

## Ohjeet IoT-laitteille Diyfoxin käyttöliittymään



Ammattikorkeakoulututkinto opinnäytetyö  
Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)

Kevät 2023

Esa Virtala

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Tekijä Esa Virtala

Työn nimi Ohjeet IoT-laitteille Diyfoxin käyttöliittymään

Ohjaaja Juha Sarkula

Tiivistelmä

Vuosi 2023

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Diyfoxin käyttöliittymään käyttöönoton ohjeet kahdelle IoT-laitteelle. IoT-laitteiksi valittiin etäohjattava pistorasia Shelly Plug S ja ilmanlaatumittari Airthings View Plus. Tavoitteena käyttöönoton ohjeille oli, että ne sisältävät IoT-laitteiden integroinnin Diyfoxin käyttöliittymään, etäohjattavan pistorasian ohjauksen pörssisähkön hinnalla ja IoT-laitteista saadun datan liittämisen Diyfoxin käyttöliittymän kojetauluun. Lisäksi työn tavoitteena oli suunnitella aikaan perustuva ohjaus, millä tavoiteltiin ohjausta, joka hyödyntää vuorokauden halvimpia tunteja pörssisähkön hinnasta. Työn tilaajana toimi Diyfoxin omistaja Fluentscale OY.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa tarkasteltiin esineiden internetiä, joka rajattiin IoT-laitteisiin, tiedonsiirtotekniikoihin ja IoT-alustoihin. Sen jälkeen teoriaosuudessa tarkasteltiin pörssisähköä Suomen näkökulmasta. Teoriaosuuden lähteenä käytettiin e-kirjoja, sähköisiä artikkeleita ja muita internet-lähteitä. Teoriaosuuden jälkeen työssä perehdyttiin Diyfoxin käyttöliittymän toimintoihin, jonka lähteenä käytettiin Fluentscale OY:n asiantuntijaa.

Seuraavaksi työssä tarkasteltiin työn tavoitteita ja IoT-laitteita, joille ohjeet tehdään. Sen jälkeen työssä kehitettiin käyttöönoton ohjeet etäohjattavalle pistorasialle ja ilmanlaatumittarille, sekä suunniteltiin aikaohjaus pörssisähkön hinnalla. Käyttöönoton ohjeet tehtiin jokaiseen vaiheeseen yksityiskohtaisesti ja niihin sisällytettiin tiedonsiirtoja kuvasta kuvaan. Lopuksi työssä on yhteenveto, jossa tarkasteltiin tavoitteita ja tuloksia.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että työn tavoite saavutettiin. Työn tilaajalle saatiin tehtyä suunnitelma aikaan perustuvasta ohjauksesta, sekä valmistettua ohjeet, joita voidaan käyttää Diyfoxin käyttöliittymän ohjeistuksessa. Tulevaisuus näyttää, kuinka hyvin työn tavoite on onnistunut.

Avainsanat Diyfox, käyttöliittymä, esineiden internet, MQTT

Sivut 33 sivua ja liitteitä 10 sivua

---

The aim of this thesis was to make deployment instructions for two IoT devices in Diyfox's user interface. The smart plug Shelly Plug S and the air quality meter Airthings View Plus were chosen as the IoT devices examined in this thesis. The goal for the deployment instructions was that they include the integration of IoT devices into Diyfox's user interface, the control of the smart plug using electricity spot price, and the connection of data from IoT devices to the Diyfox user interface dashboard. In addition, the goal of this thesis was to design a time-based control that utilizes the cheapest hourly electric spot price. The thesis was commissioned by Fluentscale OY, the owner of Diyfox.

The theory part of this thesis examines the Internet of Things, which was limited to IoT devices, data transfer techniques and IoT platforms. The theory section also examines electricity spot prices from Finland's point of view. The theory section is based on e-books, e-articles and other online sources. Following the theory section, this thesis examines the functions of Diyfox's user interface. Source information was provided by an expert from Fluentscale OY.

Next, this thesis the goals of this thesis and the IoT devices for which the instructions are made. After that, this thesis developed deployment instructions for the smart plug and the air quality meter and planned the time control using the electricity spot price. Detailed deployment instructions for each step and including visual instructions for data transfer. Finally, the goals and results of the thesis are examined in the summary.

As a conclusion, it can be stated that the goal of the thesis was achieved. A plan for time-based control was made for the thesis commissioner, as well as instructions for the Diyfox user interface. The future will show how well the goals of this thesis will have been achieved.

Keywords Diyfox, user interface, internet of things, MQTT

Pages 33 pages and appendices 10 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Esineiden internet .....	2
2.1	IoT-laitteet.....	3
2.2	IoT-laitteiden kommunikointi .....	4
2.3	Linkkikerros .....	6
2.4	IoT-alustat .....	9
3	Pörssisähkö.....	9
3.1	Nord Pool .....	10
3.2	Sähkömarkkinat .....	10
3.3	Pörssisähkön hinta .....	12
3.4	Pörssisähkön hinta tiedot ENTSO-E:ltä .....	12
4	Diyfox.....	13
4.1	Käyttöliittymä.....	13
4.1.1	Dashboards.....	15
4.1.2	Metrics .....	15
4.1.3	Devices .....	16
4.1.4	Alerts .....	17
4.1.5	Setting .....	17
4.2	Rajapinnat ja REST API dokumentaatio .....	18
5	Työn tavoite ja IoT-laitteet, joille ohjeet tehdään.....	18
5.1	Shelly Plug S .....	19
5.2	Airthings View Plus.....	19
6	Ohjeet IoT-laitteille ja aikaohjaus pörssisähkön hinnalla.....	20
6.1	Shelly Plug S:n ohjeen suunnittelu.....	21
6.2	Shelly Plug S:n ohje Diyfoxin käyttöliittymään .....	21
6.3	Airthings View Plus:an ohjeen suunnittelu .....	25
6.4	Airthings View Plus:an ohje Diyfoxin käyttöliittymään .....	26
6.5	Aikaohjaus pörssisähkön hinnalla .....	27
7	Yhteenveto .....	29
	Lähteet.....	31

## **Kuvat, taulukot ja kaavat**

Kuva 1. Esineiden internet kuluttajan näkökulmasta (Kapersky, n.d.).....	2
Kuva 2. Yleisiä IoT-protokollia. Kuvaa muokattu (Airtel, 2022).....	4
Kuva 3. Tiedonsiirtotekniikoiden ominaisuuksia (Telenor, n.d.).....	8
Kuva 4. Sähkömarkkinoiden aikajana (Fingrid, n.d.).....	11
Kuva 5. Vuorokauden sähkön spot-hinta (Vattenfall, n.d.).....	12
Kuva 6. Diyfoxin käyttöliittymän kojelaudat sivu (Diyfox, n.d.).....	14
Kuva 7. Diyfoxin käyttöliittymän sähkön spot-hinta sivu (Diyfox, n.d.).....	16
Kuva 8. Aikaohjaus pörssisähkön hinnalla.....	28

## **Liitteet**

Liite 1	Shelly Plug S:n ohje Diyfoxin käyttöliittymään
Liite 2	Airthings View Plus:san ohje Diyfoxin käyttöliittymään

## 1 Johdanto

Sähkön hinta on kallistunut tuntuvasti lähiaikoina. Kuluttajan kannalta sähkön halvin hinta saavutetaan käyttämällä pörssisähköä silloin kun se on halpaa. Pörssisähkön halvan hinnan mukainen ohjaus sähkölaitteelle on edullisin vaihtoehto. Rakennuksen lämmittäminen pörssisähkön hinnalla ohjatulla sähkölaitteella alentaa sähkölaskun hintaa, mutta kannattaa huomioida, että rakennuksen lämmittäminen alentaa sisäilman kosteusprosenttia. Kosteusprosentin ja sisäilman laadun tarkastaminen on tärkeää, koska huono sisäilma voi aiheuttaa terveyshaittoja. Sisäilman laatu saadaan selville Ilmanlaatumittarilla ja ilmanlaatumittarin tiedot ilmanlaadusta tulisi olla helppoa tarkastaa.

Työn tilaaja on Fluentscale OY, joka on kehittänyt Diyfox palvelun. Työn tilaaja tarvitsee Diyfoxin käyttöliittymään ohjeita, joiden avulla käyttäjä pystyisi käyttämään IoT-laitteita käyttöliittymästä. Ohjeiden tulisi tehdä käyttöliittymästä käyttäjäystävällisempi ja työn valmistuttua tilaajan on mahdollista saada tyytyväisempiä käyttäjiä Diyfoxin käyttöliittymään.

Työn tavoitteena on tehdä Diyfoxin käyttöliittymään käyttönoton ohjeet etäohjattavalle pistorasialle Shelly Plug S:lle ja ilmanlaatumittarille Airthings View Plus:lle. Käyttönoton ohjeiden avulla käyttäjän tulisi pystyä integroimaan IoT-laitteet Diyfoxin käyttöliittymään, ohjaamaan etäohjattavaa pistorasiaa pörssisähkön hinnalla ja saada liitettyä ilmanlaatumittarin tiedot ilmanlaadusta käyttöliittymän kojetauluun. Lisäksi työn tavoitteena on suunnitella aikaan perustuva ohjaus, joka hyödyntää vuorokauden halvimpia tunteja pörssisähkön hinnasta.

Opinnäytetyön luvut 2 ja 3 ovat teorialukuja, joiden tarkoitus on antaa lukijalle tietopohjaa luvun 2 esineiden internetistä, joka on rajattu yleisesti käytössä oleviin IoT-laitteisiin, tiedonsiirtotekniikoihin ja IoT-alustoihin, sekä luvun 3 pörssisähköstä, joka on rajattu Suomen näkökulmaan. Luvussa 4 perehdytään Diyfoxin käyttöliittymän toimintoihin. Luvussa 5 on työn tavoite ja IoT-laitteet, joille ohjeet tehdään. Luvussa 6 on työn suunnittelu ja toteutus. Lopuksi luvussa 7 on yhteenveto työstä. Työn lähdemateriaalina on käytetty e-kirjoja, sähköisiä artikkeleita ja muita internet-lähteitä, sekä asiantuntijahaastattelua.



## 2.1 IoT-laitteet

IoT-laite on rakennettu yhdistelmistä erilaisia ominaisuuksia. Laitteen käyttötarkoitus määrää mitä yhdistelmiä käytetään. Jokainen laite on yhteydessä verkkoon ja laite joko lähettää dataa, vastaanottaa dataa tai tekee kumpaakin. IoT-laitteita ovat: (Azure, n.d.)

- Toimilaitteet, jotka suorittavat fyysisiä toimia saatuaan käskyn ohjauskeskukselta.
- Anturit, jotka havaitsevat ympäristönsä muutokset ja lähettävät tietonsa verkkoon.
- Sulautetut järjestelmät, jotka ovat mikrokontrolleri- tai mikroprosessoripohjaisia järjestelmiä. Niillä hallitaan tiettyjä toimintoja isommassa järjestelmässä ja ne sisältävät ohjelmisto- ja laitteistokomponentteja. Mikrokontrollerilla tarkoitetaan mikrosirulle upotettua pientä tietokonetta, joka sisältää suorittimen, sekä RAM eli Random Access Memory muistia ja ROM eli Read Only Memory muistia. Mikroprosessorilla tarkoitetaan pelkästään suoritinta.
- Älykkäät laitteet, joilla tarkoitetaan laitteita mitkä pystyvät yhdistämään, sisältävät mikrokontrollerin ja ne kykenevät laskemaan.
- Muut kuin tietokonelaitteet mitkä pystyvät yhdistämään ja lähettämään dataa, mutta eivät pysty laskemaan. (Azure, n.d.)

IoT-laitteiden käyttäjät voidaan jaotella kolmeen eri luokkaan, joita ovat kuluttaja-, teollinen- ja kaupallinen luokka. Kuluttaja luokan IoT-laitteilla tarkoitetaan laitteita, jotka ovat yhteydessä internetiin ja näitä laitteita ovat esimerkiksi älytelevisiot, puhelimet ja etäohjattavat pistorasiat. Teollisen luokan IoT-laitteilla tarkoitetaan teollisuuden laitteita, jotka ovat yhteydessä toisiinsa ja internetiin. Tyypillisiä teollisen luokan IoT-laitteita ovat koneet, jotka toimittavat anturitietonsa verkkoon ja toimivat verkon kautta saaduilla käskyillä. Kaupallisen luokan IoT-laitteilla tarkoitetaan yritys käyttöön suunnattuja laitteita, jotka ovat yhteydessä internetiin. Tyypillisillä kaupallisen luokan IoT-laitteilla voidaan huolehtia kokouspaikan valaistuksesta ja huonelämpötilasta. Jokaisella luokalla on oma käyttötarve IoT-laitteen suorittamaan tehtävään, mutta jokainen IoT-laite jokaisella luokalla on yhteydessä verkkoon. (Balas ym., 2019, s. 357)



## 2.2 IoT-laitteiden kommunikointi

IoT-laitteet lähettävät ja vastaanottavat datansa IoT-protokollien avulla. IoT-laitteiden erilaiset käyttötarkoitukset on otettava huomioon IoT-protokollien suunnittelussa. IoT-protokollat voidaan jakaa neljään eri kerrokseen, joita ovat sovelluskerros, kuljetuskerros, verkkokerros ja linkkikerros. Kuvassa 2 esitellään yleisiä IoT-protokollia jaettuna neljään eri kerrokseen. (Azure, n.d.; Airtel, 2022)

Kuva 2. Yleisiä IoT-protokollia. Kuvaa muokattu (Airtel, 2022).

<u>Sovelluskerros</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• HTTP (Hypertext Transfer Protocol)</li> <li>• MQTT (MQ Telemetry Transport)</li> <li>• WebSocket</li> <li>• CoAP (Constrained Application Protocol)</li> </ul>	
<u>Kuljetuskerros</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TCP (Transmission Control Protocol)</li> <li>• UDP (User Datagram Protocol)</li> </ul>	
<u>Verkkokerros</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IPv4 (Internet Protocol version 4)</li> <li>• IPv6 (Internet Protocol version 6)</li> </ul>	
<u>Linkkikerros</u>	
<u>Matkapuhelinverkot</u>	<u>LPWAN (Low Power Wide Area Network)</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2G</li> <li>• 3G</li> <li>• 4G</li> <li>• 5G</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LoRa</li> </ul>
<u>Mesh-verkot</u>	<u>LAN/PAN (Local Area Network)/(Personal Area Network)</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zigbee</li> <li>• Z-Wave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bluetooth</li> <li>• BLE (Bluetooth Low Energy)</li> <li>• Wi-Fi</li> <li>• Wi-Fi Halow</li> </ul>

Sovelluskerros määrittää miten tiedot lähetetään verkon kautta. Sovelluskerros toimii joissakin IoT-protokollissa käyttöliittymänä käyttäjän ja IoT-laitteen välillä. Sovelluskerroksen yleisesti käytettyjä protokollia ovat: (Azure, n.d.)

