

**PUHTAAN KALUSTON DIREKTIIVIN VAIKUTUKSET KAJAANIN  
JOUKKOLIIKENTEEEN HANKINTOIHIN**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäen kampus, Liikenneala

Kevätlukukausi, 2020

Tiina Rusanen

Liikennealan koulutusohjelma  
Riihimäki

---

<b>Tekijä</b>	Tiina Rusanen	<b>Vuosi 2020</b>
<b>Työn nimi</b>	Puhtaan kaluston direktiivin vaikutukset Kajaanin joukkoliikenteen hankintoihin.	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Ville Turunen	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää, miten kesällä 2021 voimaan tuleva puhtaan kaluston direktiivi (Clean vehicle directive, CVD) vaikuttaa Kajaanin joukkoliikenteen hankintoihin. Työssä perehdyttiin puhtaan kaluston direktiivin kansallisen lainsäädännön valmisteluun ja sen tämän hetkiseen sisältöön. Työssä tarkasteltiin sitä mitkä käyttövoimat täyttävät direktiivin vaatimukset ja arvioidaan niiden saatavuutta Kajaanissa. CVD:n mukainen puhtaan ajoneuvon määritelmä on tiukka ja asettaa kunnille kovat vaatimukset erittäin nopealla aikataululla. Suomelle on asetettu määrällinen velvoite, jossa uusista linja-autohankinnoista tulee olla puhtaita 41 % ajanjaksolla elokuusta 2021 vuoden 2025 loppuun ja 59 % vuodesta 2026 alkaen. Kajaanissa kaupunkiliikenteen liikennöintiä tehdään yhdeksällä bussilla, joista hieman alle puolen tulee täyttää direktiivin vaatimukset.

Työssä esitetään laskelmia joukkoliikenteen hankintakustannuksista eri käyttövoimilla sekä arvioidaan niiden soveltumista Kajaanin joukkoliikenteen liikennöintiin. Tällä vaiheessa lain valmistelua aiheeseeseen liittyy paljon epävarmuustekijöitä. Polttoaineiden saatavuus ja jakeluinfran puuttuminen katsotaan isoksi haasteeksi Kajaanin tulevissa hankinnoissa. Lisäksi paineet kustannusten nousulle on suuret. Tämän hetkisen valmistelun pohjalta oletuksena on, että Kajaanin kaupungin tulee edellyttää seuraavissa kilpailutuksessa sähköbussseja.

**Avainsanat** CVD, joukkoliikenne, linja-autoliikenne, puhtaan kaluston direktiivi,

**Sivut** 30

Traffic and transport Management

Riihimäki

---

<b>Author</b>	Tiina Rusanen	<b>Year</b> 2020
<b>Subject</b>	Clean vehicle directive – public transport in Kajaani	
<b>Supervisors</b>	Ville Turunen	

---

**ABSTRACT**

The purpose of my thesis project was to find out how the clean vehicle directive (CVD) which will come into force in summer 2021 will affect public transportation procurement in Kajaani. This paper examines which motive power meets the requirements of the directive, and evaluates the availability of them in Kajaani. CVD's definition for a clean vehicle is tight and sets straight requirements for the local authorities in a tight schedule. There's been set a quantitative target has been set for Finland in which 41 % of new busses have to be clean by August 2021 end of 2025 and 59 % by 2026. In Kajaani the local transportation is operated by nine busses and a little bit under half of them must meet the requirements of the directive.

Thesis presents calculations for the supply cost of different motive powers are of these, and the suitability for the public transportation is evaluated. At this stage of the preparation of the law there are lots of uncertainties. Availability of fuel and a lack of distribution infrastructure are considered major challenges in the coming procurement in Kajaani. In addition, pressure for a cost increase is imminent. At this moment of preparation the assumption is that Kajaani will require electric busses to be included into the next competitive round.

**Keywords** bus, CVD, Clean vehicle directive, public transport

**Pages** 30

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TUTKIMUS- JA TYÖMENETELMÄT .....	2
3	EU:N PUHTAIDEN JA ENERGIATEHOKKAIDEN AJONEUVOJEN DIREKTIIVI (CVD) .....	2
3.1	EU:n ja Suomen asettamat päästötavoitteet.....	3
3.2	Direktiivin soveltamisala .....	4
3.3	Puhtaan kaluston määritelmä.....	5
3.4	Ajoneuvoluokat ja niiden CVD: n mukaiset minimitalvoitteet Suomessa .....	6
3.5	Selvitysraportti puhtaan kaluston direktiivin kustannustehokkaasta kansallisesta täytäntöönpanosta.....	9
4	JOUKKOLIIKENTEEN NYKYTILA KAJAANISSA.....	10
4.1	Kaupunkiliikenne .....	11
4.2	Palveluliikenne .....	13
4.3	Seutuliikenne.....	13
5	KAJAANIN KAUPUNKISTATEGIA 2019-2022 JA MUUT STRATEGISET TAVOITTEET HIILINEUTRAALIUDEN SAAVUTTAMISEKSI KAJAANISSA.....	13
6	KÄYTTÖVOIMAVAIHTOEHDOT .....	14
6.1	Nykyiset käyttövoimat .....	14
6.2	Biodiesel .....	16
6.3	Etanoli.....	16
6.4	Uusiutuva diesel.....	16
6.5	Liikennekaasu .....	17
6.6	Sähkö .....	18
6.7	Hybridi .....	20
6.8	Liikennevety .....	20
6.9	Polttoainekustannusten vertailu eri käyttövoimien välillä .....	21
6.10	Linja-autokaluston tilanne Suomessa .....	22
7	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA SOVELTUVUUS KAJAANIN KAUPUNKI-JA PALVELULIIKENTEESEEN .....	22
7.1	Kaupunkiliikenne .....	23
7.2	Palveluliikenne .....	24
8	KAJAANIN JOUKKOLIIKENTEEN HANKINTOJEN ETENEMISVAIHTOEHDOT.....	24
9	PÄÄTELMÄT .....	27
	LÄHDELUETTELO.....	30

## 1 JOHDANTO

EU:ssa on hyväksytty 2.8.2019 muutosdirektiivi (EU2019/1161), jonka tarkoitus on edistää puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen ja palvelujen hankintaa julkisella sektorilla. Muutosdirektiiviä (Clean Vehicle Directive, CVD) sovelletaan 24 kuukauden kuluttua sen hyväksymisestä. Direktiivin vaatimukset on otettava huomioon julkisia hankintoja tehtäessä 2.8.2021 alkaen. Direktiivi koskee uusia julkisia hankintoja, jotka ylittävät EU:n hankintalainsäädännön hintakynnykset. Vaatimukset koskevat julkisen sektorin ajoneuvo- ja palveluhankintoja. Direktiivin tavoitteet ovat sitovat ja ne koskevat kaikkia jäsenmaita. Suomessa kansallinen lainsäädäntö on valmisteilla ja hallituksen esitys on tarkoitus saattaa eduskuntakäsittelyyn syksyllä 2020.

Suomi on sitoutunut vähintään puolittamaan liikenteen päästöt vuoteen 2030 mennessä. Direktiivin asettamat vaatimukset edistävät nolla- ja vähäpäästöisten ajoneuvojen yleistymistä. Puhtailla ajoneuvoilla on keskeinen rooli kasvihuonekaasupäästöjen ja ilmansaastepäästöjen vähentämisessä. EU:n tasolla liikenne on ainoa sektori missä päästöt edelleen kasvussa. Tieliikenne vastaa noin neljäsosaa EU:n kokonaispäästöistä.

Kansallisessa lainsäädännössä vahvistetaan prosentuaaliset vähimmäistavoitteet puhtaiden kevyiden ajoneuvojen (henkilö- ja pakettiautot) ja raskaiden hyötyajoneuvojen (kuorma-autot ja linja-autot) hankinnoille sekä niitä koskeva yksinkertainen laskentamenetelmä. Tässä opinnäytetyössä keskitytään ensisijaisesti linja-autoille asetettuihin vaatimuksiin ja tarkastellaan niiden vaikutusta Kajaanin joukkoliikenteen hankintoihin. Kaikista uusista hankinnoista vuoden 2025 loppuun mennessä 41 % ja vuoden 2025 jälkeen 59 % tulee olla puhtaita ajoneuvoja. Lisäksi linja-autoilla on alatavoite, jossa hankintaosuudesta puolet tulee olla täyssähköbusseja. Puhtaan kaluston määritelmässä puhdas ajoneuvo kulkee 100 % jake-luinfra-direktiivin (2014/64) määritelmän mukaisella vaihtoehtoisella polttoaineella. Soveltuvia polttoaineita ovat biopolttoaineet, sähkö, kaasu tai vety. Biopolttoaineen osalta vaatimuksena on, että tuotannossa ei ole käytetty ns. high-ILUC raaka-aineita kuten palmuöljyä.

Opinnäytetyö pohjautuu tämän hetkiseen tietoon direktiivistä ja sen kansallisen lainsäädännön valmistelusta. Työstä saadaan lisätietoa vaihtoehtoisista käyttövoimista sekä alustavia laskelmia kustannusvaikutuksista. Lisätieto tulee Kajaanin kaupungin päätöksenteon tueksi siihen, miten edetään joukkoliikenteen hankinnoissa niin, että saadaan direktiivin vaatimukset täytettyä.

## 2 TUTKIMUS- JA TYÖMENETELMÄT

Tässä opinnäytetyössä työntavoitteena on saada lisätietoa puhtaan kaluston direktiivistä (Clean Vehicle Directive - CVD) ja sen vaikutuksista Kajaanin joukkoliikenteen hankintoihin. Työssä käydään läpi mitkä käyttövoimat täyttävät puhtaan kaluston direktiivin vaatimukset ja mikä on niiden saatavuus Suomessa sekä erityisesti Kajaanissa tällä hetkellä. Direktiivin kansallinen lainsäädäntö on valmisteilla ja se valmistuu keväällä 2020. Kansallisella tasolla on avoinna vielä se, että tuleeko alueittain jostain helpotuksia vaatimuksien täyttämiseen ja onko vaatimukset kaikille tieliikenteen toimivaltaisilta viranomaisilta samat alueesta riippumatta.

