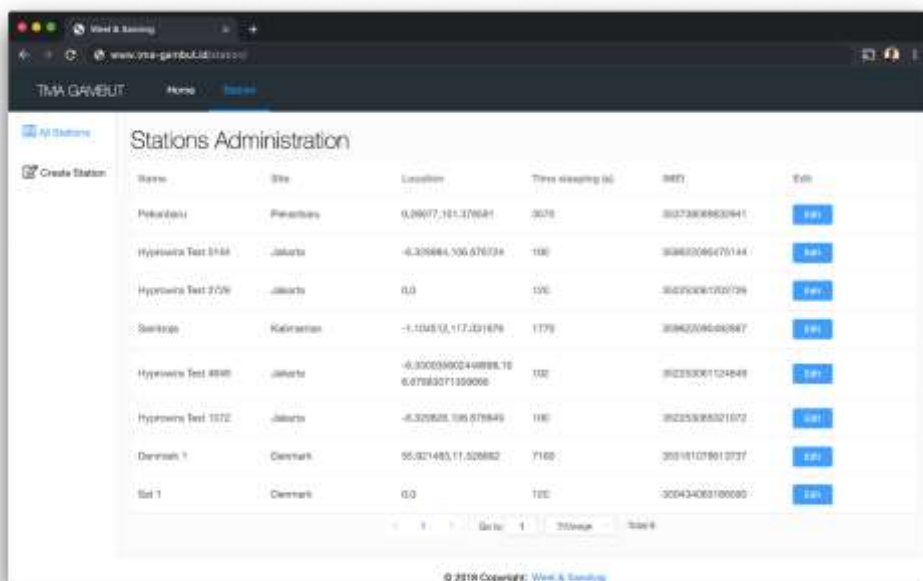


Figur 15 Historiske værdier for målestation

Nye målestationer kan let tilføjes i systemet. Hver målestation er defineret via dens enheds IMEI nummer, som står på selve dataopsamlingsmodulet. Herudover skal brugeren opgive site og placering (enten via koordinater eller ved at vælge på kort). Da vandmåleren er placeret i hovedet på målerøret skal sensorens placering i forhold til jordniveau angives.



Figur 16 Brugerflade til oprettelse af ny målestation i systemet



Figur 17 Brugerflade til redigering af eksisterende målestationer

# 7. Testresultater

## 7.1 Oversigt

Formålet med projektet har været at designe et samlet robust og billigt målesystem til sikring mod afvanding af peat områder. Der har i projektperioden været placeret målestationer i peatland områderne startende fra december frem til projektets afslutning i Juni 2019.

Målestationerne har gennemgået en opgradering undervejs, så data er ikke helt sammenlignelige i hele perioden. Vi kan dog konstatere at ultralydssensorene har fungeret i hele projektforløbet og har ikke vist nogen afvigelse i nøjagtighed, selv efter at have været i et varmt og fugtigt miljø i over 2 år. For den integrerede mikroprocessor med dataopsamling og sim kort har der været problemer, som dog ikke ser ud til at skyldes selve enhedernes fysiske påvirkning af miljøet, men problemer med batteri, solpanel og kabler. I de seneste opdateringer er disse ting også forbedret, men der bør ske endnu en opdatering af selve indbygningshuset for at sikre specielt de elektroniske koblinger.

Et af hovedmålene i projektet har været at kunne dokumentere stabil drift i en længere periode. Samtidig er det væsentlig at få et indblik i de variationer i vandniveau der sker over tid, for at kunne vurdere hvilken opdateringsrate der på længere sigt vil være optimal.

## 7.2 Resultater Pekanbaru, Riau provinsen, Sumatra

Målestationen er placeret i en mindre privatejet palmeolie plantage nær Pekanbaru på Sumatra. Målestationen blev oprindelig placeret i december 2016, hvor målebrønden blev udgravet og installationsrøret blev sat ned.

Den første version indeholdt GPS sensor, vandniveaumåler, jordtemperatursensor, jordfugtighedssensor og batteritilstandssensor. Der blev høstet mange nyttige erfaringer fra den indledende test. Sensorerne fungerer som sådan upåklageligt, men strømforbruget var desværre alt for stort til at solpanelet helt kunne følge med. Specielt GPS modulet krævede en hel del strøm for at kunne registrere GPS satellitterne. Da GPS modul ikke er påkrævet til løsning af opgaven blev denne fravalgt. Da kravene om jordfugtighed og temperatur samtidig faldt bort, blev den opdaterede enhed simplificeret, så den kun indeholder vandstand og batteriniveau.