- HTTP on viestintäprotokolla, jota WWW (World Wide Web) palvelimet ja selaimet käyttävät tiedonsiirtoon. HTTP:n toiminta perustuu asiakkaan pyyntöön ja palvelimen vastaukseen. Yhteyksien luomiseen se käyttää TCP:tä.
- WebSocket on tiedonsiirtoprotokolla, joka on suunniteltu web-palvelimelle ja verkkoselaimille. Se tarjoaa yhdellä TCP-yhteydellä kaksisuuntaisen tiedonsiirron. WebSocket:illa saadaan reaaliaikainen tiedonsiirto.
- MQTT on IBM:än suunnittelema kevyt viestintäprotokolla. Sen toiminta perustuu tilaaja-, julkaisija- ja välittäjämalliin. MQTT on suunniteltu IoT-laitteille ja se kuluttaa vain vähän akkua. Yhteyksien luomiseen se käyttää TCP/IP-protokollaa. MQTT:n viestin laatu voidaan valita kolmesta vaihtoehdosta, joita ovat enintään kerran, vähintään kerran ja täsmälleen kerran. Huonoin laatutaso on enintään kerran valinnassa, jossa viesti toimitetaan kerran ilman vahvistusta. Toiseksi parhain laatutaso on vähintään kerran valinnassa, jossa viesti lähetetään niin moneen kertaan, että viestin toimituksesta saadaan vahvistus. Parhain laatutaso on täsmälleen kerran valinnassa, jossa viesti toimitetaan täsmälleen kerran kättely prosessin avulla.
- CoAP (Constrained Application Protocol) on sovelluskerroksen protokolla, joka on erikoistunut IoT-laitteille, jotka ovat rajoitettuja virrankäytöstä, laskentatehosta ja verkkoyhteydestä. CoAP:n toiminta perustuu asiakkaan pyyntöön ja palvelimen vastaukseen. Yhteyksien luomiseen CoAP käyttää UDP:tä (User Datagram Protocol). (Xiao, 2018, ss. 35–38)

Sovelluskerroksen yksi käytetyin protokolla on HTTP menetelmänä REST (Representational State Transfer) API (Application Programming Interface). API on joukko sääntöjä, jotka määrittelevät, kuinka sovellukset tai laitteet voivat muodostaa yhteyden ja kommunikoida keskenään. REST on arkkitehtuurinen tyyli kommunikointiin sovellusten ja laitteiden välillä. REST API:t kommunikoivat HTTP-pyyntöjen kautta suorittaakseen tietokantatoimintoja. Esimerkiksi REST API käyttää GET-pyyntöä tietueen hakemiseen, POST-pyyntöä tietueen

luomiseen, PUT-pyyntöä tietueen päivittämiseen ja DELETE-pyyntöä tietueen poistamiseen. (IBM, n.d.)

Kuljetuskerroksen tehtävänä on ohjata dataa ja huolehtia virheiden käsittelystä. Yleisiä kuljetuskerroksen protokollia ovat TCP ja UDP. TCP on käytetyin protokolla internet yhteyksissä. Se pystyy hajottamaan suuren tietojoukon pienempiin paketteihin ja kokoamaan ne uudelleen. TCP/IP-protokollat ovat tärkeimpiä protokollia tiedonsiirrossa. UDP-protokolla toimii IP:n päällä ja sen tiedonsiirtonopeus on parempi verrattuna TCP:hen. UDP-protokollaa käytetään sovelluksiin, jotka tarvitsevat häviötöntä tiedonsiirtoa. (Azure, n.d.; Airtel, 2022)

Verkkokerroksen tehtävänä on tiedon siirtäminen lähdeverkosta kohdeverkkoon. Yleisiä verkkokerroksen protokollia ovat IPv4 ja IPv6. IP-protokollat lähettävät tietoja paketeissa ja niitä kaksi eri versiota. Ensimmäinen versio on IPv4, joka on käytössä useissa IoT-protokollissa ja toinen versio on kehittyneempi IPv6. Linkkikerros on esitelty seuraavassa kappaleessa 2.3. (Azure, n.d.; Airtel, 2022)

### **2.3 Linkkikerros**

Linkkikerroksella tarkoitetaan IoT-verkkoja ja tiedonsiirtotekniikoita, joilla IoT-laitteet saadaan yhdistettyä palvelimille tai toisiin laitteisiin. IoT-laitteet käyttävät yleensä langatonta viestintäteknikkaa ja joissakin tapauksissa langallista viestintäteknikkaa esimerkiksi Ethernet. IoT-verkon valinta tehdään käyttötapauksen mukaan. IoT-verkot luokitellaan neljään luokkaan ja niitä ovat matkapuhelin-, LPWAN-, LAN/PAN- ja Mesh-verkot. (Agnihotri, n.d.)

Matkapuhelinverkkoja ovat 2G, 3G, 4G ja 5G. Matkapuhelinverkoilla saavutetaan suuri kantavuus ja tiedonsiirtonopeus verrattuna muihin langattomiin verkkoihin.

Matkapuhelinverkkojen suuret käyttökustannukset, sekä suuri virrankulutus ovat huomioitava tätä verkkoa valitessa. Matkapuhelinverkkojen muutamia yleisiä käyttökohteita ovat mobiililaitteet, autot, terveydenhuollon infrastruktuuri, teollisuusautomaatio ja videovalvonta. (Agnihotri, n.d.)

LPWAN-verkot ovat langattomia alueverkkoja, joilla on suuri kantavuus. Verkot kuluttavat vain vähän virtaa, mutta niiden tiedonsiirtonopeus on pieni. LPWAN-verkkoja on lisensoituja ja lisensoimattomia. Yleisiä verkon käyttökohteita ovat koneiden välinen viestintä ja akkukäyttöiset laitteet. LPWAN-verkot kuluttavat laitteen akkua todella vähän ja laite voi toimia vuosia lataamatta akkua. (Agnihotri, n.d.)

LAN/PAN-verkoilla tarkoitetaan lähiverkkoa LAN ja henkilökohtaista alueverkkoa PAN. Verkoilla on pieni kantavuus, mutta silti verkot kykenevät suureen tiedonsiirtonopeuteen ja niillä on suuri kaistanleveys. Verkkoja käytetään yleensä rakennusten sisällä tai kun kantavuutta ei tarvita paljoa. (Agnihotri, n.d.)

Mesh-verkoilla on lyhyt kantama, mutta ne pystyvät jakamaan verkkoa IoT-laitteista. Verkko on energiatehokas, joten laitteen akut voivat kestää jopa vuosia lataamatta. Mesh-verkot soveltuvat parhaiten rakennuksen sisälle, niin teollisuudessa kuin kotonakin. Yleisimpiä tiedonsiirtotekniikoita pienimmästä kantavuudesta suurimpaan ovat: (Agnihotri, n.d.)

- Bluetooth toimii PAN-verkossa ja sen tiedonsiirto on nopeaa, mutta kantama on lyhyt.
- Bluetooth Low Energy toimii PAN-verkossa. Sen virrankulutus on todella vähäistä ja sitä on edullinen käyttää, mutta kantama on lyhyt.
- Wi-Fi toimii LAN-verkossa. Wi-Fi tarjoaa edullisen käyttökustannuksen ja suuren tiedonsiirtonopeuden, mutta sen energiankulutus on suurta ja kantama on lyhyt.
- Zigbee toimii mesh-verkossa. Se kuluttaa vähän virtaa, mutta siinä on lyhyt kantama ja sen tiedonsiirtonopeus on aika heikko.
- Z-Wave toimii mesh-verkossa. Se käyttää matalataajuisia radioaaltoja, jotka kuluttavat vähän energiaa kommunikoidessaan toisiin laitteisiin.
- Wi-Fi 6E toimii LAN-verkossa. Siinä on noin kilometrin kantama ja se läpäisee rakenteet hyvin. Verkossa on hyvä tiedonsiirtonopeus ja vähäinen virran kulutus verrattuna perinteiseen Wi-Fi:in.
- 5G toimii matkapuhelinverkossa ja sen todella pieni latenssi, sekä suuri tiedonsiirtonopeus tekevät siitä nopeimman langattoman viestintäteknikan. Sen kantama on hyvä, mutta energian kulutus suurta.

- 4G toimii matkapuhelinverkossa. Sen latenssi on pieni, siinä on suuri tiedonsiirtonopeus ja sen kantama on hieman parempi kuin 5G:ssä.
- LoRa toimii lisensoimattomassa LPWAN-verkossa. Sen energiankulutus on niin vähäistä, että laitteet voivat toimia jopa 10 vuotta akkua lataamatta. LoRa:n kantama on todella hyvä, mutta sen tiedonsiirtonopeus on heikko. (Agnihotri, n.d.; Collin & Saarelainen, 2016, s.172)

Lyhyen kantaman pienitehoiset tiedonsiirtotekniikat sopivat toimistoihin, koteihin ja pieniin tiloihin. Ne käyttävät yleensä paristoja ja ovat edullisia käyttää. Pitkän kantaman tiedonsiirtotekniikat soveltuvat kohteisiin missä tiedonsiirto matka on pitkä, mutta ne ovat kalliimpia käyttää kuin lyhyen kantaman. Kuvassa 3 on tekniset näkökohdat ja kaupalliset näkökohdat eri tiedonsiirtotekniikoista. Tiedonsiirtotekniikat on ryhmitelty eri IoT-verkkoihin. Tiedonsiirtotekniikoiden ominaisuuksien tasoa kuvataan väreillä, joita ovat punainen, keltainen ja vihreä. Punainen tarkoittaa matalaa, keltainen tarkoittaa keskitasoa ja vihreä tarkoittaa korkeaa. (Azure, n.d.)

Kuva 3. Tiedonsiirtotekniikoiden ominaisuuksia (Telenor, n.d.).

Technical considerations	Traditional cellular				Cellular LPWA		Proprietary LPWA		Short Range			
	2G	3G	4G	5G	LTE-M	NB-IoT	Sigfox	LoRa	Wi-SUN	Wi-Fi	ZigBee	Bluetooth LE
Outdoor device radio range	>10km	>10km	>10km	500m – 10km	>10km	>15km	>15km	>10km	2-3km	<=250m	<300m	<100m
Indoor coverage	Medium	Low	Medium	Low	Medium	High	High	High	High	High	High	High
Energy efficiency	2-5 years	<10 days	<10 days	<10 days	~10 years	~10 years	10-20 years	10-20 years	~10 years	<10 days	6-12 months	~10 years
Typical uplink data rate	50 kbps	1 Mbps	10 Mbps	25-500 Mbps	1 Mbps	20 kbps	100 bps	25 kbps	300 kbps	<600 Mbps	250 kbps	1 Mbps
Typical downlink data rate	Low	High	Very high	Very high	Medium	Low	Limited downlink	Low in Class A	Low	Very high	Low	Low
Mobility	Very high	Very high	Very high	Very high	High	Medium	Very low	Low	Low	Low	Low	Very low
Positioning	High	Very high	Very high	Very high	Very high	High	Very low	Low	Low	Medium	Medium	Medium
Latency	500-1000 ms	200 ms	100 ms	1 ms	10-15 ms	1.6-10 s	>10 s	>10 s	20 ms	8-36 ms	<30 ms	3 ms
Device density	Medium	Medium	Medium	High	High	High	High	High	High	Low	Medium	High
Commercial considerations	Traditional cellular				Cellular LPWA		Proprietary LPWA		Short Range			
	2G	3G	4G	5G	LTE-M	NB-IoT	Sigfox	LoRa	Wi-SUN	Wi-Fi	ZigBee	Bluetooth LE
Module cost	Medium	High	High	Very High	Low	Low	Very Low	Low	Medium	Medium	Low	Very low
Subscription cost	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes/No	No	No	No	No
Deployment & maintenance cost	Very low	Very low	Very low*	Very low*	Very low	Very low	Very Low	Low	Medium	High	Medium	Very low
Reliability	High	High	High	Very High	High	Medium	Low	Low	Medium	Medium	Medium	Medium
Security	Medium	High	Very high	Very high	High	High	Low	Low	Medium	Medium	Medium	Low
Scalability	High	High	High	Very high	High	Very high	Medium	Medium	Very High	Low	Medium	Low

## 2.4 IoT-alustat

IoT-alusta yhdistävät IoT-laitteita IoT-protokollien avulla ohjelmiin ja käyttöliittymiin. IoT-alustat tarjoavat ratkaisun tiedonkeräämiseen, tietoturvaan, laitehallintaan, analysointiin, sovellusten käyttöönottoon ja konfigurointiin, sekä yhteyden muodostamisen paikan päällä olevalle palvelimelle tai pilveen. IoT-alustan palveluntarjoajia on monta sataa ja sen takia IoT-alustalle ei ole tarkkaa määritelmää. Yleisesti käytössä olevia IoT-alustoja ovat: (Azure, n.d.; Avsystem, 2019)

- IBM Watson IoT on pilvipohjainen alusta. Se käyttää tekoälyä ja toimii kysymysten vastauskoneena.
- Eclipse IoT on avoimen lähdekoodin alusta, joka tarjoaa pilvialustojen, yhdyskäytävien ja IoT-laitteiden rakentamiseen tarvittavaa teknologiaa.
- AWS (Amazon Web Services) IoT-alusta tarjoaa suojattua viestintää AWS:n ja IoT-laitteiden välillä. Alustan rajapintoina toimivat MQTT, HTTP ja WebSocket IoT-protokollat.
- Microsoft Azure IoT Suite on pilvialusta, joka voidaan integroida järjestelmiin ja sovelluksiin. Alustan rajapintoina toimivat MQTT, HTTP ja AMQP (Advanced Message Queuing Protocol) IoT-protokollat.
- Google Cloud IoT-alusta hyödyntää koneälyä, analytiikkaa ja verkkomittakaavaista prosessointia. Alustan pieni viive saavutetaan Google:n laajalla kuituverkolla. (Xiao, 2018, ss. 41–45)

IoT-alustojen ominaisuudet vaihtelevat paljon ja samoin kohteet missä niitä käytetään. Kuitenkin IoT-alustat sisältävät yleensä IoT-pilviyhdyskäytävän, pilvi-infrastruktuurin, ohjelmointirajapinnat, laitehallinnan ja kolmannen osapuolen sovellusintegraatiot. (Azure, n.d.)