Opinnäytetyön teoreettinen osuus perustuu direktiivistä saatavilla olevaan tämän hetkiseen tietoon ja lain valmistumisen jälkeen mahdolliset muuttuvat tiedot on otettava huomioon hankintoja tehdessä.

Opinnäytetyöstä on tarkoitus tulla Kajaanin kaupungille etenemissuunnitelma uuden direktiivin mukaisiin joukkoliikenteen hankintoihin. Tässä työssä tarkastelleen sitä missä aikataulussa uuden direktiivin mukaisia hankintoja voitaisiin tehdä ja miten tulevat kilpailutukset kannattaa aikatauluttaa. Työssä esitetään laskelmia syntyvistä kalusto- ja polttoainekustannuksista eri käyttövoimia käyttäen.

CVD-direktiiviä tulee soveltaa 2.8.2021 alkaen. Kajaanin kaupunkiliikenteen ja palveluliikenteen sopimuksissa on mahdollista ajoittaa hankinnat niin, että kilpailutukset voidaan toteuttaa ennen direktiivin voimaan tuloa tai käyttää nykyisten liikennöintisopimusten optiokaudet (kaupunkiliikenteen 2. optiokausi päättyy 3.6.2022 ja palveluliikenne 2. optiokausi päättyy 31.12.2021), jonka jälkeen kilpailutuksissa tulee ottaa huomioon direktiivin vaatimukset. Tarkoituksena on myös jakaa tietoa kaupungin päättäjien suuntaan tulevasta lakimuutoksesta.

## 3 EU:N PUHTAIDEN JA ENERGIATEHOKKAIDEN AJONEUVOJEN DIREKTIIVI (CVD)

Euroopan parlamentti ja neuvosto on antanut EU-direktiivin puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämisestä (2009/33/EY). Direktiivin tarkoituksena on ollut puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen markkinoiden edistäminen ja stimulointi niin, että viranomaisia ja tiettyjä muita julkisen liikenteen harjoittajia on edellytetty ottamaan huomioon hankintoja tehdessä energiankulutus, hiilidioksidi ja muut epäpuhtauspäästöt. Direktiiviä on tullut soveltaa sopimukseen, jotka koskevat tieliikenteen moottoriajoneuvojen ostamista. Euroopan komissio arvioi alkuperäisen direktiivin toimivuutta vaikutusten arvioinnin yhteydessä ja komissio totesi, ettei hankintadirektiivi ollut edistänyt riittä-

västi puhtaiden ajoneuvojen julkisia hankintoja. Ja, että puhtaiden ajoneuvojen markkinaosuudet olivat edelleen pienet ja näin CO<sub>2</sub>- ja pienhiukkaspäästöt sekä energiatehokkuuden vaikutukset olivat jääneet pieneksi. Direktiivi ei tukenut myöskään riittävästi EU:n kilpailukykyä ja kasvua. Näin komissio antoi 9.11.2017 direktiivin muutosehdotuksen.

Euroopan parlamentissa annettiin 20.6.2019 muutosdirektiivi (2019/1161) puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämistä annetun direktiivin 2009/33/EY muuttamisesta. Muutosdirektiivin tarkoituksena on edistää puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen ja palvelujen hankintaa julkisella sektorilla. Uudistetun direktiivin myötä jäsenvaltioille tulee sitovat ja sanktioitavat velvoitteet puhtaiden ajoneuvojen osuuksista uusissa julkisissa hankinnoissa. Jokaiselle jäsenmaalle on asetettu puhtaiden ajoneuvojen tavoiteosuudet hankinnoissa ja osuudet on määriteltä erikseen eri ajoneuvoluokille. Suomelle asetettu määrällinen tavoite on, että kaikista uusista hankinnoista vuoteen 2025 loppuun mennessä 41 % on puhtaita ajoneuvoja ja vuoden 2025 jälkeen 59 % on puhtaita ajoneuvoja. Muutosdirektiivin voimaan tultua EU:n jäsenmailla on annettu 24 kuukautta aikaa saattaa direktiivin vaatimukset voimaan kansallisesti sekä valmistella kansallinen lainsäädäntö. Direktiivi edellyttää uutta lainsäädäntöä ja Suomessa lainsäädäntö on valmisteilla. (Laki puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämistä annetun direktiivin muuttamisesta 2009/33/EY, 2019)

Lain valmistelun tueksi ministeri Sanna Marin on asettanut työryhmän, jonka tehtävänä on arvioida eri toteutusvaihtoehdot ottaen huomioon alueelliset eroavaisuudet sekä kustannustehokkuuden. Työryhmän toimintakausi on 8.11.2019- 31.8.2020. Työryhmässä on mukana laaja ryhmä eri toimijoita ja asiantuntijoita. Jäsenvaltioilla on mahdollisuus vaikuttaa asiaan kansallisessa lainsäädännössä, joten lopullinen kohdentaminen ja mahdolliset poikkeukset tulevat kansallisen lainsäädännön myötä. Ilmasto- ja energiapoliittinen ministerityöryhmä tekee linjaukset keväällä 2020. Tämän jälkeen hallitusesitys lähtee lausuntokierrokselle. Eduskunta käsittelyyn laki olisi tarkoitus saattaa syksyllä 2020 ja direktiivin asettamat vaatimukset tulisi saattaa voimaan mennessä 1.8.2021. (Valtioneuvosto, 2019)

### 3.1 EU:n ja Suomen asettamat päästötavoitteet

EU:n energia- ja ilmastopoliittikka tähtää siihen, että EU:n kokonaispäästöjä vähennetään vuoteen 2030 mennessä 40 % ja päästökauppa vastaa 43 % päästövähennystavoitteesta ja taakanjako 30 %. Taakanjakosektorin jäsenmaakohtaiset päästövähennys-velvoitteet vaihtelevat 0-40 % ja Suomen tavoite on korkeimpia ja päästöjä tulee vähentää 39 %. EU:n tasolla liikenne on ainoa sektori missä päästöt on edelleen kasvussa. EU:n pitkän aikavälin tavoite on päästä nollapäästöihin vuoteen 2050 mennessä ja tavoitteen saavuttamiseksi vuodelle 2030 asetettuja päätöstavoitteita voi-

daan joutua korottamaan. Myös Suomen hallitusohjelman tavoitteet asettavat sen, että päästöt tulisi puolittaa vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta. Suomen kansallisena tavoitteena on, että vuonna 2050 tieliikenne olisi lähes nollapäästöistä. Kuvassa 1 on esitetty liikenteen energiankulutukseen ja CO<sub>2</sub>-päästöihin vaikuttavat tekijät sekä keinot niiden vähentämiseen. Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen tapahtuu liikennesuoritteen eli ajokilometrien kasvun taittamisella, parantamalla ajoneuvojen energiatehokkuutta sekä fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla ja vähäpäästöisillä polttoaineilla. (Direktiivi 2009/33/EY puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämisestä, 2019; Laki puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämisestä annetun direktiivin 2009/33/EY muuttamisesta, 2019; Eurooppa-neuvosto, 2019)

## Liikenteen energiankulutukseen ja CO<sub>2</sub>-päästöihin vaikuttavat tekijät ja CO<sub>2</sub>-päästövähennyskeinot



Kuva 1. Liikenteen energian kulutukseen ja CO<sub>2</sub>-päästöihin ja niiden vähentämiseen vaikuttavat tekijät. (Liikenne -ja viestintäministeriö, 2017)

### 3.2 Direktiivin soveltamisala

Vaatimuksia sovelletaan julkisen sektorin ajoneuvo -ja palveluhankinnoissa ja se koskee ainoastaan uusia 2.8.2021 jälkeen tehtyjä sopimuksia ja hankintoja, jotka ylittävät hankintalainsäädännön hintakynnykset. CVD:n soveltamisalaan kuuluu tieliikenteen moottoriajoneuvojen osto, vuokraus, leasing sekä osamaksukauppasopimukset myös joukkoliikenteen ja tiettyjen kuljetuspalvelujen hankinta kuuluu direktiivin soveltamisalaan. Kuvassa 2 näkyy EU-kynnysarvot ylittävien hankintojen yhteiset CVP-koodit (Common Procurement Vocabulary), jotka kuuluvat CVD:n soveltamisalaan.



