

Suunnitelma raskaan liikenteen sujuvoittamisen pilotoimiseksi

Vantaan Energia



Vantaan energian jätevoimala

Vantaan Energian jätteenpolttolaitos on Suomen suurin jätevoimala. Voimalaan tuodaan poltettavia jätteitä Uudenmaan alueelta. Voimala tuottaa polttoprosessin tuloksena höyryturbiinilla sähköä kolmasosan Vantaan vuotuisesta tarpeesta ja lisäksi syntyneellä lämpöenergialla tuotetaan kaukolämpöä noin puolet Vantaan tarpeesta.

Laitoksessa poltettavaa jätettä tuodaan keräilyalueelta jäteautoilla lähes 200 kuormaa päivässä. Kuljetustuotannosta huolehtivat operaattorit, kukin hoitaa kilpailutuksessa voittamaansa urakka-aluetta sopimuksen mukaisesti.

Työssä tutkittiin mahdollisuuksia optimoida liikenne- tai ohjausjärjestelyt raskaalle liikenteelle voimalaitoksen ympäristössä siten, että voimalaitoksen raskaan liikenteen ympäristövaikutus olisi mahdollisimman vähäinen ja liikenne sujuvaa.

Työtä varten haastateltiin jätekuljetusten operaattoreita. Haastatteluissa selvitettiin operaattoreiden ja alan yleiset toimintatavat, kuljetusten rytmittäminen ja aikatauluihin vaikuttavat tekijät, kuljetusreittien suunnitteluperiaatteet ja kuljetusten lukumäärät sekä datan käyttöä kuljetuksien suunnittelussa.

Tulosten pohjalta simuloitiin raskaan liikenteen todellisten liikennemäärien mukaisesti alueelle kohdistuvia liikenteellisiä vaikutuksia sekä ruuhkautumisen vaikutusta ajallisesti. Havaintojen perusteella määriteltiin mahdollisia ongelmia ja koottiin asiantuntijaryhmässä mahdollisia pilotoitavia ratkaisumalleja raskaan liikenteen sujuvoittamiseksi.

Työn sisältö

- Nykytilanteen kartoittaminen haastatteluin ja katsaus julkaisuihin.
- Saatavilla olevan datan jäsentely ja analysointi.
- Aineistosta ja havainnoista tehtyt johtopäätökset.
- Havaitut ongelmakohdat ja niiden parannusehdotukset.
- Simuloinnit ja skenaariot.
- Vaihtoehtojen vertailu ja jatkotoimet.

Pääkohtia HSY:n haastattelusta

- HSY hallinnoi urakoita ja kilpailutusalueita. Urakka-alueet kilpailutetaan 5-7 vuoden välein.
- Operaattoreilla on omat reittisuunnittelutyökalut, joilla voivat suunnitella noutoreitit, jotka HSY sitten hyväksyy.
- Operaattoreiden reittioptimoinnit tehdään sopimusyrityksissä sisäisesti ilman keskinäisiä synkronointeja.
- HSY:n kalustovaade urakoitsijoille on Euro-6 päästöluokka. Euro-5 päästöluokan kalustoa saa olla vain väliaikaisesti käytössä.
- HSY:n mukaan ruuhkautumista **ei ole** tunnistettu. Haastattelussa arvioitiin että liikenteellisesti kiireisintä on klo 11-13 aikaan ja myös klo 15-16 olisi tiiviimpää.
- HSY kertoi infoavansa operaattoreita huoltokatkoista. Huolloista aiheutuvia katkoja on joitain yksittäisiä päiviä vuodessa.

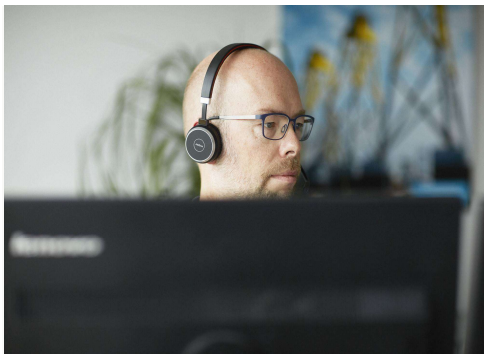
Jäteoperaattoreiden kommentteja



Oletteko kokeneet/havainneet ruuhkautumista voimalaitoksen liikenteessä? Mistä syystä ja mitä se aiheuttaa?

- **Huoltokatkoista** (harvoin)
- Katkoksen aikana ajomatka Ämmässuolle koetaan haittana.
- **Osan kippipaikoista ollessa kiinni** (ajoittain), vapautuvalle paikalle saattaa joutua odottamaan. Katkoista haluttaisiin ilmoitettavan aiemmin.
- **Vaakojen eteen jonoutuminen** (ajoittain/satunnaisesti) ajoittaista jonoutumista, riippuen kuinka monta operaattoria sattuu saman aikaan paikalle.
- **Vaa`oissa kerrottiin olevan etäluettavat tunnisteen** (spekulaatio) ja pohdittiin niiden mahdollista vikaantumista.
- **Mahdollista pidempään asioimista vaakahenkilökunnan kanssa tai vaaka pois käytöstä** (mahdollinen vikaantuminen, harvoin)
- **Iltapäivisin ruuhkautumista** (ajoittain) johtuen jätelaista sekä samaan aikaan päättyvistä työvuoroista .
- **Puskurivaraston puute** kerrottiin ajojen ohjaamisesta Ämmässuolle, jos Vantaan energian varasto täyttyy.
- **Laitoksen nosto-oven toimimattomuus & jätekuilun ongelmat** (spekulaatioita/harvoin), estää normaalin toiminnan sekä voi aiheuttaa ruuhkaantumista.
- Lisäksi kerrottiin, että Jäteasemalle saavutaan pääosin Kehä III:sta käyttäen, jonka ruuhkia ei tunnistettu pidempien odotusaikojen aiheuttajiksi jäteasemalla, mutta voivat silti vaikuttaa jonkin verran ajoihin.

Jäteoperaattoreiden haastattelut –kooste



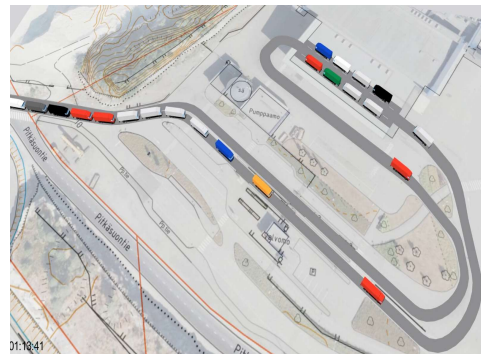
Miten ajoreitit suunnitellaan?

- Ajoreitit perustuvat HSY:ltä annettuihin noutorytmeihin.
- Yhdessä tilaajan kanssa logistiikkaohjelmilla, karttapohjaisella suunnittelutyökalulla tai ajonohjausjärjestelmillä.



Rytmitetäänkö ajoja jotenkin?

- Suurin osa operaattoreista ajaa kahdessa vuorossa. HSY määrittää noutopisteille tyhjennysvälin.
- Reittisuunnittelu tehdään määritellyn tyhjennysvälin, auton koon ja automäärän mukaan alueittain.



Oletteko havainneet alueella ruuhkaa?

- Ruuhkautumista on koettu voimalaitoksen alueella satunnaisesti. Havaitut ruuhkat ovat ajoittuneet klo 12-15 välille.



Miten liikennettä voitaisiin mielestänne sujuvoittaa?

- **Lisää kippisiiloja käyttöön**, nopeuttaisi prosessia
- **Urakoitsijoille omat kippiajat**, liikennevirta olisi tasaisempi

Yhteenveto häiriöistä & tyytyväisyydestä

Operaattori A

Operaattori B

Operaattori C

Operaattori D

Operaattori E

Operaattori F

Operaattori G

HSY

Ajoneuvojen kokonaismäärä/jätevoimalalla operoivien lukumäärä	Alle 10	Alle 10	Yli 10	Yli 10	Alle 10	Alle 10	Yli 10	-
Käyntiaikojen painotettu klo-aika	Klo 11-14	Klo 13-15	Klo 12-14 & Klo 19-21	Klo 12-14 & vähän ennen Klo 21	Klo 12-15	Ei tiedossa.	Iltapäivä	Klo 11-13 & Klo 15-16
Havaittu ruuhkautumista	Ei tunnistettu	Ei juurikaan	Ei tunnistettu	Ei tunnistettu	Ei tunnistettu	Kyllä	Ei juurikaan	Ei tunnistettu
Koettu haittaa ruuhkista	Ei	Ei	Ei	Ei	Yksittäistapauksia	Kyllä	Yksittäistapauksia	Ei
Näkemys ruuhkan syystä	Operointi samaan aikaan	Huollot/ viat laitoksella/kippipaikat usein suljettu -> ruuhkia	Operointi samaan aikaan	Kehätien ruuhkat	Laitoksen toiminnasta, jätehuoltomääräykset	Huoltokatkot, puskurivaraston puute, jätelaki	Laitoksen oma toiminta	Huollot, yksittäisiä vuorokausia/vuosi
Sujuvoittamis ehdotukset	Ei ole	Havaitut asiat kuntoon	Eri operointiajat	Lisää kippisiiloja(nop eutuisi eikä ruuhkautuisi)	Eri operointiajat	Ei tiedossa.	Ei voimalan alueelle	Kiinnostuneita jos häiriöitä. Halua kehittää
Tyytyväisyys	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä

Haastatteluiden yhteenveto ja havaitut ongelmat

Tunnistettut ongelmat

- Ruuhkapaikoiksi tunnistettiin jätteenpolttolaitoksen vaa`at sekä tyhjennysalueet. Osa toimijoista koki myös kärsivänsä ruuhkista pahimmillaan kymmeniä minutteja ja odotteluja tulevan joitakin kertoja vuodessa. Kuljetusoperaattorit eivät koe ruuhkautumisia isoksi ongelmaksi.
- Liikennemääristä johtuvia ruuhkia ei haastatteluissa noussut esille. Sen sijaan mainittiin viivästyksistä johtuen Vantaan Energian jätevoimalan huoltokatkoista, kippien tyhjennysalueiden sulkemisista, nosto-ovien toimimattomuudesta tai vaakahäiriöistä. Yhdeksi viivästyksen aiheuttajaksi mainittiin vaakojen etätunnistimien vikaantuminen.
- Ruuhka-ajan liikenteelliseksi huipuksi haastatteluissa täsmentyi iltapäivän kello 12 -15 välinen jakso.
- Ruuhkautumisten syiksi mainittiin jätelain perusteella jätehuoltomääräyksissä määritelty aikaikkuna, jonka perusteella jätteenkeräily kiinteistöillä on sallittua arkisin vain kello 6 - 22 välillä. Tästä johtuen 2 työvuorossa ajavat operaattorit ovat vuorojen lopuksi tyhjentämässä kuormia samoihin aikoihin. Suurin osa operaattoreista ajaa autoilla 2 työvuoroa päivittäin.

Muuta

- Operaattoreiden reittioptimoinnit tehdään yrityksissä sisäisesti ilman keskinäistä synkronointeja.
- Jäteasemalle saavutaan pääosin Kehä III:sta käyttäen. Lähialueiden ruuhkautumista ei tunnistettu pidempien odotusaikojen aiheuttajiksi.
- Jäteautojen päästöluokka on Euro 6. Käyttövoimana on pääosin diesel. Vaihtoehtoisia polttoaineita ei ole laajasti käytössä.

Haastatteluissa tunnistetut ongelmat

Tunnistetut ongelmat

- Kuljetusoperaattorit kokevat ruuhkautumista ajoittain. Koetut ruuhkat ajoittuvat noin kello 12-15 välille.
- Useampi operaattori kertoi kuitenkin että mikäli kippipaikkoja olisi enemmän ei ruuhkautumista tällöin syntyisi. Lisäksi kerrottiin ettei jätevoimalalla ole ns.reservipaikkoja kuormille mikäli ne täyttyvät. Ajot ohjautuvat tällöin muualle, josta koetaan ajanmenetystä.
- HSY:n kertoo kippiaikojen olevan alle 10 minuuttia, operaattorit kertovat keston olevan noin 10-15 minuuttia.
- Ruuhkautumisaikojen kerrotaan olevan kaikkien näkemyksen mukaan iltapäivällä noin kello 12-15 aikaan. Syinä tähän jätelaki sekä 2-vuorossa ajettavat ajovuorot.



Tarkastelun kohteet

Selvitetään datasta mahdolliset ruuhkautumiset sekä käyntien ja kilot sekä purkuajat.

Selvitetään ruuhkautumisen tasot datasta ja jatkoselvityksenä kippipaikkojen riittävyys sekä mahdolliset reservipaikka/-paikat

Selvitetään kippiaikojen todelliset kestot ja mahdollinen ruuhkautuminen datasta.

Selvitetään datasta voitaisiinko joitakin työtehtäviä saada sujuvimiksi esim. jakamalla "aikaikkunoita" jonka sisällä operoinnit tulisi tehdä.



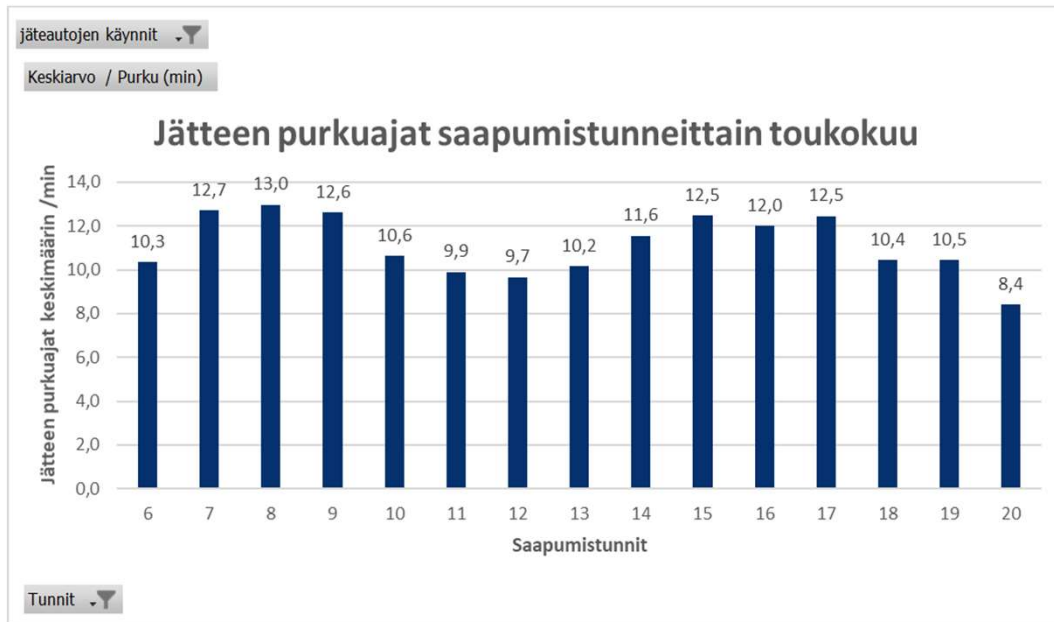
3 kuukauden ajalta saatu data

Tutkimme saatua dataa (toukokuu, elokuu ja loka-/marraskuu) ja laskimme tiedoista,

- Jätteiden **purkuajat** kuukausittain, päivittäin sekä tunneittain keskimäärin ja yhteensä, sekä näiden vaihtelua.
- Jätteiden **kokonaiskilot** kuukausittain, päivittäin sekä tunneittain keskimäärin ja yhteensä, sekä näiden vaihtelua.
- Jäteautojen **kappalemääräiset käynnit** kuukausittain, päivittäin sekä tunneittain ja yhteensä, sekä näiden vaihtelua.

Tietoa tuloksista seuraavilla dioilla.

Jätteen purkuajat, loka-marraskuu



- Kuvaajassa esitetty jäteautojen purkuaikojen vaihtelu (minuuttia) arkisin saapumistuntien mukaan.
- Hitain tunti on klo 8-9, jolloin purkuaika keskimäärin on 13 minuuttia (13,0min).
- Nopein tunti on kello 20-21 8 minuuttia 24s (8,4 min).

Keskiarvo / Purku (min)	Loka-marraskuu					
Alkamistunti	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Kaikki yhteensä
6	10,2	10,1	12,2	8,9	10,5	10,3
7	14,2	12,2	14,3	10,6	12,8	12,7
8	14,3	13,2	13,7	11,1	12,1	13,0
9	11,0	10,3	12,3	12,8	17,4	12,4
10	9,8	11,1	11,1	9,8	10,5	10,4
11	9,5	9,8	9,4	10,2	10,0	9,8
12	9,3	9,8	9,2	9,9	9,8	9,6
13	10,2	10,3	9,1	10,4	10,9	10,2
14	12,9	11,4	12,2	9,6	10,5	11,6
15	13,7	12,8	13,9	10,6	11,0	12,5
16	10,7	12,6	10,9	13,8	11,4	12,0
17	9,9	14,3	10,8	12,4	13,4	12,5
18	8,9	10,8	11,4	11,1	10,1	10,4
19	10,0	12,1	9,0	10,8	10,3	10,5
20	8,6	8,7	8,1	8,4	8,2	8,4
Kaikki yhteensä	10,6	10,9	10,7	10,5	10,9	10,7

- Kuvassa esitettynä loka-marraskuun keskiarvoiset purkuajat (minuuttia) tunneittain viikonpäivinä.
- Punainen väri tarkoittaa viikonpäivän pitkäkestoisinta keskiarvoista purkuaikaa. Vihreä väri tarkoittaa vastaavasti lyhytkestoisinta keskiarvoista purkuaikaa.
- Tiistai ja perjantai ovat hitaimmat päivät ajanjaksolla. Purku kesti 10min54s (10,9min)**
- Purkuaikojen perusteella hitain tunti on klo 8-9. Purku kesti keskimäärin 13min.**
- Keskimäärin loka-marraskuussa purku kesti 10 minuuttia 42s (10,7min).**