## 3 Pörssisähkö

Suomessa puhuttaessa pörssisähköstä tarkoitetaan sähköä, jonka hinta määräytyy Nord Pool:in sähköpörssissä. Pörssisähkön hinnasta käytetään nimeä spot-hinta, eli tuntikohtainen

hinta. Spot-hinta määräytyy Nord Pool:in sähköpörssissä seuraavan vuorokauden jokaiselle tunnille. Hinnat julkaistaan joka päivä klo 13:30. (Sähkön-hinta, n.d.-a)

Suomessa sähkön hinnan ja sähkön siirtohinnan lisäksi maksetaan veroja sähkönkulutuksen mukaan. 1 sähköveroluokkaan kuuluvat kotitaloudet, maataloussektori, julkinen sektori ja palvelutoiminnot. 1 sähköveroluokan sähkövero on 2,253 snt/kWh. 2 sähköveroluokkaan kuuluvat yli 5 megawatin konesalit, ammattimainen kasvihuoneviljely, teollisuus ja kaivostoiminta. 2 sähköveroluokan sähkövero on 0,05 snt/kWh ja lisäksi huoltovarmuusmaksu on 0,013 snt/kWh. Sähköveron lisäksi maksetaan arvonlisäveroa, joka on 24 prosenttia. Arvonlisäveron hinta lasketaan sähköenergiasta, sähköverosta ja sähkönsiirrosta. (Valtiovarainministeriö, n.d.; Kirkko-Jaakkola, 2022)

### **3.1 Nord Pool**

Vuonna 1996 perustettiin Norjan ja Ruotsin yhteinen sähköpörssi Nord Pool ASA. Vuonna 1998 Suomi liittyi Nord Pool ASA:an ja samana vuonna Nord Pool avasi toimiston Tanskaan. Vuosien kuluessa monet eri maat liittyivät Nord Pool:in sähköpörssiin. (Nord Pool, n.d.-a)

Nykyään Nord Pool on Euroopan sähkömarkkina johtaja. Markkinoilla käy kauppaa Pohjoismaat, Baltia, Iso-Britannia, Keski-Länsi-Eurooppa ja Puola. Yhteensä mukana on 20 maata ja 360 yritystä. Nord Pool:in markkinoita hoidetaan toimistoissa Helsingissä, Tukholmassa, Osllossa, Lontoossa, Berliinissä ja Tallinnassa. Euronext omistaa Nord Pool:sta 66 prosenttia ja TSO Holding 34 prosenttia. (Nord Pool, n.d.-b)

### **3.2 Sähkömarkkinat**

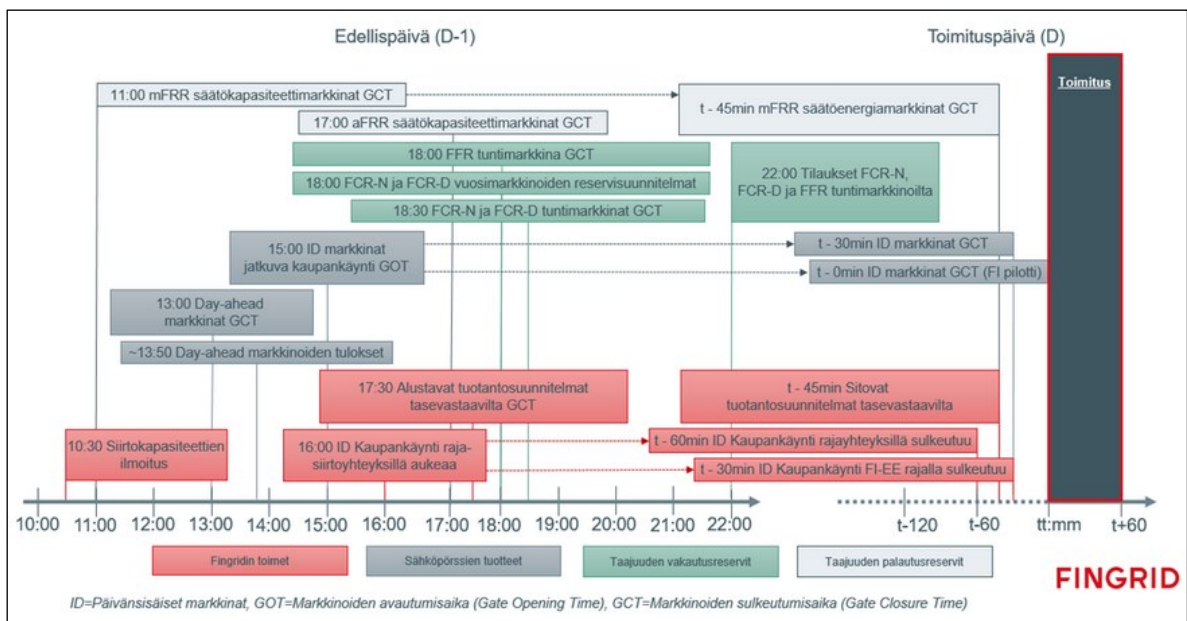
Vuorokausimarkkinoilla käydään kauppaa seuraavan vuorokauden jokaisesta tunnista joka päivä. Markkinatoimijat arvioivat sähkön kulutuksena ja tuotantonsa seuraavalle päivälle. Toimijat antavat tarjouksensa sähköpörssiin klo 13 mennessä huutokauppaa varten. Sähköpörssissä lasketaan sähkönhinta jokaiselle tunnille kysynnän ja tarjonnan perusteella, mutta myös siirtokapasiteetti vaikuttaa hintaan. Suomi kuuluu omaan tarjousalueeseen. (Fingrid, n.d.)

Päivänsisäisillä markkinoilla markkinatoimijoilla on mahdollisuus ostaa tai myydä sähköä. Äkillinen sähkön myymisen tai ostamisen tarve voi aiheutua säätilanteesta, siirtolinjan vaurioitumisesta ja muista mahdollista ongelmista. Päivänsisäiset markkinat avataan vuorokausimarkkinoiden jälkeen ja ne toimivat tuntitasolla. Päivänsisäiset markkinat sulkeutuvat Suomessa 0 minuuttia ennen toimitustuntia. (Fingrid, n.d.)

Säätösähkömarkkinat ovat pohjoismaisten kantaverkkoyhtiöiden ylläpitämiä. Säätösähkömarkkinoilla tarkoitetaan säätöenergiamarkkinoita, jolla Fingrid varmistaa tasapainon kulutuksen ja tuotannon suhteen. Säätösähkötarjouksia annetaan tehotasapainon mukaisesti ja tarjoukset on annettava 45 minuuttia ennen käyttötuntia. (Fingrid, n.d.)

Fingrid ylläpitää reservimarkkinoita säätökapasiteetille, taajuudenvakausreserveille, ja automaattiselle taajuudenpalautusreserville. Markkinoiden lisäksi Fingrid täyttää varavoimailaitoksilla häiriöreservi velvoitteensa. Suomen sähkön toimintavarmuuden turvaa tehoreservijärjestelmä, joka on suunniteltu kattamaan tilanne, missä sähkön kulutus ylittää sähkön hankinnan. Kuvassa 4 on sähkömarkkinoilla tapahtuvat toimet edelliseltä päivältä ja toimituspäivältä aikajanana. (Fingrid, n.d.)

Kuva 4. Sähkömarkkinoiden aikajana (Fingrid, n.d.).



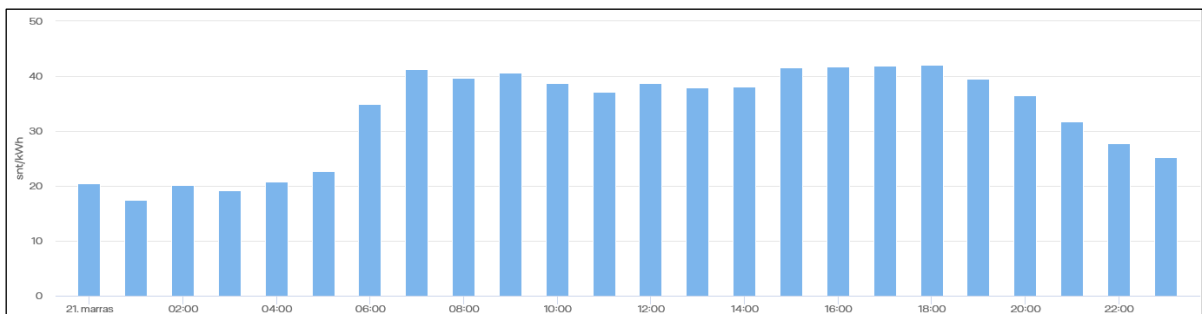


### 3.3 Pörssisähkön hinta

Pörssisähkön hinta Suomessa määräytyy Suomen, Tanskan, Norjan ja Ruotsin markkina-alue hintaan perustuen. Hinta muodostuu kysynnän ja tarjonnan perusteella, mutta siihen vaikuttaa myös monet muut eri tekijät. Päästöoikeuksien sääntely vaikuttaa hintaan, koska pörssisähköä tuotetaan tuulivoimalla, vesivoimalla, ydinvoimalla, kivihieillä, öljyllä ja maakaasulla. (Sähkön-hinta, n.d.-b)

Sääolosuhteet vaikuttavat pörssisähkön hintaan. Kova tuulinen sää alentaa hintaa, koska tuulivoima tuottaa silloin paljon sähköä ja vastaavasti tyyni kylmä pakkaskeli nostaa hintaa. Sateilla on myös vaikutus hintaan, koska vesivoimalat tarvitsevat vettä, jotta ne voivat tuottaa sähköä. Pääsääntöisesti pörssisähkön hinta on alhaisempi yöllä ja korkeampi päivällä johtuen kulutuksesta. Kuvassa 5 esitellään sähkön tyypillinen spot-hinta vuorokauden tunneille 21.11.2022. Kuvan spot-hinta sisältää sähkö energian hinnan, sähkön arvolisävero hinnan ja Vattenfall:in marginaalin hinnan. (Sähkön-hinta, n.d.-b)

Kuva 5. Vuorokauden sähkön spot-hinta (Vattenfall, n.d.).



### 3.4 Pörssisähkön hinta tiedot ENTSO-E:ltä

ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) on Euroopan siirtoverkkojen haltioiden yhteistyöjärjestö. Siirtoverkkojen haltioita on 39 ja ne toimivat 35 eri maassa. ENTSO-E yhteistyöjärjestön tehtävänä on varmistaa sähköjärjestelmän turvallisuus ja toiminta Euroopassa, sekä kehittää sähkömarkkinoiden toimintaa.

Yhteistyöjärjestöllä on tavoitteena saada Euroopasta ilmastoneutraali tulevaisuudessa.  
(ENTSO-E, n.d.-a)

ENTSO-E tarjoaa markkinointitietoalustan, josta saadaan haettua tietoa sähkön hinnoista, siirroista, kulutuksesta ja tuotannosta Euroopan alueella. Rajapintana datan hakemiseen toimii RESTful (Representational State Transfer) API (Application Programming Interface). Haluttuja tietoja voidaan hakea kahdella tavalla ja ne saadaan XML (Extensible Markup Language) -muodossa. Ensimmäinen tapa on käyttää HTTP GET-pyyntöä, jolloin parametrit ovat osa URI (Uniform Resource Identifier) -merkkijonoa. Toinen tapa on käyttää POST-pyyntöä, jolloin parametrit sisällytetään pyynnön runkoon. Markkinointitietoalustan data on vapaasti käytössä ja sitä voidaan hyödyntää sovelluksissa. Alustan datan käyttämiseen tarvitaan käyttäjätunnuksen tekeminen ja sisään kirjautuminen. (Fingrid, 2016; ENTSO-E, n.d.-b)

## **4 Diyfox**

Diyfox on alusta, jossa on käyttöliittymä. Diyfoxin käyttöliittymällä hallitaan IoT-laitteita. Laitteista saadulla datalla tehdään näkymiä, ohjauksia ja toimintoja. Laitteisiin pystytään myös lähettämään dataa, mikä ohjaa niiden toimintaa. Käyttöliittymää käytetään selaimesta. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

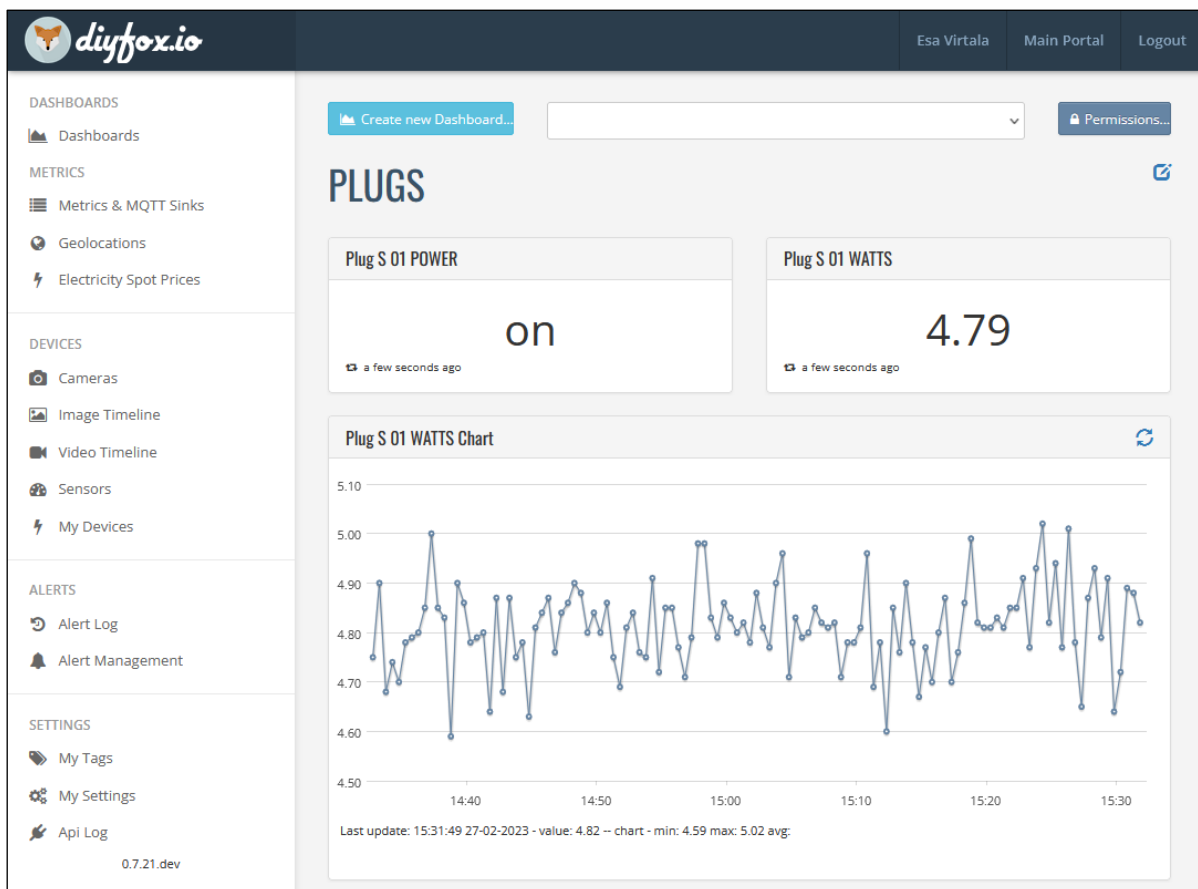
Diyfoxin omistaja on Fluentscale OY, joka on kehittänyt Diyfox alustan ja käyttöliittymän. Diyfoxin tekeminen on alkanut 2020 ja jatkuu edelleen. Se on suunniteltu yksityisille ja yrityksille. Diyfoxia ei ole vielä julkaistu. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