CPV Code		
60112000-6	Public road transport services	Joukkoliikennepalvelut maanteitse
60130000-8	Special-purpose road passenger-transport services	Matkustajien erikoismaantiekuljetukset
60140000-1	Non-scheduled passenger transport	Tilausmatkustajaliikenteen palvelut
90511000-2	Refuse collection services	Jätteiden keruupalvelut
60160000-7	Mail transport by road	Tieliikenteen postikuljetukset
60161000-4	Parcel transport services	Pakettien kuljetuspalvelut
64121100-1	Mail delivery services	Postin jakelupalvelut
64121200-2	Parcel delivery services	Pakettien jakelupalvelut

Kuva 2. Direktiivin soveltamisala. (Eilittä, 2019)

Tavara- ja palvelunhankintojen EU-kynnysarvot ovat tällä hetkellä 214 000€ ja erityisalojen hankinnoissa 428 000€. Valtion keskushallintoviranomaisilla kynnysarvo on 139 000€. (Hankinnat, 2019)

### 3.3 Puhtaan kaluston määritelmä

CVD: n mukaan puhtaan ajoneuvon määritelmä on, että ajoneuvo kulkee 100 % jakeludirektiivin (2014/94) määritelmän mukaisella vaihtoehtoisella polttoaineella, kuten uusiutuvalla biodieselillä (HVO) jossa vain 100 % seos hyväksytään, sähköllä, maakaasulla (CNG) tai nesteytetyllä maakaasulla (LNG), biokaasulla (CBG) tai vedyllä (taulukko 1). Biopolttoaineilla tarkoitetaan nestemäisiä tai kaasumaisia liikenteessä käytettäviä polttoaineita, jotka tuotetaan biomassasta. Vaihtoehtoisilla polttoaineilla taas tarkoitetaan niitä polttoaineita tai voimanlähteitä joilla korvataan ainakin osittain fossiilisten polttoaineiden käyttö. Biopolttoaineiden osalta vaatimuksena on, että tuotannossa ei ole käytetty ns. high -ILUC raaka-aineita kuten esim. palmuöljyä. (Eilittä, 2019)

Taulukko 1. CVD: n mukaiset puhtaan kaluston määritelmät ajoneuvoluokittain.

	ajanjaksolla 8/2021-12/25	Puhtaan ajoneuvon määritelmä	ajanjaksolla 1/2026->
HENKILÖAUTOT M1	CO <sub>2</sub> -päästö ≤50 g/km	CO <sub>2</sub> -päästö ≤50 g/km. Mahdollisesti ei koske esteettömiä ajoneuvoja.	CO <sub>2</sub> -päästö 0 g/km
PIENOISBUSSIT M2	CO <sub>2</sub> -päästö ≤50 g/km	CO <sub>2</sub> -päästö ≤50 g/km	CO <sub>2</sub> -päästö 0 g/km
PAKETTIAUTOT N1	CO <sub>2</sub> -päästö ≤50 g/km	CO <sub>2</sub> -päästö ≤50 g/km	CO <sub>2</sub> -päästö 0 g/km
BUSSIT M3	Kaupunkibussit ("bus") alaluokat I ja A	Käyttövoimana maa-kaasu/biokaasu, LNG, nestekaasu, uusiutuva diesel (vain 100 % seos), sähkö ja vety.	Sama
	Muut bussit (coach) - Alaluokat B, II ja III	Rajattu direktiivin ulkopuolelle (bussit, joissa on enintään kahden kaksoisistuimen tilan verran seisomapaikkoja) esim. seutuliiikenteessä käytettävät bussit	Sama
KUORMA-AUTOT N2	Kok. massa max. 12t	Käyttövoimana maa-kaasu/ biokaasu, LNG, nestekaasu, uusiutuva diesel (vain 100 % seos), sähkö ja vety.	Sama
KUORMA-AUTOT N3	Kok. massa yli 12t		

### 3.4 Ajoneuvoluokat ja niiden CVD: n mukaiset minimitavoitteet Suomessa

Suomelle on tulossa 2.8.2021 alkaen CVD: n mukaiset minimitavoitteet eri ajoneuvoluokittain koskien uusia hankintoja. Vaatimuksia sovelletaan ajoneuvoluokittain (taulukko 1) henkilö- ja pakettiautot (M1 ja N1), raskas kalusto (N2 ja N3) ja linja-autot (M2 ja M3).

M- ja N -luokan ajoneuvot ovat henkilöiden ja tavaroiden kuljetukseen tarkoitettuja moottorikäyttöisiä ajoneuvoja, jossa on vähintään neljäpyörää tai telat ja jonka rakenteellinen nopeus on suurempi kuin 25 kilometriä tunnissa. (Ajoneuvolaki 1090/2002, 2019; Traficom, 2019)

Taulukko 2. M- ja N – luokan ajoneuvot jaotellaan seuraaviin alla olevan taulukon mukaisiin alaluokkiin

**M- ja N -ajoneuvoluokat**

<i>M</i> <sub>1</sub>	Henkilöauto	Ensisijaisesti matkustajien ja heidän matkatavaroiden kuljettamiseen tarkoitettu ajoneuvo, jossa on kuljettajan lisäksi enintään 8 istumapaikkaa.
<i>M</i> <sub>2</sub>	Linja-auto	Ensisijaisesti matkustajien ja heidän matkatavaroiden kuljettamiseen tarkoitettu ajoneuvo, jossa on kuljettajan lisäksi enemmän kuin 8 istumapaikkaa. M2 luokan luokittelumassa on enintään 5 tonnia.
<i>M</i> <sub>3</sub>	Linja-auto	Ensisijaisesti matkustajien ja heidän matkatavaroiden kuljettamiseen tarkoitettu ajoneuvo, jossa on kuljettajan lisäksi enemmän kuin 8 istumapaikkaa. M3 luokan luokittelumassa on yli 5 tonnia.

M2- ja M3-luokan ajoneuvossa voi olla istumapaikkojen lisäksi seisoville matkustajille varattu tila.

<i>N</i> <sub>1</sub>	Pakettiauto	Ensisijaisesti tavarankuljettamiseen suunniteltu ajoneuvo, jonka luokittelumassa on enintään 3,5 tonnia
<i>N</i> <sub>2</sub>	Kuorma-auto	Ensisijaisesti tavarankuljettamiseen suunniteltu ajoneuvo, jonka luokittelumassa on enintään 12 tonnia
<i>N</i> <sub>3</sub>	Kuorma-auto	Ensisijaisesti tavarankuljettamiseen suunniteltu ajoneuvo, jonka luokittelumassa on yli 12 tonnia

(Ajoneuvolaki 1090/2002; Traficom, 2019)

CVD: n mukaiset puhtaan kaluston minimiosuudet on ilmoitettu prosentiosuuksina ajoneuvoluokittain (kuva 3). Henkilöauto (M1), pakettiauto (N1) sekä ns. pikkubussi (M2) vähimmäistavoite on, että tähän kategoriaan kuuluvista hankinnoista 38,5 % on puhtaita ajoneuvoja. Puhdas ajoneuvo on sellainen, jonka päästöt ovat alle 50 CO<sub>2</sub> g/km eli käytännössä täyssähköauto. Joidenkin henkilöautovalmistajien energiatehokkaimmat ladattavat hybridit täyttävät myös vaatimukset. Vaatimukset kiristyvät tammikuusta 2026 alkaen tähän kategoriaan kuuluvien ajoneuvojen osalta niin, että kalustoksi hyväksytään vain täyssähköautoja tai vetyautoja. Ajoneuvojen hiilidioksidipäästöt tulee olla 0g/km.

Raskaalle kalustolle (N2 ja N3) asetettu tavoitteet 2.8.2021 alkaen on, että 9 % hankinnoista on puhtaita ajoneuvoja. Puhdas ajoneuvo on alle 1 g CO<sub>2</sub>/kWh päästöinen tai vaihtoehtoinen käyttövoima sähkö, kaasu tai 2. sukupolven nestemäiset biopolttoaineet, joiden raaka-aineita ovat kasvi- ja puupohjainen selluloosa, sekä jätteet ja tähteet. Tämän kategorian ajoneuvojen vaatimukset kiristyvät tammikuusta 2026 alkaen niin, että jatkossa 15 % hankinnoista tulee täyttää edellä mainitut vaatimukset.

Linja-autoille (M3) autot, joita käytetään yleensä kaupunkiliikenteen liikennöinnissä (eli matalalattiakalusto, jossa on myös seisomapaikkoja) vaatimus on, että vähintään 41 % hankinnoista tulee olla puhtaita ajoneuvoja. Tähän kategoriaan on määritelty sähköbussien alatavoite niin, että puolet osuudesta voidaan täyttää tietyillä biopolttoaineilla. Jäljelle jäävän puolikkaan on kuitenkin käytännössä oltava täyssähköajoneuvoja. Määritelmässä puhdas ajoneuvo on sellainen, jonka päästöt ovat alle 1 g CO<sub>2</sub>- /kWh tai joka käyttää vaihtoehtoisia käyttövoimia kuten sähköä, kaasua, vetyä tai 2. sukupolven nestemäisiä joita ovat biopolttoaineet joiden raaka-aineita on kasvi – ja puupohjainen selluloosa sekä jätteet ja tähteet. Kaukoliikenteen ja seutuliikenteen bussit on rajattu direktiivin ulkopuolelle. Yleisesti linja-autoille asetetut vaatimukset velvoittavat kunnat ja kaupungit hankkimaan sähköbussseja kaupunkiliikenteen liikennöintiin. (Eilittä, 2019)

Ajoneuvojen minimiosuuksien määrytykset ovat maakohtaisia, näin ollen ei ole vielä täysin selvää, miten muutos näkyy Suomessa. Kansallisen lainsäädännön valmistelun yhteydessä on mahdollisuus ottaa huomioon alueelliset erot ja tarkastella vaatimusten toteuttamisedellytyksiä eripuolella Suomea. Isommilla kaupunkiseuduilla on erilaiset lähtökohdat täyttää direktiivin vaatimukset kuin harvemmin asutuilla alueilla, jossa välimatkat on pitkät. Myös vaihtoehtoisten polttoaineiden saatavuus vaihtelee alueittain. Pienet kaupungit ja kunnat taistelevat joukkoliikenteen kannattavuuden ja matkustajamäärien kanssa jo valmiiksi myös liikennöitävät kokonaisuudet on pieniä. Jos joillekin alueilla annetaan vapauksia olla käyttämättä joitain käyttövoimia esimerkiksi sähköä, kiristä se muiden alueiden vaatimuksia entisestään, koska Suomen on täytettävä joka tapauksessa sille annettu 38,5 % kokonaistavoite. Kuvassa 3 on esitetty ne minimivaatimukset, jotka ovat tämän hetkisillä tiedoilla tulossa voimaan kautta Suomen. Lopullinen kohdentaminen ja mahdolliset poikkeukset tulevat kansallisen lainsäädännön valmistumisen myötä.

