

Hannu Hakalahti

## **Siemens MindSphere**

Automation in Network

Ohje

Syksy 2019

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikka

Tietotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

# SISÄLTÖ

SISÄLTÖ .....	1
1 JOHDANTO .....	3
2 MINDSPHEREN PERUSTEITA .....	4
2.1 MindSpheren arkkitehtuuri .....	4
2.2 MindAccess.....	5
2.3 Datakeskukset.....	5
2.4 Verkko-osoitteet .....	6
2.5 Aloitusnäyttö .....	6
3 UUDEN ASSETIN LUOMINEN MINDSPHEREEN.....	7
3.1 Asset Manager .....	7
3.2 Aspektin luominen.....	8
3.3 Tyypin luominen.....	11
3.4 Assetin luominen.....	14
4 MINDSPHEREN ULKOPUOLINEN SOVELLUS .....	16
4.1 Service Credentials .....	16
4.2 Esimerkkisovellus.....	18
4.3 Fleet Manager .....	20
5 MINDSPHERE-SOVELLUS .....	21
5.1 MindSphere OS Bar.....	21
5.2 Manifest-tiedosto.....	23
5.3 Requirements-tiedosto .....	23
5.4 Runtime-tiedosto .....	23
5.5 Toimenpiteet Cloud Foundry -pilvipalvelussa.....	24
5.6 Sovelluksen rekisteröinti MindSpheressä.....	25
5.7 Käyttöoikeuksien määrittäminen .....	27
5.8 Sovelluksen rekisteröiminen .....	29
5.9 Käyttäjäroolien määrittäminen.....	30
6 MINDCONNECT IOT EXTENSION JA MQTT .....	32
6.1 Kirjautuminen sisään.....	32
6.2 Administration .....	32

6.3 Device Management .....	33
6.4 MQTT-asiakasohjelman asetukset.....	33
6.5 Viestipohjat .....	33
6.6 Uuden laitteen luominen (100) .....	34
6.7 Laitteen tietojen määrittäminen (110).....	35
6.8 Sijainnin määrittäminen (112) .....	36
6.9 Mittausdatan lähettäminen (200).....	37
6.10 Linkitys MindSphereen.....	38
LÄHTEET .....	42

# 1 JOHDANTO

MindSphere on Siemensin kehittämä ja ylläpitämä PaaS-alusta, johon asiakkaat voivat muun muassa luoda omia sovelluksiaan. Tässä dokumentissa on ohjeet MindSpheren peruskäyttöön.

Luvussa 2 kerrotaan muutamia perusasioita MindSpherestä.

Luvussa 3 käydään läpi, kuinka Asset Manager -työkalun avulla voidaan luoda asset eli digitaalinen vastine yrityksen fyysisestä laitteesta tai automaatiojärjestelmästä, josta on tarkoitus kerätä dataa. Esimerkkinä käytetään Pysense-laajennuskorttia, jossa on eri antureita. Pysense-laajennuskorttia vastaavaa asettia käytetään myöhemmissä luvuissa.

Luvussa 4 annetaan ohjeet siitä, miten tehdään paikallisessa järjestelmässä toimiva Python-sovellus, joka hyödyntää MindSpheren ohjelmointirajapintaa. Ohjelma luo satunnaista aikasarjadataa, jota kirjoitetaan MindSpheren IoT Time Series Service -palveluun.

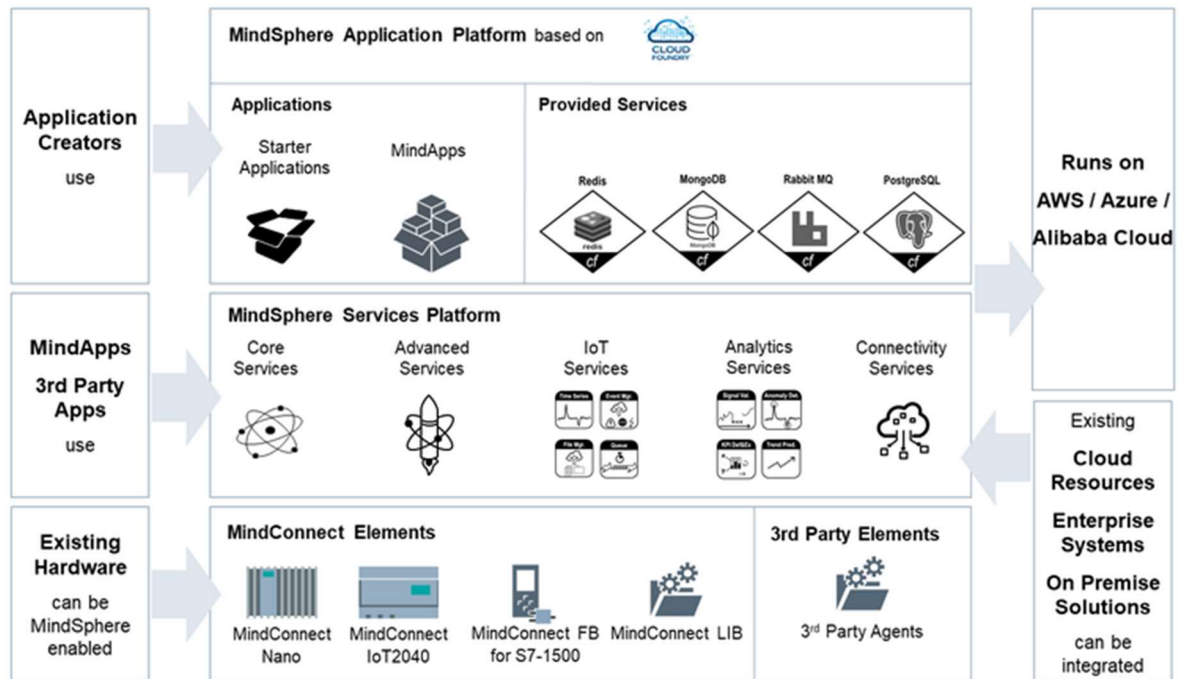
Luvussa 5 on ohjeet MindSphere-sovelluksen tekemiseen. Python-ohjelmointikielellä tehty sovellus lukee aikasarjadataa MindSpheren ohjelmointirajapinnan kautta ja näyttää verkkosivulla diagrammeja luetun datan perusteella. Ohjeet alkavat siitä, kuinka sovellus ladataan Cloud Foundry -pilvipalveluun ja päättyvät tarvittavien asetusten tekemiseen MindSpheren puolella.

Luvussa 6 tarkastellaan MindSpheren MindConnect IoT Extension -lisäosaa, jonka avulla lisäosaan voidaan kirjoittaa dataa käyttämällä MQTT-protokollaa. Luvussa on myös ohjeet siitä, kuinka data saadaan linkitettyä varsinaisen MindSpheren puolella olevaan asettiin.

## 2 MINDSPHEREN PERUSTEITA

### 2.1 MindSpheren arkkitehtuuri

MindSphere voidaan jakaa kolmeen erilliseen tasoon kuvion 1 mukaisesti.



Kuvio 1. MindSpheren arkkitehtuuri (Siemens AG a 2019).

**MindSphere Application Platform** hyödyntää Cloud Foundryn kehittämää PaaS-alustaa ja se tarjoaa eri työkaluja sovellusten käyttöönottoon, skaalaukseen ja hallintaan. Sovelluskehittäjät voivat tarjota omia sovelluksiaan yritysasiakkaille MindSpheren kaupassa, minkä lisäksi Siemens tarjoaa muutamia perussovelluksia MindSpheren käyttäjille (Siemens AG a 2019.)

**MindSphere Service Platform** tarjoaa palveluja sovelluksenkehitykseen. Asiakas voi integroida omat sovelluksensa MindSphereen ohjelmointirajapinnan eli API:n kautta (Siemens AG a 2019.)

**MindConnect Elements** on joukko Siemensin kehittämiä laitteita ja ohjelmistoja asiakkaan fyysisten laitteiden liittämiseksi MindSphereen. Vaihtoehtoisesti asiakas voi kehittää oman MindSpheren ulkopuolisen sovelluksen, joka kirjoittaa laitteista kerättyä dataa MindSphereen (Siemens AG a 2019.)

## 2.2 MindAccess

Siemens tarjoaa asiakkailleen erityyppisiä MindSphere-tilejä, joista asiakkaat voivat valita sen vaihtoehdon, joka soveltuu parhaiten heidän omiin käyttötarkoituksiinsa. Tilit ovat saatavana erikokoisina: Small/Medium/Large.

**MindAccess IoT Value Plan** -tilin avulla asiakkaat voivat

- Liittää fyysiset laitteensa MindSphereen
- Lähettää laitteista kerättyä dataa turvallisesti
- Tallentaa ja visualisoida laitteista kerättyä dataa
- Hallinnoida käyttäjiä ja laitteiden digitaalisia vastineita
- Käyttää valmiita MindSpheren työkaluja (Siemens PLM Software a 2019.)

**MindAccess DevOps Plan** -tili sisältää kaiken tarvittavan MindSphere-sovellusten kehittämiseen, käyttöönottoon ja ylläpitoon. Sovellukset voivat olla kehitetty jonkin tietyn asiakkaan tarpeisiin tai ne voivat olla tarjolla julkisesti kaikille MindSpheren käyttäjille. (Siemens PLM Software b 2019.)

## 2.3 Datakeskukset

Tämän dokumentin kirjoitushetkellä MindSpheressä oleva data sijaitsee kolmessa eri datakeskuksessa, jotka ovat listattuna taulukossa 1.

Taulukko 1. MindSpheren datakeskukset.  
(Siemens AG b 2019)

Alue	Tunnus	Verkkoalue	Datakeskus	Palveluntarjoaja
<b>Eurooppa 1</b>	<b>eu1</b>	<b>mindsphere.io</b>	<b>Frankfurt, Saksa</b>	<b>Amazon Web Services</b>
<b>Eurooppa 2</b>	<b>eu2</b>	<b>mindsphere.io</b>	<b>Amsterdam, Alankomaat</b>	<b>Microsoft Azure</b>
<b>Kiina 1</b>	<b>cn1</b>	<b>mindsphere-io.cn</b>	<b>Shanghai, Kiina</b>	<b>Alibaba Cloud</b>

## 2.4 Verkko-osoitteet

Taulukossa 1 olevia tunnusta ja verkkoaluetta käytetään MindSphereen liittyvissä verkko-osoitteissa. Asiakas voi kirjautua omalle MindSphere-tililleen menemällä verkkoselaimella osoitteeseen (Siemens AG c 2019)

```
https://{tenant}.{tunnus}.{verkkoalue}
```

Esimerkiksi:

```
https://seamk.eu1.mindsphere.io
```

Asiakkaan sovellukset, jotka ovat yhteydessä MindSpheren ohjelmointirajapinnan kanssa, käyttävät verkko-osoitetta (Siemens AG c 2019)

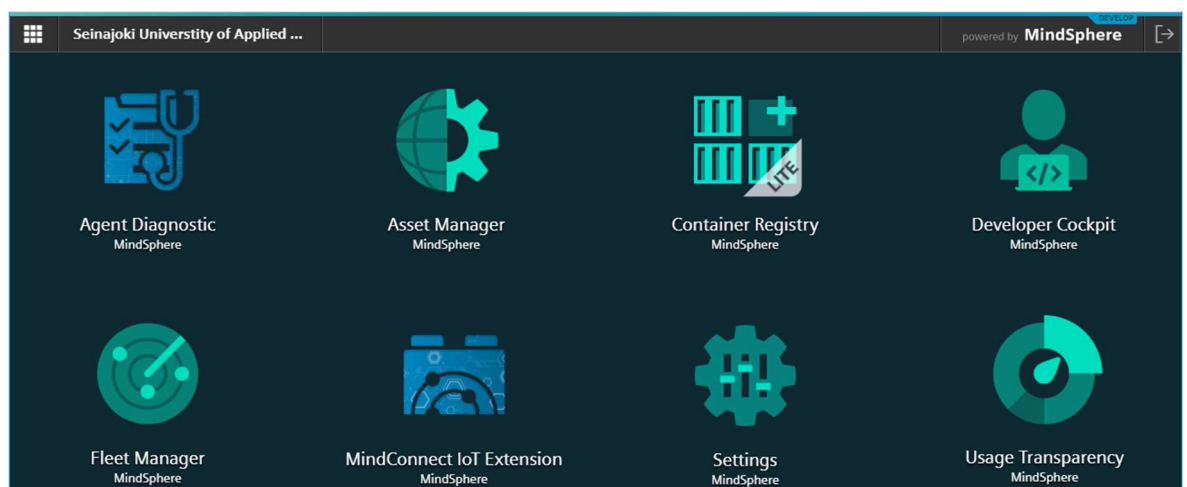
```
https://gateway.{tunnus}.{verkkoalue}/api/{palvelu}
```

Esimerkiksi IoT Time Series -palvelun tapauksessa verkko-osoite on muotoa

```
https://gateway.eu1.mindsphere.io/api/iottimeseries/v3/
```

## 2.5 Aloitusnäyttö

MindSpheren Launchpad eli aloitusnäyttö on esitetty kuviossa 2.



Kuvio 2. MindSpheren aloitusnäyttö.

Myös asiakkaan omat sovellukset näkyvät aloitusnäytöllä.

### 3 UUDEN ASSETIN LUOMINEN MINDSPHEREEN

#### 3.1 Asset Manager

Englanninkielinen termi *asset* kuvaa yrityksen omistamaa resurssia, joka voi olla esimerkiksi jokin laite tai teollinen tuotantoprosessi. Asset Manager -työkalun avulla tästä resurssista voidaan luoda digitaalinen vastine. Mallinnuksessa määritetään aluksi laitteen tai prosessin aspektit (engl. *aspect*) ja siihen liittyvät muuttujat. Tässä yhteydessä aspekti on datan mallinnusmekanismi, joka kokoaa muuttujat loogisiksi kokonaisuuksiksi. Seuraavaksi luodaan laitteen tai prosessin tyyppi, jota voidaan pitää assetin mallipohjana (engl. *template*). Tyyppiin liitetään aikaisemmin tehdyt aspektit. Lopuksi tyyppin avulla luodaan itse asset. (Siemens AG d 2019.)