### **4.1 Käyttöliittymä**

Käyttöliittymän päävalikko aukeaa sisään kirjautumisen jälkeen vasemmalle palkkiin. Valikkojen aihealueet ovat dashboards (kojelaudat), metrics (metriikat), devices (laitteet), alerts (hälytykset) ja settings (asetukset). Jokaiseen aihealueeseen sisältyy yksi tai useampi vaihtoehto. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

Dashboards aihealueeseen kuuluu valintapainike dashboards. Metrics aihealueeseen kuuluu valintapainikkeet metrics & MQTT sinks (metriikat & MQTT sinks), geolocations (maantieteelliset sijainnit) ja electricity spot prices (sähkön spot-hinta). Devices aihealueeseen kuuluu valintapainikkeet cameras (kamerat), image timeline (kuvan aikajana), video timeline (videon aikajana), sensors (sensorit) ja my devices (laitteeni). Alerts aihealueeseen kuuluu valintapainikkeet alert log (hälytysloki) ja alert management (hälytysten hallinta). Settings aihealueeseen kuuluu valintapainikkeet my tags (tunnisteeni), my settings (asetukseni) ja API log (API loki). Valintapainiketta painamalla haluttu sivu aukeaa. Kuvassa 6 on Diyfoxin käyttöliittymän kojelaudat sivu, joka aukeaa sisään kirjautumisen jälkeen. Kuvaan on aukaistu yksi tehty kojelauta, jossa on Shelly Plug S:n tiedot kulutuksesta ja tilasta päivämäärältä 27.2.2023. Lisäksi kuvassa 6 nähdään käyttöliittymän toiminnot vasemmalla palkissa. Kuvaan 6 ei ole lähdettä, koska Diyfoxia ei ole vielä julkaistu. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

Kuva 6. Diyfoxin käyttöliittymän kojelaudat sivu (Diyfox, n.d.).



#### 4.1.1 Dashboards

Dashboards sivulla tehdään haluttuja näkymiä IoT-laitteiden arvoista ja toiminnoista.

Näkymistä voidaan seurata laitteen arvoja tai ohjata sitä. Näkymiä voidaan tehdä muustakin halutusta informaatiosta esim. kellonajasta ja hälytyksistä. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

Toimintoja ja näkymiä ovat clock (kello), alerts, chart (kaavio), gauge (mittari), label (etiketti), map (kartta), MQTT label (MQTT etiketti), slider (liukusäädin), toggle (kytkin) ja markdown (kuvauskieli). Dashboard:eja voidaan tehdä monta erilaista ja eri tarkoitukseen, sekä niitä pystytään jakamaan myös muille, tai olla jakamatta. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

#### 4.1.2 Metrics

Metrics & MQTT sinks sivulta nähdään kaikkien IoT-laitteiden tuoma metriikka Diyfoxiin.

Metriikka voi olla lämpötila, paine, kosteus, tai mikä tahansa arvo, minkä laite lähettää. Uusi metriikka ja metriikan uusi arvo lisääntyvät automaattisesti sivulle, kun laitteesta saatu data ohjataan Diyfoxiin. MQTT sinks työkalulla tehdään MQTT viestistä metriikka Diyfoxissa, jonka jälkeen viestin historia tiedot ovat saatavilla. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

Geolocations sivulle on tulevaisuudessa tarkoitus rakentaa laitteen sijainnin osoitus kartalta.

Laitteen gps pisteelle voidaan antaa sijainti millä alueella laitteen tulisi olla. Sijainti alue voidaan määritellä kartalla ja jos laite poistuu halutulta alueelta antaa Diyfox hälytyksen. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

Electricity spot prices sivulla on esitettynä pörssisähkön hinta ilman marginaalia ja veroja.

Sivun kaikki hintaa koskevat arvot ovat senttejä. Pörssisähkön hinta nähdään kaaviossa vähintään vuorokauden ajalta. Seuraavan päivän pörssisähkön hinta päivittyy sivulle joka päivä noin klo 15.00, jolloin kaavion aikajana pitenee. Hintaa esitellään myös arvoina. Sivulla on mahdollista tehdä IoT-laitteelle pörssisähkön hinnan perusteella toimiva ohjaus. Kuvassa

7 on Diyfoxin käyttöliittymän electricity spot prices sivu päivämäärältä 9.1.2023. Kaavion pystyakselilla on hinta ja vaaka-akselilla aika. Ympyrä merkitsee pörssisähkön hintaa, joka on voimassa tunnin ajan ennen seuraavaa ympyrää, josta alkaa uusi hinta. Punainen viiva osoittaa hinnankehityksen. Kaavion näyttämästä ajasta esitellään pörssisähkön nykyinen hinta, alin hinta, korkein hinta ja hinnan keskiarvo. Vihreästä painikkeesta kuvan oikeassa alareunassa saadaan luotua uusi ohjaus pörssisähkön hinnalla. Kuvaan 7 ei ole lähdeä, koska Diyfoxia ei ole vielä julkaistu. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

Kuva 7. Diyfoxin käyttöliittymän sähkön spot-hinta sivu (Diyfox, n.d.).



### 4.1.3 Devices

Image timeline ja video timeline näyttävät cameras sivulle tehtyyn kameraan lähetettyjä kuvia ja videoita käyttäjän haluamista lähteistä. Kuvia ja videoita voidaan jakaa myös

eteenpäin. Esimerkiksi cameras sivulle luodaan uusi riistakamera ja riistakameran ottamat kuvat lähetetään sähköposti viestinä cameras sivulle luotuun riistakameraan, jonka jälkeen riistakameran ottamat kuvat näkyvät image timeline:ssä. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

Sensors sivulle käyttäjä luo uuden sensorin ja yhdistää IoT-laitteensa lähettämät arvot sensoriin. Arvot voidaan yhdistää dashboard:iin, josta niitä on helppo tulkita. My devices sivu toimii samalla tavalla kuin sensors sivu. Lisänä my devices sivulla nähdään kaikki laitteet, sensorit ja kamerat mitkä käyttäjä on tehnyt. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

#### **4.1.4 Alerts**

Alert managemet sivulla tehdään hälytyksiä. Hälytyksiä voidaan tehdä metriikan arvosta ja kuvista. Hälytykselle tehdään sääntöjä, jos säännön haluttu raja-arvo ylitetään tai alitetaan, niin siitä saadaan hälytys. Hälytyksen ilmoittamiseen vaihtoehtoina ovat sähköposti-, sähkö- tai tekstiviesti. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

Alert log sivulla nähdään aktivoituneet hälytykset. Saadusta hälytyksestä nähdään aika, hälytyksen nimi ja viesti, josta nähdään aktivoitumisen syy. Hälytys voidaan kuitata vastaanotetuksi kuittaus painikkeella. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

#### **4.1.5 Setting**

My tags sivulle voidaan luoda erilaisia laitteiden kokonaisuuksia, joka nopeuttaa käyttöä, jos laitteita on paljon. My settings sivulta nähdään master API key, master API key qrcode ja influxdb. Lisäksi sivulla on Airthings osio, jota käytetään Airthings laitteiden integroimisessa Diyfoxiin. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

API log sivulta nähdään kaikki API toiminnot, jotka on tehty master API key:llä. Toiminnoista näkyvät päivämäärä, kellonaika, menetelmä, tila, API ja kesto. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

## 4.2 Rajapinnat ja REST API dokumentaatio

Diyfox alustan rajapintoja ovat HTTP menetelmänä REST API ja MQTT. Jokaiselle lisätylle laitteelle muodostuvat omat API diyfox-devicedid (laitteentunnus), API diyfox-devicedkey (laitteen avain), MQTT device key ja MQTT device secret (salasana) tunnukset. IoT-laite integroidaan Diyfoxiin käyttäen API tunnuksia tai MQTT tunnuksia. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

REST API dokumentaatiosta löytyvät ohjeet, kuinka käyttää Diyfoxin rajapintoja. Diyfoxin REST API dokumentaation avulla käyttäjän on mahdollista tehdä enemmän asioita, kuin käyttöliittymästä. Dokumentaatio löytyy my settings sivun linkistä. (Fluentscale OY, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2022)

## 5 Työn tavoite ja IoT-laitteet, joille ohjeet tehdään

Työn päätavoitteena on tehdä käyttöönotto ohjeet kahdelle IoT-laitteelle, joita käytetään Diyfoxin käyttöliittymästä. Aloituspalaverissa päätettiin IoT-laitteet, joille ohjeet tehdään. IoT-laitteiksi valikoitui etäohjattava pistorasia Shelly Plug S ja ilmanlaatumittari Airthings View Plus.

Etäohjattavan pistorasian Shelly Plug S:n ohjeen tavoitteena on opastaa käyttäjää integroimaan pistorasia Diyfoxin käyttöliittymään ja tekemään pistorasialle pörssisähkön hintaan tai aikaan perustuva ohjaus. Ohjausvalinnan jälkeen käyttäjä voi liittää pistorasian tiedon kulutuksesta ja tilasta Diyfoxin käyttöliittymän kojetauluun. Sähkölaitteiden ohjaus pörssisähkön halvan hinnan mukaan alentaa sähkölaskun hintaa.

Ilmanlaatumittarin Airthings View Plus ohjeen tavoitteena on opastaa käyttäjää integroimaan ilmanlaatumittari Diyfoxin käyttöliittymään ja liittämään ilmanlaatumittarin

lähettämä data Diyfoxin käyttöliittymän kojetauluun. Ilmanlaatumittarin lähettämää dataa voidaan tarkastella Diyfoxin käyttöliittymästä vaivattomasti.

Lisäksi tavoitteena on suunnitella aikaohjaus pörssisähkön hinnalla, jossa käyttäjä valitsee, kuinka monta tuntia sähkölaite on päällä vuorokaudessa. Sähkölaite ohjataan päälle vuorokauden pörssisähkön hinnan halvimmillä tunneilla valitun tuntimäärän mukaan. Aikaan perustuvalla ohjauksella sähkölaite saadaan pidettyä päällä halutun ajan vuorokaudesta. Tämän tyyppinen ohjaus soveltuu esimerkiksi lämminvesivaraajalle, jolle riittää yleensä noin 8 tuntia päällä oloajaksi vuorokaudessa. Varaajan vettä saadaan lämmitettyä vuorokauden halvimmillä pörssisähkön hinnan tunneilla, joka säästää rahaa.

## 5.1 Shelly Plug S

Shelly Plug S on etäohjattava pistorasia, joka ohjaa sähkölaitetta päälle ja pois päältä. Shelly Plug S:ä käytetään asentamalla se normaalin pistorasian ja sähkölaitteen pistokkeen välille. Sillä voidaan käyttää sähkölaitteita, joiden teho on enintään 2500 wattia. Shelly Plug S:ssä on paljon erilaisia ominaisuuksia, joita ovat esimerkiksi fyysinen painike tilan hallintaan, yllämpötilan suojaus, ylikuormitussuojaus ja tehon mittaus. (Shelly, n.d.-a)

Shelly Plug S pistorasia yhdistetään Wi-Fi verkkoon, josta sitä voidaan hallita Shelly Cloud sovelluksella, sekä se on yhteensopiva Google Assistant:in, Android:in, iOS:n ja Amazon Alexa:n kanssa. Pistorasian tiedonsiirtoon käytetään MQTT-, CoAP- ja REST API-protokollaa. Shelly Plug S pistorasian käyttäessä MQTT:tä Shelly Cloud poistuu käytöstä. MQTT aiheiden avulla voidaan ohjata pistorasiaa, sekä saada siltä tietoja. Shelly Plug S pistorasian käyttämät MQTT aiheet ovat tilan ilmoitus, välitön virrankulutus watteina, kulutettu energiamäärä watti minuutteina, ylikuormitustilan arvo watteina, komento päälle tai pois päältä, laitteen sisäinen lämpötila ja ilmoitus, jos laite on ylikuumentunut. (Shelly, n.d.-a; Shelly, n.d.-b)

## 5.2 Airthings View Plus

Airthings View Plus on ilmanlaatumittari, jolla saadaan laajasti tietoa sisäilman laadusta. Siinä on 2,9 tuuman ePaper (sähköpaperi) näyttö, jossa on 296128 pikseliä. Käyttäjä voi



valita ilmanlaatumittarissa näytettävän arvon. Ilmanlaatumittari ilmoittaa sisäilman laadun, kun sen edessä heilauttaa kättä. Ilmanlaatumittari toimii paristoilla tai USB-liitännällä. Käytettäessä paristoja toiminta-aika on enintään 2 vuotta. USB-liitäntää käyttäessä Airthings View Plus toimii yhdyskäytävänä muille Airthings laitteille. Airthings View Plus tunnistaa sisäilman laadusta 7 ominaisuutta, joita ovat: (Airthings, n.d.-a)

- Radon
- Pienhiukkaset (PM2.5)
- Hiilidioksidi
- Ilmankosteus
- Lämpötila
- Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)
- Ilmanpaine

Airthings View Plus yhdistetään Wi-Fi verkkoon, josta sitä voidaan hallita Airthings-sovelluksella, sekä se on yhteensopiva Google Assistant:in, Amazon Alexa:n ja IFTTT:n kanssa. Lisäksi Airthings View Plus:an tiedonsiirto onnistuu kolmannen osapuolen API ohjelmointirajapinnan kautta. (Airthings, n.d.-a; Airthings, n.d.-b)

## **6 Ohjeet IoT-laitteille ja aikaohjaus pörssisähkön hinnalla**

Tässä luvussa on työn suunnittelu ja toteutus. Luvussa on ensimmäisenä etäohjattavan pistorasian Shelly Plug S:n ohjeen suunnittelu ja ohje Diyfoxin käyttöliittymään. Sen jälkeen on ilmanlaatumittarin Airthings View Plus:an ohjeen suunnittelu ja ohje Diyfoxin käyttöliittymään. Ohjeet on tarkoitettu luettavaksi yhtä aikaa liitteiden kanssa kahdesta eri ikkunasta.