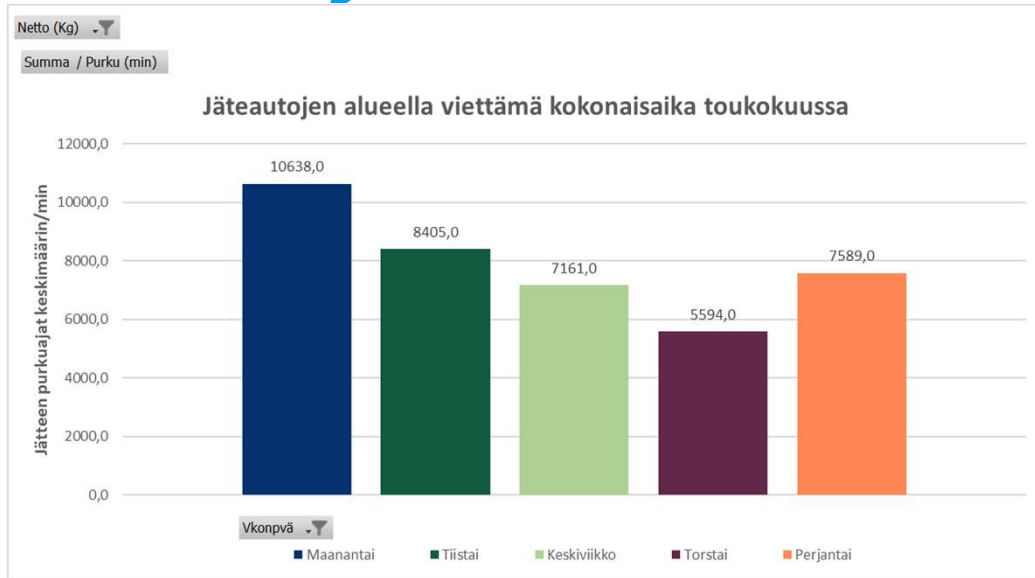
Jäteautojen käynnit, raskaat kuormat vs. kevyet kuormat toukokuu

Toukokuu	Minuuttia /Alle 15 000kg	Kpl / alle 15 000kg	Minuuttia / Yli 15 000 kg	Kpl / yli 15 000kg
Maanantai	10,9	189,2	38,4	19,5
3.5.2021	11,1	184	40,9	21
10.5.2021	9,5	193	35,3	24
17.5.2021	10,0	201	35,7	18
24.5.2021	11,2	201	37,2	14
26.5.2021	11,7	156	38,7	22
31.5.2021	11,5	200	42,8	18
Tiistai	11,1	189,0	43,1	19,0
4.5.2021	11,4	195	38,5	16
11.5.2021	11,0	187	51,8	16
18.5.2021	11,0	186	39,8	25
25.5.2021	11,0	188	42,2	19
Keskiviikko	10,9	163,7	42,7	20,0
5.5.2021	11,0	170	44,5	22
12.5.2021	10,4	157	41,0	22
19.5.2021	11,1	164	42,8	16
Torstai	10,6	154,3	46,6	20,0
6.5.2021	10,3	148	49,3	18
20.5.2021	10,6	157	46,0	23
27.5.2021	10,8	158	44,7	19
Perjantai	11,3	174,3	50,1	17,0
14.5.2021	11,6	193	50,4	17
21.5.2021	11,1	166	49,3	19
28.5.2021	11,3	164	50,6	15
Kaikki yhteensä	10,9	177,3	43,2	19,2

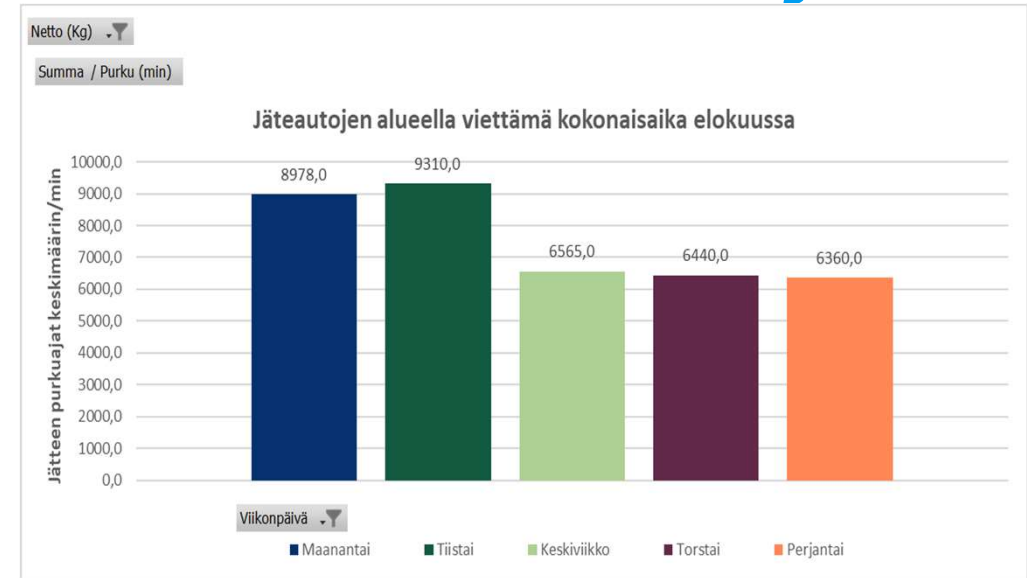
Kuva jäteautojen operoinneista toukokuussa. Kuvasta selviää arkipäivisin käyneiden jäteautojen kappalemäärät sekä operointiajat minuuttia keskimäärin.

- Tilastojen mukaan toukokuussa kevyempiä kuormia oli ~ 177kpl/vrk ja raskaampia ~ 19kpl/vrk.
- Operointiaika oli kevyemmällä ajoneuvoilla keskimäärin 10min 54s (10,6min) ja raskaammilla 43min 12s (43,2min).
- Raskaampien jäteautojen tyhjennys kesti siis toukokuussa liki 4-kertaisesti kevyempiin verrattuna.

Jäteautojen voimalalla viettämät kokonaisajat



- Datan perusteella eniten aikaa viikonpäivistä jätevoimalan alueella toukokuussa vietettiin maanantaina. Elokuussa sekä loka-marraskuussa eniten aikaa kului tiistaina.
- Purkutapahtuman johdosta jätevoimalan alueella vietetty aika tarkastelujaksolla jakautuu viikonpäivittäin seuraavasti.
 - maanantai ~ 485 tuntia
 - tiistai ~ 457 tuntia
 - keskiviikko ~368 tuntia
 - torstai ~ 342 tuntia
 - perjantai 371 tuntia



Purkuaikojen perusteella tehdyt johtopäätökset

Johtopäätökset

- Otannan perusteella purkutapahtuma hiljaisena aikana klo 20-21 kestää 8 - 9 minuuttia, joka on toimenpiteisiin käytännössä kuluva optimaiaika.
- Purkuaikojen vaihtelu viikonpäivien välillä on pientä, ero keskiarvoissa on alle minuutin. Tämä kertoo perusprosessin sujuvuudesta.
- Päivän hitaimmat purkujaksot ajoittuvat klo 6 – 8 ja klo 15 – 17, ero vaihtelee 25 – 75 % verrattuna päivän keskiarvoon .

Tehdyt havainnot

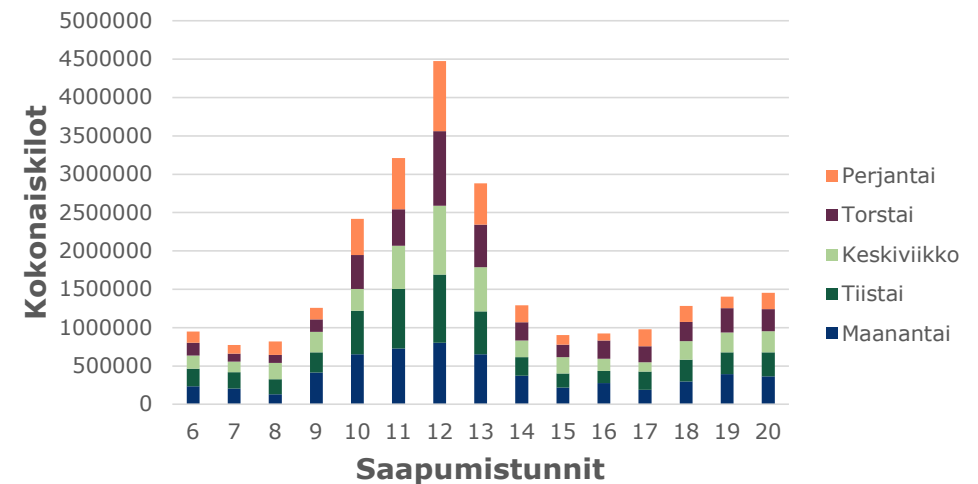
- Purkuaikojen hidastuminen iltapäivällä 15 -17 ei kuitenkaan korreloi liikennemäärien kanssa.
- Datasta ei voitu päätellä syitä viivästyksille mutta ajankohdat toistuivat samoina kaikissa jaksoissa.
- Yli 15 000 kg painoisten kuormien purkuaika eroaa huomattavasti, johtuen kaluston ominaisuuksista. Työvaiheita on huomattavasti enemmän. Perävaunun irrottaminen, erillisten kuormatilojen kippaaminen yksitellen, kuormatilan siirtäminen perävaunusta vetoautoon ja takaisin, sekä perävaunun kytkeminen vie keskimäärin 45 minuuttia.