Ajoneuvoluokka		Minimiosuus julkisille hankinnoille		
		8/2021 – 12/2025	1/2026-	Merkitys kuntasektorille
Henkilöautot (M1)	Max. 8 matkustajaa	38,5 %	38,5 %	Käytännössä täyssähköauto
Plenoisbussit (M2)	Yli 8 matkustajaa, kok. massa max. 5 t	38,5 %	38,5 %	Käytännössä täyssähköauto
Bussit (M3)	Kaupunkibussit (bus) - Alaluokat I ja A	41 % (sähkö: 20,5 %)	59 % (sähkö: 29,5 %)	Vähintään 50 % sähköbussseja. Loppuihin käy vaihtoehtoiset käyttövoimat (esim. liikenneblokaasu, uusiutuva diesel)
	Muut bussit (coach) - Alaluokat B, II ja III	0 %	0 %	Direktiivi ei koske (seutuliikenteen bussit, kaukoliikenteen bussit)
Pakettiautot (N1)	Kok. massa max. 3,5 t	38,5 %	38,5 %	Käytännössä täyssähköauto
Kuorma-autot	Kok. massa max. 12 t (N2)	9 %	15 %	Ei sähköautovaatimuksia; vaihtoehtoiset käyttövoimat hyväksytään (ei seoksia)
	Kok. massa yli 12 t (N3)	9 %	15 %	Kunnissa lähinnä jätekujjetukset

Kuva 3. Kansalliset CVD: n minimiosuudet julkisille hankinnoille ajoneuvoluokittain. (Kuntaliitto, 2019)

Direktiivin artiklan 2 mukaan jäsenvaltio voi myöntää poikkeuksen mm. hälytysajoneuvoille, rakennustyömaiden ja armeijan ajoneuvoille sekä pyörätuolin käyttäjille tarkoitetuille (M1) ajoneuvoille.

Direktiivin vaatimusten mukaisesti täyssähköajoneuvot tulevat yleistymään nopealla aikataululla. Muutos on merkittävä ja vaatii julkisilta hankinnoilta nopeita toimia, asiaan perehtymistä ja hankintojensuunnittelua. Lisäksi kilpailutusprosessi tarvitsee jatkossa pidemmän aikajänteen, koska mm. kalustohankintoihin tulee varata riittävästi aikaa. Muutos myös vaatii rahoituksen uudelleen tarkastelua, mikäli ei haluta karsia itse palvelusta, kuten joukkoliikenteen tarjonnasta.

Kuntaliitto on kannanotossaan tuonut esille direktiivin voimaan saattamiselle asetettua äärimmäisen kireää aikataulua sekä sitä, että puhtaan kaluston määritelmä on erittäin kapea etenkin pienemmän kokoluokan kaluston osalta. Puhtaaksi ajoneuvoksi ei esimerkiksi lasketa kestäväällä biopolttoaineella, biokaasulla tai uusiutuvalla dieselillä kulkevaa henkilöautoa, pakettiautoa, tilataksia tai pikkubussia. Huolta herättää myös se kuinka paljon julkisten hankintojen kustannukset kasvavat kun kalustovaatimukset on asetettava direktiivin mukaisiksi. Kaluston saatavuus näin nopealla aikataululla voi nousta myös ongelmaksi tietyissä ajoneuvoluokissa. (Vilkuna & Peltola 2019)

### 3.5 **Selvitysraportti puhtaan kaluston direktiivin kustannustehokkaasta kansallisesta täytäntöönpanosta**

Direktiivin valmistelutyön tueksi on 30.1.2020 valmistunut Ramboll Finland Oy:n tekemä selvitys, jossa on arvioitu ajoneuvohankintoja koskevaa nykytilaa (Ramboll, 2020). Selvityksessä on ehdotettu vaihtoehtoisia malleja, joilla vaatimukset voitaisiin Suomessa panna täytäntöön muun muassa kustannustehokkuus sekä alueelliset erot huomioiden. Selvityksessä on vertailtu neljää eri vaihtoehtoa. Vaihtoehdossa yksi tavoitteet asetettaisiin ajoneuvoluokittain ja tavoitteet eriytettäisiin maakunnittain. Linja-autojen ajoneuvoluokassa tavoitteet asetettaisiin joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten mukaan. Vaihtoehdossa kaksi tavoitteet asetettaisiin alueittain ja tällä saataisiin aikaan kustannustehokas malli, joka ottaisi huomioon alueiden eroavaisuudet. Tässä vaihtoehdossa otettaisiin huomioon mm. väestötiheys ja ilmanlaatu sekä jakeluinfran laajuus. Linja-autojen ajoneuvoluokassa tavoitteet asetettaisiin joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten mukaan. Vaihtoehdossa kolme tavoitteet asetettaisiin toimijoittain niin, että joukkoliikenteen toimivaltaisille viranomaisille, kunnille ja valtionyhtiöille sekä kuntayhtymille tulisi omat tavoitteet. Tämä mahdollistaisi alueiden erityispiirteiden huomioimisen yksinkertaisella mallilla. Vaihtoehto neljä olisi kaikista edellä mainituista vaihtoehdoista yhdistelmä ja raportin mukaan tämän olisi kaikista todennäköisin vaihtoehto toteuttamistavaksi.

Raportin tuloksissa annetut täytäntöönpanosuositukset esittävät, että alueelliset erot tulee huomioida. Erityisesti tulee huomioida väestön tiheys, taajama-aste ja kuljetusten järjestämistavat sekä tästä syntyvät taloudelliset erot. Kasvukeskuksilla ja haja-asutusalueilla on erilaiset valmiudet tavoitteiden saavuttamisessa. Direktiivi korostaa kasvukeskuksien merkitystä puhtaan kaluston hankintojen toimeenpanossa ja tämä näkyy selkeästi raportin suosituksissa. Raportissa esitetään, että 17 suurinta kaupunkia sekä suuret joukkoliikenteen toimivaltaiset viranomaiset saisivat kovemmat tavoitteet direktiivin täytäntöönpanossa (kuva 4).

### SUOSITUS TAVOITTEIDEN ALUEELLISEKSI ERIYTTÄMISEKSI LINJA-AUTOJEN OSALTA KOLME KATEGORIAA JOUKKOLIIKENTEEN TOIMIVALTAISTEN VIRANOMAISTEN MUKAAN



Tarkastelujakso 8/2021-2025	Tarkastelujakso 2026-2030
1. Nimetyt suurkaupunkiseutujen TVV:t <ul style="list-style-type: none"> <li>HSL sähkö 35 %, muu puhdas 30 %</li> <li>Turun seudun joukkoliikenne, Föli &amp; Tampereen seudun joukkoliikenne, Nysse sähkö 15 %, muu puhdas 15 %</li> </ul>	1. Nimetyt suurkaupunkiseutujen TVV:t <ul style="list-style-type: none"> <li>HSL sähkö 60 %, muu puhdas 40%</li> <li>Turun seudun joukkoliikenne, Föli &amp; Tampereen seudun joukkoliikenne, Nysse sähkö 25 %, muu puhdas 35 %</li> </ul>
2. Oulun seudun joukkoliikenne, Jyväskylä (Linkki) & Lahti (LSL), (eli muut yli 100 bussin TVV:t) <ul style="list-style-type: none"> <li>sähkö 5 %, muu puhdas 10 %</li> </ul>	2. Oulun seudun joukkoliikenne, Jyväskylä (Linkki) & Lahti (LSL), (eli muut yli 100 bussin TVV:t) <ul style="list-style-type: none"> <li>sähkö 10 %, muu puhdas 30 %</li> </ul>
3. Muut alle 100 bussin TVV:t <ul style="list-style-type: none"> <li>Puhtaat yhteensä 5 %</li> </ul>	3. Muut alle 100 bussin TVV:t <ul style="list-style-type: none"> <li>Puhtaat yhteensä 15 %</li> </ul>
<b>Simuloitu toteutuma</b> Hankinnoista 45,8 %	<b>Simuloitu toteutuma</b> Hankinnoista 66 %
<b>TVV:iden omat arviot vuosille 2021-2025</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puhtaan kaluston osuus 86% hankinnoista</li> <li>Täyssähköautojen osuus 38 % hankinnoista</li> </ul>	<b>TVV:iden omat arviot vuosille 2026-2030</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puhtaan kaluston osuus 93% hankinnoista</li> <li>Täyssähköautojen osuus 54 % hankinnoista</li> </ul>
<b>Tavoite: 41 % puhtaita ajoneuvoja, joista puolet täyssähköä</b>	<b>Tavoite: 59 % puhtaita ajoneuvoja, joista puolet täyssähköä</b>

**Tarkennustarve:**  
 1) Ovatko Tampereen panostukset raideliikenteeseen riittävä perustelu Nysseen ja Fölin eriäville tavoitteille?  
 2) MAL-sopimus antaa yhden luokittelukriteerin, jonka mukaan Oulu on nyt kategoriassa "Nimetyt suurkaupungit". MAL-sopimuksia neuvotellaan Jyväskylän, Lahden ja Kuopion seuduille. Onko MAL-sopimus riittävä peruste jakaa kategoria 1 kahteen osaan: 1a) HSL, Föli, Nysse (isot), 1b) Oulu, Jyväskylä (Linkki), Lahti (LSL), Kuopio (Vilkku)

Kuva 4. Raportin suositus tavoitteiden alueelliseksi eriyttämiseksi linja-autokaluston osalta (Ramboll, 2020)

Raportti on suositus ja se on teetetty Liikenne- ja viestintäministeriön toimesta valmistelutyön tueksi. Raportin suositukset eivät ole tässä vaiheessa muuttaneet lain valmistelun sisältöä. Mikäli tavoitteiden asettaminen tapahtuisi tämän selvityksen perusteella Kajaanin tavoite puhtaan kaluston osalta olisi 5 % kaluston määrästä jaksolla elokuu 2021 - joulukuu 2025 ja 15 % jaksolla 2026-2030. (Ramboll, 2020)