Viimeisenä luvussa on aikaohjaus pörssisähkön hinnalla. Aikaohjaus pörssisähkön hinnalla tarkoittaa aikaan perustuvaa ohjausta, joka hyödyntää vuorokauden halvimpia tunteja pörssisähkön hinnasta.

## 6.1 Shelly Plug S:n ohjeen suunnittelu

Etäohjattavan pistorasian Shelly Plug S:n ohjeen suunnittelu pörssisähkön hinnalla ohjaukseen Diyfoxin käyttöliittymässä alkoi Shelly sovelluksen lataamisella. Shelly:n sovelluksen kautta Shelly Plug S:än käyttöönotto oli hidasta, joten tarvittiin uusi suunnitelma nopeampaa käyttöönottoa varten. Käyttöohjeista ja internetistä löytyi nopeampi tapa käyttöönottoon. Nopeampi tapa oli yhdistää yhdyskäytävän Wi-Fi suoraan Shelly Plug S:än luomaan Wi-Fi verkkoon, jonka jälkeen Shelly Plug S:ä voitiin hallita käyttöohjeesta saadulla osoitteella verkkokäyttöliittymässä. Seuraavaksi Shelly Plug S liitettiin yhdyskäytävän Wi-Fi verkkoon, jonka jälkeen Shelly Plug S:n IP osoite haettiin yhdyskäytävän tiedoista verkkokäyttöliittymän käyttämistä varten. Shelly Plug S:n integrointi Diyfoxiin tehdään verkkokäyttöliittymässä ottamalla MQTT käyttöön ja lisäämällä siihen Diyfoxissa tehdyn laitteen tiedot. Ohjetta suunniteltiin niin, että ensimmäisenä Shelly Plug S:stä luodaan laite Diyfoxin käyttöliittymässä, jonka jälkeen ohjeissa olisi Shelly Plug S:n käyttöönotto ja integroiminen käyttöliittymään.

Diyfoxin käyttöliittymässä Shelly Plug S:lle valitaan ohjaus kahdesta ohjaus vaihtoehdosta, jotka hyödyntävät pörssisähkön halpaa hintaa. Shelly Plug S liitetään haluttuun ohjaukseen ja ohjaukselle annetaan tiedot, joiden mukaan ohjaus toimii. Ohjetta suunniteltiin niin, että ohjauksen tekemisestä ja vaihtoehdoista olisi kuvaus sanallisesti. Lisäksi molemmista ohjauksista tehtäisiin esimerkit ja ne liitettäisiin kuvana ohjeisiin. Lopuksi Shelly Plug S:n kulutuksen ja tilan tiedot liitetään Diyfoxin käyttöliittymän kojetaululle. Ohjetta suunniteltiin niin, että se sisältäisi sanallisen kuvauksen ja esimerkit kuvana.

## 6.2 Shelly Plug S:n ohje Diyfoxin käyttöliittymään

Etäohjattavan pistorasian Shelly Plug S:n ohje Diyfoxin käyttöliittymään on seitsemän sivuinen. Ensimmäisenä on Shelly Plug S:n integrointi Diyfoxin käyttöliittymään. Seuraavana on Shelly Plug S:n ohjaus pörssisähkön hinnalla. Lopuksi on Shelly Plug S:n kulutuksen ja tilan liittäminen kojetaululle. Ohje on liitetty seitsemään liitteeseen ja kommentoitu liite kerrallaan.

Liitteessä 1/1 ovat askeleet 1–6. Ennen ensimmäistä askelta ohjeessa on sisällysluettelo, jossa on viisi vaihetta ja yksi lisätietoja osa. Ensimmäinen vaihe on valmistelee Diyfox ja siihen kuuluvat askeleet 1–3. Askel 1 opastaa käyttäjän Diyfoxin käyttöliittymässä my devices sivulle ja napauttamaan luo uusi laite kohtaa. Askel 2 ohjaa käyttäjää lisäämään Shelly Plug S laitteensa my devices sivulle. Askel 3 neuvoo käyttäjälle, mistä lisätyn laitteen MQTT tietoikkuna saadaan avattua ja käyttäjälle ilmoitetaan, että MQTT tietoikkunan tietoja käytetään myöhemmissä askeleissa. Askeleessa 3 on pieni painikkeen kuva, joka opastaa käyttäjää MQTT tietoikkunan löytämisessä. Lisäksi askeleen 3 alapuolella on kuva lisätystä laitteesta my devices sivulla, jonka tarkoitus on näyttää käyttäjälle lisätty laite ja laitteen rivillä oleva MQTT tietoikkunan painike. Toinen vaihe on määritä Shelly Plug S ja siihen kuuluvat askeleet 4–10. Askel 4 ohjaa käyttäjää laittamaan Shelly Plug S:n pistorasiaan. Askel 5 opastaa käyttäjän liittymään Shelly Plug S:n luomaan Wi-Fi verkkoon. Askel 6 opastaa käyttäjän Shelly Plug S:n verkkokäyttöliittymään.

Liitteessä 1/2 ovat askeleet 7–9. Askel 7 opastaa käyttäjän Shelly Plug S:n verkkokäyttöliittymässä sivulle ja kohtaan, missä Shelly Plug S voidaan yhdistää Wi-Fi:in. Sen jälkeen käyttäjää ohjataan liittämään Shelly Plug S Wi-Fi:in. Askeleen 7 alapuolella on kuva Shelly Plug S:n verkkokäyttöliittymän kohdassa, jossa Wi-Fi liityntä tehdään. Kuvan tarkoitus on varmistaa, että käyttäjä löytää oikean paikan Wi-Fi tietojen liittämiseen. Askel 8 opastaa käyttäjää etsimään Shelly Plug S:n IP osoitetta yhdyskäytävän tiedoista ja kirjoittamaan IP osoitteen selaimen osoitekenttään siirtyäkseen Shelly Plug S:n verkkokäyttöliittymään yhdyskäytävän kautta. Askel 9 opastaa käyttäjän siirtymään Shelly Plug S:n verkkokäyttöliittymässä lisäasetukset ja kehittäjän asetukset valikkoon. Askeleen 9 alapuolella on kuva Shelly Plug S:n verkkokäyttöliittymän sivusta ja kohdasta, mistä käyttäjä pääsee lisäasetukset ja kehittäjän asetukset valikkoon. Lisäksi kuvaan on lisätty vihreät pallot oikean sivun ja valikon kohdalle, mihin käyttäjän tulee siirtyä. Kuvan tarkoitus on avustaa käyttäjää siirtymään oikeaan valikkoon.

Liitteessä 1/3 ovat askeleet 10–12. Askel 10 opastaa käyttäjää Shelly Plug S:n integroimisessa Diyfoxin käyttöliittymään. Askeleen 10 alapuolella on kaksi kuvaa, joista vasemmanpuoleinen kuva on Shelly Plug S:n verkkokäyttöliittymän MQTT:n käyttöönotto kohdasta ja oikeanpuoleinen kuva on Diyfoxin käyttöliittymään lisätyn laitteen MQTT

tietoikkunasta. Kuvissa on esitetty erivärisillä pallo pareilla MQTT käyttöönotto tietojen liittäminen oikeanpuoleisesta kuvasta vasemmanpuoleiseen kuvaan. Lisäksi oikeanpuoleisen kuvan alareunassa ilmoitetaan, että violettiä palloa käytetään lisätyn laitteen MQTT etuliitteestä myöhemmissä vaiheissa. Lisätyn laitteen MQTT etuliite toimii Shelly Plug S:n yksilöllisenä osoitteena Diyfoxin käyttöliittymässä. Kuvien ja pallojen tarkoitus on varmistaa, että käyttäjä liittää oikeat tiedot oikeaan paikkaan. Ohjeessa esiintyviä violetteja palloja ei kommentoida jatkossa. Kolmas vaihe on Shelly plug S:n ohjaus ja siihen kuuluvat askeleet 11–12. Askel 11 ohjaa käyttäjän Diyfoxin käyttöliittymässä electricity spot prices sivulle ja napauttamaan luo uusi spot-automaatti kohtaa. Askeleen 11 alapuolella käyttäjälle on ilmoitettu, että sivulla 4 ovat esimerkit hinnalla ohjaamiseen ja ajalla ohjaamiseen. Ilmoituksen tarkoituksena on ilmoittaa käyttäjälle ennen spot-automaatin luomista, että spot-automaatin luomiseen on esimerkit. Askel 12 opastaa käyttäjää spot-automaatin käyttöönotossa. Ensimmäisenä käyttäjän tulee antaa ohjaukselleen nimi, jonka jälkeen käyttäjän on kirjoitettava ohjeen mukaiset tiedot lisätyn laitteen MQTT etuliitteellä MQTT aiheeseen. MQTT aiheeseen kirjoitetulla viestillä Shelly Plug S:n kytkintoiminto otetaan käyttöön. Käyttäjälle ilmoitetaan kahdesta eri ohjaus vaihtoehdosta ja niiden toiminnasta on selitetty ohjeessa. Käyttäjän on valittava ohjauksensa ja määrättävä raja-arvot ohjaukselleen. Käyttäjän on kirjoitettava ohjeen mukaiset viestit viestikenttiin. Viestit ohjaavat Shelly Plug S:ä päälle ja pois päältä. Lopuksi käyttäjä ohjataan tallentamaan spot-automaatilla tehdyn ohjauksen ja käyttäjälle ilmoitetaan, että laitetta ohjataan pörssisähkön hinnan mukaan.

Liitteessä 1/4 on askeleen 12 esimerkit. Ensimmäisenä on esimerkki hinnalla ohjaamiseen. Esimerkin ohjaus ohjaa laitteen päälle, kun hinta on alle 10 senttiä ja kun hinta on yli 10 senttiä ohjaus ohjaa laitteen kiinni. Hinnalla ohjauksen käyttöönottaminen muodostaa käyttäjälle ohjauksen tiedot electricity spot prices sivulle. Toisena on esimerkki ajalla ohjaamiseen. Esimerkin ohjaus ohjaa laitteen päälle halvimmilla 8 tunnin hinnoilla vuorokaudessa. Ajalla ohjauksen käyttöönottaminen muodostaa käyttäjälle ohjauksen tiedot electricity spot prices sivulle.

Liitteessä 1/5 on neljäs vaihe, joka on seuranta kojelaudan MQTT etiketistä ja siihen kuuluvat askeleet 1–7. Askeleissa on pieniä kuvia Diyfoxin käyttöliittymän dashboards sivun painikkeista. Pienien kuvien tarkoitus on varmistaa, että käyttäjä valitsee oikean painikkeen.

Askel 1 ohjaa käyttäjän Diyfoxin käyttöliittymässä dashboards sivulle ja käyttäjälle annetaan tehtäväksi luoda uusi kojelauta. Askel 2 ohjaa käyttäjää avaamaan luodun kojelaudan ja napauttamaan muokkaustilan käyttöönotto painiketta. Askel 3 opastaa käyttäjää lisäämään MQTT etiketin. Askel 4 ohjaa käyttäjää napauttamaan MQTT etiketistä konfigurointia. Askeleen 4 alapuolella käyttäjälle on ilmoitettu, että askeleen 7 jälkeen on esimerkki kulutuksen seurannasta ja tilan seurannasta. Ilmoituksen tarkoituksena on, että käyttäjä voi ottaa mallia esimerkeistä. Askel 5 opastaa käyttäjää Shelly Plug S:n kulutustiedon liittämässä MQTT etikettiin. Käyttäjälle ilmoitetaan, että tässä askeleessa käytetään MQTT aihetta, joka raportoi hetkellisen virrankulutuksen watteina. Ensimmäisenä käyttäjän tulee antaa nimi otsikkoon, joka näytetään MQTT etiketissä. Sen jälkeen käyttäjä ohjataan kirjoittamaan ohjeen mukaiset tiedot lisätyn laitteen MQTT etuliitteellä MQTT aiheeseen. Lopuksi käyttäjä ohjataan ottamaan MQTT etiketti käyttöön ja tallentamaan muutokset dashboards sivulta. Käyttäjälle ilmoitetaan, että kulutus näytetään watteina ja se päivitetään puolen minuutin välein. Askel 6 ohjaa käyttäjää luomaan uuden MQTT etiketin ja napauttamaan MQTT etiketistä konfigurointia. Askel 7 opastaa käyttäjää Shelly Plug S:än tilan liittämässä MQTT etikettiin. Käyttäjälle ilmoitetaan, että tässä askeleessa käytetään MQTT aihetta, joka raportoi laitteen tilan. Ensimmäisenä käyttäjän tulee antaa nimi otsikkoon, joka näytetään MQTT etiketissä. Sen jälkeen käyttäjä ohjataan kirjoittamaan ohjeen mukaiset tiedot lisätyn laitteen MQTT etuliitteellä MQTT aiheeseen. Lopuksi käyttäjä ohjataan ottamaan MQTT etiketti käyttöön ja tallentamaan muutokset dashboards sivulta. Käyttäjälle ilmoitetaan, että tila päivittyy puolen minuutin välein. Askeleen 7 alapuolella on esimerkit kulutuksen seurannan ja tilan seurannan tekemisestä MQTT etiketissä. Sen jälkeen on kuva kulutuksesta ja tilasta kojelaudalla.