Jätteen kokonaiskilot, loka- ja marraskuu

Keskiarvo / Netto (kg)	loka-marraskuu					
Saapumistunti	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Kaikki yhteensä
6	3750	3927	3506	3132	3110	3511
7	3688	3647	5033	2226	3022	3435
8	4069	4418	4514	4300	3957	4261
9	6820	5342	4987	3947	4392	5264
10	7086	7035	4818	6203	5837	6300
11	8203	7373	6624	6714	6221	7023
12	7640	6409	6839	6849	7417	6990
13	6755	6127	6417	6260	6220	6363
14	6371	5738	4938	6946	6018	5986
15	5396	5823	6656	4735	5699	5626
16	7752	5441	5836	6295	4551	6164
17	7634	6743	6736	7065	7039	7038
18	7624	7972	6912	6035	6050	6911
19	8077	6554	6188	5852	6010	6590
20	7966	6473	6740	6747	7559	7064
Kaikki yhteensä	6691	6390	5888	5771	5801	6057

- Kuvassa esitetty loka- ja marraskuussa purettujen kuormien keskiarvoiset painot viikonpäivinä.
- Otannassa on mukana **VAIN alle 15 000kg** kuormat.
- Loka- ja marraskuussa kuormien keskipainot ovat suurimmillaan kello 17-18 välillä ja pienimmillään klo 6-7 välillä.**
- Päivien välinen vaihtelu kuormien keskipainossa on välillä 5771 kg-6691 kg.**

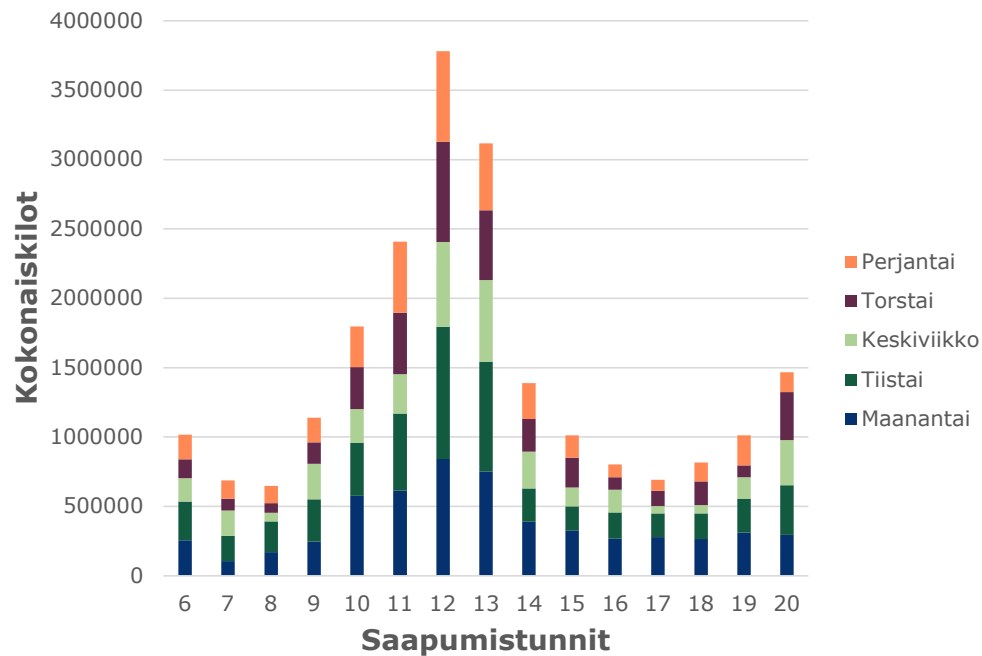
Saapumistuntien kokonaiskilot tunneittain kaikki viikonpäivät, loka-marraskuu



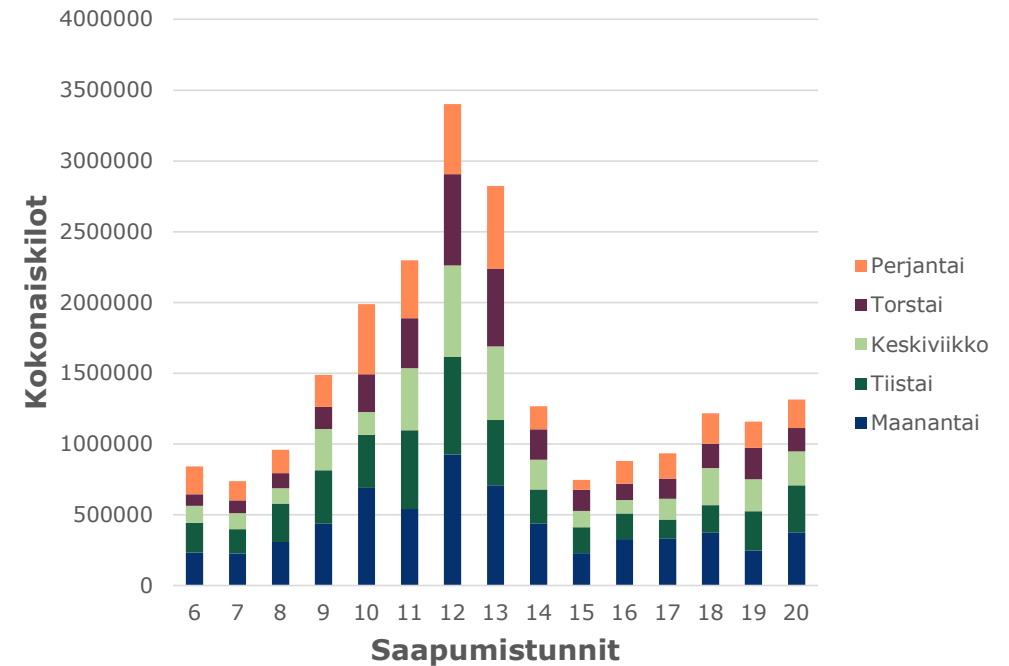
- Kuvaajassa esitetty loka- ja marraskuun jätteen tyhjennysten kokonaiskilot (ma-pe yhteenlaskettuna), jokaista saapumistuntia kohden.
- Pidempi seurantajakso korostaa suurimman ja pienimmän tunnin eroa.**

Jätteen kokonaiskilot tuntikohtainen jakauma

Saapumistuntien kokonaiskilot tunneittain kaikki viikonpäivät, elokuu



Saapumistuntien kokonaiskilot tunneittain kaikki viikonpäivät, toukokuu



Jätekilojen perusteella tehdyt johtopäätökset

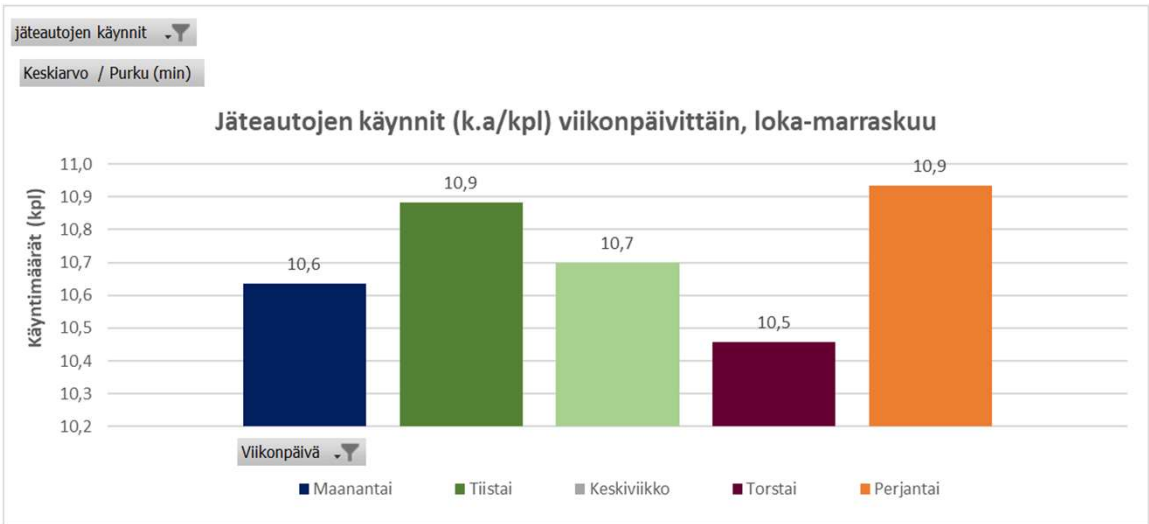
Johtopäätökset

- Keskiarvojen tasaisuudesta päätellen kuormien täyttöaste on hyvällä tasolla.
- Viikonloppuna tuotettu jäte, joka kerätään maanantaina, nostaa maanantain kuormien keskipainoa.
- Kokonaiskilojen tuntikohtainen jakauma osoittaa tavaravirran epätasaisuuden.

