

3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth

Pilotti 2, esiselvitys

Porin Sataman valaistuksen
energiansäästöpotentiali

Hanke on rahoitettu REACT-EU-väliseen määrärahoista osana
Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

Esiselvitys

Porin Sataman valaistuksen ohjauksen energiansäästöpotentiali

1. Energiansäästöpotentiaali

Tämä dokumentti on osa esiselvitystä, joka on tehty Prizztech Oy:n 2.3.2023 tekemän toimeksiannon perusteella. Esiselvitys on osa 3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth hanketta, jonka yleisenä tavoitteena on edistää alueen yritysten ja organisaatioiden valmiuksia hyödyntää datatalouden mahdollisuuksia.

Tässä dokumentissa kuvataan teoreettinen energiansäästölaskelma, mikäli Porin Sataman alueen valaistusta ohjattaisiin esiselvityksen mukaisella tavalla dataan perustuen.

1.1. Porin Sataman valaistuksen energiankulutus

Porin Sataman alueella mäntyluodossa on 23.3.2023 päivätyn raportin mukaan 52 kpl valomastoja, joissa jokaisessa on 1-17 valaisinta. Sataman alueella on sekä suurpainainenatriumvalaisimia (SPN) että LED-valaisimia. SPN valaisimia ollaan hiljalleen korvaamassa LED-valaisimilla, koska SPN valaisimet ovat teholtaan heikompia kuin LED-valaisimet eikä niiden valaistustasoa voi säätää. Valaisimien määrä on kuvattu seuraavassa taulukossa.

Valaisimen tyyppi	Käytössä olevat valaisimet	Teho 100% valoteholla	Teho 70% valoteholla	Teho 10% valoteholla
SPN	223 kpl	89,20 kW	89,20 kW	89,20 kW
LED	149 kpl	172,14 kW	120,50 kW	17,21 kW
Yhteensä	372 kpl	261,34 kW	209,70 kW	106,41 kW
Energiansäästö %			19,75%	59,28%

Taulukosta huomataan, että säätämällä LED-valaistuksen tasoa 70% tasolle, voidaan valaistuksen energiankulutuksessa säästää 19,75%. Säätämällä valaistuksen tasoa 10% tasolle, voidaan saavuttaa 59,28% energiansäästö. SPN-valaisimien tasoa ei ole mahdollista säätää, joten niiden energiankulutukseen voidaan vaikuttaa ainoastaan sammuttamalla valaisimet.

1.2. Nykyisen energiankulutuksen laskenta

Tällä hetkellä valaisimia ohjataan satamassa esiselvityksen perusteella

- kiinteiden aikatauluohjauksien mukaan
- astronomisen kellon ja hämäräkytkimien yhdistelmällä
- painokytkimien ja liiketunnistimien avulla

3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth

Hanke rahoitetaan REACT-EU-välineen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

Nykyisen energiankulutuksen laskelmassa on huomioitu kiinteiden aikatauluohjauksien vaikutus. Astronominen kello on todellisuudessa varalla, mikäli hämäräkytkimet eivät salli valaistuksen syytymistä tai sammumista.

Valaistuksen ohjauksen logiikka on seuraava:

- Jos
 - kello on 00:00 JA
 - on riittävän hämärää TAI astronomisen kellon mukaan aurinko ei ole noussut
 - aseta LED-valot 10% valaistusteholle
 - sammuta SPN valaisimista 2/3 osaa
- Jos
 - kello on 6:30 JA
 - on riittävän hämärää TAI astronomisen kellon mukaan aurinko ei ole noussut
 - sytytä kaikki SPN valaisimet ja aseta LED-valot 70% valaistusteholle

Lasketaan valaistuksen energiankulutus edellä kuvatun skenaarion mukaisesti olettaen, että

- valaistukselle on tarvetta vuorokauden ympäri
- kaikki sataman valaisimet ovat ohjattuna

Kello 00:00 sammutetaan kaikki SPN valaisimet ja asetetaan sataman 149 LED-valaisinta 10% valotehoon. LED-valaisimien yhteisteho on asetuksen jälkeen 17,21 kW. Seuraavan 6,5 tunnin aikana SPN-valaisimet ovat sammuksissa, joten niiden energiankulutus on nollassa. LED-valaisimien energiankulutus yöaikaan on 17,21 kW x 6,5h = 111,87 kWh.