Liitteestä 1/6 alkaa viides vaihe, joka on seuranta kojelaudan kaaviosta ja siihen kuuluvat askeleet 1–7. Askeleissa on pieniä kuvia Diyfoxin käyttöliittymän dashboards sivun painikkeista. Pienien kuvien tarkoitus on varmistaa, että käyttäjä valitsee oikean painikkeen. Askel 1 ohjaa käyttäjän Diyfoxin käyttöliittymässä metrics & MQTT sinks sivulle ja napauttamaan luo uusi MQTT sink kohtaa. Askel 2 ohjaa käyttäjän tekemään MQTT sink:in. MQTT sink tallentaa MQTT viestejä, jonka jälkeen viestistä saadaan historia tiedot. Käyttäjälle ilmoitetaan, että tässä askeleessa käytetään MQTT aihetta, joka raportoi hetkellisen virrankulutuksen watteina. Ensimmäisenä käyttäjälle annetaan ohje metriikan

nimen luomiseen ja käyttäjälle ilmoitetaan, että luotua nimeä käytetään myöhemmässä vaiheessa. Sen jälkeen käyttäjä ohjataan kirjoittamaan ohjeen mukaiset tiedot lisätyn laitteen MQTT etuliitteellä MQTT aiheeseen ja naputtamaan tallenna. Askeleen 2 alapuolella on kuva täytetystä MQTT sink ikkunasta ja sen tarkoitus on avustaa käyttäjää täyttämään ikkunan tiedot. Askel 3 opastaa käyttäjän dashboards sivulle ja luomaan uuden kojelaudan tai käyttämään olemassa olevaa kojelautaa. Askel 4 ohjaa käyttäjää avaamaan kojelaudan ja napauttamaan muokkaustilan käyttöönotto painiketta. Askel 5 opastaa käyttäjää lisäämään kaavion. Askel 6 ohjaa käyttäjää napauttamaan kaavion konfigurointia. Askeleen 6 alapuolella käyttäjälle on ilmoitettu, että sivulla 7 on esimerkki kulutuksen seurannasta. Ilmoituksen tarkoituksena on, että käyttäjä voi ottaa mallia esimerkistä. Askel 7 opastaa käyttäjää Shelly Plug S:n kulutustiedon liittämiseen kaavioon. Ensimmäisenä käyttäjä ohjataan antamaan nimi otsikkoon kulutuksen seuranta varten. Sen jälkeen käyttäjää ohjataan metriikan nimen annossa ja historian määrässä. Lopuksi käyttäjä ohjataan ottamaan kaavio käyttöön ja tallentamaan muutokset dashboards sivulta. Käyttäjälle ilmoitetaan, että kulutus näytetään watteina ja se päivitetään puolen minuutin välein.

Liitteessä 1/7 on askeleen 7 esimerkki ja lisätietoja osa. Esimerkin ensimmäinen kuva on kulutuksen seurannan tekemisestä kaavio ikkunassa ja sen jälkeen on kuva kulutuksesta kojelaudalla. Lisätietoja osassa käyttäjälle on annettu internet osoitteet Shelly Plug S:n kotisivun ohjeisiin ja MQTT aiheet sivulle, josta löytyy Shelly Plug S:n kaikki MQTT aiheet.

### **6.3 Airthings View Plus:san ohjeen suunnittelu**

Ilmanlaatumittarin Airthings View Plus:san ohjeen suunnittelu arvojen liittamisestä kojetaululle alkoi lataamalla Airthings sovellus. Airthings View Plus:san käyttöönotossa seurataan Airthings sovelluksen ohjeita. Ohjetta suunniteltiin niin, että Airthings View Plus:san käyttöönotto ohjeet olisivat samanlaiset, kuin käyttöohjeissa.

Seuraavaksi Airthings View Plus integroidaan Diyfoxin käyttöliittymään API asiakas liitynnällä Airthings sovelluksessa. Ohjetta suunniteltiin niin, että se sisältäisi sanallisen selityksen ja kuvat integroinnin tekemisestä. Lopuksi Airthings View Plus:san metriikkojen arvot liitetään

Diyfoxin kojetaululle. Ohjetta suunniteltiin niin, että valittaisiin yksi metriikka, jonka arvot liitettäisiin kojetaululle.

#### **6.4 Airthings View Plus:san ohje Diyfoxin käyttöliittymään**

Ilmanlaatumittarin Airthings View Plus:san ohje Diyfoxin käyttöliittymään on kolme sivuinen. Ensimmäisenä on Airthings View Plus:san käyttöönotto ja seuraavana on integrointi Diyfoxiin. Lopuksi on metriikan arvon liittäminen kojelaudan kaavioon. Ohje on liitetty kolmeen liitteeseen ja kommentoitu liite kerrallaan.

Liitteessä 2/1 ovat askeleet 1–8. Ennen ensimmäistä askelta ohjeessa on sisällysluettelo, jossa on kolme vaihetta ja yksi lisätietoja osa. Ensimmäinen vaihe on aloitus ja siihen kuuluvat askeleet 1–2. Askel 1 opastaa käyttäjää lataamaan Airthings:in sovelluksen. Askel 2 opastaa käyttäjää Airthings View Plus:san käyttöönotossa. Toinen vaihe on Integraatio ja siihen kuuluvat askeleet 3–8. Askel 3 ohjaa käyttäjän kirjautumaan Airthings:in verkko kojelautaan. Askeleessa 3 on Airthings:in verkko kojelaudan osoite, jonka tarkoitus on, että käyttäjä pääsee kirjautumaan vaivattomasti Airthings:in verkko kojelautaan. Askel 4 opastaa käyttäjän Airthings:in verkko kojelaudassa API asiakkaan luontiin. Askeleen 4 alapuolella käyttäjälle on ilmoitettu, että sivulla 2 on esimerkki askeleisiin 5–8. Askel 5 ohjaa käyttäjää API asiakkaan luomisessa. Askel 6 opastaa käyttäjän uudella selaimella Diyfoxin airthings kohtaan. Askel 7 opastaa API asiakkaan tietojen liittämistä Diyfoxiin. Askel 8 ohjaa käyttäjää integroinnin viimeistelyssä. Lopuksi käyttäjälle ilmoitetaan, että integrointi on valmis.

Liitteessä 2/2 on esimerkki toisen vaiheen askeleihin 5–8 ja kolmannen vaiheen askeleet 9–14. Askeleiden 5–8 esimerkissä on kaksi kuvaa, joista vasemmanpuoleinen kuva on Airthings:in verkko kojelaudan API asiakas ikkuna ja oikeanpuoleinen kuva on Diyfoxin my settings sivun airthings osiosta. Kuvissa on esitetty erivärisillä pallo pareilla API asiakas tietojen liittäminen vasemmanpuoleisesta kuvasta oikeanpuoleiseen kuvaan. Esimerkin tarkoitus on ohjata käyttäjää oikeisiin valintoihin ja varmistaa, että käyttäjä liittää oikeat tiedot oikeaan paikkaan. Kolmas vaihe on arvot kojelautaan ja siihen kuuluvat askeleet 9–14. Askeleissa on pieniä kuvia Diyfoxin käyttöliittymän dashboards sivun painikkeista. Pienien

kuvien tarkoitus on varmistaa, että käyttäjä valitsee oikean painikkeen. Askel 9 ohjaa käyttäjän Diyfoxissa sivulle, jossa on käyttäjän Airthings View Plus:san metriikat. Käyttäjää ohjataan valitsemaan metriikka, jonka arvot liitetään kojelaudalle. Käyttäjälle ilmoitetaan, että ohjeessa on metriikkana lämpötila ja seuranta on kaaviosta. Askeleen 9 alapuolella käyttäjälle on ilmoitettu, että sivulla 3 on esimerkki lämpötilan seurannasta. Askel 10 opastaa käyttäjän dashboards sivulle ja luomaan uuden kojelaudan tai käyttämään olemassa olevaa kojelautaa. Askel 11 ohjaa käyttäjää avaamaan kojelaudan ja napauttamaan muokkaustilan käyttöönotto painiketta. Askel 12 opastaa käyttäjää lisäämään kaavion. Askel 13 ohjaa käyttäjää napauttamaan kaavion konfigurointia. Askel 14 opastaa käyttäjää Airthings View Plus:san lämpötila-arvojen liittämässä kaavioon. Ensimmäisenä käyttäjä ohjataan antamaan nimi otsikkoon lämpötilan seuranta varten. Sen jälkeen käyttäjä ohjataan antamaan metriikan nimi ja valitsemaan historian määrä.

Liitteessä 2/3 on vaiheen kolme loppuosa ja esimerkki. Sen jälkeen on lisätietoja osa. Vaiheessa kolme askeleen 14 lopuksi käyttäjä ohjataan ottamaan kaavio käyttöön ja tallentamaan muutokset dashboards sivulta. Käyttäjälle ilmoitetaan, että lämpötilan arvo päivitetään puolen tunnin välein. Lämpötilan seurannan esimerkissä on kaksi kuvaa, joista vasemmanpuoleinen kuva on metrics & MQTT sinks sivulta ja oikeanpuoleinen kuva on dashboards sivulta kaavio ikkunasta. Kuvissa on esitettyinä palloparilla metriikan nimen liittäminen vasemmanpuoleisesta kuvasta oikeanpuoleiseen kuvaan. Esimerkin tarkoitus on varmistaa, että käyttäjä liittää metriikan nimen oikeaan paikkaan. Viimeinen kuva on lämpötila kojelaudalla. Lisätietoja osassa käyttäjälle on annettu internet osoite Airthings View Plus:san käyttöohjeisiin.

## 6.5 Aikaohjaus pörssisähkön hinnalla

Aikaohjaus pörssisähkön hinnalla on suunniteltu niin, että käyttäjä voi valita montako tuntia IoT-laitetta pidetään päällä vuorokaudessa. Valitusta tuntimäärästä valitaan pörssisähkön hinnan mukaan halvimmat tunnit vuorokaudesta. Pörssisähkön vuorokauden tuntihinnat haetaan ENTSO-E:ltä ja rajapintana datan hakemiseen toimii RESTful API. Haluttuja tietoja voidaan hakea kahdella tavalla ja ne saadaan XML-muodossa. Ensimmäinen tapa on käyttää



HTTP GET-pyyntöä, jolloin parametrit ovat osa URI-merkkijonoa. Toinen tapa on käyttää POST-pyyntöä, jolloin parametrit sisällytetään pyynnön runkoon.

Tuntihinnat haetaan joka vuorokausi samaan aikaan, josta saadaan selville tulevat hinnat seuraaville 24 tunnille. ENTSO-E:ltä haetusta seuraavan 24 tunnin pörssisähkön hinnan datapaketista nähdään aika ja hinta jokaiselle tunnille. Datapaketti järjestetään hinnan mukaan pienimmästä suurimpaan. Käyttäjän valitsema tuntimäärä määrää datapaketista haettujen halvimpien tuntien määrän, jolla ohjataan IoT-laitetta. Käyttöön otetuissa tunneissa on tunti, milloin IoT-laite on päällä ja hinta kyseiselle tunnille. Kuvassa 8 on havainnollistettu Python ohjelmointikielellä aikaohjaus pörssisähkön hinnalla. Data on vuorokauden tunnit ja pörssisähkön hinta jokaiselle tunnille. Hinta\_jarjestys järjestää datan hinnat pienimmästä suurimpaan. Tunti\_maara tarkoittaa käyttäjän valitsemaa tuntimäärää. On tarkoittaa lopullista tulosta pörssisähkön hinnan järjestämisestä ja käyttäjän valitsemista tunneista. Terminal:sta nähdään lopputulos, jossa on 4 eri tuntia halvimmilla hinnoilla.

Kuva 8. Aikaohjaus pörssisähkön hinnalla.

```

1 Data = [{"tunti": 1,"hint": 23.45},
2 {"tunti": 2,"hint": 20.35},
3 {"tunti": 3,"hint": 19.50},
4 {"tunti": 4,"hint": 12.20},
5 {"tunti": 5,"hint": 36.50},
6 {"tunti": 6,"hint": 8.90},
7 {"tunti": 7,"hint": 10.20},
8 {"tunti": 8,"hint": 17.85},
9 {"tunti": 9,"hint": 25.40},
10 {"tunti": 10,"hint": 27.20},
11 {"tunti": 11,"hint": 19.30},
12 {"tunti": 12,"hint": 18.70},
13 {"tunti": 13,"hint": 35.60},
14 {"tunti": 14,"hint": 14.90},
15 {"tunti": 15,"hint": 17.60},
16 {"tunti": 16,"hint": 30.00},
17 {"tunti": 17,"hint": 20.00},
18 {"tunti": 18,"hint": -1.00},
19 {"tunti": 19,"hint": 15.00},
20 {"tunti": 20,"hint": 16.70},
21 {"tunti": 21,"hint": 18.30},
22 {"tunti": 22,"hint": 34.10},
23 {"tunti": 23,"hint": 27.10},
24 {"tunti": 24,"hint": 25.50}]
25
26 hinta_jarjestys = sorted(Data, key=lambda x: x["hint"])
27
28 tunti_maara = 4
29 on = (hinta_jarjestys[:tunti_maara])
30
31 print (on)

```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL

```

[{'tunti': 18, 'hint': -1.0}, {'tunti': 6, 'hint': 8.9}, {'tunti': 7, 'hint': 10.2}, {'tunti': 4, 'hint': 12.2}]

```

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön teorialukujen tavoitteena oli antaa lukijalle yleistä tietoa IoT-laitteista, tiedonsiirtotekniikoista, IoT-alustoista ja pörssisähköstä Suomen näkökulmasta katsottuna. Luvun 4 Diyfoxin tavoitteena oli antaa lukijalle yleistä tietoa Diyfoxin käyttöliittymän toiminnoista. Työn päätavoitteena oli tehdä Diyfoxin käyttöliittymään käyttöönoton ohje etäohjattavalle pistorasialle Shelly Plug S:lle, jonka avulla Shelly Plug S integroidaan Diyfoxin käyttöliittymään, Shelly Plug S:ä ohjataan pörssisähkön hinnalla ja Shelly Plug S:n tiedot kulutuksesta, sekä tilasta näytetään Diyfoxin kojetaululla. Työn toisena tavoitteena oli tehdä Diyfoxin käyttöliittymään käyttöönoton ohje ilmanlaatumittarille Airthings View Plus:lle, jonka avulla Airthings View Plus integroidaan Diyfoxin käyttöliittymään ja Airthings View Plus:san tiedot ilmanlaadusta näytetään Diyfoxin kojetaululla. Lisäksi työn tavoitteena oli suunnitella aikaan perustuva ohjaus, joka hyödyntää vuorokauden halvimpia tunteja pörssisähkön hinnasta.