MindSphere luo jokaiselle assetille oman yksilöllisen ID-numeron, jonka avulla MindSphere API:n eli ohjelmointirajapinnan kautta tulevat luku- ja kirjoitusoperaatiot voidaan kohdistaa oikeaan kohteeseen.

Tehdään esimerkiksi Pysense-laajennuskortin digitaalinen vastine. Pysense on IoT-kehitysalusta, joka sisältää kiihtyvyys-, valo- ja lämpötila-anturin lisäksi barometrin.

- Laite (asset): Pysense
- Tyyppi: ExpansionBoard
- Aspektit ja muuttujat:
  - LIS2HH12 (Kiihtyvyysanturi): accelerationX, accelerationY, accelerationZ, pitch, roll
  - LTR-329ALS-01 (Valoanturi): blueCh, redCh
  - Si7006-A20 (Lämpötila-anturi): dewPoint, humidity, temperature
  - MPL3115A2 (Barometri): pressure, temperature

Asset Manager -työkalulla tehtävät vaiheet ovat listattuna alla.

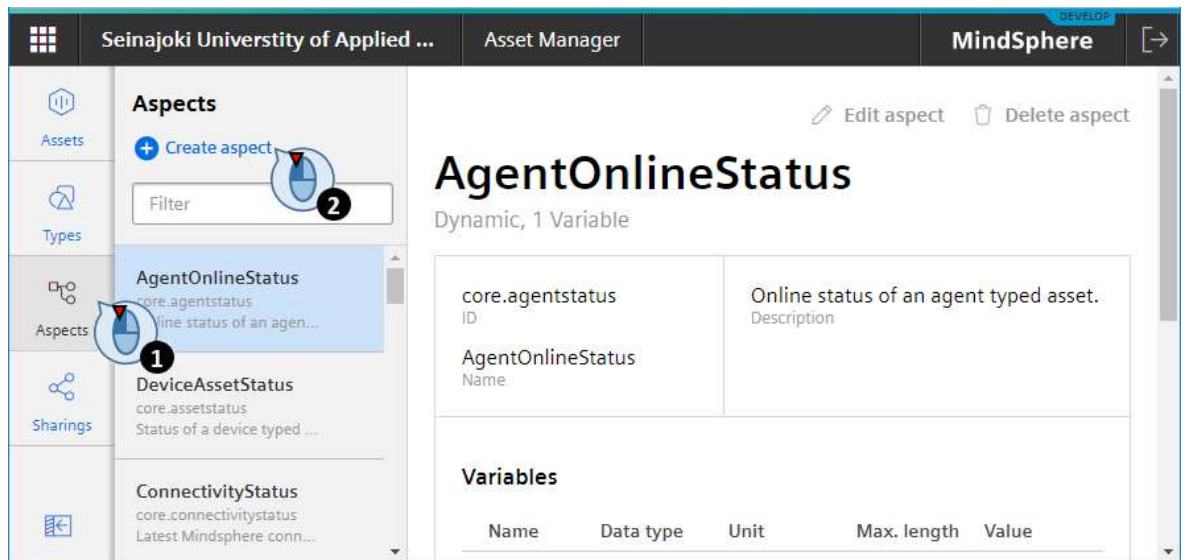
1. Luodaan ensin tarvittavat aspektit ja niihin kuuluvat muuttujat
2. Luodaan laitteen tyyppi ja liitetään siihen aiemmin luodut aspektit
3. Luodaan lopuksi itse laite aiemmin luodun tyyppin avulla



### 3.2 Aspektin luominen

Aspektin luominen tapahtuu **Asset Manager** -työkalulla seuraavasti:

1. Klikkaa sivuvalikosta **Aspects**
2. Paina **Create aspects** -painiketta



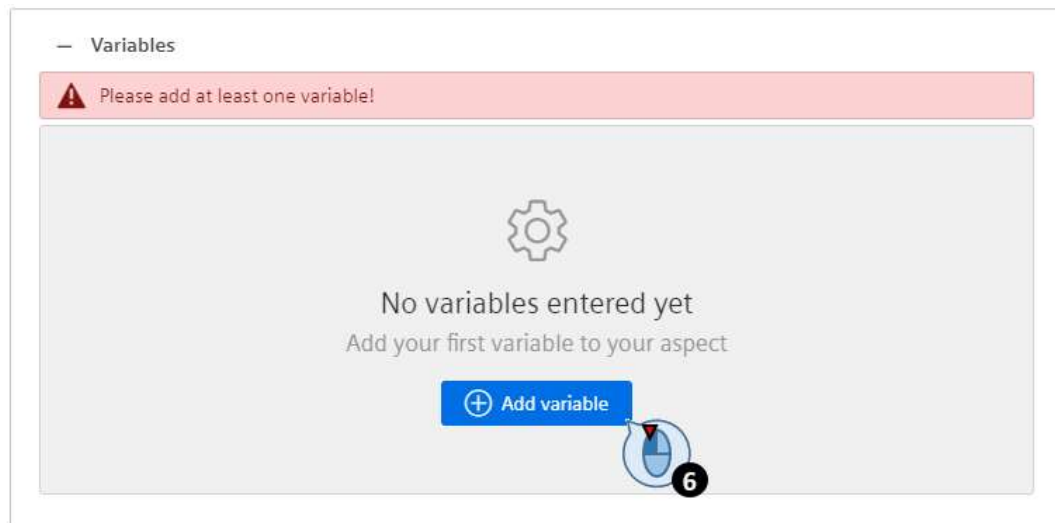
Kuvio 3. Uusi aspekti.

3. Kirjoita aspektin nimi, esim. anturin mallinumero **LIS2HH12**
4. (Valinnainen). Kirjoita aspektin kuvaus
5. Valitse aikasarjadataa varten aspektin kategoriaksi **Dynamic**

The screenshot shows the 'Create aspect' form. The 'Name' field contains 'LIS2HH12' (3). The 'Description' field contains 'Acceleration Sensor' (4). The 'Choose category' section shows 'Dynamic' selected (5). A warning message states: 'The category of an aspect cannot be changed afterwards.'

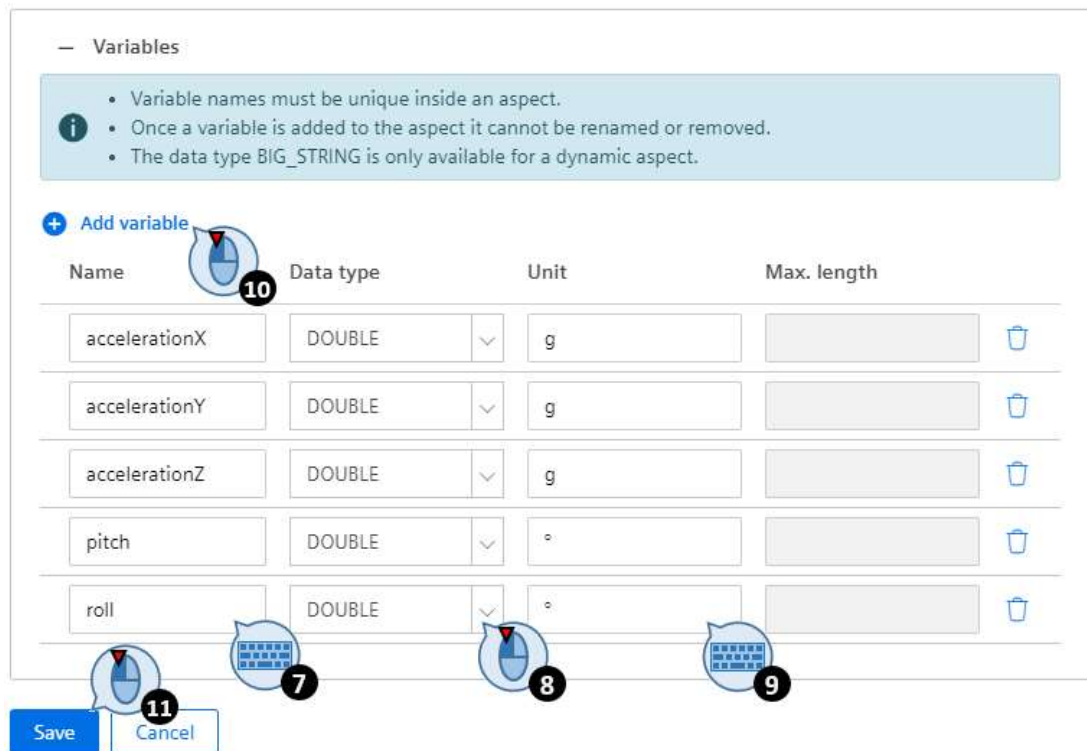
Kuvio 4. Aspektin tiedot.

6. Aloita muuttujien lisääminen klikkaamalla **Add variable** –painiketta



Kuvio 5. Lisää muuttuja.

7. Kirjoita **Name**-tekstikenttään muuttujan nimi
8. Valitse **Data type** -pudotusvalikosta muuttujan datatyyppi
9. Kirjoita **Unit**-tekstikenttään muuttujan yksikkö
10. Voit lisätä uusia muuttujia klikkaamalla **Add variable** -painiketta
11. Klikkaa lopuksi **Save**-painiketta tallentaaksesi aspektin



Kuvio 6. Muuttujien lisääminen.

Vastaavalla tavalla voidaan luoda muut aspektit.

## LTR\_329ALS\_01

Dynamic, 2 Variables

seamk.LTR_329ALS_01 ID	Digital Ambient Light Sensor Description			
LTR_329ALS_01 Name				
Variables				
Name	Data type	Unit	Max. length	Value
blueCh	INT	lux	-	-
redCh	INT	lux	-	-

Kuvio 7. Aspekti LTR\_329ALS\_01.

## Si7006\_A20

Dynamic, 3 Variables

seamk.Si7006_A20 ID	Humidity and Temperature Sensor Description			
Si7006_A20 Name				
Variables				
Name	Data type	Unit	Max. length	Value
dewPoint	DOUBLE	°C	-	-
humidity	DOUBLE	%	-	-
temperature	DOUBLE	°C	-	-

Kuvio 8. Aspekti Si7006\_20.

# MPL3115A2

Dynamic, 2 Variables

seamk.MPL3115A2 ID	Barometer Description			
MPL3115A2 Name				

**Variables**

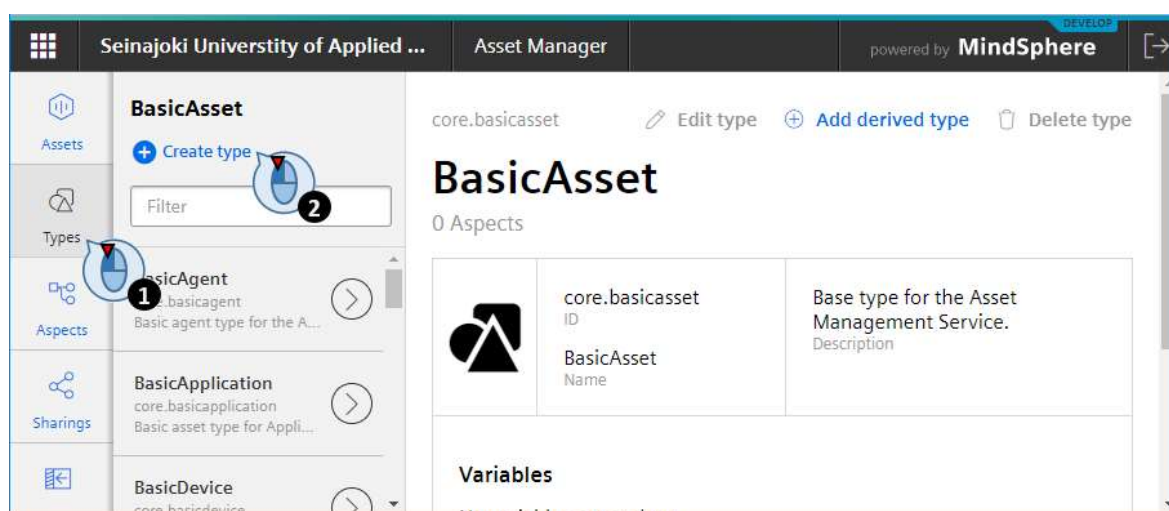
Name	Data type	Unit	Max. length	Value
pressure	DOUBLE	Pa	-	-
temperature	DOUBLE	°C	-	-

Kuvio 9. Aspekti MPL3115A2.

## 3.3 Tyypin luominen

Kun haluat luoda uuden tyypin assettia varten

1. Klikkaa sivuvalikosta **Types**
2. Klikkaa sitten **Create type**



Kuvio 10. Uusi tyyppi.

3. Kirjoita **Name**-tekstikenttään tyypin nimi
4. (Valinnainen). Kirjoita tyypin kuvaus **Description**-tekstikenttään

**Name:** \*

ExpansionBoard

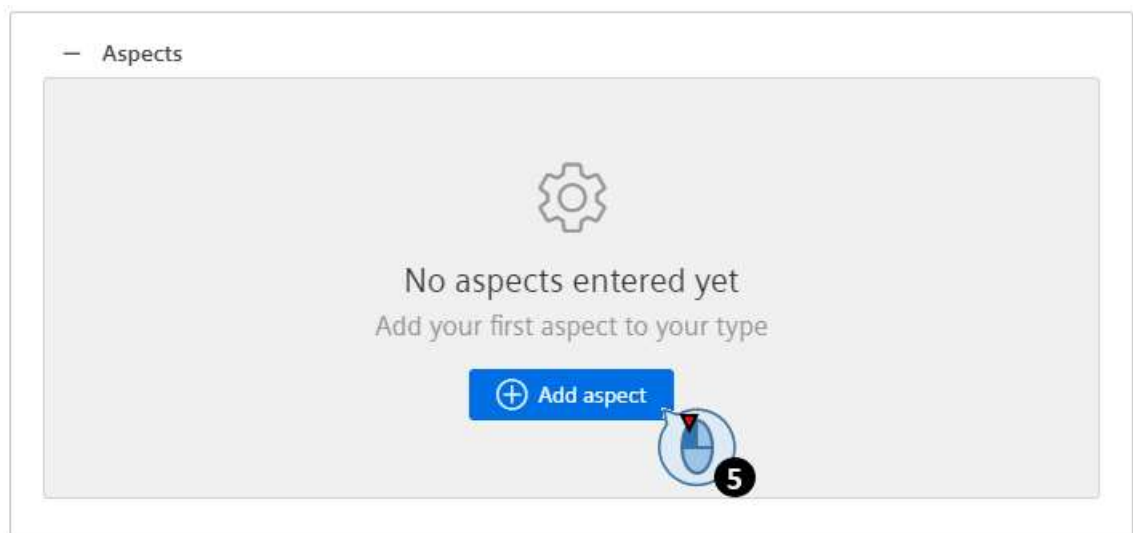
**Description:**

Expansion Board with Sensors

227 characters left

Kuvio 11. Tyypin nimi ja kuvaus.