Kello 6:30 kytketään 223 kpl SPN-valaisimia päälle, joiden yhteisteho on 89,20 kW. Lisäksi asetetaan 149 kpl LED-valaisimia 70% valaistustehoon, jolloin LED-valaisimien yhteisteho on 120,50 kW. Valaisintehoa on kytkennän jälkeen päällä 261,34 kW. Valaisimet ovat päällä 00:00 saakka eli yhteensä 17,5 tuntia. Energiankulutus on tällä välillä yhteensä 17,5h x 261,34 kW = 4 573,45 kWh.

Vuorokauden kokonaiskulutus on 111,87 kWh + 4573,45 kWh = 4 685,32 kWh

Jakso	Maksimi energiankulutus
Vuorokausi	4685 kW
Kuukausi	140560 kW
Vuosi	1710142 kW

Tämä laskelma on täysin teoreettinen maksimi nykyisellä valaistuskalustolla ja konfiguraatiolla. Laskelma ei ota valaistustarpeessa huomioon

- vuodenaikojen vaikutusta
- valaistusolosuhteiden vaikutusta (hämräkytkimet)
- painonappien ja liiketunnistimien käyttöä
- mahdollisia alueellisia ohjauksia

Edellä mainitut seikat vaikuttavat merkittävästi valaistuksen aiheuttamaan energiankulutukseen. Esiselvityksen aikana ei ollut käytettävissä tietoa toteutuneista valaisimien paloajoista sillä tarkkuudella, että niitä olisi voinut käyttää hyödyksi laskelman laatimisessa. Tietoja pyrittiin saamaan valaistuksen ohjauksjärjestelmästä, mutta saadut raportit eivät vastanneet tarvetta. Painonappien ja liiketunnistimien käytöstä ei myöskään ollut

3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth

Hanke rahoitetaan REACT-EU-välineen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

saatavilla tilastoa. Alueellisia ohjauksia tutkittiin, mutta käytyjen keskustelujen perusteella oli järkevintä tehdä yleistys valaistuksen ohjaustavasta.

Lähtökohtaisesti sataman valaistusta ohjataan joka päivä samalla tavalla. Käytännössä mitkä tahansa valaistuksen tarvetta pienentävät toimenpiteet tuovat energiansäästöjä. Esiselvityksen laajuuteen ei kuulu investointilaskelman laatiminen, mistä kävisi ilmi mahdollisten valaistuksen ohjaukseen tehtyjen parannusten takaisinmaksuaika energiansäästönä.

2. Energiansäästöpotentiaalin laskenta

2.1. SPN valaisimien korvaaminen LED valaisimilla

Selkein energiansäästö saadaan korvaamalla nykyiset 223 SPN-valaisinta LED-valaisimilla. LED-valaisimien ansiosta saavutetaan parempi valoteho pienemmällä virrankulutuksella sekä portaaton valaistustason säätö. Tällä hetkellä SPN valaisimista 1/3 osa palaa alueella 24/7 täydellä teholla. LED-valaisimien avulla vastaava valaistustarve saavutettaisiin pienemmällä määrällä valaisimia ja käyttämällä valaistusta vain 10% valaistusteholla.

SPN-valaisimien korvaaminen LED-valaisimilla ja tämän muutoksen vaikutusten arviointi ei ole tämän esiselvityksen piirissä.