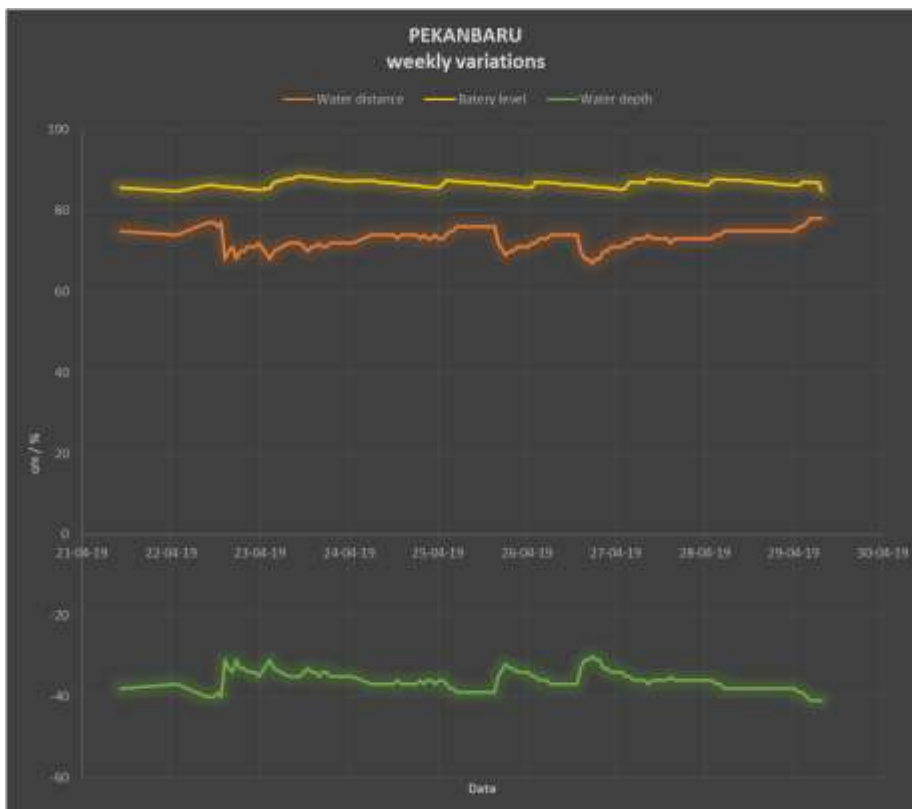
Da man er interesseret i vanddybden og da målehovedet sidder på toppen af målerøret, måles afstanden fra ultralydssenderen til jordoverfladen. Den reelle vanddybde opgøres som forskellen mellem sensorens målte afstand til vandoverfladen og afstanden mellem jordens niveau og ultralydssensoren.

Siden opdatering med optimeret firmware har målestationen kørt stabilt med hensyn til strømforbrug og afstandsmåling. På de efterfølgende kurver kan man se udtræk fra denne periode og det noteres at batteriniveauet i langt størstedelen af tiden ligger på mellem 80 og 90 %. Vanddybdemålingerne er ligeledes stabile med niveauer i området 20-60 cm's dybde. Desværre har der i en del af testperioden været udfald på GSM signalet.

Hvis man zoomer lidt ind på en periode kan man tydeligt se udviklingen med daglige variationer. I den viste driftsperiode har der været nedbør og det ses tydeligt hvordan vandstanden påvirkes af nedbøren.



Figur 18 Drift af Pekanbaru målestation Januar 2019 til Juni 2019



Figur 19 Pekanbaru, periodevariationer.

### 7.3 Resultater Samboja, Kalimantan

Målestationen er placeret på et mindre privatejet jordområde i et peatland område nord for Balikpapan på Kalimantan (Indonesiske del af Borneo). Målestationen blev placeret i december 2018, hvor målebrønden blev udgravet og installationsrøret blev sat ned.



Figur 20 Installation af målestation, Samboja, Kalimantan



Figure 21 Installeret målestation, Samboja, Kalimantan

Den installerede måler er baseret på den opdaterede model testet hos Hyprowira i Jakarta. Målestationen indeholder vandniveaumåler og batteritilstandssensor.

Siden installation har målestationen kørt stabilt med hensyn til strømforbrug og afstandsmåling. På de efterfølgende kurver kan man se udtræk fra denne periode og det noteres at batteriniveauet i langt størstedelen af tiden ligger på mellem 80 og 90 %. I den indledende del af testperioden var der problemer med den ultralydbaserede afstandssensor til vandniveaumåling. Dette blev analyseret og på basis af tests på vores laboriemodeller blev årsagen identificeret og målerinstallationen

blev modificeret og firmwaren opdateret. Efterfølgende har målestationen fungeret tilfredsstillende, selvom der også her i perioder har været problemer med manglende GSM signal.