Opinnäytetyön teorialuvut saatiin tehtyä ja ne antavat tietopohjaa työhön. Teorialukujen tekeminen oli mielenkiintoista, mutta aikaa vievää. Varsinkin esineiden internet aiheena oli todella laaja ja siitä etsittyä tietoa oli vaikea rajata. Aiheena pörssisähkö oli helpompi rajata Suomen näkökulmaan. Lopputuloksena teorialuvuissa saavutettiin tavoite, mutta tarkempi rajaus esineiden internetille olisi ollut tarpeen. Teorialukuja tehdessä opin eniten IoT-laitteiden kommunikoinnista ja siitä on varmasti hyötyä tulevaisuudessa. Diyfox-luku 4 saatiin tehtyä. Tietopohja Diyfoxiin saatiin Fluentscale OY:n asiantuntijalta. Tietopohjan avulla sain tuotettua luvun 4, jossa kerrotaan Diyfoxin käyttöliittymän toiminnoista.

Työssä onnistuttiin tekemään ohjeet Shelly Plug S:lle ja Airthings View Plus:lle. Ohjeet hyväksyttiin yhden korjaus kerran jälkeen. Ohjeet hyväksyi Fluentscale OY:n asiantuntija. Ohjeet suunniteltiin ja tehtiin yksityiskohtaisesti jokaiseen vaiheeseen, joilla tavoiteltiin mahdollisimman laajaa käyttäjäkuntaa. Ohjeet tehtiin sisältämään paljon kuvia ja tiedonsiirtoja kuvasta kuvaan, joiden tarkoituksena oli varmistaa tiedonsiirron onnistuminen. Ohjeiden suunnittelu ja tekeminen oli mielenkiintoista, mutta haastavaa. Suurin haaste oli kokemuksen puute ohjeiden tekemisestä. Lopputuloksena sain ohjeista mielestäni selkeät ja Fluentscale OY:n asiantuntijan palaute oli hyvää. Ohjeita on tarkoitus testata tulevaisuudessa

koehenkilöillä, jonka jälkeen ohjeita tai niiden osia tullaan luultavasti käyttämään Diyfoxin käyttöliittymän ohjeistuksessa.

Työssä onnistuttiin suunnittelemaan aikaan perustuva ohjaus, joka hyödyntää vuorokauden halvimpia tunteja pörssisähkön hinnasta. Suunnitelman perusteella Fluentscale OY:n asiantuntija teki ohjauksen Diyfoxin käyttöliittymään. Aikaan perustuvan ohjauksen suunnittelu oli tarpeellista, koska pörssisähkön hinta vaihtelee vuorokaudessa paljon ja esimerkiksi lämminvesivaraajan päälle ohjaaminen pörssisähkön hinnan halvimmilla vuorokauden tunneilla säästää rahaa. Lopputuloksena aikaan perustuvan ohjauksen suunnittelusta sain mielestäni hyvän ja tarpeellisen.

Lopuksi haluan kiittää työn tilaajaa Fluentscale OY:tä saamastani työn aiheesta. Osoitan suuren kiitoksen myös Fluentscale OY:n asiantuntijalle Ville Pirhoselle, joka toimi henkilökohtaisena tiedonantajana työssä. Lisäksi haluan kiittää Hämeen ammattikorkeakoulua, josta sain ohjeistusta opinnäytetyön tekemiseen.

## Lähteet

Agnihotri, N. (n.d.). *What are different types of IoT networks?*

<https://www.engineersgarage.com/types-of-iot-networks-cellular-lpwan-lan-mesh/>

Airtel. (17.2.2022). *Understanding the Logical and Physical Design of IoT.*

<https://www.airtel.in/blog/business/physical-and-logical-design-of-iot/>

Airthings. (n.d.-a). *View Plus.*

<https://www.airthings.com/en/view-plus>

Airthings. (n.d.-b). *Your sensors, your data.*

<https://www.airthings.com/business/api>

Avsystem. (12.2.2019). *What is an Internet of Things platform?*

<https://www.avsystem.com/blog/what-is-internet-of-things-platform/>

Azure. (n.d.). *IoT technologies and protocols.*

<https://azure.microsoft.com/en-us/solutions/iot/iot-technology-protocols/>

Balas, V., Kumar, R. & Srivastava, R. (2019). Home Automation Using IoT. *Recent Trends and Advances in Artificial Intelligence and Internet of Things* (ss. 343–388). Springer International Publishing AG.

<https://hamk.finna.fi/Record/vanaicat.135031>

Collin, J. & Saarelainen, A. (2016). Datasta älyä. Tietoliikenne. *Teollinen internet* (ss. 163–194). Talentum.

<https://hamk.finna.fi/Record/vanaicat.131412>

ENTSO-E. (n.d.-a). *ENTSO-E Mission Statement.*

<https://www.entsoe.eu/about/inside-entsoe/objectives/>

ENTSO-E. (n.d.-b). *Transparency Platform RESTful API - user guide*. Request methods.

[https://transparency.entsoe.eu/content/static\\_content/Static\\_content/web\\_api/Guide.html](https://transparency.entsoe.eu/content/static_content/Static_content/web_api/Guide.html)

Fingrid. (10.6.2016). *ENTSO-E:n transparensialustalla nyt avoin restful API -rajapinta*.

<https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2016/entso-en-transparensialustalla-nyt-avoin-restful-api--rajapinta/>

Fingrid. (n.d.). *Johdanto sähkömarkkinoihin*.

<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/markkinoiden-yhtenaisyys/johdanto-sahkomarkkinoihin/#sahkon-johdannaismarkkinat>

HQSoftware. (12.6.2018). *The History of IoT: a Comprehensive Timeline of Major Events, Infographic*.

<https://hqsoftwarelab.com/blog/the-history-of-iot-a-comprehensive-timeline-of-major-events-infographic/>

IBM. (n.d.). *What is a REST API?*

<https://www.ibm.com/topics/rest-apis>

Kaspersky. (n.d.). *Miksi kotiverkon IoT-tietoturva on tärkeä asia*.

<https://www.kaspersky.fi/resource-center/threats/secure-iot-devices-on-your-home-network>

Kirkko-Jaakkola, M. (11.4.2022). *Sähkölaskun verot – mitä maksat?*

<https://www.taloustaito.fi/Vero/sahkolaskun-verot--mita-maksat/#c2f862d7>

Living Internet. (n.d.). *The Internet Toaster*.

[https://www.livinginternet.com/i/ia\\_myths\\_toast.htm](https://www.livinginternet.com/i/ia_myths_toast.htm)

Nord Pool. (n.d.-a). *History*.

<https://www.nordpoolgroup.com/en/About-us/History/>

Nord Pool. (n.d.-b). *About us*.

<https://www.nordpoolgroup.com/en/About-us/>

Shelly. (n.d.-a). *Shelly Plug S*.

<https://kb.shelly.cloud/knowledge-base/shelly-plug-s#ShellyPlugS-Specification>

Shelly. (n.d.-b). *Shelly Plug/PlugS: MQTT*.

<https://shelly-api-docs.shelly.cloud/gen1/#shelly-plug-plugs-mqtt>

Sähkön-hinta. (n.d.-a). *Mitä on pörssisähkö ja miten se toimii?*

<https://www.sähkön-hinta.fi/porssisahko/>

Sähkön-hinta. (n.d.-b). *Kannattaako pörssisähkö 2023*.

<https://www.sähkön-hinta.fi/kannattaako-porssisahko/>

Telenor. (n.d.). *What is IoT connectivity?*

<https://iot.telenor.com/technologies/connectivity/>

Valtiovarainministeriö. (n.d.). *Energiaverotus*.

<https://vm.fi/energiaverotus>

Vattenfall. (n.d.). *Tuntispot-hinnat Sähköpörssissä*. Haettu 21.11.2022 osoitteesta

<https://www.vattenfall.fi/sahkosopimukset/porssisahko/tuntispot-hinnat-sahkoporssissa/>

Xiao, P. (2018). Introduction to Arm Mbed and IoT. IoT enabling Technologies. *Designing Embedded Systems and the Internet of Things (IoT) with the ARM Mbed* (ss. 31–45). John Wiley & Sons, Incorporated.


<https://hamk.finna.fi/Record/vanaicat.135501>

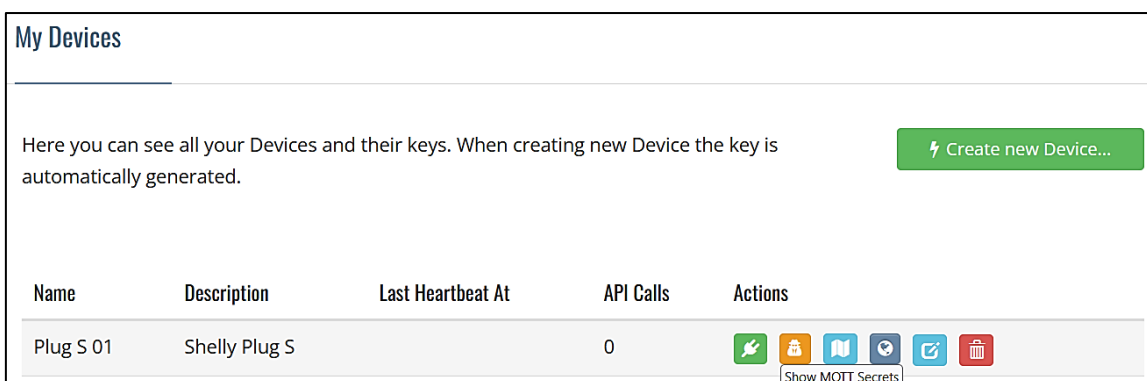
**Liite 1: Shelly Plug S:n ohje Diyfoxin käyttöliittymään**Controlling the Shelly Plug S at the electricity spot price and monitoring from the dashboard

## Contents

1. Prepare Diyfox.....	1
2. Configure Shelly Plug S.....	1
3. Control of Shelly Plug S.....	3
4. Monitoring from the dashboard MQTT label.....	5
5. Monitoring from the dashboard chart.....	6
6. For more documentation.....	7

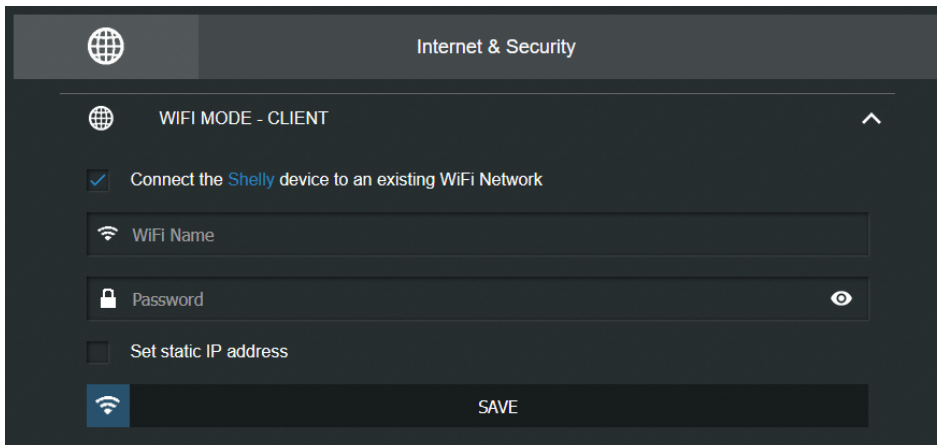
1. Prepare Diyfox

1. Navigate to diyfox.io my devices page and tap “Create new Device...”.
2. Give your Shelly Plug S a name and description, then tap save.
3. In the line of your plug, click on “Show MQTT Secrets”.  The device MQTT secrets window has information what will use later step.

2. Configure Shelly Plug S

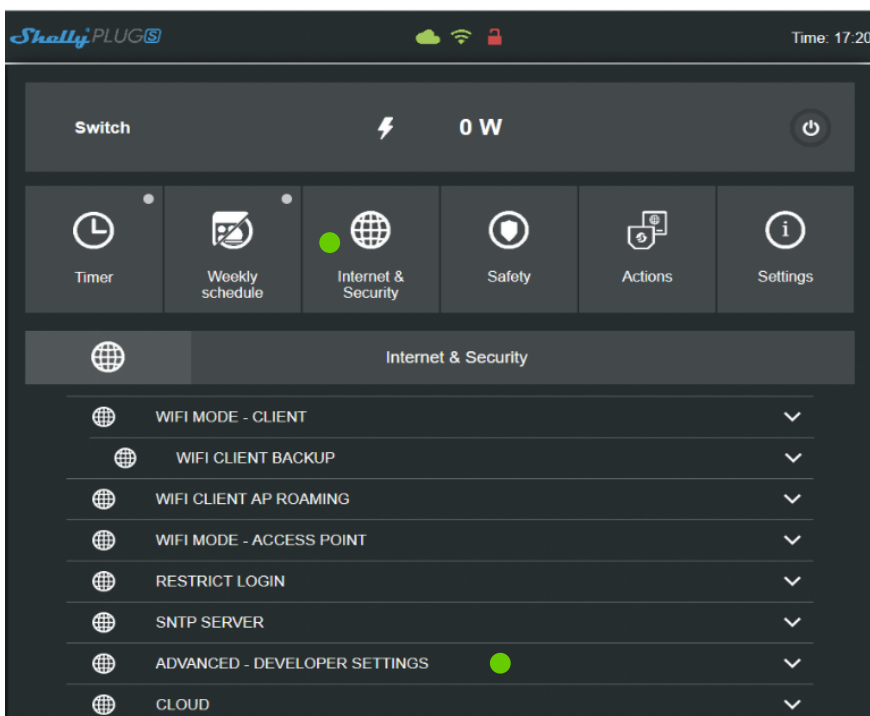
4. Place Shelly Plug S into the socket.
5. When the LED blinks, Shelly Plug S has created a Wi-Fi network, with name such as shellysplug-s-4022... Connect to it.
6. Enter 192.168.33.1 in the address field of the browser to go to the Shelly Plug S web interface.

7. In the web interface go to “Internet & Security” and then select “WIFI MODE – CLIENT”. From there enable “Connect Shelly device to an existing WiFi network”. Enter your WiFi information in there and save the changes.



8. Connect WiFi to your gateway and go to the gateway setup. Search for wireless clients and there you will find the IP address of the Shelly Plug S. Enter the IP address of Shelly Plug S in the address field of the browser to go to the web interface.

9. In Shelly Plug S's web interface, select “Internet & Security” and then “ADVANCE – DEVELOPER SETTINGS”.





10. Enable MQTT and activate Use custom MQTT prefix. Fill in the information from the Diyfox's "Device MQTT Secrets" window (step 3), then save the changes.