5. Lisää tyyppiin aspekteja klikkaamalla **Add aspect** –painiketta



Kuvio 12. Lisää aspekti.

6. Voit kirjoittaa aspektin nimen **Name**-tekstikenttään tai vaihtoehtoisesti voit klikata **Browse aspects** -painiketta

— Aspects

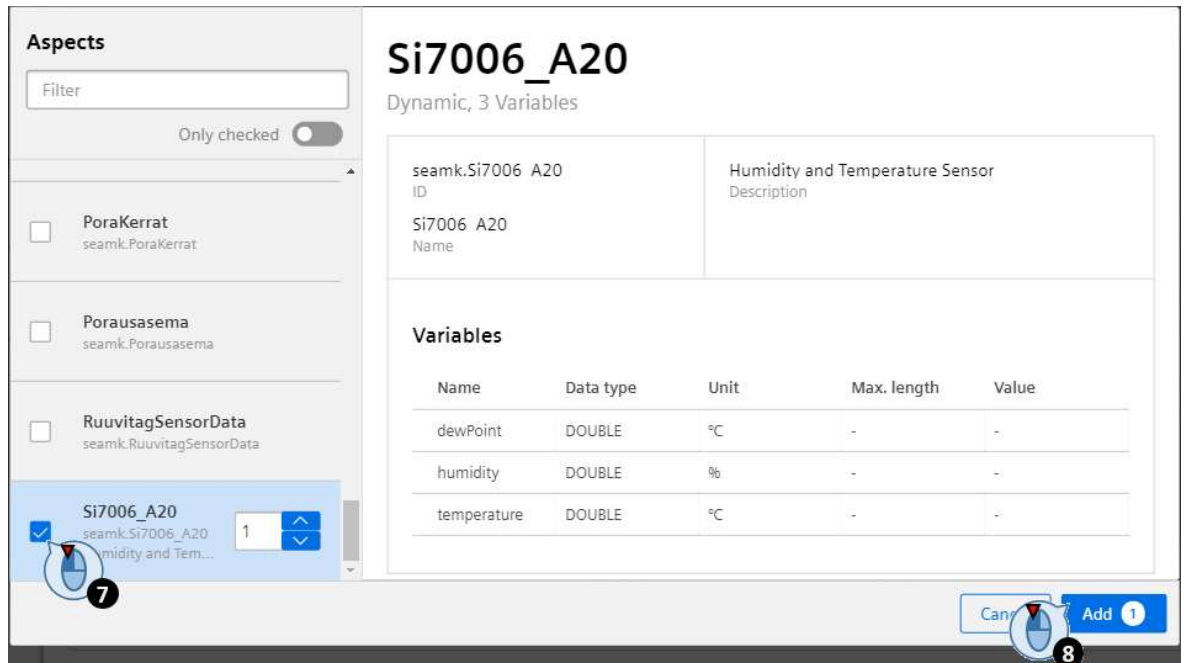
+ Add aspect    🔍 Browse aspects

Name	Aspect	Category
Name	Select...	-

Defined

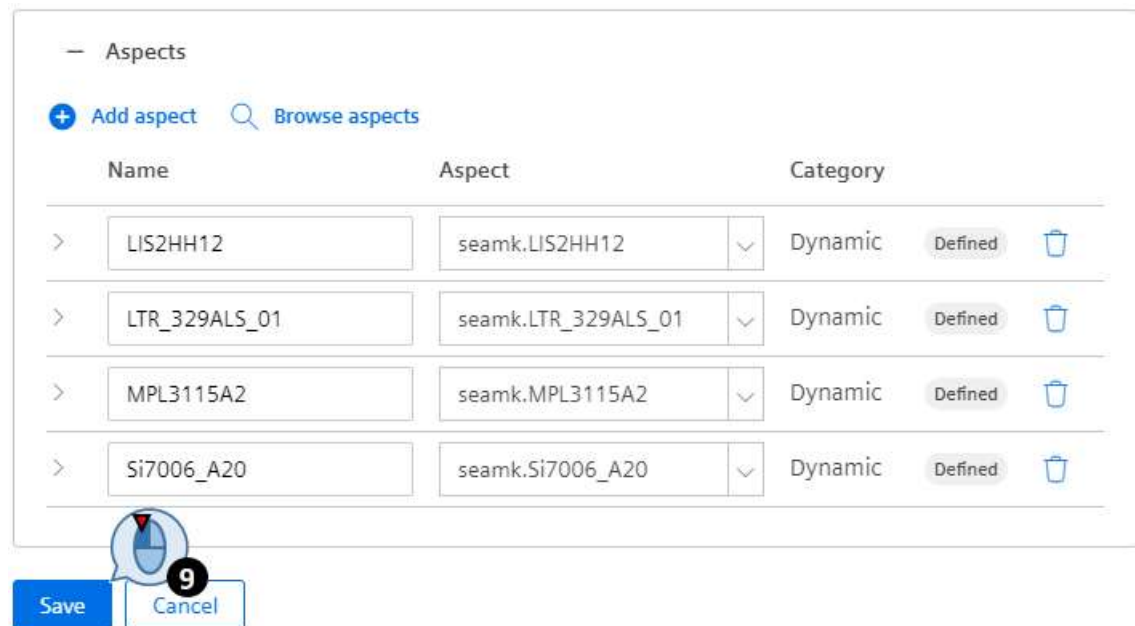
Kuvio 13. Selaa aspekteja.

7. **Browse aspects** -painikkeen painaminen avaa ponnahtusikkunan, josta voi valita halutut aspektit (voit valita yhden tai useamman aspektin)
8. Klikkaa **Add**-painiketta, kun olet valinnut haluamasi aspektin/aspektit



Kuvio 14. Lisättävän aspektin valinta.

9. Kun kaikki aspektit on lisätty, klikkaa **Save**-painiketta

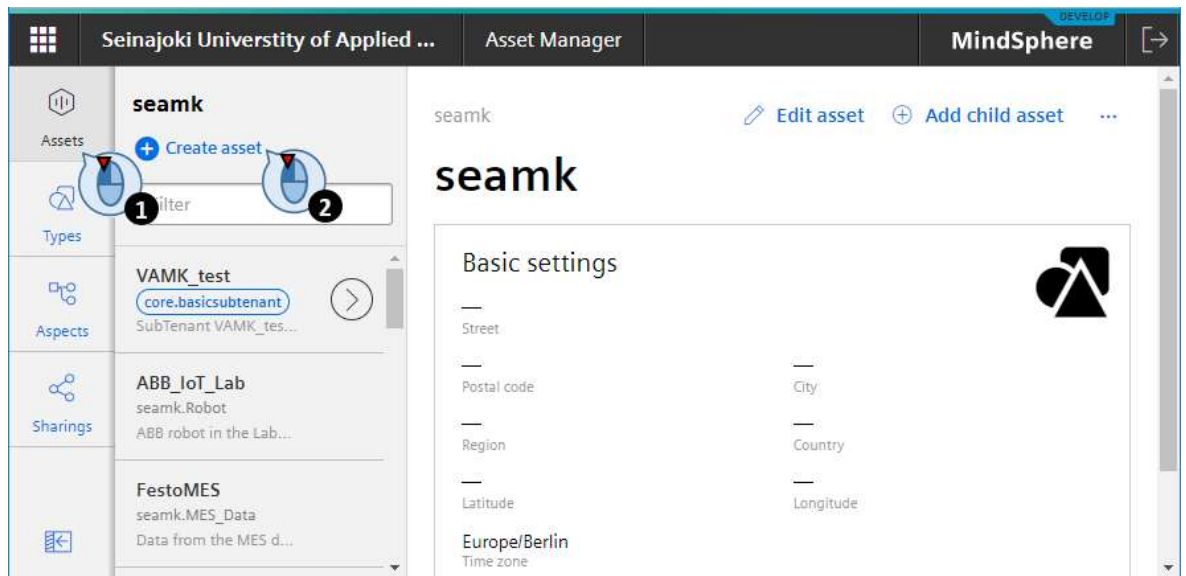


Kuvio 15. Tallenna tyyppi.

### 3.4 Assetin luominen

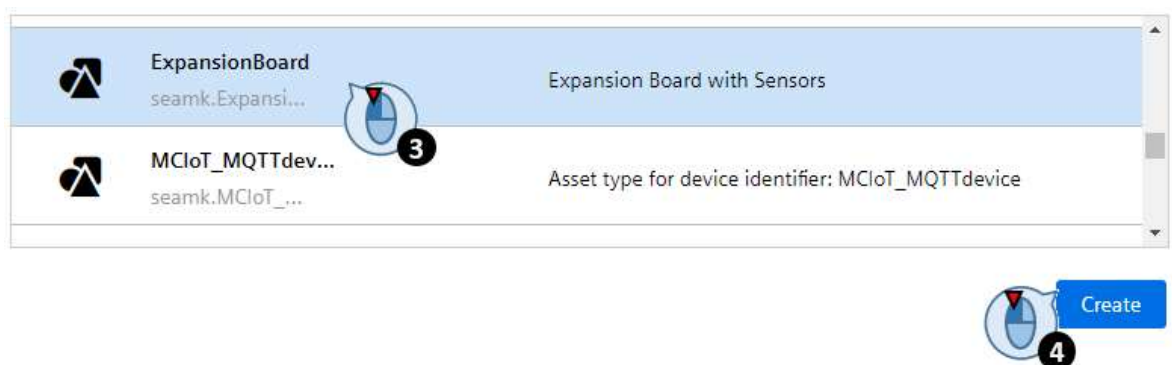
Kun haluat luoda uuden assetin

1. Klikkaa sivuvalikosta **Assets**
2. Klikkaa **Create asset** -painiketta



Kuvio 16. Luo assetti.

3. Valitse assetille tyyppi
4. Klikkaa **Create**-painiketta



Kuvio 17. Lisää tyyppi assettiin.

5. Kirjoita **Name**-tekstikenttään assetin nimi
6. (Valinnainen). Kirjoita **Description**-tekstikenttään assetin kuvaus

— General

Type ID:

Selected type of asset cannot be changed

Name: \*

Description:

232 characters left

Kuvio 18. Assetin nimeäminen.

**Location**-osiossa voi määrittää assetin sijainnin.

— Location

Street:

Postal code: City:

Country: Region:

Latitude: Longitude:

Time zone:

Kuvio 19. Laitteen osoite ja sijainti.

7. Klikkaa lopuksi **Save**-painiketta sivun alaosassa

Luodun assetin ID on luettavissa selaimen osoiteriviltä

```
.../details/asset?selected={assetID}
```



## 4 MINDSPHEREN ULKOPUOLINEN SOVELLUS

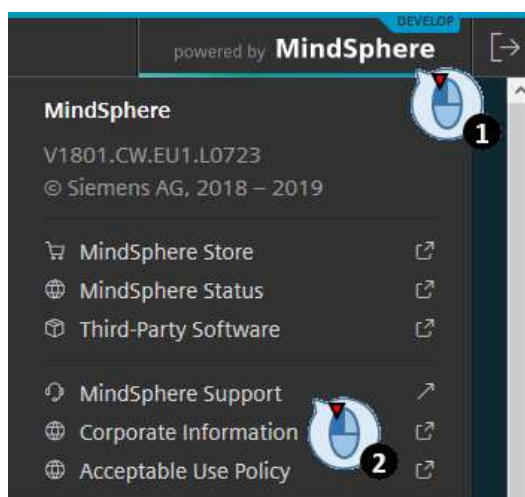
Tässä kappaleessa käsitellään sovellusta, jota ajetaan MindSpheren ulkopuolella käyttäjän omassa järjestelmässä. Sovelluksella on kuitenkin pääsy MindSpheressä olevaan dataan MindSpheren API:n eli ohjelmointirajapinnan kautta. Edellytykset MindSpheren ulkopuolisen sovelluksen käyttöönotolle ovat

- **MindAccess DevOps Plan** -tili
- **Outbound Traffic Upgrade** -päivitys, joka mahdollistaa MindSpheren ulkopuolisten sovellusten integroinnin MindSphereen
- **mdsp:core:TenantAdmin** -rooli, jotta käyttäjä voi anoa tekniseltä tuelta Service Credentials -tunnuksia (Siemens AG e 2019)

### 4.1 Service Credentials

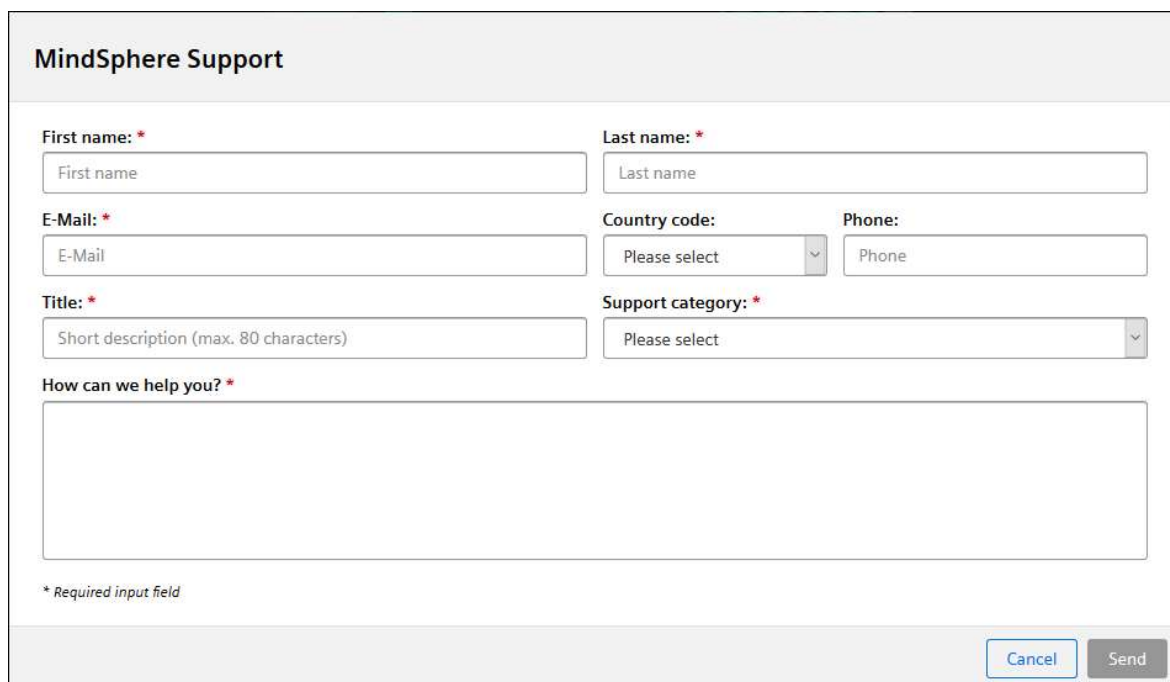
MindSpheren ulkopuolinen sovellus tarvitsee Service Credentials -tunnukset, jotta se voisi kirjoittaa ja lukea dataa MindSpherestä. Edellä mainitut tunnukset koostuvat client\_id-client\_secret-parista, joka voidaan rinnastaa käyttäjätunnukseen ja salasanaan. Service Credentials -tunnuksia anotaan tekniseltä tuelta, GTAC:lta (Global Technical Access Center). Pyyntö tehdään MindSpheren aloitusnäytöltä.