Tehdyt havainnot

- Osa ajoneuvoista on 18 000 kg kokonaispainoisia 2 –akselisia autoja, joiden hyötykuorma on pienempi.
- Painavimmat keskiarvot sijoittuvat ajallisesti noin kuuden tunnin syklillä klo 12 ja klo 18. Oletettujen työvuorojen lopulle.
- Keskipäivän suurista kiloista huolimatta keskimääräinen purkuaika on keskiarvoa alempi ao ajanjaksolla.

Jäteautojen käyntikerrat, loka-marraskuu



Kuvasta selviää jäteautojen keskimääräiset käynnit tunnissa viikonpäivää kohden loka-marraskuussa.

- **Liikenne on suurimmillaan klo 12-14. Keskimäärin autoja käy alueella silloin ~18-21 kpl/h.**
- **Loka-marraskuun hiljaisin tunti oli kello 17-18 =~4 käyntiä tunnissa keskimäärin (yhteensä 99 käyntiä/25 pvällä).**
- **Loka-marraskuussa oli yhteensä 4134 jäteautojen käyntiä. Päivää kohden keskimäärin ~165 käyntiä.**
- **Alueella vietetty kokonaisaika toukokuussa oli 44 339 minuuttia ~ 739 tuntia**

Jäteautojen käynnit loka-marraskuu		+6	+7	+8	+9	+10	+11	+12	+13	+14	+15	+16	+17	+18	+19	+20	Kalkki yhteensä
Päivämäärä/viikonpäivä																	
18.10	Maanantai	14	10	6	15	15	21	23	25	10	8	6	8	13	8	5	188
19.10	Tiistai	11	12	10	10	15	25	34	15	9	9	4	6	8	10	10	188
20.10	Keskiviikko	8	7	5	11	12	19	31	18	12	9	3	2	5	7	8	157
21.10	Torstai	10	10	6	10	12	10	30	16	7	6	7	4	6	12	9	155
22.10	Perjantai	7	10	9	7	13	23	30	21	5	5	3	7	7	2	8	157
23.10	Maanantai	11	17	7	12	25	13	13	21	13	12	6	5	8	14	5	182
24.10	Tiistai	11	8	10	6	19	19	22	16	10	7	5	9	5	6	9	162
25.10	Keskiviikko	11	6	9	9	14	17	27	21	10	3	4	6	5	6	9	157
26.10	Torstai	9	10	5	9	16	13	27	23	7	5	10	6	2	12	13	167
27.10	Perjantai	9	10	13	5	13	27	24	14	9	4	4	3	8	5	8	154
28.10	Maanantai	10	12	7	9	22	20	21	19	10	8	6	4	4	10	16	178
29.10	Tiistai	13	13	9	13	15	19	21	24	4	6	6	9	5	8	13	178
30.10	Keskiviikko	10	5	10	10	18	18	25	16	7	9	9	2	9	2	12	162
31.10	Torstai	10	8	4	5	15	16	33	16	4	8	2	6	10	12	5	154
1.11	Perjantai	11	4	9	8	13	17	27	20	7	5	3	6	7	7	8	150
2.11	Maanantai	13	9	5	17	14	14	22	17	15	8	8	2	7	9	10	170
3.11	Tiistai	8	10	10	8	17	19	33	24	6	5	7	3	11	9	9	179
4.11	Keskiviikko	9	3	13	9	7	19	25	14	10	8	3	3	12	11	8	152
5.11	Torstai	12	7	7	6	15	13	29	16	9	10	11	8	11	12	9	175
6.11	Perjantai	8	7	6	5	17	23	22	12	6	6	4	6	9	8	3	142
7.11	Maanantai	15	8	7	8	16	21	26	15	11	5	10	6	7	8	9	172
8.11	Tiistai	16	15	6	12	15	23	29	12	13	4	7	8	7	10	7	184
9.11	Keskiviikko	10	7	10	15	8	12	23	21	5	3	8	5	4	16	6	153
10.11	Torstai	12	11	2	11	13	19	23	17	7	6	8	6	12	6	7	160
11.11	Perjantai	13	7	8	9	25	17	20	20	10	2	6	9	4	3	5	158
Kaikkii yhteensä		271	226	193	239	384	457	640	453	216	161	150	139	186	213	206	4134

Kuva jäteautojen operoinneista loka-marraskuussa. Kuvasta selviää käyntimäärien perusteella vilkkaimmat tunnit arkipäivisin. Punaisella värillä ruuhkaisimmat tunnit ja vihreällä hiljaisimmat.

Liikennemäärien perusteella tehdyt johtopäätökset

Johtopäätökset

- Jäteautojen käyntimäärillä ei ole havaittavaa vaikutusta purkutapahtumaan käytettyyn aikaan.
- Isoimmat käyntimäärät ajoittuvat puolenpäivän seudulle, joka johtuu todennäköisesti aamuvuoron lähestyessä loppuaan ja lounasajan lähestyessä. Lisäksi toimijat pyrkivät saamaan kuormat tyhjennettyä ennen iltavuoron alkamista.

Tehdyt havainnot

- Alueella vietetty kokonaisaika kasvaa automäärän kasvaessa, mutta ei suhteessa jätekiloihin. Kiloa kohti käytetty aika pysyy vakaana.
- Käyntimäärien perusteella liikenteellinen huippu ajoittuu kello 12-14 väliin riippumatta kuukaudesta.

Löydetyt faktat saadusta datasta

Jätteenpurkuajat

Ajanjakso	Kuukausi	Vuorokausi	Tunti
	Toukokuu	Perjantai	klo 16-17
Keskim. Purkuaika	10 min 54s/h	11min 12s/h	13min 54s
	Elokuu	Tiistai	klo 7-8
Keskim. Purkuaika	10min 36s/h	11min/h	12min 42s
	Loka-marraskuu	Ti&Pe	klo 8-9
Keskim. Purkuaika	10min 42s/h	10min 54s/h	13min
Keskim. Purkuaika yht. 3kk	10min 44s/h		

Jätteen kokonaiskilot

Ajanjakso	Kuukausi	Vuorokausi	Tunti
	Toukokuu	Maanantai	klo 17-18
Kokonais-/Keskim.kilot	22 055 480kg	6529kg	7301kg
	Elokuu	Maanantai	klo 12-13
Kokonais-/Keskim.kilot	21 789 040kg	6459kg	7241kg
	Loka-marraskuu	Maanantai	klo 20-21
Kokonais-/Keskim.kilot	25 039 620kg	6691kg	7064kg
Kokonaiskilot yht./k.a/3 kk	22 961 380kg		

Jäteautojen käyntikerrat

	Kuukausi	Tunti
	Toukokuu	klo 12-13
Keskim. käynnit	3607 kpl/kk	~23kpl/tunti
	Elokuu	klo 12-13
Keskim. käynnit	3557 kpl/kk	~24kpl/tunti
	Loka-marraskuu	klo 12-13
Keskim. käynnit	4134kpl/kk	~ 26kpl/tunti
Keskimäärin käynnit	3766 kpl/kk/k.a	~24kpl/h/k.a

Kolmen kuukauden keskimääräiset arvot sekä näiden yhteenveto

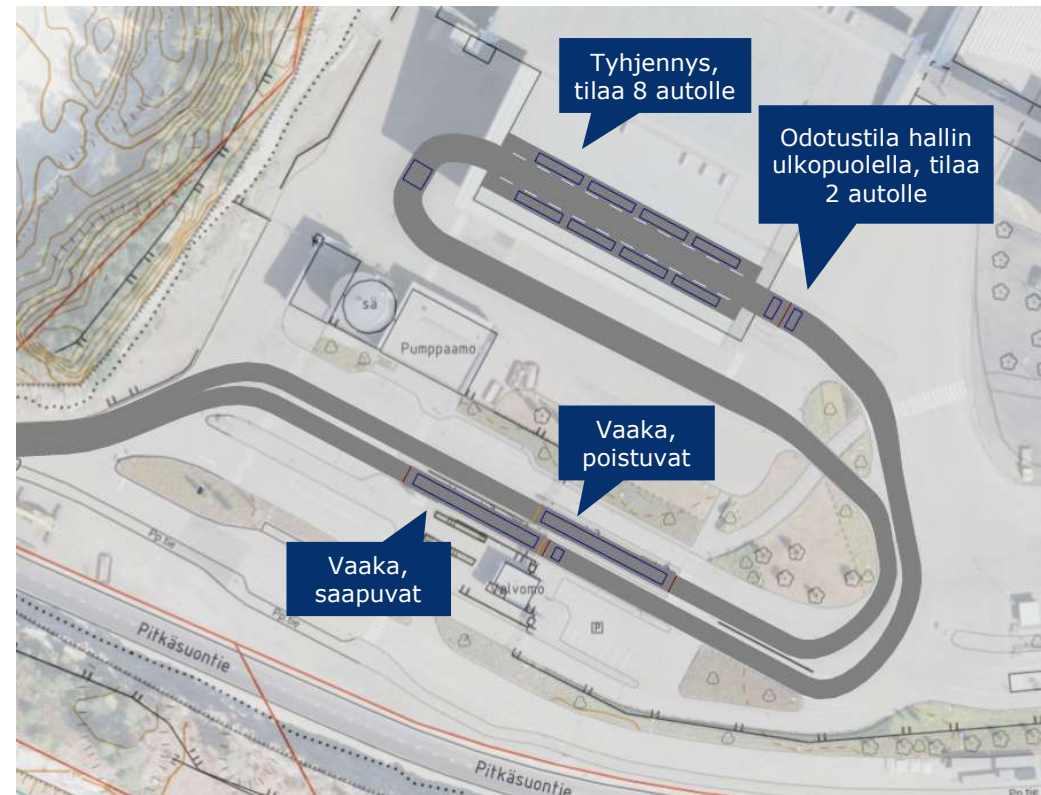
- Keskimääräinen jätteenpurkuaika on 10min 44s/h
- Keskimääräiset jätteenkokonaiskilot ovat 22 961 380kg kuukaudessa (luvuissa mukana vain alle 15 000kg kuormat).
- Keskimäärin jäteautoille tulee 3766 käyntiä/kk ja vilkkaimpina tunteina jäteautot käyvät keskimäärin ~24 käyntiä tunnissa.