2.2. Digitraffic-palvelu

Digitraffic-palvelu tarjoaa tiedot satamaan saapuvien ja satamasta lähtevien alusten aikatauluista sekä alusten sijaintitiedoista. Esiselvityksen perusteella valaistusta voidaan ohjata ainakin seuraavien tietojen perusteella:

- Valaistusta ohjataan aluksen saapumisajan ja lähtöajan perusteella
- Valaistusta ohjataan aluksen ollessa laiturissa
- Valaistusta ohjataan aluksen saapuessa määritellylle maantieteelliselle alueelle
- Valaistusta ohjataan aluksen lähtiessä määritellyltä maantieteelliseltä alueelta

Tässä laskelmassa on huomioitu aluksien saapumisajat sekä lähtöajat. Valaistuksen käytöstä laiturialueella tai alusten liikkeistä maantieteellisesti, ei ollut saatavilla historiatietoja laskelman tekohetkellä. Lisäksi laskelma on rajattu vain Mäntyluodon satamaan, koska Tahkoluodon valaisimista ei ollut esiselvityksen laatimishetkellä saatavilla riittävästi tietoa.

Sataman liikenne on epäsäännöllistä ja sijoittuu ajallisesti ympäri vuorokauden viikonpäivästä riippumatta. Sataman tietojen perusteella 2022 vuoden aikana Mäntyluodon ja Tahkoluodon satamassa vieraili yhteensä 589 alusta. Tässä laskelmassa on huomioitu vain Mäntyluodon laitureissa vierailleet alukset, koska Tahkoluodon laitureiden valaisimista ei ollut laskelman tekohetkellä tietoja.

Mäntyluodossa on 4 laiturialuetta

- Alaska 14-19
- Betonilaituri 6
- Kallonlahti 1
- Kallonlahti 20-25

3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth

Hanke rahoitetaan REACT-EU-välineen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

Laiturialueilla on useita valomastoja, jotka on tässä laskelmassa ryhmitelty laiturialueiden mukaisesti seuraavasti:

Masto	Valaisimet kpl	Valaisimen tyyppi	Yhden valaisimen teho	Laituri
5	12	SPN	400	Betonilaituri
6	4	LED	1580	Betonilaituri
11	4	LED	1580	Alaska
12	5	LED	1580	Alaska
13	15	SPN	400	Alaska
14	16	SPN	400	Alaska
15	12	SPN	400	Alaska
22	11	SPN	400	Alaska
26	5	SPN	400	Alaska
29	13	LED	480	Kallonlahti 2
31	9	LED	480	Kallonlahti 2
37	15	LED	480	Kallonlahti 1
38	4	LED	1580	Betonilaituri
44	6	LED	1580	Kallonlahti 1
varasto H 21	7	SPN	400	Kallonlahti 2

Satamalta saadun vuoden 2022 aluskäyntiraportin perusteella pystyttiin laskemaan aluskäynnit laiturialuekohtaisesti. Näin pystyttiin määrittelemään kuinka usein kunkin valaistusalueen alueelle on saapunut tai sieltä on lähtenyt alus.

Jokaisen saapuvan ja lähtevän aluksen kohdalle laskettiin 4h valaistustarve. Käytännössä laskelmassa oletettiin, että aina laivan saapuessa tai lähtiessä valaistustarve on 4h.

Laiturialue	Alukset
Alaska	53
Betonilaituri	34
Kallonlahti 1	28
Kallonlahti 2	108

Ensimmäiseksi laskettiin laiturialueiden teoreettinen energiankulutus seuraavilla oletuksilla

- LED-valaisimet ovat 70% valoteholla 6:30-00:00 välisenä aikana
- LED-valaisimet ovat 10% valoteholla 00:00-06:30 välisenä aikana
- SPN-valaisimet ovat päällä 06:30-00:00 välisenä aikana
- SPN-valaisimet ovat pois päältä 00:00 - 06:30 välisenä aikana

Teoreettinen energiankulutus ilman aikatauluihin perustuvaa ohjausta neljällä laiturialueella on vuodessa 454 MWh eli 38 MWh kuukaudessa ja 1,24 MWh päivässä.