Vanddybdemålingerne er efter justeringen stabile. Man kan således se de naturlige variationer af vanddybde på grund af regn. Samtidig er der afvandingskanaler relativt tæt på senderen som håndteres manuelt. Disse påvirker som forventet vanddybden direkte.

Hvis man zoomer lidt ind på en periode kan man også her se en tydelig udvikling med daglige variationer. I den viste driftsperiode har der også her været nedbør og det ses tydeligt hvordan vandstanden påvirkes af nedbøren.





## 8. Perspektivering

Projektet har haft som overordnet mål, at reducere udtørring og nedbrydning af sårbare tropiske vådområder (Peatlands). Denne udtørring er i øjeblikket i fuld gang og medfører til massiv udledning af klimagasser (CO<sub>2</sub>, metan m.m.) og tilsvarende massiv luftforurening på grund af de mange resulterende skovbrande.

Projektet har været et resultat af at de indonesiske myndigheders anerkendelse af problemets omfang og deres ønske om at begrænse den stigende dræning af peatland områderne. I den forbindelse forespurgte de Indonesiske miljømyndigheder (KLHK) konsortiet (W&S og Hyprowira) om vi kunne hjælpe dem med at fremskaffe eller udvikle prisbillige måleenheder, så de efterfølgende kunne indføre og håndhæve krav til vådområdernes koncessionshavere (palme olie plantager, skovbrug m.fl.) om installation af sådanne enheder.

Status er at der er udviklet prototyper, der succesfuldt er afprøvet i peatland områder (og stadig samler data ind). Samtidig er der udviklet dataopsamlingsystem med web baseret brugerflade, så brugere har adgang til at se deres egne målere (måledata, tilstand for enhed m.m.). Miljømyndighederne har opdateret deres regelsæt og pålagt virksomhederne at installere målestationer, men da der endnu ikke er prisbillige veltestede målestationer til rådighed bliver reglerne stadig ikke håndhævet.

Der er dog også en række nye udfordringer, som dels skyldes de nye krav til målestationer og dels de krævende miljøer, hvor målestationerne placeres.

- Krav om nedbørsmåler integreret i systemet
- Manglende GSM net i mange områder – nødvendigt med satellit kommunikation
- Udfordring med enkelte komponenters fugtbestandighed

Kravet om satellitkommunikation i en stor del af områderne kan betyde en væsentlig forøgelse af prisen og driftsomkostningerne, da satellitmodemmet er dyrt og datatransmission over satellit er dyrt. Det vil derfor kræve en yderligere optimering af systemet så der samles data fra en række stationer, som lokalt sender til enhed med satellit forbindelse, som derefter sender samlede datapakker til serveren. Det forventes at der lokalt anvendes radiobølger, som kan kommunikere i op til 15 km's afstand.

Fokus i projektet har været at afprøve om de forskellige måleprincipper og dataopsamlingsystem var funktionsdygtige i det vanskelige miljø de skulle arbejde i. Det er lykkedes og målestationerne er succesfuldt testet under de faktiske forhold de skal anvendes i.

Der er dog i enkelte tilfælde konstateret at komponenter er beskadiget af fugt efter måneders placering i felten. Det vurderes at kabinetterne ikke er tilpasset godt nok og at det kan blive nødvendigt at forsegle nogle af de elektriske forbindelser og komponenter, så der kan opnås en tilfredsstillende levetid (3 år eller mere) på stationerne.

Vi har et ønske om at udvikle og afprøve et samlet system bestående af 8-12 målestationer (vanddybde og temperatur) som placeres i et sammenhængende område. Systemet skal indeholde minimum én nedbørsmåler. Systemet skal være fleksibelt opbygget, så der kan anvendes GSM baseret enheder hvor GSM nettet er til rådighed og satellit/radiobølger hvor der ikke er GSM. Selve afprøvningen vil blive lavet med satellit/radiobølger da GSM delen allerede er veltestet i det foregående projekt.

Det forventes at markedet for målestationer med tilhørende dataopsamling allerede vil være betydeligt ved udgangen af 2019 og at vi vil kunne levere de første enheder baseret på det nuværende design (GSM baseret), men med regnvandsenhed kommercielt fra start/midt 2020, mens de satellitbaserede vil være klart fra starten af 2021.







Miljøstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)