Simuloinnit

- Simuloidaan jätevoimalalle johtavasta kiertoliittymästä Pitkäsuontielle ja voimalan alueelle.
- Simuloinneissa käytettiin 3 kk:n ajalta saaduista tilastoista todellisia lukemia sekä erilaisia skenaarioita joiden vaikutuksia arvioidaan.

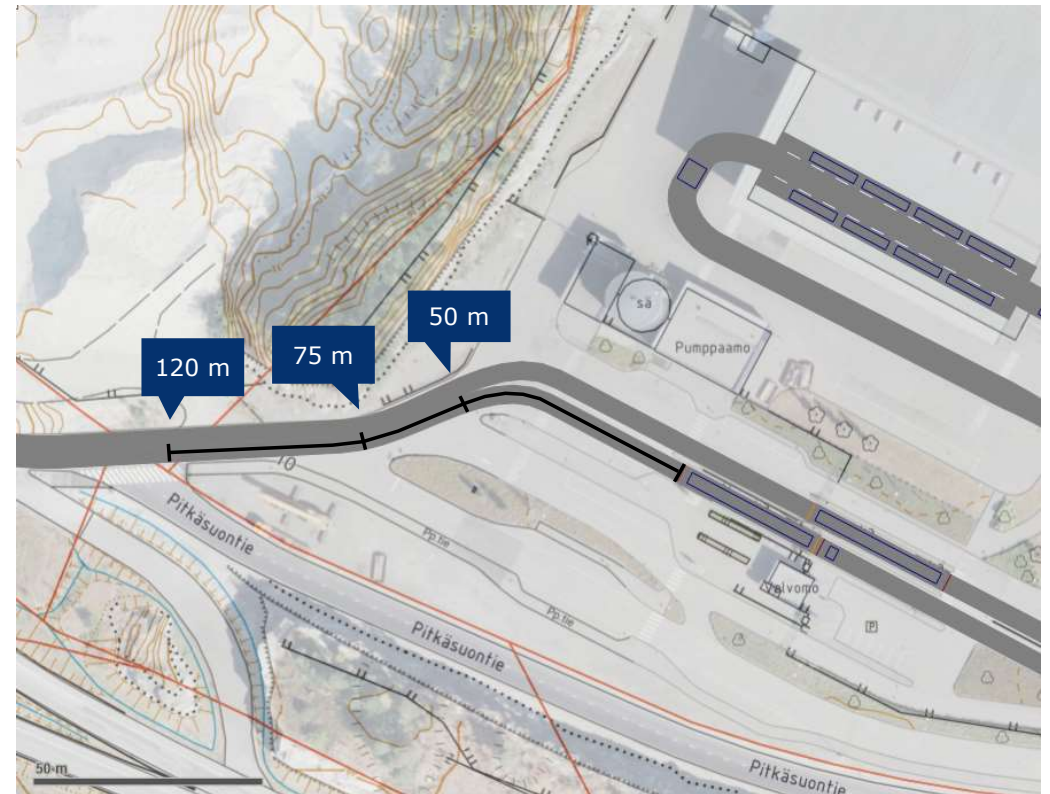
Simulointiverkko ja reunaehdot

- Tarkastelu tehtiin PTV Vissim 2021 -ohjelmalla.
- Tarkastelua varten mallinnettiin kuvassa näkyvä verkko seuraavin reunaehdoin:
 - Vaa'alla voi olla yhtä aikaa vain yksi auto. Vaa'alle pysähtyminen kestää 15–20 s.
 - Hallissa voi olla sisällä enintään 8 autoa yhtä aikaa. Tyhjennyksessä kestää 9,5–11,6 min.
 - Hallin ulkopuolella voi odottaa enintään 2 autoa. Yksi auto voi odottaa vaa'alla ja loput vaa'an takana.
- Nopeusrajoitus porttien sisäpuolella on 20 km/h, muualla 40 km/h.
- Simulaatiossa tunnin tarkastelujaksoa kuormitettiin aluksi 15 minuuttia. Jokainen skenaario ajettiin 10 kertaa.



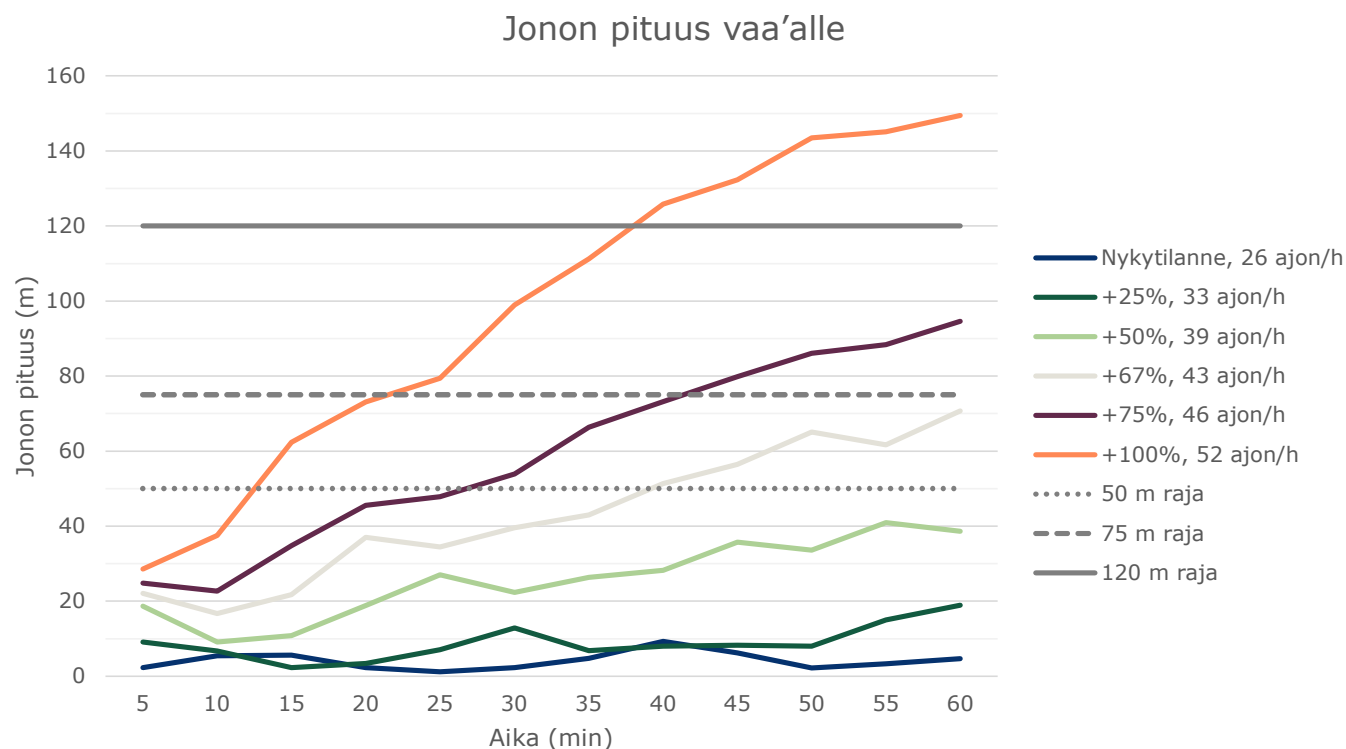
Tarkastellut skenaariot

- Simuloinnilla tarkasteltiin **nykytilanteen huipputuntia**, jolloin laitokseen saapuu tunnin aikana 26 tyhjentävää ajoneuvoa. Tyhjennykseen kuluu 9,5–11,6 minuuttia.
- Jos kaikki 8 tyhjennyspaikkaa ovat käytössä, voidaan käsitellä laskennallisesti 42 autoa/h.
- **Herkkyystarkastelulla** selvitettiin kuinka monta autoa voi saapua tunnin aikana ennen kuin jonot haittaavat alueen muuta liikennettä
- Jos jonoa on vaa'an takana enemmän kuin 50 metriä eli 4–5 autoa se haittaa/estää jätevoimalan muuta liikennettä.
- 75 m jono (6–7 autoa) estäisi liikenteen toimistorakennuksen pysäköintialueelle johtavalle tielle ja yli 120 m jono (10 autoa) tukkisi Pitkäsuontien liittymän.