1. Klikkaa **MindSphere**-tekstiä aloitusnäytön ylävalikosta
2. Klikkaa **MindSphere Support** -tekstiä, mikä avaa ponnahdusikkunan



Kuvio 20. MindSphere Support.

Avautuvassa ponnahdusikkunassa on tukipyyntölomake, jolla voi anoa tekniseltä tuelta Service Credentials -tunnuksia.



**MindSphere Support**

First name: \*  Last name: \*

E-Mail: \*  Country code:  Phone:

Title: \*  Support category: \*

How can we help you? \*

\* Required input field

Kuvio 21. Tukipyyntölomake.

Käytä tukipyyntölomakkeessa alla olevaa mallipohjaa (Siemens AG e 2019). Pyyhi mallipohjasta tarpeeton teksti pois.

```
Subject: Request for [new|updated] Service Credentials for self-hosted
application

Dear MindSphere Support,

Please [create new|update existing] Service Credentials for the tenant with
the following parameters:

Tenant name: {tenantName}
Account type: {Developer (Dev) or Operator (Ops)}
Service Credentials ID: {name for the service credentials set}
Include subtenant impersonation: {yes/no. Whether to include the capability
to request tokens that are restricted to a specific subtenant}
```

Tukipyyntötekijä saa sähköpostiinsa linkin, josta Service Credentials -tunnukset voi käydä lataamassa omalle koneelle. Tunnukset ovat voimassa 365 päivää, minkä jälkeen ne vanhenevat. Tunnukset voidaan kuitenkin uusia.

## 4.2 Esimerkkisovellus

Tässä kappaleessa oleva esimerkkisovellus käyttää Service Credentials -tunnuksia. Sovellus on tehty Python 3 -ohjelmointikielellä ja se hyödyntää sekä **requests**- että **requests\_oauthlib**-kirjastoja, jotka voidaan asentaa komennolla

```
pip install requests requests_oauthlib
```

Kun MindSphereen kirjoitetaan aikasarjadataa, on käytettävä ISO 8061 -standardin mukaista aikaleimaa: YYYY-mm-ddTHH:MM:SS.sssZ. Sama pätee aikasarjadatan lukemiseen ja poistamiseen. Validi aikaleima saadaan **datetime**-moduulin avulla esimerkiksi seuraavasti:

```
from datetime import datetime

now = datetime.utcnow()
timestamp = now.strftime("%Y-%m-%dT%H:%M:%S.%f")[:-3] + "Z"
```

Sovellus kirjoittaa aikasarjadataa luvussa 3 luodun Pysense-asetin MPL3115A2-aspektiin. Korvaa alla olevassa esimerkkikoodissa muuttujan **asset\_id** arvo, koska se on yksilöllinen kullekin assetille. Korvaa myös muuttujien **client\_id**, **client\_secret** ja **tenant** arvot.

```
# Standard Library
from datetime import datetime
import json
import time
import random

# Additional Modules
from oauthlib.oauth2 import BackendApplicationClient
from requests_oauthlib import OAuth2Session

# Enter your own asset ID here.
asset_id = "{myAssetID}"

# Enter your own Service Credentials here.
client_id = "{myServiceCredentialsClientID}"
client_secret = "{myServiceCredentialsClientSecret}"
```

```

# Enter your own MindSphere tenant name here.
tenant = "{myTenantName}"

# URL for the MindSphere IoT Time Series Service.
base_url = "https://gateway.eu1.mindsphere.io/api/iottimeseries/v3"
aspect = "MPL3115A2"
url = base_url + "/timeseries/" + asset_id + "/" + aspect

# Create a backend client and retrieve a token.
token_url = f"https://{tenant}.piam.eu1.mindsphere.io/oauth/token"
oauthclient = BackendApplicationClient(client_id=client_id)
oauthsession = OAuth2Session(client=oauthclient)
token = oauthsession.fetch_token(
    token_url=token_url,
    client_id=client_id,
    client_secret=client_secret
)

# Create an OAuth2Session object with the token.
client = OAuth2Session(client_id=client_id, token=token)

# Valid timestamp format is YYYY-mm-ddTHH:MM:SS.sssZ.
fmt = "%Y-%m-%dT%H:%M:%S.%f"

while True:
    # Form a valid timestamp.
    now = datetime.utcnow() # use UTC time
    timestamp = now.strftime(fmt)[:3] + "Z"

    # All aspect's variables should be written at the same time.
    timeseries = [
        {
            "_time": timestamp,
            "pressure": round(random.uniform(99000, 101325), 1),
            "temperature": round(random.uniform(20, 30), 3)
        }
    ]

```

```
# Write the timeseries data.
data = json.dumps(timeseries)
headers = {"Content-Type": "application/json"}
response = client.put(url, data=data, headers=headers)

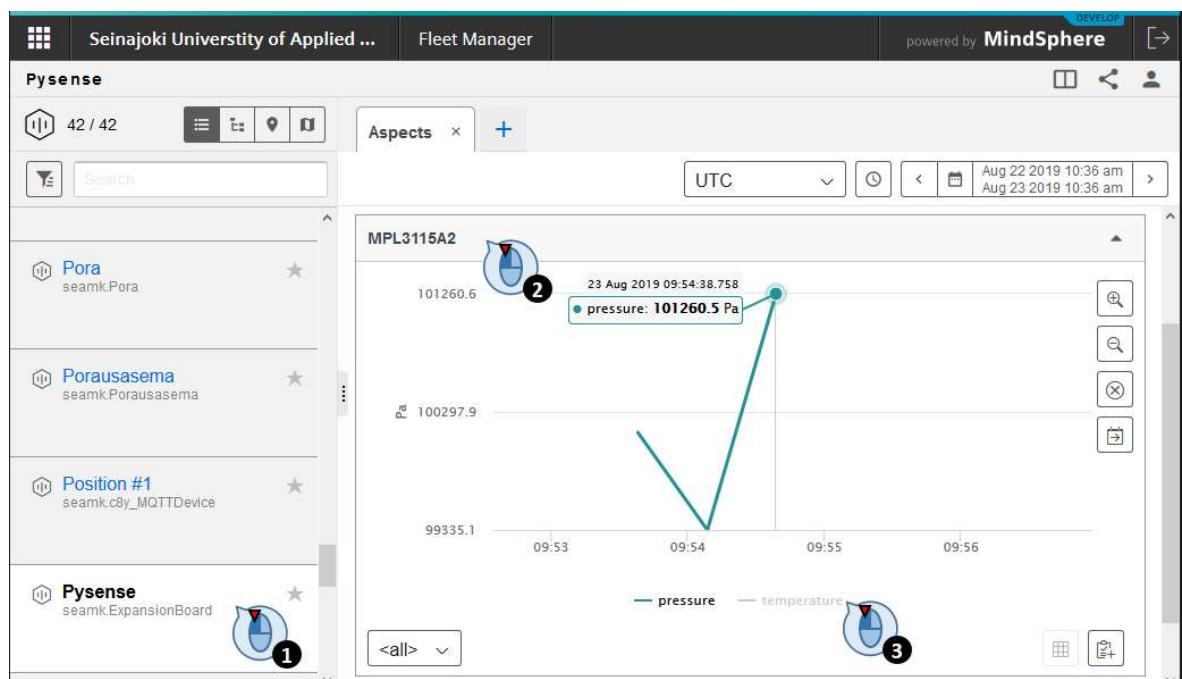
if response.status_code == 204:
    print("Timeseries written")
    print(json.dumps(timeseries, indent=4))

time.sleep(30)
```

### 4.3 Fleet Manager

Fleet Manager -työkalulla voi tarkastella aspekteihin liittyvää aikasarjadataa.

1. Avaa **Fleet Manager** ja valitse asset vasemmalla olevasta listasta
2. Valitse aspekti, jonka dataa haluat tarkastella visuaalisesti
3. Klikkaamalla muuttujan nimeä, muuttujan arvot voidaan poistaa näkyvistä



Kuvio 22. Fleet Manager.

## 5 MINDSPHERE-SOVELLUS

Tässä kappaleessa annetaan ohjeet MindSpheressä toimivan verkkosovelluksen tekemiseen. Esimerkkisovellus on tehty Python 3 -ohjelmointikielellä ja se käyttää **Flask**-mikrosovelluskehystä. Sovellus lukee **requests**-kirjaston avulla dataa IoT Time Series Service -palvelusta ja visualisoi luetun datan **plotly**-kirjaston avulla.

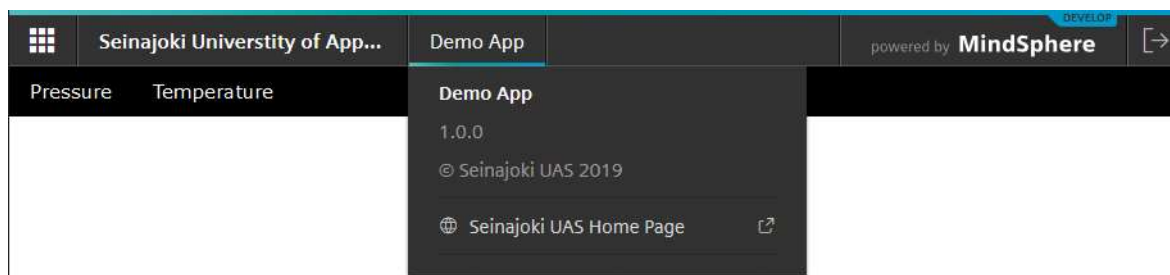
Käytännössä sovelluksen lähdekoodi ladataan ensin Cloud Foundry -pilvipalveluun. Tämän jälkeen sovellus rekisteröidään MindSpheren puolella. Kun käyttöoikeudet on määritetty, sovellus on lopulta käytettävissä.

MindSphere-sovelluksen käyttöönoton vaatimuksena ovat (Siemens AG f 2019)

- **Cloud Foundry Command Line Interface (CF CLI)** -komentoriviohjelma, joka on ladattavissa osoitteesta <https://github.com/cloudfoundry/cli>. Asennusohjeet: <https://docs.cloudfoundry.org/cf-cli/install-go-cli.html>
- Cloud Foundry -rooli (esim. **SpaceDeveloper**), joka oikeuttaa sovellusten lataamiseen pilveen
- MindSphere-käyttäjätili
- MindSphere Developer -rooli, joko **mdsp:core:Developer** tai **mdsp:core:DeveloperAdmin**

### 5.1 MindSphere OS Bar

MindSphere OS Bar tarjoaa yhteisen käyttöliittymäelementin kaikille MindSphere-sovelluksille. Tämän käyttöliittymäelementin integrointi sovellukseen on pakollista (Siemens AG g 2019.)



Kuvio 23. MindSphere OS Bar.

MindSphere OS Bar -käyttöliittymäelementin vasemmassa reunassa on painike, jolla käyttäjä pääsee suoraan MindSpheren aloitusnäytölle (Launchpad). Oikeassa reunassa on puolestaan painike, josta voi kirjautua ulos. Keskelle on mahdollista lisätä pudotusvalikon, johon sovelluksenkehittäjä voi lisätä omaa sisältöään.

Jotta MindSphere OS Bar voidaan lisätä sovellukseen, on verkkosivun sivupohjassa määritettävä ensin **div**-elementti, jonka ID on **"\_mdspcontent"**. Lisäksi tarvitaan verkko-osoite, josta MindSphere OS Bar:in JavaScript-koodi ladataan.

```
<body>
  <div id="_mdspcontent">
    <!-- Page Content -->
    <!-- MindSphere OS Bar -->
    <script src="https://static.eu1.mindsphere.io/osbar/v4/js/main.min.js"></script>
    <script src="{ { url_for('static', filename='os-bar.js') } }"></script>
  </div>
</body>
```

**static**-kansiossa olevan **os-bar.js**-tiedoston koodi on esitetty alla.

```
_mdsp.init({
  appId: "_mdspcontent",
  appInfoPath: "/static/app-info.json"
});
```

**appInfoPath**-parametri viittaa **static**-kansion JSON-tiedostoon **app-info.json**, jossa määritetään, mitä pudotusvalikossa näkyy, kun se avataan.

```
{
  "displayName": "Demo App",
  "appVersion": "1.0.0",
  "appCopyright": "© Seinajoki UAS 2019",
  "links": {
    "default": [
      {
        "type": "WWW",
        "name": "Seinajoki UAS Home Page",
        "value": "https://www.seamk.fi/en"
      }
    ]
  }
}
```

## 5.2 Manifest-tiedosto

**manifest.yml**-tiedostossa määritetään sovellukseen liittyviä parametreja, kuten nimi, käytössä olevien instanssien ja muistin määrä, rakennuspaketit ja komento, jolla sovellus käynnistyy. Route-parametria käytetään, kun sovellus rekisteröidään MindSpheren puolella.

```
---
applications:
- name: pysense
  instances: 1
  memory: 256M
  routes:
  - route: pysense-seamk.apps.eu1.mindsphere.io
  buildpacks:
  - python_buildpack
  command: python application.py
```

## 5.3 Requirements-tiedosto

**requirements**-tekstitiedostossa listataan sovelluksen tarvitsemat ohjelmakirjastot. Kukin rivi alkaa ohjelmakirjaston nimellä, jota seuraa kaksi yhtäsuuruusmerkkiä ja ohjelmakirjaston versio.

```
Flask==1.1.1
plotly==3.9.0
requests==2.22.0
```

## 5.4 Runtime-tiedosto

**runtime**-tekstitiedostossa määritetään käytettävä ohjelmistokielen versio.

```
python-3.6.8
```



## 5.5 Toimenpiteet Cloud Foundry -pilvipalvelussa

Ennen kuin sovellus voidaan ladata Cloud Foundry -pilvipalveluun, on siellä tehtävä muutamia esivalmisteluita. Sovellukselle täytyy ensin luoda *space*, joka on jaettu sijainti sovelluksen kehittämiseen, käyttöönottoon ja ylläpitoon (Cloud Foundry Foundation 2019).