Seuraavaksi laskettiin laiturialueiden teoreettinen energiankulutus, mikäli valaistusta ohjattaisiin aikavälillä 16:00-06:00. Tämän laskelman ajatuksena oli se, että sataman valaistus on kokonaisuudessaan päällä

3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth

Hanke rahoitetaan REACT-EU-väliseen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

työaikana, ja valaistus siirtyy ohjaukseen työpäivän jälkeen eli ilta- ja yöaikana. Laskelma tehtiin seuraavilla oletuksilla

- LED-valaisimet ovat 70% valoteholla 6:00-16:00 välisenä aikana
- LED-valaisimet ovat 10% valoteholla 00:00-06:30 välisenä aikana, jos niihin ei kohdistu aikatauluihin pohjautuvaa ohjausta
- LED-valaisimet nostetaan 4 tunnin ajaksi 70% valoteholle aina kun alus saapuu satamaan tai lähtee satamasta
- SPN-valaisimet ovat päällä 06:00-00:00 välisenä aikana
- SPN-valaisimet ovat pois päältä 00:00 - 06:00 välisenä aikana

Lauturialueiden alusten käyntikerrat on jaettu aluskäyntiraportin tietojen perusteella päivätasolle. Näin on saatu laskettua suhteellinen päiväkohtainen valaistuksen tarve laiturialuekohtaisesti.

Teoreettinen energiankulutus osittaisella aikatauluihin perustuvalla ohjauksella on neljällä laiturialueella vuodessa 399 MWh eli 33 MWh kuukaudessa ja 1,1 MWh päivässä.

Viimeiseksi laskettiin laiturialueiden teoreettinen energiankulutus, mikäli valaistusta ohjattaisiin vuorokauden ympäri. Tässä laskelmassa etsittiin maksimaalista hyötyä, joka on saatavissa laiturialueiden valaistuksen älykkäällä ohjauksella. Laskelma tehtiin seuraavilla oletuksilla:

- LED-valaisimet ovat 10% valoteholla 00:00-24:00 välisenä aikana, jos niihin ei kohdistu aikatauluihin pohjautuvaa ohjausta
- LED-valaisimet nostetaan 4 tunnin ajaksi 70% valoteholle aina kun alus saapuu satamaan
- SPN-valaisimet ovat päällä 06:00-00:00 välisenä aikana
- SPN-valaisimet ovat pois päältä 00:00 - 06:00 välisenä aikana

Teoreettinen energiankulutus jatkuvalla aikatauluihin perustuvalla ohjauksella on neljällä laiturialueella vuodessa 260 MWh eli 22 MWh kuukaudessa ja 0,71 MWh päivässä.

3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth

Hanke rahoitetaan REACT-EU-väliseen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