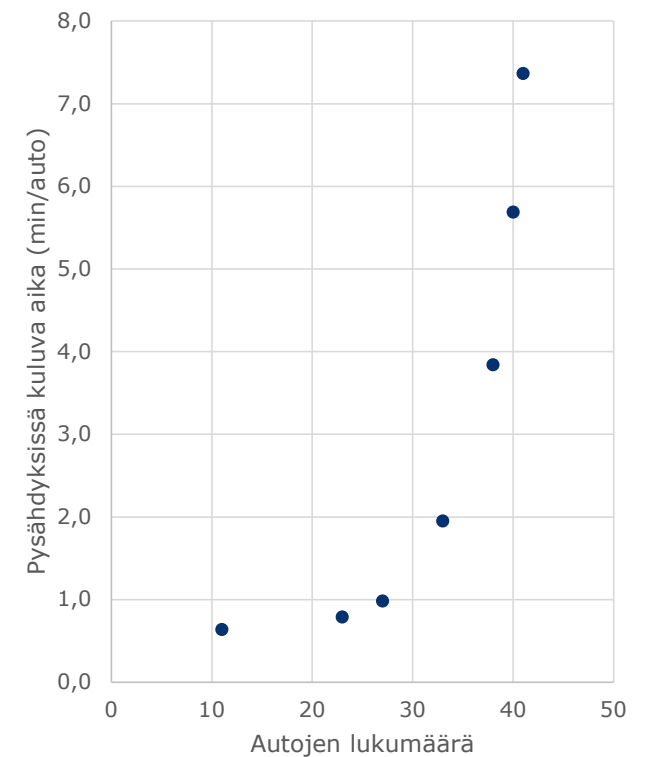
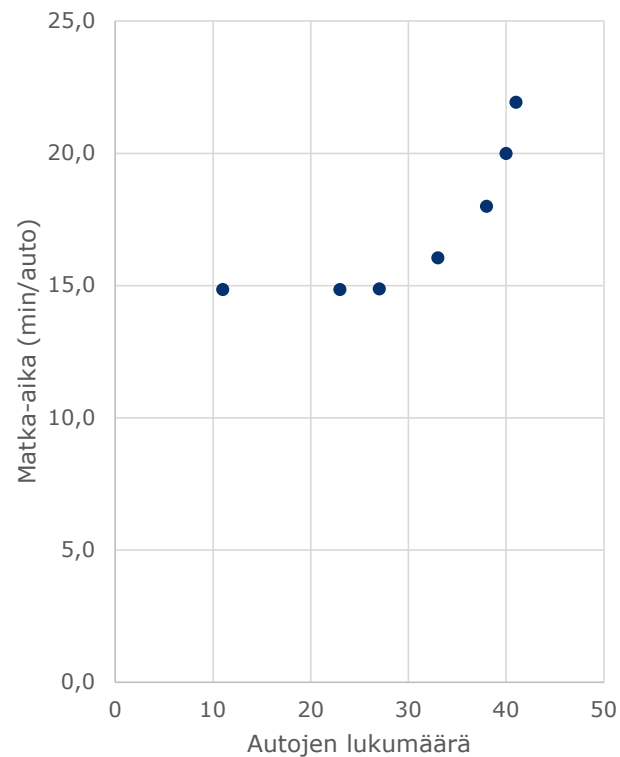
Jonojen pituudet

- Vaa'alle kertyvän jonon mukaan tarkasteltuna nykytilanteessa ei ole ongelmia.
- Jonot alkavat haitata alueen muuta liikennettä jos liikennemäärät kasvavat nykytilanteen huipputunnin määrästä yli 50 %, eli jos tunnissa saapuu yli 40 autoa.



Matka-aika

- Verkon kapasiteettia ja ruuhkautumista voidaan tässä tapauksessa tarkastella myös ajoneuvojen lukumäärän ja kierrosajan tai pysähdyksiin kuluvan ajan suhteella.
- Ruuhkattomalla verkolla kierros kestää keskimäärin n. 15 min. Pysähdyksissä kuluu aikaa alle 2 min (ei sisällä tyhjennykseen kuluvaa aikaa).
- Aikojen perusteella jonoutumista ja ruuhkaa alkaa selvästi esiintyä kun autojen määrä tunnissa lähenee 40:ää.



Simulointien perusteella tehdyt johtopäätökset

Tehdyt havainnot

- Jäteautojen operoinnin kesto tarkastellulla alueella on nykyisillä automäärillä melko stabiili. Simulaatiossa havaittiin että pysähdyksissä vietetty (oletettu tyhjäkäynti) aika kaksinkertaistuu automäärän ylittäessä 30 autoa tunnissa.
- Simuloinnit osoittavat tyhjentävien jäteautojen jonojen pituuden nykytilanteen huipputunnin määrällä (26 jäteautoa/tunti) olevan alle 5 metriä. Mikäli jäteautojen määrä kasvaa 25%:lla on jonon pituus noin 18metriä, 50%:lla noin 40metriä ja jätevoimalan maksimivetävyuden (42 autoa/h) ylittäessä (+67%) on jonoa kertynyt 75 metriä.

Johtopäätökset

- Simuloinnin perusteella jätevoimalan alueella teoreettinen huippukapasiteetti on 42 autoa tunnissa. Jonot alkavat haitata alueen muuta liikennettä jos liikennemäärät kasvavat nykytilanteen huipputunnin määristä yli 50 %, eli jos tunnissa saapuu yli 40 autoa.
- Jätealan operaattorit kertoivat jätteentyhjennysalueiden sekä vaakojen ajoittaisista ruuhkautumista. Simuloinnit tukevat mielipidettä. Ajoittaisia ruuhkautumisia voi tapahtua varsinkin ruuhkatuntihiippujen kohdalla mikäli jäteautot sattuvat samaan aikaan operoimaan ja jätevoimalalla ei ole kaikki tyhjennyspisteet auki tai tulee vikaantumista.

Laskelmia, johtopäätöksiä ja ehdotuksia

CO2 päästöjen lisääntyminen purkuprosessin hidastuessa

- 7 % saapuvan liikenteen autoista ylittää keskiarvon kahdella minuutilla.
- Jos oletetaan että auto on käynnissä koko ajan, aiheutuvien ylimääräisten CO2 päästöjen voidaan arvioida laskennallisesti käytetyn polttoaineen määrästä.
- Auton kulutus tyhjäkäynnillä 2,5 l /h
- 200 autoa/vrk x 7 % = 14 autoa
- Dieselin sisältämä CO2 2,6 kg / l

Vastaava laskelma kuukausitasolla
käyntimäärien perusteella
 $3607 \text{ käyntiä} \times 7\% \times 2,5 \text{ min} \times 2,5 \text{ l / h} \times 2,6 \text{ kg / l} = 68,38 \text{ kg CO2}$

Käytetty aika

$$14 \text{ autoa} \times 2,5 \text{ min} = 35 \text{ min}$$
$$35 \text{ min} \rightarrow 0,58 \text{ h}$$

Kulutettu polttoaine

$$0,58 \text{ h} \times 2,5 \text{ l /h} = 1,45 \text{ l}$$

CO2 määrä

$$2,6 \text{ kg / l} \times 1,45 \text{ l} = 3,77 \text{ kg}$$

Päästöt polttoaineen kulutuksen perusteella

Kuukausi	Aika	Käyntien määrä	CO2	Jättemäärä
Toukokuu	656 h	3607 kpl	1875,64 tn	22055 tn
Elokuu	628 h	3557 kpl	1849,64 tn	21789 tn
Loka-marras	739 h	4134 kpl	2149,68 tn	25039 tn

Ajomatka 0,4 km
Polttoaineen kulutus 0,2 l (arvio 50 l /100 km)
CO2 2,6 kg / l

Johtopäätökset

Ruuhkautumisen riskiä lisäävät tekijät voidaan jakaa seuraavasti:

1. Ennalta tiedossa olevat tai suunnitellut häiriöt johtuen huolto-korjaustoimenpiteistä laitoksella tai lähialueella
2. Akuutit häiriöt, kuten laitehäiriöt vaa`alla, ovissa tai kalustossa
3. Liikennevirran vaihtelut, alueelle saapuvan liikenteen epätasainen jakautuminen

Haitat voidaan jaotella seuraavasti:

1. Odotuksesta aiheutuvat kustannukset operaattoreille
2. Odotuksesta aiheutuvat päästöt ja ympäristövaikutukset
3. Jonottavista autoista alueen muulle liikenteelle Pitkäsuontiellä aiheutuvat haitat

Yleiset johtopäätökset

1. Voimalan liikenne on nykyisillä automäärillä kokonaisuutta tarkastellen sujuvaa.
2. Infraan kohdistettaville muutoksille ei löydetty tarvetta.
3. Suunnittelun, ohjauksen ja informaation keinoin on mahdollista vaikuttaa liikenteen tasaisempaan jakautumiseen.