## 4 JOUKKOLIIKENTEEN NYKYTILA KAJAANISSA

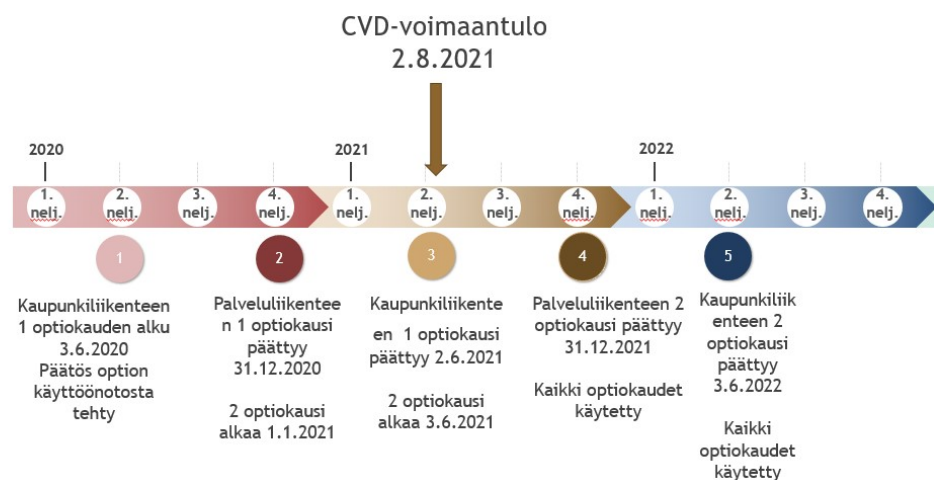
Kajaanin kaupunki on palvelusopimusasetuksessa tarkoitettu tieliikenteen toimivaltainen viranomainen (Laki liikenteen palveluista 320/2017, 2019). Toimivaltaiset viranomaiset suunnittelevat, kilpailuttavat sekä hankkivat oman alueensa joukkoliikenteen. Kajaanin kaupunki hankkii omalla alueellaan ajettavan kaupunkiliikenteen ja palveluliikenteen sekä seutuliikenteen. Lisäksi Kajaanin kaupunki osallistuu yhdessä Kainuun muiden kuntien kanssa seutuliikenteen hankintakustannuksiin. Kainuun

muiden kuntien tieliikenteen toimivaltainen viranomaisena on Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus joka hankkii pääasiassa kuntien välisen seutuliikenteen.

#### 4.1 Kaupunkiliikenne

Kaupunkiliikenteen nykyinen bruttokorvaukseen perustuvat liikennöinti-sopimus on voimassa ajalla 4.6.2017- 3.6.2020, jonka jälkeen sopimusta voidaan jatkaa kahdella optiovuodella vuosiksi 2020- 2021 ja 2021- 2020. Ensimmäisen optiovuoden käyttöönotosta on tehty päätös. Kuvassa 5 on kuvattu joukkoliikennesopimusten aikataulu.

### Kajaanin joukkoliikenteen sopimusten aikataulu



Kuva 5. Kajaanin joukkoliikenteen sopimusten aikataulu

Kajaanin kaupunkiliikennettä liikennöidään linjoilla 1-7 ja kaikki linjat liikennöivät Kajaanin keskustan kautta. Linja 1 liikennöi arkipäivisin 30 min vuorovälillä ja toimii ns. runkolinjana. Linja 3 liikennöi arkisin 60 min vuorovälillä. Linjat 4 ja 6 ovat tärkeitä yhteyksiä koulukuljetusten kannalta ja koululaiset ovat näiden linjojen suurin käyttäjäryhmä. Linjoja 4, 6 liikennöidään vain koulupäivinä 60 minuutin vuorovälillä. Linja 7 ajetaan koulupäivinä 60 min vuorovälillä ja ennen keskipäivään linjan liikennöinnissä on tauko (taulukko 3). Kuvassa 6 on esitetty kaupunkiliikenteen matkustajamäärät linjoittain vuonna 2019. Kaupunkiliikenteessä tehtiin vuonna 2019 yhteensä 219564 matkaa, joista linjalla 1 tehtiin 99925 matkaa. (Kajaanin seudun joukkoliikenne, n.d.)

**KAUPUNKILIIKENNE  
MATKUSTAJAMÄÄRÄT  
2019**

Linja 1	99925
Linja 3	33650
Linja 4	32329
Linja 6	41659
Linja 7	12001

Kuva 6. Kajaanin kaupunkiliikenteen matkustajamäärät

Kaupunkiliikenteen nykyinen kalusto on matalalattiakalustoa (seisoma-  
paikoilla) ja EURO 4 päästöluokan dieselautoja. Kaupunkiliikenteessä lii-  
kennöi 7-9 bussia samanaikaisesti. Lisäksi liikennöitsijältä on edellytetty  
tarpeellinen määrä varakalustoa.

CVD-direktiiviä tulee soveltaa kaupunkiliikenteen hankinnoissa 2.8.2021  
alkaen, jos liikennettä liikennöidään jatkossakin M3 ajoneuvoluokan ajo-  
neuvoilla, jossa on myös seisomapaikkoja. M3 ajoneuvoluokassa ajanjak-  
solle elokuusta 2021-joulukuuhun 2025 sijoittuvissa hankinnoissa vaati-  
mus on, että vähintään 41 % hankinnoista tulee olla puhtaita ajoneuvoja.  
Lisäksi on täytettävä linja-autoille määritelty alatavoite niin, että puolet  
osuudesta oltava täyssähköbusseja. Kajaanin yhdeksästä bussista 3-4 tu-  
lee olla puhtaita ajoneuvoja ja niistä puolet eli (1-2 linja-autoa) tulisi olla  
täyssähköbusseja.

Taulukko 3. Kaupunkiliikenteen vuorotarjonta.

KAUPUNKILIIKENTEEN LINJAT 1-7	Vuoroväli	TALVI		KESA	
		MA-PE	LA	MA-PE	
		Alkaa	Päättyy	Alkaa	Päättyy
MA-PE Lohtaja - Pohjolankatu - Lehtikangas- Kylmä Linja 1	30 min	5:55	20:10		
kouluvuoden aikana MA-PE Pohjolankatu - Laajankangas-Prikaat- Pohjolankatu-Kuurma Linja 3	60 min	6:10	19:45		
Koulupäivinä MA-PE, aamupäivisin Pohjolankatu-Paltaniemi, Linja 4	60 min	6:25	9:50		
Koulupäivinä MA-PE, iltapäivisin Pohjolankatu-Paltaniemi, Linja 4	60 min	12:00	18:05		
Koulupäivinä MA-PE, aamupäivisin Sutelantie-Paltaniemi-Nakertajan koulu-Pohjolankatu Linja 4K	60 min	7:00	20:05		
Koulupäivinä MA-PE, iltapäivisin Sutelantie-Paltaniemi-Nakertajan koulu- Pohjolankatu Linja 4K,	60 min	12:00	15:05		
Koulupäivinä MA-PE,Vimpelinlaakso-Lönnrotinkatu-Salmijärvi Linja 6	60 min	6:35	16:40		
Koulupäivinä MA-PE, Salmijärvi-Kuluntalahden koulu-Vimpe linlaakso Linja 6K	60 min	7:10	7:50		
Koulupäivinä MA-PE aamuisin, Pohjolankatu-Hevossuo, Purola- Satamakatu-Pohjolankatu, Linja 7	60 min	6:55	9:30		
Koulupäivinä MA-PE iltapäivisin, Pohjolankatu-Purola-Hevossuo- Pohjolankatu Linja 7	60 min	13:10	17:10		
Koulupäivinä MA-PE aamuisin Pohjolankatu-Variskangas- Petäisenniska- Pohjolankatu Linja 7	60 min	7:30	9:55		
Koulupäivinä MA-PE iltapäivisin Pohjolankatu-Variskangas- Petäisenniska- Pohjolankatu Linja 7	60 min	11:50	17:10		
Ma-PE Koulujen lomaviikkojen aikana, Lohtaja-Pohjolankatu- Lehtikangas- Laajankangas-Kylmä Linja 1	60 min	6:25	20:55		
LAUANTAISIN Linja 1 / linja 3				7:25	18:30
KESÄAIKANA MA-PE Linja 1 / linja 3	60 min			5:55	19:00



## 4.2 Palveluliikenne

Palveluliikenne liikennöi Kajaanin taajama-alueella arkipäivisin maanantaista perjantaihin. Liikennöintiäika on klo 9-15 välillä neljälle eri reitillä ja liikennöinti tapahtuu yhdellä autolla. Palveluliikenteellä on väljästi aika-aulutettu ajoreitti minkä varrelta asiakkaat voidaan hakea kyytiin vaikka kotiovelta. Kajaanin palveluliikenne toimii läheltä lähelle periaatteella. Vuonna 2019 palveluliikenteessä tehtiin 6200 matkaa (matkustajamäärissä ei ole mukana Kainuun Soten kuljetuspalveluiden asiakkaat).

Palveluliikenteessä käytettävä kaluston EURO 6 päästoluokan matalalattia-auto, jossa on 14 istumapaikkaa sekä lisäksi siinä on mahdollisuus matkustaa myös pyörätuolia käyttävien asiakkaiden. Ajoneuvo kuuluu M2 ajoneuvoluokkaan. Tämän ajoneuvoluokan vähimmäistavoite ajalle elokuu 2021- joulukuu 2025 sijoittuvissa hankinnoissa on, että tähän kategoriaan kuuluvista hankinnoista 38,5 % on puhtaita ajoneuvoja. Puhdas ajoneuvo on kun päästöt ovat alle 50 CO<sub>2</sub> g/km eli käytännössä se tarkoittaa täyssähköautoa. Tähän ajoneuvoluokkaan kuuluvia ajoneuvoja ei ole vielä saatavilla puhtailla käyttövoimilla.