Avaa komentorivikehote sovelluksen projektikansiossa, ja kirjoita siihen

```
cf login -a https://api.cf.eu1.mindsphere.io -sso
```

Komento tulostaa näytölle hyperlinkin sivustolle, josta saa väliaikaisen salasanan. Kopio ja liitä väliaikainen salasana komentorivikehoteeseen. Huomaa, että salasana ei tule näkyviin. Paina vielä enter-näppäintä.

Luo sovellusta varten uusi sijainti komennolla

```
cf create-space {sovelluksenNimi}
```

Valitse sijainti komennolla

```
cf target -o "{organisaationNimi}" -s "{space}"
```

Lataa sovellus Cloud Foundryyn komennolla

```
cf push
```

Kun komento suoritetaan, **requirements**-tekstitiedostossa olevat ohjelmakirjastot asennetaan automaattisesti. Sovellus käyttää **manifest.yml**-tiedostossa annettuja parametreja.

Voit tarkistaa, että ohjelma on käynnissä komennolla

```
cf apps
```

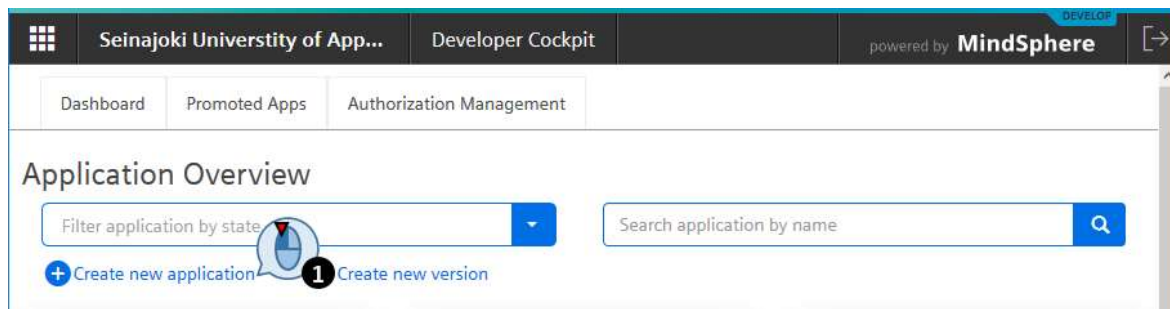
Cloud Foundryn puolella ei ole tarvetta tehdä muita toimenpiteitä. Uloskirjautuminen tapahtuu komennolla

```
cf logout
```

## 5.6 Sovelluksen rekisteröinti MindSpheressä

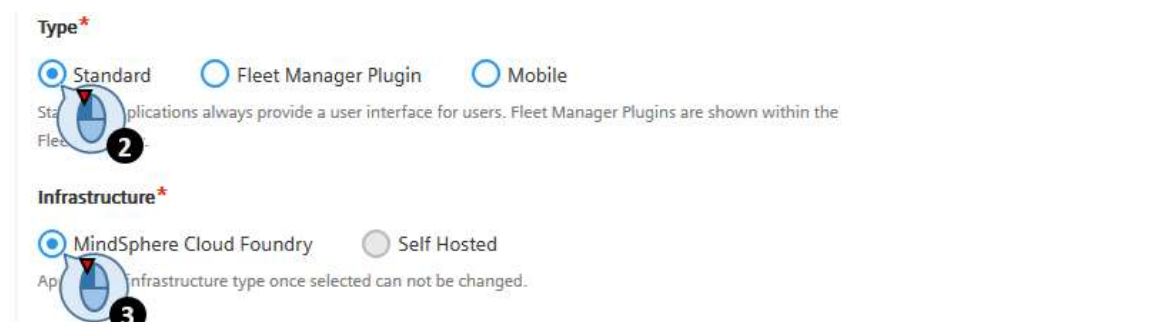
Avaa **Developer Cockpit** -työkalu MindSpheren aloitusnäytöltä ja

1. Klikkaa **Create new application** -tekstiä



Kuvio 24. Luo uusi sovellus.

2. Valitse sovelluksen tyypiksi **Standard** (oletus)
3. Valitse infrastruktuuriksi **MindSphere Cloud Foundry** (oletus)



Kuvio 25. Sovelluksen tyyppi ja infrastruktuuri.


4. Kirjoita sovelluksen nimi **Display Name** -tekstikenttään
5. Kirjoita sovelluksen sisäinen nimi **Internal Name** -tekstikenttään
6. Kirjoita sovelluksen versio **Version**-tekstikenttään
7. (Valinnainen). Kirjoita sovelluksen kuvaus **Description**-tekstikenttään
8. Liitä sovelluksen ikoni klikkaamalla **Edit icon** -tekstiä ja valitsemalla sopiva kuvatiedosto. Esimerkissä on käytetty png-tiedostoa, jonka koko on 246x246.

**Display Name\*** 4  
 Demo App  
 The Display Name will be shown beneath the application icon on the Launchpad.

**Internal Name\*** 5  
 pysense  
 The application name will be part of the application URL and application specific role names.

**Version\*** 6  
 1.0.0

**Description** 7  
 Display the air pressure and temperature data of the barometer.

**Icon**  
  
 appicon.png Edit icon 8

Kuvio 26. Sovelluksen tiedot.

**Components**-osiossa tehdään linkitys Cloud Foundryyn ladattuun sovellukseen.

9. **Name**-tekstikenttään kirjoitetaan sama nimi, mikä sovellukselle annettiin **manifest**-tiedostossa. Muussa tapauksessa automaattinen rekisteröinti epäonnistuu
10. **Cloud Foundry Direct URL** -tekstikenttään tuleva verkko-osoite vastaa **manifest**-tiedoston **route**-parametria
11. Klikkaa **Add Endpoints** -painiketta

**Components** 1

+ Add Component

Name	Cloud Foundry Direct URL	Endpoints
pysense <span>9</span>	https:// pysense-seamk.apps.eu1.mindsphere.io <span>10</span>	<span>+ Edit icon</span> <span>11</span>

Kuvio 27. Linkitys Cloud Foundryyn.

12. Kirjoita **Path**-tekstikenttään **/\*\***
13. Klikkaa **Add**

Kuvio 28. Lisää endpoint.

14. Kirjoita **content-security-policy**-tekstikenttään **script-src**-parameterin kohtaan '**unsafe-eval**', jolloin diagrammit näkyvät sovelluksessa

Kuvio 29. Content Security Policy (CSP).

15. Klikkaa lopuksi **Save**-painiketta sivun ylälaidasta

Kuvio 30. Sovelluksen tallennus.

## 5.7 Käyttöoikeuksien määrittäminen

Palaa takaisin sovellusnäkömään, kun sovellus on tallennettu.

1. Avaa **Authorization Management** -välilehti

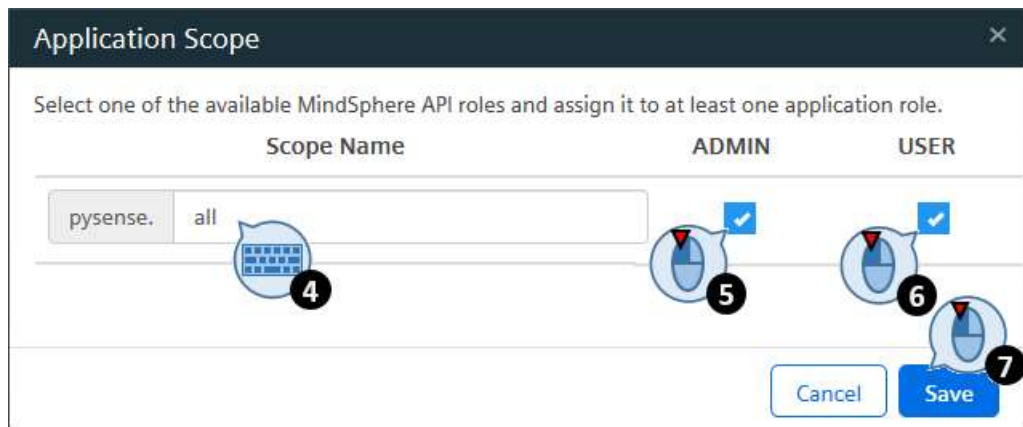
Kuvio 31. Authorization Management.

2. Valitse sovellus **Applications**-listasta
3. Klikkaa **Create Scope** -painiketta



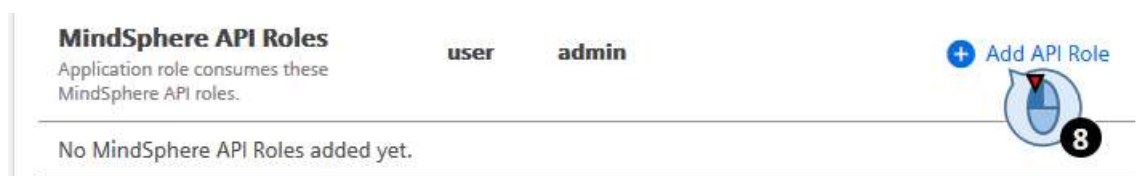
Kuvio 32. Sovelluksen käyttöoikeudet.

4. Kirjoita **Scope Name** -tekstikenttään **all**
5. Valitse **ADMIN**
6. Valitse **USER**
7. Klikkaa **Save**-painiketta



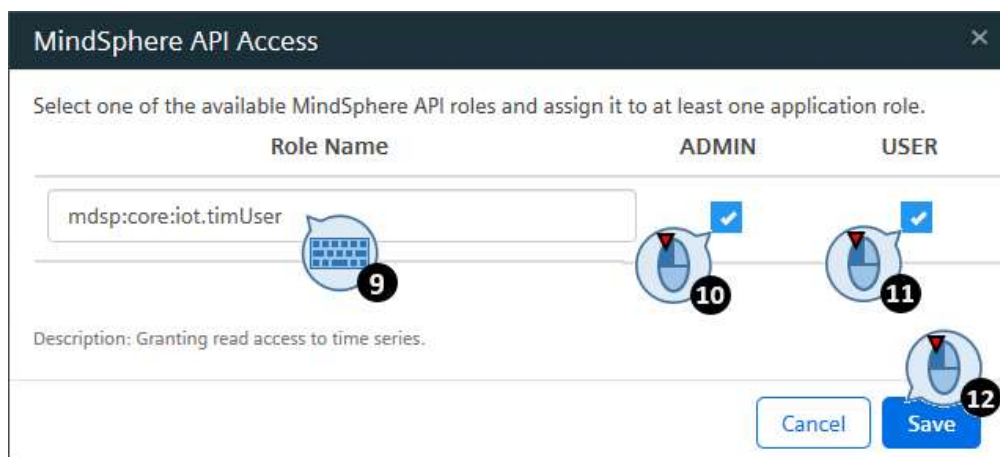
Kuvio 33. Sovelluksen käyttöoikeuksien määrittäminen.

8. Lisää API-rooli klikkaamalla **Add API Role** -painiketta



Kuvio 34. Lisää API-rooli.

9. Kirjoita **Role Name** -tekstikenttään **mdsp:core:iot.timUser**, joka antaa sovellukselle oikeuden lukea aikasarjadataa ohjelmointirajapinnan kautta
10. Valitse **ADMIN**
11. Valitse **USER**
12. Klikkaa **Save**-painiketta

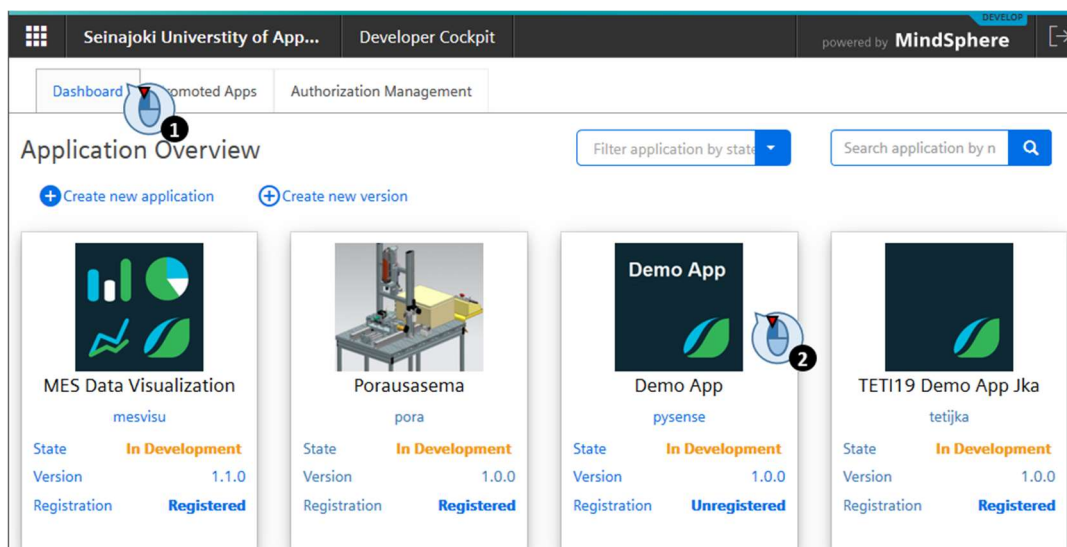


Kuvio 35. MindSphere API -roolin määrittäminen.