Ehdotuksia toimenpiteiksi

- **Luodaan mittaristo tunnuslukuineen**
- **Asetetaan operaattorikohtaiset tavoitteet päästökehitykselle.**
- **Rakennetaan palaute- ja informaatiokanava**
- **Määritellään reittisuunnittelun työkalut ja simulointi**
- **Tehdään suunnitelma fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämisestä**



Yhteinen mittaristo

Operaattoreiden järjestelmädata on yritysten omaa ja koetaan merkittäväksi kilpailutekijäksi. Vaa'alta saatavasta datasta voidaan laskea tunnusluvut kaikkien osapuolten käyttöön.



Operaattorikohtaiset tavoitteet

Operaattoreiden koko ja toimintatavat, sekä järjestelmät ovat yksilöllisiä. Kaluston määrä ja käytettävissä olevat resurssit eroavat siinä määrin, että keinot tavoitteiden saavuttamiseksi on hyvä asettaa jokaiselle toimijalle yksilöllisesti.



Palaute- ja informaatiokanava

Operaattoreille annettava palaute voi olla luonteeltaan informatiivista ja oman toiminnan kehittämiseen kannustavaa. Yksi tällainen on esimerkiksi operaattoreille avoimesti saatavilla oleva tieto vaakadatasta johdetuista tunnusluvuista.



Reittisuunnittelu ja simulointi

Reitityksen suunnittelussa työpaja- tai ohjausryhmätyöskentelyn lisääminen. Erillisten reittisuunnitelmien yhteissimulointi ja operointialueiden tarkastelu. Esimerkiksi reitin suunnittelu käänteisessä järjestyksessä voimalaitokselta lähtien voi tuoda uusia oivalluksia aluejakoon.

Ehdotuksia toimenpiteiksi

Mittariston luominen

Yhteinen mittaristo esimerkiksi Power BI –toteutuksena lisäisi läpinäkyvyyttä ja yhdessä operaattoreille asetettujen tavoitteiden kanssa saisi aikaan ohjaavan vaikutuksen työvuoro- ja reittisuunnitteluun.

Mitatulla tiedolla voidaan analysoida toimenpiteiden vaikutusta ja sen avulla voidaan rakentaa lisää työkaluja toiminnan sujuvoittamiseksi.

Asetetaan operaattorikohtaiset tavoitteet päästökehitykselle.

Toimenpiteellä saadaan aikaan ohjaava vaikutus. Sitoutumista voi tehostaa palkkioin tai sanktioin, toimenpide on kuitenkin toteutettava jo tarjouskilpailuvaiheessa.

Palaute- ja informaatiokanava

Ajantasaisen liikennetiedon ja historian jakamiseen, sekä avoimen ja tasapuolisen tiedottamisen keinoihin on kehitettävä sujuva malli. Kehitystyössä kannattaa ottaa huomioon järjestelmien rajapinnat, toimijoille tuo lisäarvoa liitettävyyys omiin järjestelmiin.

Esimerkkinä datan jakamisesta voidaan käyttää useissa kaupungeissa käytössä olevia paikallisliikenteen reaaliaikaisia seurantapalveluita. Myös pelkän aikataulutiedon (reittien lähtöajat ja arvioidut saapumisajat laitokselle) jakaminen viikkotasolla voi edistää itseohjautuvasti purkujen jakautumista tasaisemmin.

Ehdotuksia toimenpiteiksi

Työvuoro- ja reittisuunnittelu

Reittisuunnittelun toteuttamisen mallit ja niiden vertailu, sekä simulaatiot voisi toteuttaa yhteisissä työryhmissä. Tällöin pystyttäisiin tarkastelemaan aluejakoa kriittisesti ja pystyttäisiin luomaan kaikille osapuolille yhtenäinen tilannekuva kokonaisuudesta.

Simulaatioiden lisäksi käänteistä suunnittelua voisi kokeilla yhtenä vaihtoehtona. Käänteisessä suunnittelussa määritellään lähtöpaikaksi jätevoimala ja lähtöajaksi haluttu purkuaika ruuhkattomalta ajanjaksolta. Suunnitellun reitin toteutuminen käytännössä ja sen soveltuminen kokonaisuuteen pitää kuitenkin arvioida tarkoin.

Työvuorosuunnittelussa yritysten käytännöt vaihtelevat. Asemapaikalta alkava työvuoro ja reitit olisi joissakin tapauksissa mahdollista yhdistää siten, että kuljettajan vaihto työvuoron päättyessä tapahtuisi reitin varrella. Toisaalta työssä viihtyvyyden kannalta henkilöstön kanssa sovittuihin käytäntöihin kohdistuvissa toimenpiteissä on huomioitava kaikkien osapuolten näkemykset.

Ehdotuksia toimenpiteiksi

Päästöjä vähentävät toimenpiteet

Liikenteen kokonaismäärän vähentäminen. Kuljettavan jätemäärän pysyessä samana liikenteen kokonaismäärän vähentäminen olisi mahdollista autojen täyttöasteen nostamisella tai autojen kokoa kasvattamalla. Käytännössä toimenpiteen toteuttaminen on mahdollista vain mikäli kuormien täyttöasteesta on käytössä reaaliaikainen tieto. Teknisesti se on mahdollista ja potentiaalinen pilotointikohde.

Liikenteen sujuvuuden lisääminen. Sujuvan liikenteen ja toimivan reitityksen suunnittelu edellyttää hyvää kokonaiskuvaa ja riittävästi dataa. Kaikkien operaattoreiden yhteenlaskettu ajosuorite kilometreinä on oleellisin yksittäinen tekijä polttoaineen kulutuksen kautta laskettavien päästöjen mittaamiseksi. Työpajoina järjestettävät round-table suunnittelutilaisuudet ovat hyviä simulaatioiden apukeinoja reitityskokonaisuuden optimoimiseksi.

Tehdään suunnitelma fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämisestä

Vaihtoehtoisten polttoaineiden kokeiluiden tukeminen ja niihin kannustaminen on tärkeää. Esimerkiksi suunnitellaan tietyt reitit jotka kilpailutuksen yhteydessä edellytetään tuotettavaksi määriteltyä polttoainetta käyttävällä ajoneuvolla.

Ajoneuvoinvestointi on aina pitkävaikutteinen ja investointi uuteen (kalliimpaan) teknologiaan heikentää ainakin hetkellisesti investoivan yrityksen kilpailukykyä. Luotettava vertailu polttoainemuotojen välillä on parhaiten mahdollista käytännön kokeiluilla. Vaihtoehtoisia polttoaineita raskaalle liikenteelle on olemassa jo hieman yleistyneet LNG ja LBG – kaasut, sekä nyt markkinoille on tulossa sarjavalmisteisia raskaamman kokoluokan sähkökuorma-autoja.

Laki ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuksista edellyttää toimijoiden avointa yhteistyötä kun toteutetaan suunnitelmallista siirtymistä fossiilittomiin polttoaineisiin.

Polttoaineiden saatavuus ja latausmahdollisuudet alkuvaiheessa vaikuttavat reititykseen.

Koottuja heittoja projektin varrelta

Miten liikennettä voitaisiin mielestänne sujuvoittaa?
"Lisää kippisiloja käyttöön -nopeuttaisi prosessia eikä kertyisi ruuhkautumista"

"Urakoitsijoille omat kippiajat -ei varmaan kaikille sopisi"
"Huoltokatkot työllistävät. -Jos voitaisiin ajaa Vuosaaresta polttolaitokselle ja joudutaankin ajamaan Ämmäsuolle niin tuleekin 2 tunnin lisälenkki."

Ramboll



Jätepalveluiden kuntayhtymän/toimijan sekä jätealan operaattoreiden välinen vuoropuhelu

Tuodaan havaitut ongelmat rohkeasti esiin ja varmistetaan nopealla tiedonkululla niiden korjaaminen. Samalla estetään ongelmien paisuminen.



Varautuminen jätekuljetusten kasvamiseen tulevaisuudessa

Nykyinen tilanne on tasapainossa. Pullonkauloja kuitenkin syntyy, jos huipputunnin liikennemäärä kasvaa 10 %. Jätevoimalan reservipaikat kuormille mikäli ne täyttyvät?



Aikaslotit operaattoreille

Sopivat "aikaikkunat" eli slotit operaattoreille ruuhkien varalle. Ohjataan osa toimijoista toimimaan hiljaisemmiksi havaittujen tuntien aikana.



Päästöjen minimoiminen

Ruuhkautuminen kasvattaa autojen tyhjäkäyntiä, josta aiheutuu päästöjä. Riittävien kippipaikkojen varmistaminen ruuhkatilanteessa.