## 4.3 Seutuliikenne

Kajaanin seutuliikennettä ajetaan linjoilla 11-15 ja vuorot liikennöivät pääasiassa koulupäivinä. Seutuliikenteen liikennöinnissä käytettävä kalusto on rajattu direktiivin vaikutusten ulkopuolelle.

# 5 KAJAANIN KAUPUNKISTRATEGIA 2019-2022 JA MUUT STRATEGISET TAVOITTEET HIILINEUTRAALIUDEN SAAVUTTAMISEKSI KAJAANISSA

Kajaanin kaupunki on laatinut kaupunkistrategian vuosille 2019-2022. Kaupunkistrategiaa viedään eteenpäin neljällä kasvuteemalla jotka ovat; hyvää elämää älykkäässä kaupungissa, resurssiviisautta luontokaupungissa, tulevaisuus nuorissa sekä osaajista elinvoimaa. Resurssiviisautta luontokaupungissa teema pyrkii vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä mm. suosimalla kävelyä, pyöräilyä ja joukkoliikenteen käyttöä. Tavoitteena on, että vuonna 2022 pienillä ja isoilla teoilla kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet Kajaanissa. (Luontokaupunki Kajaani-kasvun kärjessä 2022)

Kajaanin kaupunki on mukana KAHINA – hankkeessa yhdessä Kainuun ja Koillismaan kuntien kanssa. Hankkeen tavoite on auttaa Kainuu ja Koillismaan kuntia toimenpiteissä kohti hiilineutraaliutta. Hanke etsii keinoja pienentämään kasvihuonekaasupäästöjä ja lisäämään uusiutuvien energiamuotojen käyttöä sekä parantamaan kuntien energiatehokkuutta. Hanke toteutetaan vuosina 2020-2022 ja se kestää 2,5 vuotta. Hanke on osin EARK-rahoitteinen (80 % EARK ja 20 % kunnat). Tähän hankkeeseen

osallistuessa Kajaani on asettanut tavoitteeksi, että tulevaisuudessa Kajaanin kaupunki on hiilineutraali kunta. Hankkeen aikana on myös mahdollista liittyä HINKU – kuntien verkostoon. (Talousarvio 2020 ja Taloussuunnitelma 2021-2022)

## 6 KÄYTTÖVOIMAVAIHTOEHDOT

### 6.1 Nykyiset käyttövoimat

Fossiiliset polttoaineet ovat syntyneet muinaisten eliöiden fossiloituuksessa. Tärkeimmät fossiiliset polttoaineet ovat öljy, kivihiili, maakaasu ja turve. Fossiilisten polttoaineiden energiatuotanto perustuu raaka-aineen polttamiseen, jolloin vapautuu lämpöä ja tämä aiheuttaa taas kasvihuonekaasupäästöjä. Suomen maaperästä ei fossiilia polttoaineita löydy vaan olemme pelkästään tuonnin vastassa. Jos ilmaston lämpeneminen halutaan pysäyttää sekä päästöjä pienentää tulee fossiilisten polttoaineiden käyttöä vähentää.

Dieselöljy on sitä yleisemmin käytetty polttoaine mitä suuremmasta autosta on kyse tai mitä enemmän ajoneuvolla ajetaan. Ammattiliikennöinnissä käytetään lähes poikkeuksetta dieseliä. Suomessa noin kolmannes henkilöautoista on dieselkäyttöisiä. Dieselkäyttöisillä ajoneuvoilla liikennöinti on tuttua ja joukkoliikenteen kilpailuttaminen on ollut siinä suhteessa helppoa. Jakeluverkko on kunnossa ja joukkoliikennetoimijat ovat tietoisia muun muassa kaluston, polttoaineen ja huollon kustannuksista. Nyt perinteisen dieselin käytöstä pyritään eroon erityisesti ilmastosyistä. Dieselbussiliikenne on typpioksidien, pienhiukkasten, kasvihuonekaasupäästöjen sekä liikennemelun lähde. (Energiateollisuus ry, 2020)

Aikaisemmin Kajaanin joukkoliikenteen ja muun henkilöliikenteen kilpailutuksissa on kalustovaatimukset esitetty EURO päästöluokitusten mukaisesti. Euro-päästöluokitukset säädetään EU:n tyyppihyväksyntädirektiivissä ja niissä on luokiteltu terveydelle haitallisten päästöjen enimmäisrajat. (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista 252/2013). Mitä suurempi EURO-luokka on, sitä puhtaampia pakokaasupäästöt ovat. Raskaankaluston osalta EURO-luokat voidaan suuntaan antavasti määritellä ajoneuvon käyttöönottovuoden mukaan ja EURO-normin voimaantuloavuoden mukaan seuraavasti:

- EURO I 1993
- EURO II 1997
- EURO III 2001
- EURO IV 2006
- EURO V 2009
- EURO VI 2014->

EU:n direktiivi 2014/94/EU liikenteen vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta (jakeluinfradirektiivi) on tullut voimaan lokakuussa 2014. Direktiivin mukaan kaikkien jäsenmaiden tuli laatia kansallinen toimintakehys vaihtoehtoisen polttoaineiden markkinoiden kehittämiseksi ja siihen liittyvän infrastruktuurin käyttöönottamiseksi. Suomen kansallinen toimintasuunnitelma hyväksyttiin helmikuussa 2017. Kansallisissa toimintakehyksissä tuli esittää sekä liikenteen vaihtoehtoisia käyttövoimia ja niiden jakeluinfraa koskevat tavoitteet vuosille 2020 ja 2030 sekä toimenpiteet, joilla tavoitteet saavutetaan. Tavoitteena on, että Suomeen rakennettaisiin jakeluinfradirektiivin suosituksia vastaava jakeluverkko sekä liikennesähkölle, liikennekaasulle, että liikennevedylle. Myös erillistä jakelua vaativien biopolttoaineiden jakeluinfra laajenisi. Tavoitteena on, että uudet jakeluasemat ja latauspisteet rakentuisivat pääosin markkinaehtoisesti. (Liikenne -ja viestintäministeriö, 2017)

Kansallisen tason jakeluinfradirektiivin suosituksena on, että sähköautojen julkisia latauspisteitä tulisi olla 1 kappale kymmentä sähköautoa kohden. Latauspisteverkoston mitoituksen pohjaksi asetettiin, että Suomessa oli vuonna 2020 20 000 sähköautoa ja vuonna 2030 vähintään 250 000 sähköautoa. Julkisia latauspisteitä tulisi näin ollen olla vähintään 2000 kappaletta vuonna 2020 ja 25 000 kappaletta vuonna 2030. Kaasukäyttöisten autojen tavoitteeksi asetettiin, että vuonna 2020 olisi vähintään 5000 kaasulla toimivaa autoa ja 2030 vuonna 50000 kaasuautoa. Liikennekaasun jakeluasemia olisi noin 50 kappaletta vuonna 2020. Liikennevedyn osalta tavoitteena olisi, että liikenneveteyasemia olisi vuonna 2030 yhteensä noin 20 kappaletta. Vetyautojen lukumäärä sisältyisi osaksi sähkökäyttöisten autojen määrää. Vedyn tankkausasemia ei ollut vuoden 2019 lopussa Suomessa yhtään kappaletta. Tämän käyttövoiman osalta tavoite ei ole edennyt. (Liikenne -ja viestintäministeriö, 2017)

Liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkkoa koskevassa Suomen kansallisessa hallitusohjelmassa todetaan, että

Kuntien ei odoteta itse rakentavan tai rahoittavan vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfran rakentamista, vaan niiden tehtävänä on osallistua tarpeellisilta osin tämän infran suunnitteluun sekä huolehtia infran linkittymisestä muuhun liikenneverkkoon paikallistasolla. Poikkeuksen saattavat muodostaa kuntien ja joukkoliikenneviranomaisten kilpailuttaman joukkoliikenteen vaatimat jakeluverkkoratkaisut (esim. sähköbussien latausinfra). Kuntien tulee huolehtia myös siitä, että alueiden käytön suunnittelussa ja kaavoituksessa varataan jakeluinfralle tarvittavat alueet. (Liikenne -ja viestintäministeriö, 2017)

Kuntien tekemillä ajoneuvohankinnoilla voidaan edistää jakeluverkon laajentumista mikäli hankittavat ajoneuvomäärät ovat riittävän isot, jotta

niillä saadaan polttoainetoimittajat laajentamaan jakeluverkkoaan alueelle.