## 5.8 Sovelluksen rekisteröiminen

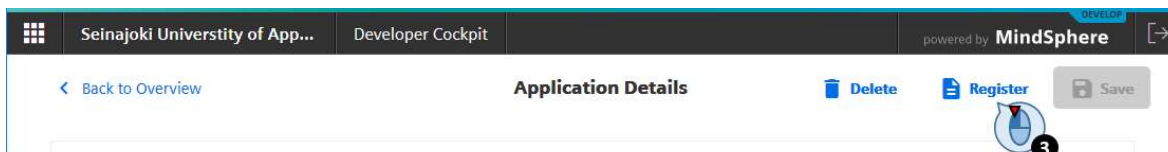
Seuraava vaihe on sovelluksen rekisteröiminen.

1. Palaa takaisin sovellusnäkömään klikkaamalla **Dashboard**-välilehteä
2. Valitse sovellus, jonka haluat rekisteröidä



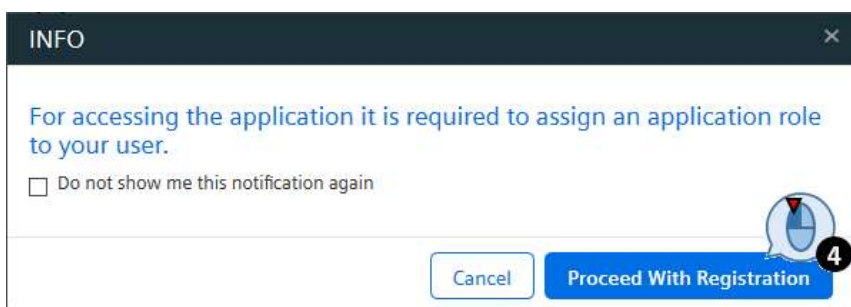
Kuvio 36. Sovellukset.

### 3. Rekisteröi sovellus klikkaamalla **Register**-painiketta



Kuvio 37. Sovelluksen rekisteröiminen.

### 4. Kuittaa ponnahdusikkuna klikkaamalla **Proceed With Registration** -painiketta

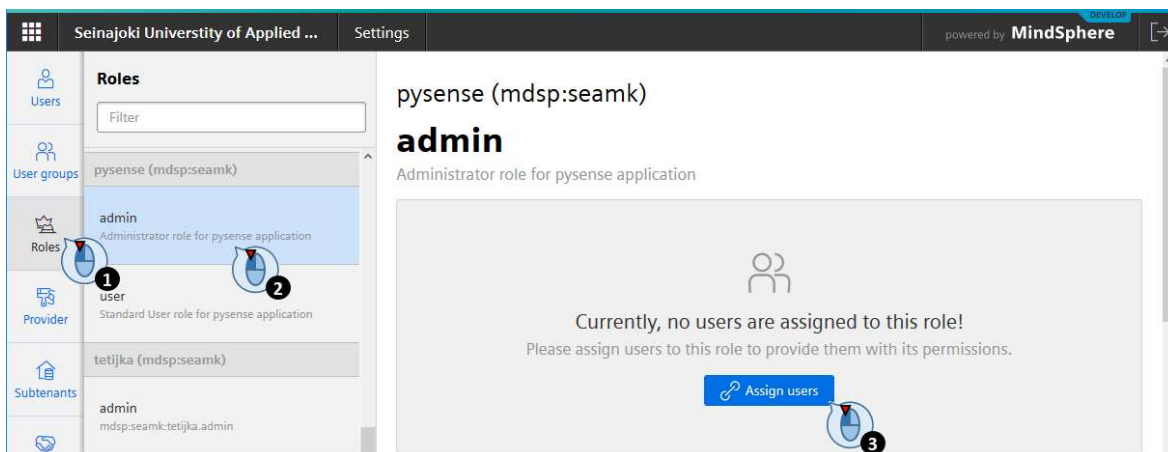


Kuvio 38. Info.

## 5.9 Käyttäjäroolien määrittäminen

Avaa MindSpheren aloitusnäytöltä **Settings**-työkalu.

1. Valitse sivuvalikosta **Roles**
2. Klikkaa sovelluksen **admin**-käyttäjää
3. Klikkaa **Assign users** -painiketta



Kuvio 39. admin-käyttäjääroolien määrittäminen.

Valitse avautuvasta ponnahdusikkunasta ne henkilöt, joille haluat asettaa admin-käyttäjäroolin. Tee vastaava toimenpide user-käyttäjäroolille.

Ne henkilöt, joille on määritetty sovelluksen user-käyttäjärooli, saavat sovelluksen käyttöönsä seuraavan sisäänkirjautumisen jälkeen. Sovellus voidaan käynnistää suoraan MindSpheren aloitusnäytöltä.



## 6 MINDCONNECT IOT EXTENSION JA MQTT

Tässä kappaleessa kerrotaan, miten MindSphereen saadaan lähetettyä dataa MQTT-protokollan ja MindConnect IoT Extension -lisäosan avulla. Lisäosan käyttö edellyttää käyttäjältä vähintään seuraavia rooleja (MindSphere h 2019):

- **mdsp:core:TenantAdmin**, asetetaan MindSpheressä
- **mdsp:core:mci.user**, asetetaan MindSpheressä
- **Devicemanagement User**, asetetaan lisäosassa

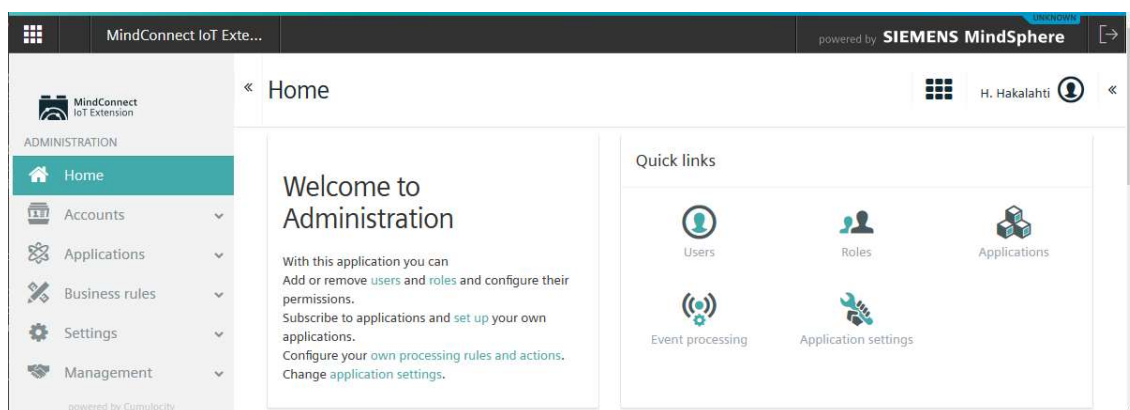
### 6.1 Kirjautuminen sisään

MindConnect IoT Extension -lisäosaan pääsee joko klikkaamalla lisäosan ikonia MindSpheren aloitusnäytöllä tai menemällä verkkoselaimella osoitteeseen

```
https://{tenant}-mciotextension.eu1.mindsphere.io
```

### 6.2 Administration

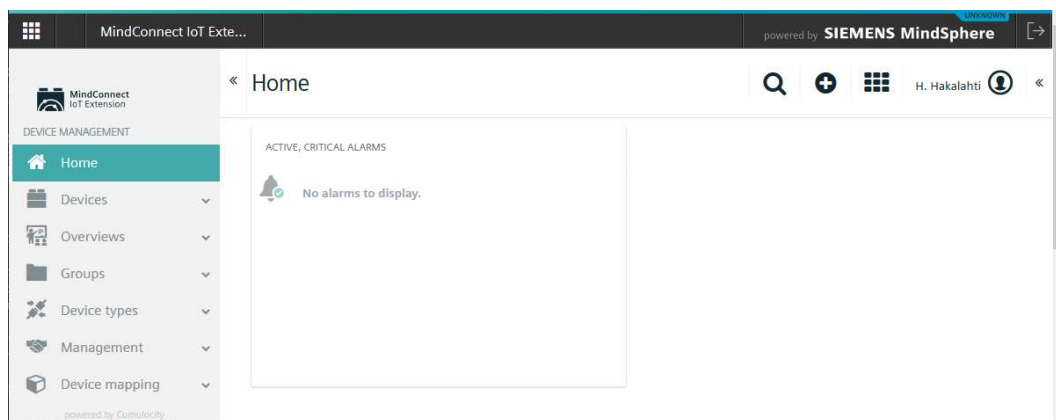
Administration-ohjelmalla voidaan muun muassa hallita käyttäjätilejä ja lisäosassa käytettäviä sovelluksia.



Kuvio 40. Administration-ohjelma.

### 6.3 Device Management

Device Management -ohjelmaa käytetään lisäosaan luotujen laitteiden hallintaan.



Kuvio 41. Device Management -ohjelma.

### 6.4 MQTT-asiakasohjelman asetukset

MQTT-asiakasohjelmassa käytettävän **Client ID** -parametrin avulla lisäosaan lähetettävät viestit voidaan kohdistaa oikeaan laitteeseen. **Client ID** -parametri näkyy lisäosaan luodun laitteen **Identity**-välilehdellä **External ID** -parametrina.

Taulukko 2. MQTT-asiakasohjelman asetukset.

<b>Client ID</b>	<b>"omaClientID"</b>
<b>Käyttäjänimi</b>	<b>"omaTenant/omaMCIoTExtensionKäyttäjänimi"</b>
<b>Salasana</b>	<b>"omaSalasana"</b>
<b>Palvelin (broker)</b>	<b>"mciotextension.eu-central.mindsphere.io"</b>
<b>Palvelimen portti</b>	<b>1883</b>
<b>Aihe (topic)</b>	<b>"s/us"</b>

### 6.5 Viestipohjat

Viestien lähettämiseen MindConnect IoT Extension -lisäosaan käytetään palveluntarjoajan ennalta määrittämiä viestipohjia (engl. templates). Viestipohjissa kaikki viestit alkavat kolminumeroisella tunnuksella ja viestin muu sisältö erotellaan pilkulla (Cumulocity 2017).

## 6.6 Uuden laitteen luominen (100)

Uusi laite luodaan MindConnect IoT Extension -lisäosaan käyttämällä viestipohjaa, jonka tunnus on 100. Viestissä voidaan antaa laitteen nimi ja tyyppi (Taulukko 3).

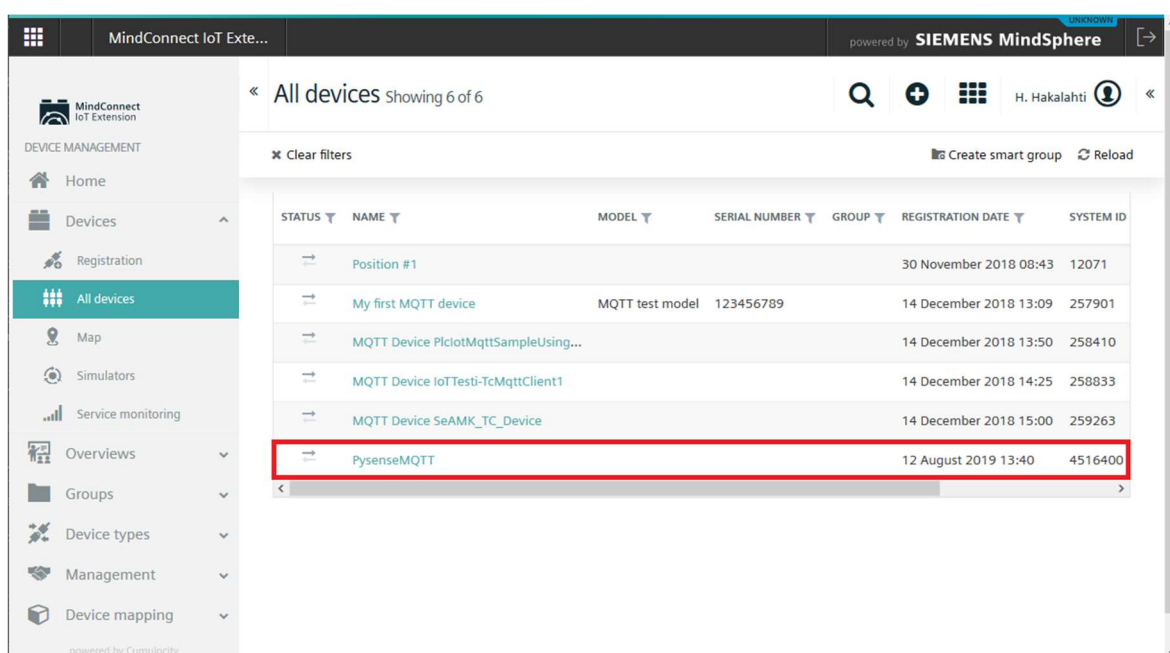
Taulukko 3. Uuden laitteen luominen.  
(Cumulocity 2019)

Paikka	Parametri	Pakollinen	Oletusarvo
1	Laitteen nimi	Ei	MQTT Device<sarjaNumero>
2	Laiteen tyyppi	Ei	MCIoT_MQTTDevice

Esimerkki (jossa käytetään **Eclipse Paho MQTT Python Client** -kirjastoa):

```
topic = "s/us"
message = "100,PysenseMQTT,MCIoT_MQTTDevice"
client.publish(topic, payload=message)
```

Yllä oleva esimerkkiviesti luo MindConnect IoT Extension -lisäosaan uuden laitteen, jonka nimi on **PysenseMQTT**. Lisäosaan luodut laitteet näkyvät kohdassa **Device Management → Devices → All devices**.



Kuvio 42. Uusi laite.

## 6.7 Laitteen tietojen määrittäminen (110)

Laitteelle voidaan asettaa lisätietoja viestipohjalla, jonka tunnus on 110. Viestissä voidaan antaa laitteen sarjanumero, malli ja revisio.