Koko laskelma on esitetty seuraavassa taulukossa

Laituri	Alaska	Betonilaituri	Kallonlahti 1	Kallonlahti 2	Yhteensä
LED-valaisinteho 100% (kW)	14,22	12,64	16,68	10,56	54,10
LED-valaisinteho 70% (kW)	9,954	8,848	11,676	7,392	37,87
LED-valaisinteho 10% (kW)	1,422	1,264	1,668	1,056	5,41
SPN-valaisinteho (kW)	23,60	4,80	0,00	2,80	31,20
Laituri	Alaska	Betonilaituri	Kallonlahti 1	Kallonlahti 2	Yhteensä
Energiankulutus kun LED=70% vuodessa (MWh)	214,33	87,18	74,58	65,10	441,18
Energiankulutus kun LED=10% vuodessa (MWh)	3,37	3,00	3,96	2,51	12,84
Energiankulutus SPN päällä joka päivä 06:30-00:00 (17,5h)	150,745	30,66	0	17,885	199,29
Energiankulutus vuodessa ilman ohjausta (MWh)	217,70	90,18	78,54	67,61	454,02
Aluksia saapuu tai lähtee päivässä 00:00-06:00 välillä (6h)	0,13	0,09	0,08	0,30	0,60
Aluksia saapuu tai lähtee päivässä 16:00-00:00 välillä (8h)	0,11	0,07	0,06	0,22	0,46
LED-valaistuksen kesto laivan saapuessa tai lähtiessä (h)	4	4	4	4	16,00
LED-valaistuksen kesto ohjattuna vuodessa (h)	352	244	204	756	1556,00
Energiankulutus LED=70% välillä 06:00-16:00 (MWh)	36,33	32,30	42,62	26,98	138,23
Energiankulutus täysinohjattu LED=70% (MWh)	3,50	2,16	2,38	5,59	13,63
Energiankulutus täysinohjattu LED=10% (MWh)	12,45	11,07	14,61	9,24	47,37
Energiankulutus SPN päällä joka päivä 06:30-00:00 (17,5h)	150,745	30,66	0	17,885	199,29
Energiankulutus vuodessa kun ohjataan 16:00 - 06:00 (MWh)	203,03	76,18	59,61	59,70	398,52
Aluksia saapuu tai lähtee 00:00-06:00 (6h)	0,13	0,09	0,08	0,30	0,60
Aluksia saapuu tai lähtee 06:00-00:00 (18h)	0,16	0,09	0,07	0,30	0,62
LED-valaistuksen kesto laivan saapuessa tai lähtiessä (h)	4	4	4	4	16,00
LED-valaistuksen kesto ohjattuna vuodessa (h)	424	272	224	864	1784,00
Energiankulutus täysinohjattu LED=70% (MWh)	4,22	2,41	2,62	6,39	15,63
Energiankulutus täysinohjattu LED=10% (MWh)	11,85	10,73	14,24	8,34	45,16
Energiankulutus SPN päällä joka päivä 06:30-00:00 (17,5h)	150,745	30,66	0	17,885	199,29
Energiankulutus vuodessa kun ohjataan 24/7 (MWh)	166,82	43,80	16,85	32,61	260,08
Energiansäästö kun LED-valaisimet ohjattuna 16:00-06:00	6,74%	15,52%	24,10%	11,70%	12,22%
Energiansäästö kun LED-valaisimet ohjattuna 24/7	23,37%	51,43%	78,54%	51,77%	42,72%

3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth

Hanke rahoitetaan REACT-EU-väliseen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

2.3. Fideran konenäköpalvelu

Esiselvityksen perusteella Fideran konenäköpalvelun tekemiä havaintoja voidaan käyttää valaistuksen ohjaukseen. Konenäön avulla valaistusta voisi ohjata ainakin seuraavissa tapauksissa

- Valaistusta ohjataan tunnistetun elementin tyyppin perusteella (ihminen, auto, työkone)
- Valaistusta ohjataan tunnistetun elementin liikesuunnan perusteella
- Valaistusta ohjataan tunnistetun elementin nopeuden perusteella

Esiselvityksen perusteella konenäön tekemien havaintojen ja niiden perusteella tehtyjen ohjaustapahtumien määrää on mahdotonta arvioida. Sataman toiminta on hyvin epäsäännöllistä ja liikehdintä satama-alueella on sidoksissa aluksien aikatauluihin, sääolosuhteisiin, huoltotöihin ja muihin epäsäännöllisiin satamatapahtumiin.

Energiansäästöpotentiaalia voidaan kuitenkin arvioida nykyisen valaistustarpeen kautta. Tällä hetkellä sataman alueen valaistus on päällä 6:30 - 00:00 välisenä aikana joka päivä. SPN valaisimien ohjaus ei ole mahdollista, joten energiansäästöpotentiaali kohdistuu LED-valaisimien valaistustason ohjaukseen.