## 6.2 Biodiesel

Biodiesel on uusiutuvista luonnon raaka-aineista jalostettu dieseliä vastaava polttoaine. Ensimmäisen sukupolven biodieseliä ei voi välttämättä käyttää sellaisenaan dieselmoottorissa vaan se vaatii sekoituksen fossiilisen dieselpolttoaineen kanssa. Juuri tämän takia biodiesel ei täytä CVD-direktiivin mukaista vaihtoehtoisen käyttövoiman määrittystä. (Motiva, 2020)

## 6.3 Etanoli

Etanolia voidaan käyttää tietyissä bensiinikäyttöisissä automalleissa polttoaineena bensiinin lisäksi. Suomessa 95 E10 bensiinilaatu tuli markkinoille vuoden 2011 alussa. Tässä polttoainelaadussa on bensiinin lisäksi 10 % etanolia. Vaikka autot toimivat pääasiassa hyvin etanolilla on sen syttyvyys kylmissä olosuhteissa huonompaa kuin bensiinin joten tästä syystä sen joukkoon sekoitetaan bensiiniä. Etanoli ei täytä CVD-direktiivin vaatimuksia. (Motiva, 2020)

## 6.4 Uusiutuva diesel

Uusiutuva diesel (HVO) on toisen sukupolven biodiesel jota voidaan tankata tavalliseen dieselkäyttöiseen ajoneuvoon sellaisenaan. Uusiutuva dieseliä on Suomessa kehitetty UPM:n ja Nesteen toimesta. Suomi on maailmanlaajuisesti katsottuna edelläkävijä korkealaatuisten biopolttoainien kehityksessä ja valmistuksessa. Uusiutuvaa dieseliä valmistetaan yleisemmin jäte- ja tähderaaka-aineista, kasviuonekaasujen vähenemä fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna 80-90 %. (Motiva, 2020)

UPM:n kehittämä BioVerno on puupohjainen uusiutuva diesel ja se sopii sekoittamattomana tai sekoitettuna dieselmoottoreihin. UPM:n uusiutuva biodiesel aiheuttaa jopa 80 % vähemmän kasviuonekaasupäästöjä fossiiliseen dieseliin verrattuna. Uusiutuva diesel palaa myös puhtaammin ja vähentää pakokaasupäästöjä. Polttoaine on kehitetty Suomessa ja sitä valmistetaan UPM Lappeenrannan biojalostamolla. (Upmbiofuels, 2019)

Neste toi vuonna 2017 markkinoille uusiutuvan dieselin (Neste MY). Nesteen uusiutuva diesel valmistetaan sata prosenttisesti jätteistä ja tähteistä. Fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna uusiutuvalla dieselillä kulkeva ajoneuvo voi vähentää kasviuonepäästöjä keskimäärin jopa 90 prosenttia. Suomessa Nesteen uusiutuvaa dieseliä voi tällä hetkellä tankata lähes 50 asemalta, joista 31 on kevyen liikenteen asemia ja 15 raskaan liikenteen Neste Truck – asemia. Asemat sijaitsevat pääosin Etelä-Suomessa.

Pohjoisin uusiutuvan dieselin tankkauspiste löytyy Rovaniemeltä. Kajaanin lähinnä olevat tankkauspisteet sijaitsevat Oulussa ja Kuopiossa. Uusiutuvalla dieselillä voi täyttää osin linja-autoille asetettu velvoitteet. Neste MY on Nesteen Suomessa kehittämä ja patentoima uusiutuva diesel joka soveltuu kaikkiin diesel ajoneuvoihin. (Neste, 2019)

Käyttämällä uusiutuvaa dieseliä haitallisten partikkelien ja typenoksidien päästöt vähentyvät. Uusiutuva diesel on rikitön, hapeton ja aromaattiton polttoaine. Korkea setaaniluku takaa sen, että polttoaine palaa puhtaaksi ja se ei vaikuta ajoneuvon suorituskykyyn. Uusiutuvan dieselin jakelu ei vaadi investointeja eikä erillistä logistiikkaan vaan se soveltuu olemassa olevaan tekniikkaan myös siltä osin. Uusiutuvan dieselin hinta vaihtelee asemittain, mutta hintaeroa tavalliseen fossiiliseen dieseliin on n. 0,19-0,23€ /litra. Uusiutuva diesel on n. 10 % kalliimpaan kuin tavallinen diesel. (Neste, 2019; Upmbiofuels, 2019)

## 6.5 Liikennekaasu

Biokaasun raaka-aineet ovat 100 % uusiutuvia ja biokaasu vähentää merkittävästi polttoaineen elinkaarikustannuksia sekä syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä (jopa 85 %). Biokaasu tuotetaan Suomessa muun muassa kotitalouksien, teollisuuden ja kaupan biohajoavista jätteistä.

Kaasujen lyhenteet:

- LNG=nesteytetty maakaasu
- LBG=nesteytetty biokaasu
- CNG=paineistettu maakaasu
- CBG=paineistettu biokaasu

Biokaasua käyttävien kaasubussien (CBG) hiilidioksidipäästöt ovat noin 90 %, typenoksidipäästöt noin 40 % ja pienhiukkaspäästöt noin 70 % pienemmät kuin dieselbussien. Kajaanin seudulta kaasun tankkausasemat puuttuvat. Gasumilla on Suomessa tällä hetkellä 33 tankkausasemaa ja lähin tankkausasema sijaitsee tällä hetkellä Oulussa. Myös Kuopion seutu on saamassa omansa vuoden 2020 alussa. Maa- ja biokaasulla on oma myyntihintansa. Maakaasun hinta Gasumin tankkausasemilla on 0,833€/litra ja biokaasun hinta 0,974€/litra. (Gasum, 2019)

Maakaasu (CGN) jalostetaan myös liikennekäyttöön polttoaineeksi. Paineistettu maakaasu ovat vähäpäästöisiä polttoaineita, eivätkä ne sisällä rikkiä, pölyä tai raskasmetalleja. Maakaasu on puhtain fossiilinen energialähde ja sitä saadaan maakaasu- ja öljyesiintymistä sekä liuskekeivestä. Hiilidioksidipäästöt ovat kuitenkin lähes samat kuin dieselautossa. (Gasum, 2020)

Bussien toimintasäde riippuu säiliön koosta, mutta yleisesti yhdellä tankkauksella voidaan liikennöidä n. 500-700 km. Kaasubussin hankinta tavallisen dieselikäyttöisen bussin hankintahintaan verrattuna ei ole juurikaan

korkeampi. Uuden kaasubussin hankinta hinta on noin 270 000 € (tavallisen dieselbussin hinta on n. 240 000 €). (Airaksinen, Lehtinen & Lehtinen 2019)

Kaasubussikaluston saatavuus Suomessa on hyvä ja kaasulla toimivaa kalustoa on saatavilla eri kalustotyypeissä. Useimmat kaupungit ovat hankkimassa kaasubusseja jo tämän vuoden aikana. Hämeenlinnan kaupunki on kilpailuttanut kuuden kaasubussin kokonaisuuden. Hämeenlinnassa kaasubusseilla liikennöinti alkaa viimeistään elokuusta 2020. Hämeenlinnassa linja-autojen polttoaineena käytetään biokaasua.

## 6.6 Sähkö

Täyssähköbussi on henkilökuljetukseen tarkoitettu suuri ajoneuvo, joka liikkuu ainoastaan sähkömoottorien avulla eikä ajoneuvossa tuoteta energiaa esim. nestepolttoaineista liikkumista varten. Suomen olosuhteissa välttämättömän sisätilojen lisälämmittimen käyttämä energia ei vaikuta määritelmään. Ajoneuvovalmistajasta riippuen sisätilat lämpiävät joko ilmalämpöpumpulla tai biodieselillä toimivalla lämmittimellä. Lisäksi sähköbusseista on tarpeen vaatiessa dieselkäyttöinen matkustamotilan lisälämmitin jota todennäköisesti Kajaanissa tarvitaan. Täyssähköajoneuvon energiavarastona toimivat akut tai akustot.

Pohjolan liikenteen hankkimat Yutong-merkkiset kiinalaisvalmisteiset täyssähköbussit ovat testeissä liikennöineet ongelmitta yli -30 °C pakkasessa. Kalustolla pystyy yhdellä latauksella liikennöimään 250 kilometriä, kertoo Pohjolan liikenteen Heikki Alanko Aamulehden haastattelussa). Pohjolan liikenteen hankkimat Yutong-täyssähköbussit ladataan pääasiassa öisin varikolla ja päivisin ne liikennöivät ilman erillisiä latauksia. Myös akkujen latausinfra toimii jopa -30 °C lämpötilassa eli se mahdollistaa lataamisen myös kovilla pakkasilla. (Leskinen J-R & M, Jyrävä, 2019)

Sähköbussien soveltuvuutta Suomen haastaviin talviolosuhteisiin tutkittiin kansallisessa eBus-hankkeessa Espoossa vuosina 2012-2015. Hanke oli VTT -koordinoima ja hankkeen johtopäätöksissä todettiin, että kaupunkisähköbussien mahdollisuudet toimia myös Suomen talviolosuhteissa menestyksekkäästi on olemassa. (eBus, 2013)

CVD-direktiivi edellyttää hankkimaan kaikissa ajoneuvoluokissa tietyn prosenttiosuuden täyssähköajoneuvoja (kuva 3). Ajoneuvoluokassa kuorma-autot (N2 ja N3) täyssähkövaatimusta ei ole vaan vaihtoehtoiset käyttövoimat hyväksytään.

Kuopion linja-autoliikenteen käyttövoimaselvityksessä (Airaksinen ym., 2019) ovat todettu, että täyssähköbussin hankintahinta on noin kaksikertainen verrattuna dieselbussin hankintahintaan. Uuden täyssähköbussin hinta on noin 420 000 €. Sähköbusseilla liikennöinti säästää sitä enemmän dieselbussiin verrattuna mitä enemmän sillä ajetaan, koska säästää

syntyy nimenomaan energian ja polttoaineen kulutuskustannuksia vertailemalla. Sähköbussiliikenteen suurin hyöty on siis pienet lähipäästöt sekä pienet käyttö- ja huoltokustannukset.

Sähköllä liikennöitäessä akuston kestävyys ja latausasemien mitoittaminen ja paikkojen määrittely sekä sijoittelu luovat sähköbussilinjan operointiin omat haasteensa verrattuna dieselbussilla liikennöintiin. Sähköbussien lataaminen on monitahoisempi asia kuin dieselbussien tankkaaminen. Sähköbussin lataus voi tapahtua ns. yön yli latauksena eli varikkolatauksena. Tällöin bussiin tarvitaan iso akusta ja riittävän tehokas lataus, jotta teho riittää seuraavan päivän liikennöintiin. Yhdellä latauksella voidaan liikennöidä 10 h ja noin 250 km. Varikkolatauksessa jokaisella bussilla tarvitaan oma varikkolatauspiste. Yhden varikkolatauspisteen hinta on noin 20 000 € (kuva 7.).