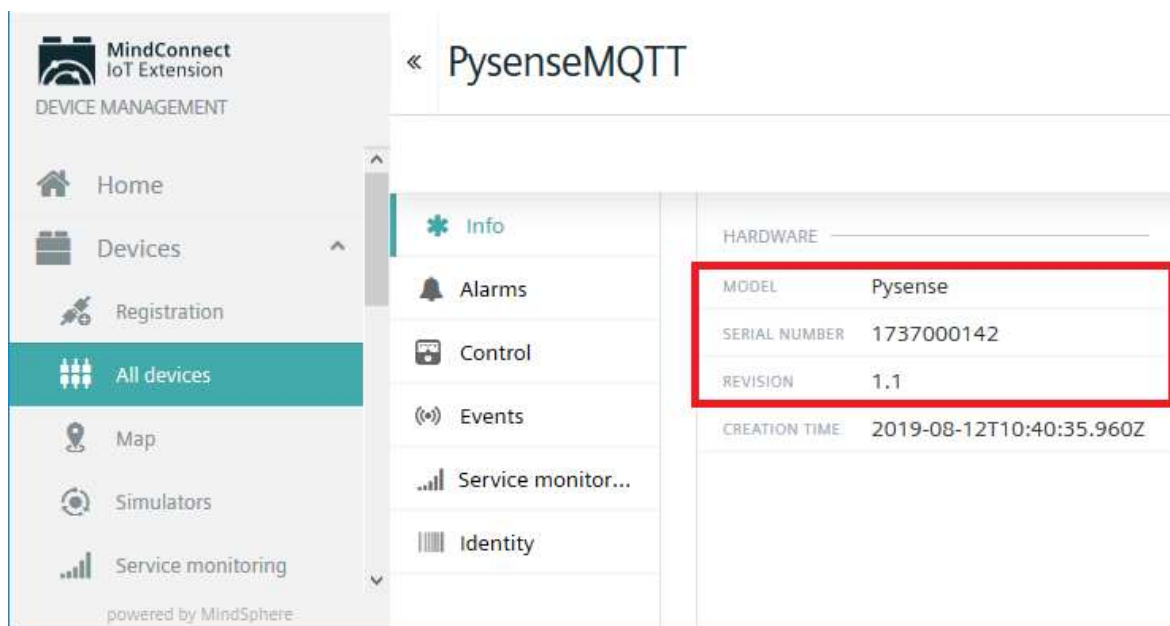
Taulukko 4. Laitteen tietojen asettaminen.  
(Cumulocity 2019)

Paikka	Parametri	Pakollinen
1	Sarjanumero	Ei
2	Malli	Ei
3	Revisio	Ei

Esimerkki:

```
topic = "s/us"
message = "110,1737000142,Pysense,1.1"
client.publish(topic, payload=message)
```

Yllä oleva esimerkki päivittää tiedot kuviossa 42 oleviin **MODEL** ja **SERIAL NUMBER** sarakkeisiin. Samat tiedot löytyvät myös laitteen **Info**-välilehdeltä.



Kuvio 43. Laitteen tiedot.

## 6.8 Sijainnin määrittäminen (112)

Laitteen sijainnin määrittämiseen voidaan käyttää leveys- ja pituuspiirejä, laitteen korkeutta merenpinnasta ja sijainnin tarkkuutta. Sijainnissa käytettävät leveys- ja pituuspiirit saa selville esimerkiksi osoitteesta: <https://www.latlong.net/>. Sijainnin määrittämiseen käytetään viestipohjaa, jonka tunnus on 112.

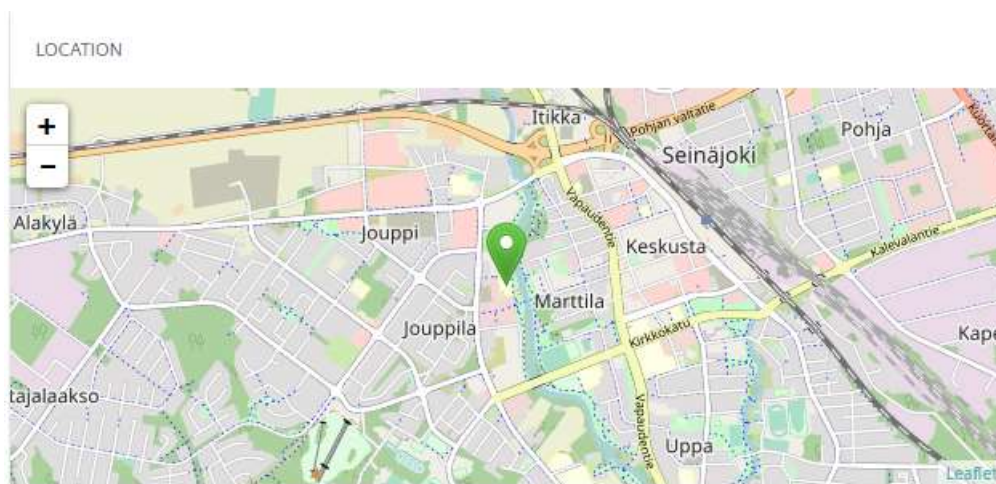
Taulukko 5. Laitteen sijainnin määrittäminen.  
(Cumulocity 2019)

Paikka	Parametri	Pakollinen
1	Leveyspiiri	Ei
2	Pituuspiiri	Ei
3	Korkeus	Ei
4	Tarkkuus	Ei

Esimerkki:

```
topic = "s/us"
message = "112,62.788810,22.822477"
client.publish(topic, payload=message)
```

Laitteen sijainti on näkyvissä Info-välilehdellä olevalla kartalla.



Kuvio 44. Laitteen sijainti.

## 6.9 Mittausdatan lähettäminen (200)

Kun lisäosaan halutaan lähettää mittausdataa, käytetään viestipohjaa, jonka tunnus on 200. Pakollisia parametreja ovat muuttujan nimi, sarja ja mittausarvo. Valinnaisia parametreja ovat yksikkö ja aikaleima muodossa YYYY-mm-ddTHH:MM:SS.sssZ. Jos viestissä ei anneta aikaleimaa, palvelin luo aikaleiman automaattisesti.

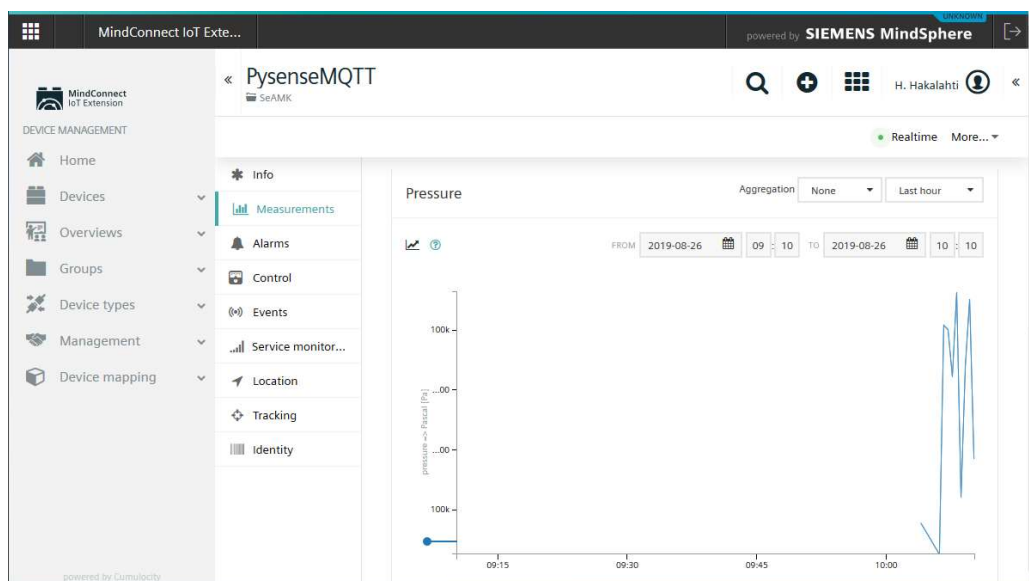
Taulukko 6. Mittausdatan lähettäminen.  
(Cumulocity 2019)

Paikka	Parametri	Pakollinen	Oletusarvo
1	Muuttujan nimi	Kyllä	
2	Sarja	Kyllä	
3	Mittausarvo	Kyllä	
4	Yksikkö	Ei	
5	Aikaleima	Ei	Palvelimen aika

Esimerkki:

```
topic = "s/us"
message = "200,pressure,Pascal,99390.4,Pa,2019-08-26T10:04:00.000Z"
client.publish(topic, payload=message)
```

Datan lähettäminen luo laitteelle automaattisesti **Measurements**-välilehden.



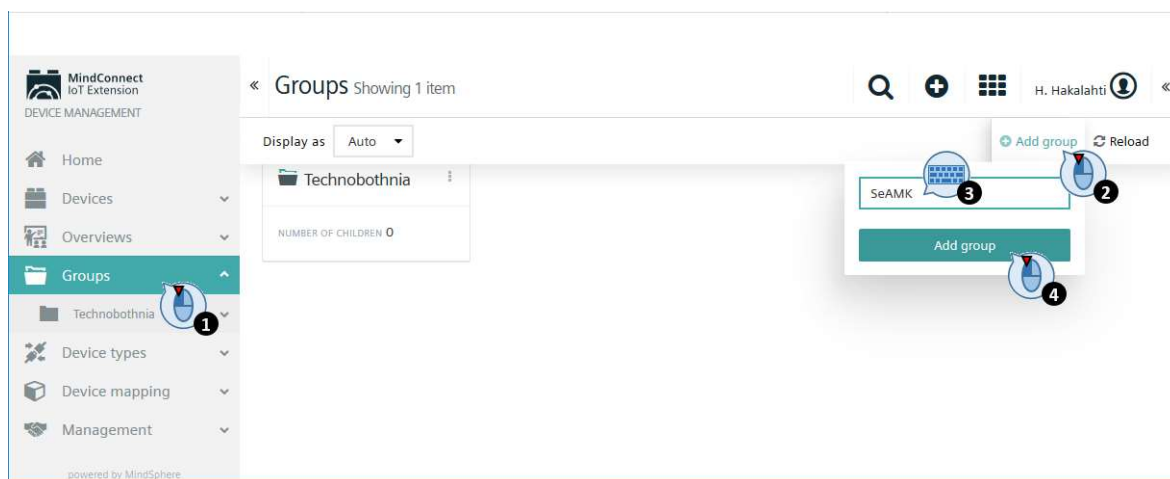
Kuvio 45. Laitteen mittausdata.

## 6.10 Linkitys MindSphereen

MindConnect IoT Extension -lisäosaan luodun laitteen muuttujat voidaan linkittää MindSpheren puolella olevan assetin muuttujiin. Tämä tarkoittaa sitä, että MQTT-protokollan avulla kirjoitettua mittausdataa voidaan lukea MindSpheren oman REST-pohjaisen ohjelmointirajapinnan kautta. Data on tällöin käytettävissä esim. käyttäjän omista MindSphere-sovelluksissa.

Linkityksen ensimmäinen vaihe on lisätä laite ryhmään. Uuden ryhmän luominen:

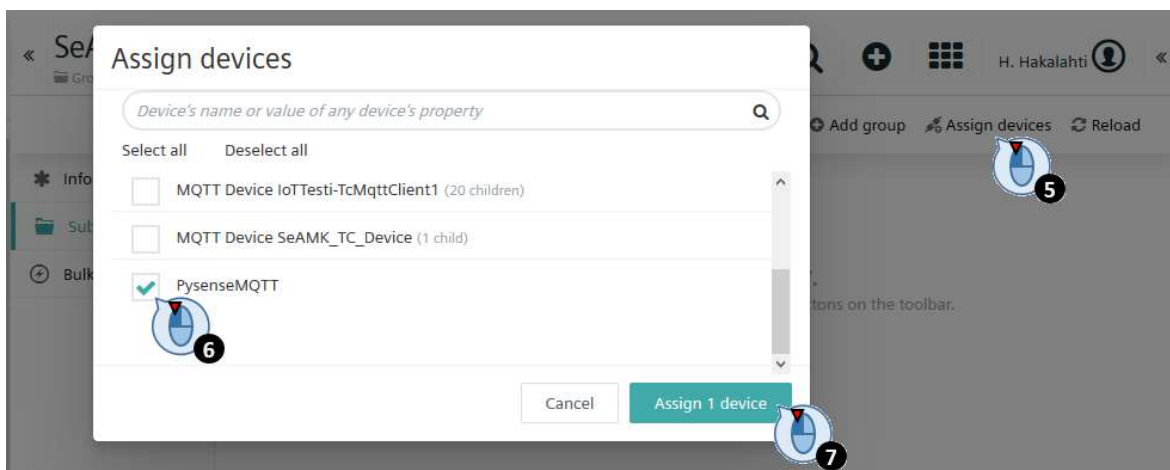
1. Klikkaa sivuvalikosta **Groups**
2. Klikkaa **Add group** -painiketta
3. Kirjoita ryhmän nimi
4. Klikkaa **Add group** -painiketta



Kuvio 46. Lisää ryhmä.

Avaa ryhmän **Sub-assets**-välilehti ja

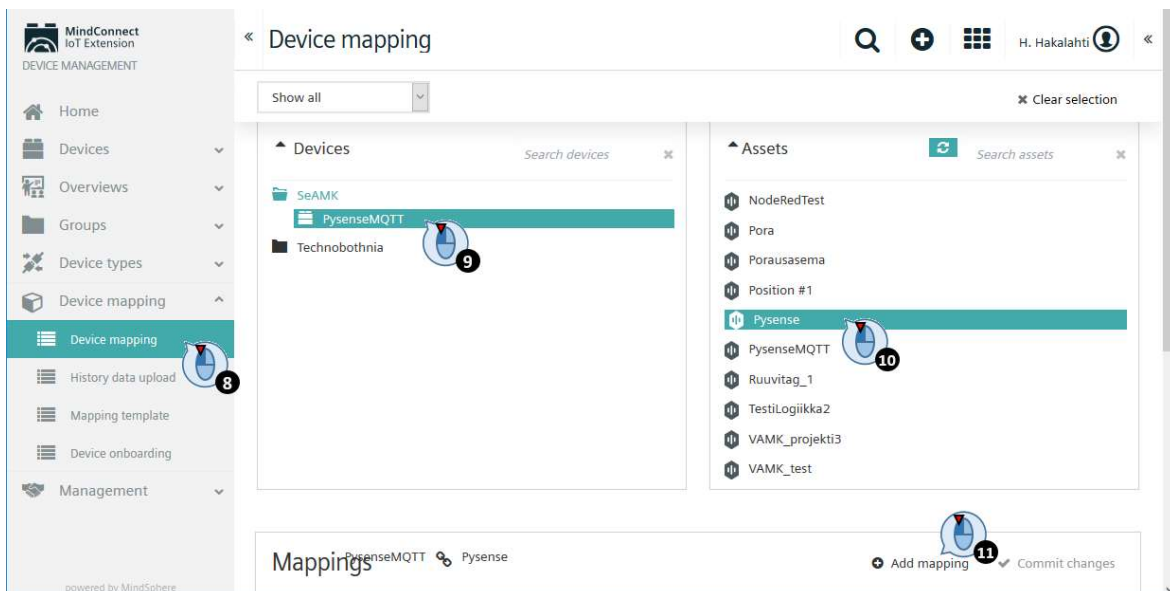
5. Klikkaa **Assign devices** -painiketta
6. Valitse lisättävä laite
7. Klikkaa **Assign device** -painiketta



Kuvio 47. Lisää laite ryhmään.