LED-valaisimia on sataman alueella 149 kpl ja niiden energiankulutus 70% tasolla on 6:30 - 00:00 välisenä aikana **17,5h x 120,50 kW = 2108,75 kWh**. Yöaikaan 00:00-06:30 välillä energiankulutus on 6,5h x 17,21 kW = 111,87 kWh. Yhteensä LED-valaistuksen energiankulutus vuorokaudessa on 2220,62 kWh.

Seuraavassa laskelmassa on simuloitu konenäön tekemiä havaintoja siten, että konenäkö havaitsisi tapahtuman 4 kertaa tunnissa. Jokaisen havainnon kohdalla valaistus sytytetään kokonaisuudessaan 5 minuutiksi.

Laskelmassa on kolme eri tasoa

- Ei ohjausta
- 20% valaisimista on ohjattu, loput palavat jatkuvasti
- 50% valaisimista on ohjattu, loput palavat jatkuvasti

3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth

Hanke rahoitetaan REACT-EU-väliseen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

Seuraavassa taulukossa on kuvattu energiankulutuksen laskelma edellä kuvatulla mallilla.

Ei ohjausta 6:30-00:00		
70% valoteholla olevat valaisimet	149	kpl
Kesto	17,5	h
Energiankulutus	2108	kWh
20% ohjataan 6:30-00:00		
Kesto	17,5	h
Ei ohjatut 70% valoteholla	119	kpl
Ohjatut 10% valoteholla	30	kpl
Ohjaustapahtumat tunnissa	4	kpl
Ohjaustapahtuman 70% kesto	300	sekuntia
Ohjaustapahtuman 70% kesto tunnissa	0,33	h
Ohjaustapahtuman 70% kesto jaksolla	5,8	h
Ei ohjattujen valaisimien energian kulutus	1687	kWh
Ohjattujen valaisimien 10% energiankulutus	40	kWh
Ohjattujen valaisimien 70% energiankulutus	141	kWh
Energiankulutus	1867	kWh
Energiansäästö	11,43%	
50% ohjataan 6:30-00:00		
Kesto	17,5	h
Ei ohjatut 70% valoteholla	75	kpl
Ohjatut 10% valoteholla	74	kpl
Ohjaustapahtumat tunnissa	4	kpl
Ohjaustapahtuman 70% kesto	300	sekuntia
Ohjaustapahtuman 70% kesto tunnissa	0,33	h
Ohjaustapahtuman 70% kesto jaksolla	5,8	h
Ei ohjattujen valaisimien energian kulutus	1061	kWh
Ohjattujen valaisimien 10% energiankulutus	100	kWh
Ohjattujen valaisimien 70% energiankulutus	349	kWh
Energiankulutus	1510	kWh
Energiansäästö	28,38%	

Laskelmasta huomataan, että ohjaamalla työaikana (6:30-15:30) 20% LED-valaisimista konenäöllä, voidaan laskelman mukaan saavuttaa 11% energiansäästö 9h aikana.

3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth

Hanke rahoitetaan REACT-EU-väliseen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

Ohjaamalla 50% LED-valaisimista työaikana (6:30-15:30) konenäöllä, voidaan saavuttaa jopa 28% energiansäästö.

Laskelmassa ei ole huomioitu, että konenäön avulla valaisimia voidaan alueellisesti hyvinkin tarkasti. Esimerkiksi valaisimia voidaan sytyttää ja sammuttaa vain niillä alueilla, missä konenäkö tekee havainnon liikkuvasta kohteesta. Laskelmassa valaisimet ovat aina 5 minuuttia päällä kerrallaan, mutta optimaalisessa tapauksessa valaisimet sammuvat heti kun kohde on poistunut valaisimen vaikutusalueelta.

3D Data Economy Satakunta's Success Factor in Digital Green Growth

Hanke rahoitetaan REACT-EU-välineen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.