The screenshot displays two side-by-side panels. The left panel, titled 'Enable MQTT', contains a warning message and several input fields: 'Username' (with a green dot), 'Password' (with a blue dot), 'Server' (with a yellow dot), and 'Custom MQTT prefix' (with a pink dot). Below these are settings for 'Min reconnect timeout' (2), 'Max reconnect timeout' (60), and 'Keep alive' (60). There are also checkboxes for 'Clean Session' (checked), 'Retain' (unchecked), and a 'Max QoS' dropdown set to 0. A 'SAVE' button is at the bottom. The right panel, titled 'Device MQTT Secrets', has a 'Tips' section with MQTT server and websocket addresses. It lists permissions for 'shelles' and 'API diyfox-deviceid'. At the bottom, it shows 'MQTT Username' (with a green dot) and 'MQTT Password' (with a blue dot) fields. A note at the bottom states: 'Symbol will be used in later steps from the Shellyes MQTT Prefix.'

### 3. Control of Shelly Plug S

11. Navigate to diyfox.io electricity spot prices page and tap "Create new Spot Automaton...".

(In page 4 is an example of price control and time control).

12. In the Edit Spot Automaton window:

- Give the control a name.
- Write in the MQTT topic: shelles/ ● /relay/0/command

In the control type is two options control the device, which are price control or time control.

- Price control turns the device on or off according to the selected price.
- In the time control, you can choose how many hours the device is on in a day. After saving, the device is controlled at the cheapest spot price of the day according to the selected number of hours.
- Fill in the control information.
- Write the message is true/not true field: on/off
- Finally tap save. Device is controlled according to the spot price.

## Control examples

Price control turns on the device if the price is less than 10 cents, if the price is more than 10 cents the device is turned off.

Name	<input type="text" value="Plug S 01 Control"/>
MQTT Topic	<input type="text" value="shelles/"/> <span style="color: red;">●</span> <input type="text" value="/relay/0/command"/> <small>Name of the MQTT topic where to write message.</small>
Control Type	<input type="text" value="price - price threshold based control"/>
Target Price	<input type="text" value="10"/> <small>Compare value of the price which to use operator with spot price.</small>
Comparison Operator	<input type="text" value="&gt;"/> <small>Operator which to use with the TargetPrice and Spot Price.</small>
Message when ✓	<input type="text" value="on"/> <small>Write this value to MQTT topic if Spot Price compared with operator to Target Price is fact.</small>
Message when ✕	<input type="text" value="off"/> <small>Write this value to MQTT topic if Spot Price compared with operator to Target Price is not fact.</small>

Price control information on the electricity spot prices page.

Name	Type	Control	Config
Plug S 01 Control	mqtt	price	10 > "SPOT PRICE" topic: shelles/ ✓ → on ✕ → off




Time control turn the device on for the 8 cheapest hours for day.

Name	<input type="text" value="Plug S 02 Control"/>
MQTT Topic	<input type="text" value="shelles/"/> <span style="color: red;">●</span> <input type="text" value="/relay/0/command"/> <small>Name of the MQTT topic where to write message.</small>
Control Type	<input type="text" value="time - n of cheapest hours"/>
Number of cheapest hours	<input type="text" value="8"/> <small>The number of cheapest hours is selected from the 24 hours of the day. Number of cheapest hourst must be between 1-23.</small>
Message when ✓	<input type="text" value="on"/> <small>Write this value to MQTT topic if Spot Price compared with operator to Target Price is fact.</small>
Message when ✕	<input type="text" value="off"/> <small>Write this value to MQTT topic if Spot Price compared with operator to Target Price is not fact.</small>



Time control information on the electricity spot prices page.

Name	Type	Control	Config
Plug S 02 Control	mqtt	time	8 / 24 topic: shelles/ ✓ → on ✕ → off


#### 4. Monitoring from the dashboard MQTT label

1. Navigate to diyfox.io dashboards page and create new dashboard.
  2. Open the dashboard you made from the drawer and tap the enable edit mode button. 
  3. Add new widget  and select "diyfox MQTT Label" from the Add new widget window.
  4. Tap edit widget configuration  from the diyfox MQTT Label.
- (After step 7 is an example of consumption monitoring and status monitoring).
5. In the diyfox MQTT Label window:

This step uses an MQTT topic that reports the instantaneous power consumption rate in Watts.



- Enter a title for consumption monitoring
- Write in the MQTT topic: shellies/  /relay/0/power
- Tap apply and save changes from the dashboards page. 

Consumption is displayed in watts and is updated every half minute.

6. Create new diyfox MQTT Label and tap edit widget configuration. 



7. In the diyfox MQTT Label window:

This step uses an MQTT topic that report status: on, off or overpower.

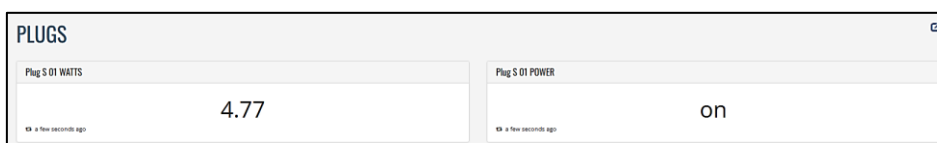
- Enter a title for status monitoring
- Write in the MQTT topic: shellies/  /relay/0
- Tap apply and save changes from the dashboards page. 

Status is updated every half minute.

#### Example of consumption monitoring and status monitoring

 /relay/0/power'. The right window shows the configuration for status monitoring with the title 'Plug S 01 POWER' and the MQTT topic 'shellies/  /relay/0'. Both windows have 'Cancel' and 'Apply' buttons at the bottom." data-bbox="141 654 838 789"/>

Consumption and status on the dashboard.





## 5. Monitoring from the dashboard chart

1. Navigate to diyfox.io metrics & MQTT sinks page and tap “Create new MQTT Sink...”


2. In the Edit MQTT Sink window:

This step uses an MQTT topic that reports the instantaneous power consumption rate in Watts.

- Give the metric a name without spaces. The name you give will be used later step.
- Write in the MQTT topic: shellies/  /relay/0/power and tap save.

 /relay/0/power'. Below the MQTT Topic field is a small text note: 'Name of the MQTT topic where to get the metric value from. Topic MUST start with: or'. At the bottom right of the window are two buttons: 'Save' (red) and 'Cancel' (white)." data-bbox="142 256 828 459"/>

3. Go to dashboards page and create new dashboard or use an already created dashboard.


4. Open the dashboard from the drawer and tap the enable edit mode button. 

5. Add new widget  and select “diyfox Chart” from the Add new widget window.

6. Tap edit widget configuration  from the diyfox Chart.

(In page 7 is an example of consumption monitoring).

7. In the diyfox Chart window:

- Enter a title for consumption monitoring
- Enter the metric name you created in step 2.
- Select how many hours of history is displayed
- Tap apply and save changes from the dashboards page. 

Consumption is displayed in watts and is updated every half minute.

## Example of consumption monitoring

### diyfox Chart

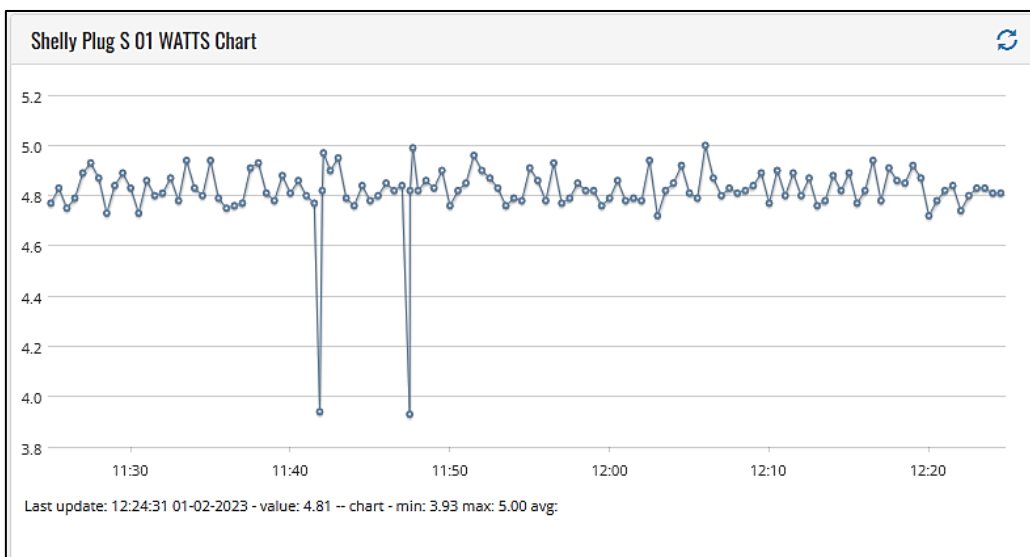
Title  
Shelly Plug S 01 WATTS Chart

Metric Name  
Plug-S-01-WATTS

How many hours of history is displayed  
1

Cancel Apply

Consumption on the dashboard.



## 6. For more documentation

Shelly Plug S home page instructions:

<https://kb.shelly.cloud/knowledge-base/shelly-plug-s#ShellyPlugS-Manuals>

Shelly Plug S MQTT topics:

<https://shelly-api-docs.shelly.cloud/gen1/#shelly-plug-plugs-mqtt>

**Liite 2: Airthings View Plus:san ohje Diyfoxin käyttöliittymään**Connecting Airthings View Plus values to the dashboard

## Contents

1. Getting started.....	1
2. Integration.....	1
3. Values to the dashboard.....	2
4. For more documentation.....	3

1. Getting started

1. Download or update the Airthings App from the Apple App Store or Google Play Store and create an account.
2. Follow the in-app instructions to connect the device to your smartphone and your WiFi. There may be a firmware update when you start the device.

2. Integration

3. Log in to the Airthings web dashboard at: <https://accounts.airthings.com/login>
4. In the Airthings web dashboard, go to integrations and select API. In the API page tap "+ Request API Client".  
(In page 2 is an example for steps 5-8)
5. Fill in the create/edit client window according to the example and save it. After saving, you will get the client ID and client secret, which will be needed later.
6. Open a new browser window. Then navigate to the diyfox.io my settings page and find the airthings section.
7. In the airthings section, add the client ID in the upper field and the client secret in the lower field from the Airthings web dashboard edit client window.
8. Tap "Run Airthings Integration Now..." in airthings section. The integration is now complete.

### Example for steps 5-8

Airthings web dashboard edit client window    diyfox.io My Settings page airthings section


The image displays two side-by-side screenshots of web interfaces. The left screenshot shows the 'Airthings' client configuration page. It includes a 'Name' field with the value 'Diyfox', a 'Description' field, a 'Resource Scope' section with a checked checkbox for 'read:device:current\_values', an 'Access type' dropdown set to 'Confidential', a 'Flow type' dropdown set to 'Client credentials (machine-to-machine)', and a 'Secret' field with a 'Display secret' toggle. At the bottom, there is an 'Enable' toggle set to 'ON' and two buttons: 'Delete' (red) and 'Save' (yellow). The right screenshot shows the 'diyfox.io My Settings' page. It features a header 'Airthings © Put your airthings API credentials here for integration with diyfox.' Below this are two input fields: 'airthings client\_id' and 'airthings client\_secret'. A blue button with a lightning bolt icon and the text 'Run Airthings Integration Now...' is positioned below the input fields.

### 3. Values to the dashboard

9. Navigate to diyfox.io metrics & MQTT sinks page. Airthings view plus's metrics has come there with names such as at... Select a metric and copy its name for which you want to display values on the dashboard. In the instructions, the metric is temperature and the monitoring is from the chart.

(In page 3 is an example of temperature monitoring).

10. Go to dashboards page and create new dashboard or use an already created dashboard.


11. Open the dashboard from the drawer and tap the enable edit mode button. 

12. Add new widget  and select "diyfox Chart" from the Add new widget window.

13. Tap edit widget configuration  from the diyfox Chart.

14. In the diyfox Chart window:






















- Enter a title for temperature monitoring.
- Enter the metric name.
- Select how many hours of history is displayed.

- Tap apply and save changes from the dashboards page. 

The temperature value is updated every half hour.

### Example of temperature monitoring

#### Metrics & MQTT Sinks page

Metrics	
Here you can see all your Metrics.	
Name	Actions
at2000000009-battery	 
at2000000009-co2	 
at2000000009-humidity	 
at2000000009-pm1	 
at2000000009-pm25	 
at2000000009-pressure	 
at2000000009-radonShortTermAvg	 
at2000000009-temp 	 
at2000000009-time	 
at2000000009-voc	 

#### Dashboards page Chart window

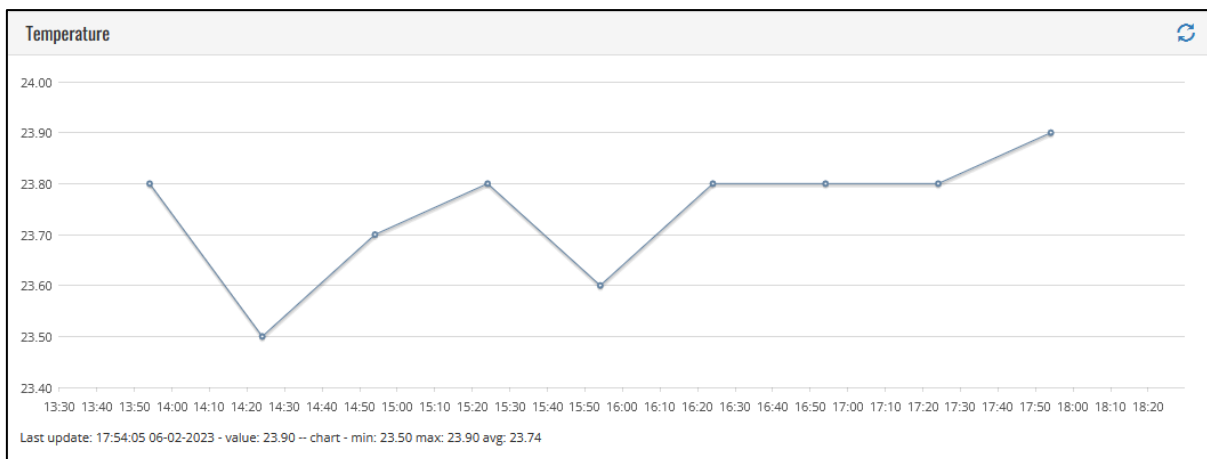
#### diyfox Chart

Title

Metric Name

How many hours of history is displayed

Temperature on the dashboard.



### 4. For more documentation

Airthings View Plus user manual:

<https://www.airthings.com/view-series-manual>