Seuraavaksi luodaan linkitys (Device Mapping) MindSpheressä olevaan assettiin.

8. Avaa vasemmalla olevasta valikosta **Device Mapping**
9. Valitse **Devices**-laatikosta linkitettävä MindConnect IoT Extension -lisäosan laite
10. Valitse **Assets**-laatikosta linkitettävä MindSpheren assetti
11. Klikkaa **Add mapping** -painiketta



Kuvio 48. Linkityksen luominen.

**Add mapping** -painikkeen klikkaaminen avaa ponnahdusikkunan, jossa voidaan linkittää lisäosassa olevan laitteen muuttujat MindSpheressä olevan laitteen muuttujiin (**Measurement mapping**).



12. Valitse **MEASUREMENT**-pudotusvalikosta laitteen muuttuja
13. Valitse **SERIES**-pudotusvalikosta muuttujan sarja
14. Valitse **ASPECT**-pudotusvalikosta aspekti
15. Valitse **VARIABLE**-pudotusvalikosta aspektin muuttuja
16. Klikkaa **Add**-painiketta

Add mapping

Select from existing template

TEMPLATE

Select template (required)

or

Measurement mapping      Event mapping

Source

Device name: PysenseMQTT

MEASUREMENT

pressure

SERIES

Pascal

Unit : Pa

Target

Asset name: Pysense

ASPECT

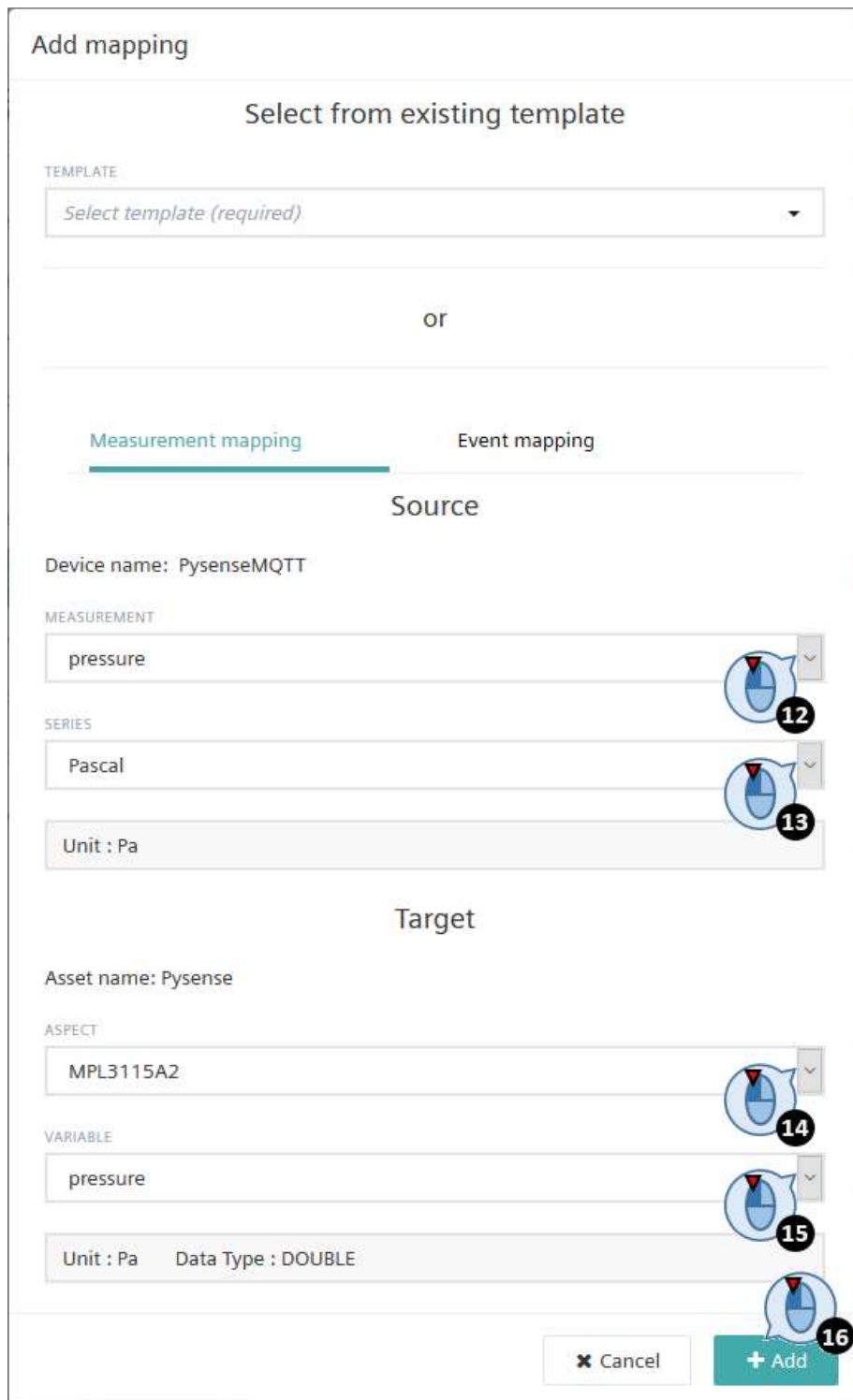
MPL3115A2

VARIABLE

pressure

Unit : Pa      Data Type : DOUBLE

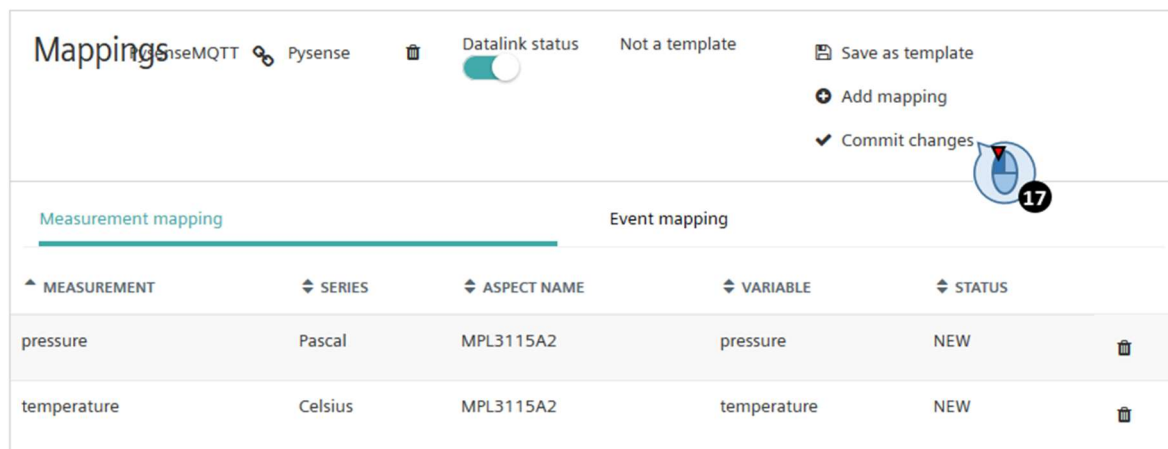
Cancel      Add



Kuvio 49. Muuttujien linkitys.

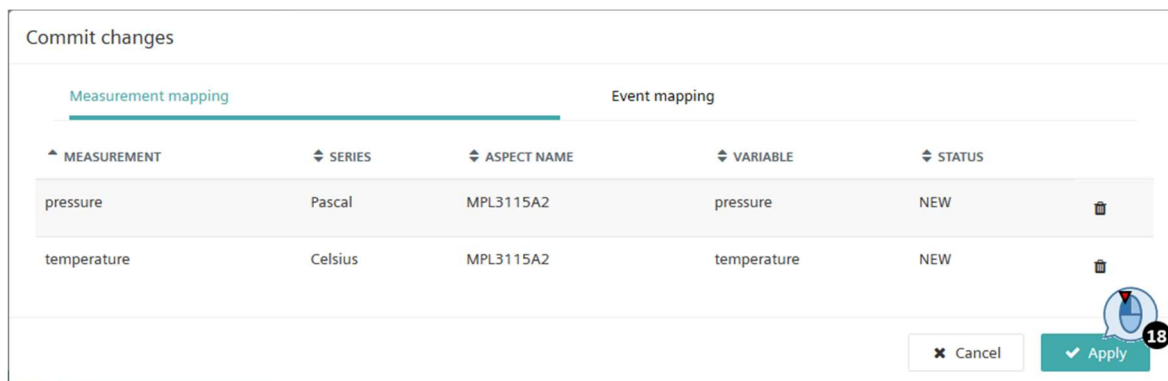
Toista muuttujien linkitys kaikille tarvittaville muuttujille.

### 17. Klikkaa **Commit changes** -painiketta



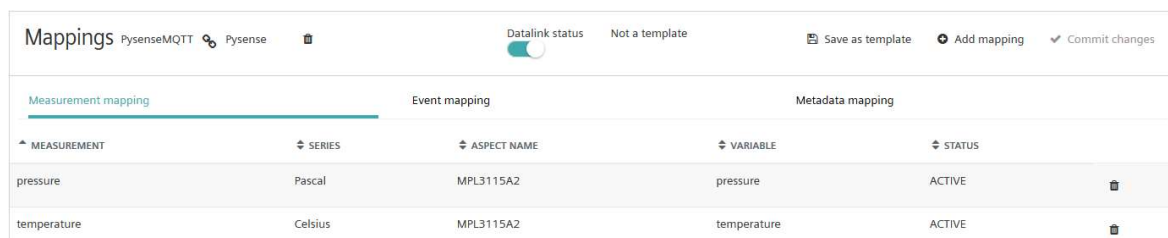
Kuvio 50. Tee muutokset.

### 18. Hyväksy muutokset klikkaamalla **Apply**-painiketta avautuneesta ponnahdusikkunasta



Kuvio 51. Muutoksien hyväksyminen.

Jos kaikki sujui ilman ongelmia, **STATUS**-sarakkeessa tulisi lukea **ACTIVE**.



Kuvio 52. Aktiiviset linkitykset.

## LÄHTEET

- Cloud Foundry Foundation. 2019. Orgs, Spaces, Roles, and Permissions. [Verkkosivu]. Cloud Foundry Foundation. [Viitattu 9.8.2019]. Saatavana: <https://docs.cloudfoundry.org/concepts/roles.html>
- Cumulocity. 2017. Cumulocity MQTT Cheat Sheet. [Verkkojulkaisu]. Cumulocity GmbH. [Viitattu 12.8.2019]. Saatavana: [https://support.cumulocity.com/hc/en-us/article\\_attachments/360000089547/cheatsheet.pdf](https://support.cumulocity.com/hc/en-us/article_attachments/360000089547/cheatsheet.pdf)
- Siemens AG a. 2019. MindSphere Architecture. [Verkkosivu]. Siemens AG. [Viitattu 5.8.2019]. Saatavana: <https://developer.mindsphere.io/concepts/concept-architecture.html>
- Siemens AG b. 2019. MindSphere Regions. [Verkkosivu]. Siemens AG. [Viitattu 26.8.2019]. Saatavana: <https://developer.mindsphere.io/concepts/concept-regions.html>
- Siemens AG c. 2019. Overview of frequently used URLs. [Verkkosivu]. Siemens AG. [Viitattu 26.8.2019]. Saatavana: <https://developer.mindsphere.io/frequently-used-links.html>
- Siemens AG d. 2019. Asset Manager System Manual. [Verkkojulkaisu]. Siemens AG. [Viitattu 6.8.2019]. Saatavana: <https://documentation.mindsphere.io/resources/pdf/asset-manager-en.pdf>
- Siemens AG e. 2019. Accessing MindSphere APIs from Application outside MindSphere. [Verkkosivu]. Siemens AG. [Viitattu 8.8.2019]. Saatavana: <https://developer.mindsphere.io/howto/howto-selfhosted-api-access.html>
- Siemens AG f. 2019. Running a Cloud Foundry-Hosted Application. [Verkkosivu]. Siemens AG. [Viitattu 9.8.2019]. Saatavana: <https://developer.mindsphere.io/howto/howto-cf-running-app.html>
- Siemens AG g. 2019. MindSphere OS Bar. [Verkkosivu]. Siemens AG. [Viitattu 9.8.2019]. Saatavana: <https://design.mindsphere.io/osbar/introduction.html>
- Siemens AG h. 2019. Integrating MQTT – via MindConnect IoT Extension. [Verkkosivu]. Siemens AG. [Viitattu 12.8.2019]. Saatavana: <https://developer.mindsphere.io/howto/howto-mqtt-mciot.html>
- Siemens PLM Software a. 2019. MindAccess IoT Value Plan. [Verkkosivu]. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. [Viitattu 5.8.2019]. Saatavana: [https://www.dex.siemens.com/mindsphere/mindaccess/mindaccess-iot-value-plan?viewState=DetailView&cartID=&portalUser=&store=&cclcl=en\\_US](https://www.dex.siemens.com/mindsphere/mindaccess/mindaccess-iot-value-plan?viewState=DetailView&cartID=&portalUser=&store=&cclcl=en_US)

Siemens PLM Software b. 2019. MindAccess DevOps Plan. [Verkkosivu]. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. [Viitattu 5.8.2019]. Saatavana: [https://www.dex.siemens.com/mindsphere/mindaccess/mindaccess-devops-plan?viewState=DetailView&cartID=&portalUser=&store=&cclcl=en\\_US](https://www.dex.siemens.com/mindsphere/mindaccess/mindaccess-devops-plan?viewState=DetailView&cartID=&portalUser=&store=&cclcl=en_US)