Kuva 7. Sähköbussit yön yli latauksessa Pohjolan Liikenteen varikolla. (Karhunen)

Sähköbussin lataus on mahdollista toteuttaa myös päätepysäkkilatauksena. Päätepysäkkilatauksessa tavoitteena on ladata akkua päivän aikana useaan kertaan esimerkiksi päätepysäkillä tai muilla ajantasauspysäkeillä, joissa bussi pysähtyy kauemmin kuin vain ottamaan matkustajia kyytiin (kuva 8.). Haasteena tässä on ruuhka-ajat jolloin bussi saattaa tulla jo valmiiksi myöhässä päätepysäkille tai ajantasauspysäkille. Latausaseman (päätepysäkkilatausasema) hinta on noin 250 000 €. (Airaksinen ym., 2019; ks. myös Liikennevirasto, 2017)



Kuva 8. HSL:n bussi päätepyssä latauksessa (HSL, 2017)

## 6.7 Hybridi

Ladattava hybridi tarkoittaa ajoneuvoja, jota voidaan ladata sähköverkosta ja akkuun ladatun sähköenergian avulla ajoneuvoa voidaan liikennöidä pelkällä sähköllä ja akun tyhjentyessä ajoneuvo käyttää toista energiamuotoa kuten dieseliä. Ladattavien hybridien käyttösäde sähköllä ajattaessa on hyvin lyhyt maksimissaan 15 kilometriä. Hybridivaihtoehdossa etuna on toki se, että sähköakun tyhjentyessä voidaan turvautua toiseen olemassa olevaan energiaan kuten dieseliin. CVD:n kannalta hybridivaihtoehdot ei täytä linja-autoille asetettuja vaatimuksia. Markkinoilla jo pidempää olleet hybridibussit saatetaan helposti sekoittaa sähköbusseihin. Sähköbussin ja hybridibussin oleellinen ero on kuitenkin siinä, että hybridibussi käyttää voimanlähteenä dieseliä sekä sähkömoottoria. Akusto sekä sähkömoottori ovat tukemassa ainoastaan bussin liikkeelle lähtöä. Bussin dieselmoottori sammutetaan pysäkeille tai liikennevaloihin pysähdyttäessä ja sähköakusto saa virtaa bussin jarruttaessa. Tässä voidaan käyttää nimitystä rinnakkaishybridi (Tieteen termipankki, 2019).

Yle uutisoi (2011), että pääkaupunkiseudulla ensimmäiset rinnakkaishybridit otettiin käyttöön vuonna 2011.

## 6.8 Liikennevety

Vetyä ei esiinny maapallolla vapaana vaan se on irroitettava jostakin muusta molekyylistä mihin tarvitaan energiaa. Vetyä voidaan tuottaa



esimerkiksi hajottamalla vettä vedyksi ja hapeksi. Jos vetyä tuotetaan fossiilisesta polttoaineesta, kuten öljystä tai kivihiilestä syntyy CO<sub>2</sub> päästöjä, mutta mahdollisuus on tuottaa vetyä myös uusiutuvalla energialla kuten tuulivoimalla tai aurinkoenergialla. Vetyautot toimivat sähköllä, mikä on tuotettu polttokennon avulla vedestä sekä hapestä. Vetyautot ovat nol-päästöisiä ja ne jättävät jälkeensä ainoastaan pienissä määrin vesihöyryä. Sähkön rinnalla se on ainoa energia joka mahdollistaa täysin hiilivapaan liikkumisen edellyttäen, että se tuotettu ilman fossiilista energiaa.

Lähitulevaisuudessa vedyn käyttö liikennepolttoaineena on nousussa. Muualla maailmassa vedyn liikennekäyttö on jo yleistymässä ja mm Tokion olympialaisten kuljetusinfra toimii vedyllä. Vedyn käyttäminen junissa, laivoissa sekä rekoissa on helpompaa, koska silloin ei tarvita painavia akustoja. Suomessa vety ei ole vielä lyönyt läpi eikä Suomesta löydy yhtään liikennevedyn tankkausasemaa.

## 6.9 Polttoainekustannusten vertailu eri käyttövoimien välillä

Dieselillä liikennöitäessä polttoainekustannukset ovat 33 €/100 km. Uusiutuvalla dieselillä liikennöitäessä kustannukset ovat 36,30 €/100 km. Kaasulla liikennöitäessä kustannukset ovat 31,50 €/100 kilometriä ja sähköllä liikennöitäessä kustannus on 8€/100km. (Airaksinen ym., 2019) Taulukossa 4 on laskettu eri käyttövoimien polttoainekustannukset Kajaanin linjakilometreihin suhteutettuna. Kajaanin linjakilometrit ovat vuodessa yhteensä noin 437798 kilometriä.

Taulukko 4. Polttoainekustannusten vertailu Kajaanin kaupunkiliikenteen vuotuisilla liikennöintikilometreillä

diesel	uusiutuva diesel	kaasu	sähkö
33€/100km	36,3€/100km	31,50€/100km	8€/100km
Kilometrihint	Kilometrihint	Kilometrihint	Kilometrihint
0,33 €	0,36 €	0,32 €	0,08 €
Kustannukset dieselillä vuodessa	Kustannukset uusiutuvalla dieselillä vuodessa	Kustannukset kaasulla vuodessa	Kustannukset sähköllä vuodessa
144 473,34 €	158 920,67 €	137 906,37 €	35 023,84 €

Sähköllä liikennöinti on ylivoimaisesti edullisinta polttoainekustannuksia vertailemalla. Toiseksi edullisin vaihtoehto on kaasu. Kalleinta on liikennöidä uusiutuvalla dieselillä.

## 6.10 Linja-autokaluston tilanne Suomessa

Suomessa oli huhtikuussa 2018 rekisteröitynä 18274 bussia joista 94 % oli dieselkäyttöisiä. Sähköbussuja oli 24 kpl, maakaasua (CNG) käyttövoimana käyttäviä 83 kpl ja nestekaasulla toimivia 6 kpl. Muuta käyttövoimaan käyttäviä oli 45 kpl tähän ryhmään oletettavasti on laskettu mukaan ns. rinnakkaishybridibussit jotka käyttävät sekä dieseliä, että sähköä (taulukko 5).

Linja-autojen käyttövoimat Suomessa huhtikuussa 2018. (Tilastokeskus, 2019)

Taulukko 5.

LINJA-AUTOJEN KÄYTTÖVOIMAT KOKO SUOMI															
Tilasto 2018/04															
	Bensiini	Diesel	Polttoöljy	Sähkö	Bensiini/Sähkö (ladattava hybridi)	Diesel/Sähkö (ladattava hybridi)	Maakaasu (CNG)	Moottorip etroli	Bensiini /Puu	Bensiini + moottorip etroli	Bensiini/C NG	Bensiini/ Etanoli	Diesel/ CNG	Neste kaasu (LPG)	Muu
Lukumäärä	32	18274	0	24	0	0	83	0	0	0	1	0	2	6	45

Vuoden 2019 tilastoja ei ole vielä saatavilla, mutta mm. Pohjolan liikenne uutisoi nettisivuillaan tuovansa elokuussa 2019 30 uutta täyssähköbussia Espoon ja Keravan joukkoliikenteeseen. Yhtiö aikoo myös kasvattaa sähköbussien määrää vuosina 2020-2024. Täyssähköbussuja on käytössä myös Turun ja Tampereen joukkoliikenteessä.

Tilastokeskuksen moottoriajoneuvokannasta selviää, että huhtikuussa 2018 Kainuussa oli rekisteröitynä 139 linja-autoja, jotka kaikki olivat dieselkäyttöisiä (taulukko 6). Kainuuseen rekisteröityjen ajoneuvojen keski-ikä oli vuonna 2018 15,7 vuotta. Kainuun kaupunkiliikenteen linja-autojen pieni kappalemäärä selittyy sillä, että nykyisen liikennöitsijän (Vekka Liikenne Oy) kotipaikka on Hämeenlinnassa ja kalusto on sinne rekisteröity.

Taulukko 6. Kaluston ikä huhtikuussa 2018 Kainuussa ja sekä muissa lähialueen maakunnissa. (Tilastokeskus, 2019)

Kaikki rekisterissä olevat ajoneuvot 2018	Lukumäärä kaikki	paikallisliikenne	kaukoliikenne	pienoislinja-auto	kaikkien keski-ikä
Pohjois-Savo	1079	146	626	308	17,0
Pohjois-Karjala	479	50	227	204	16,0
Pohjois-Pohjanmaa	1178	212	459	513	16,8
Kainuu	139	3	66	70	15,7

## 7 VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA SOVELTUVUUS KAJAANIN KAUPUNKI- JA PALVELULIIKENTEeseen

Uusiin käyttövoimiin siirtyminen lisää kustannuksia vähintään noin 5 % ja uusiin käyttövoimiin kannattaa siirtyä vasta kun on riittävästi liikennettä eli useamman auton kokonaisuuksia, jotka käyttävät uutta käyttövoimaan. Kaasu- ja sähköbussissa säästöjä syntyy polttoainekustannuksis-

ta, mutta Kajaanin nykyisellä kalustomäärällä ja liikennöntikilometrillä säästöjen saavuttaminen onnistuu vain riittävän pitkällä liikennöntisopimuksella. Liikennettä ei kannata lisätä sen vuoksi, että saadaan lisää kalustoa jos liikenteen lisäämiselle ei ole kysynnän näkökulmasta tarvetta. Tai jos kaupungilla ei ole muutoin esimerkiksi poliittista tahtotilaa lisätä joukkoliikennettä, tämä tosin vaatisi muitakin joukkoliikenteen käyttöä tukevia toimenpiteitä. Kajaanin joukkoliikenteen rooli kaupunkilaisten liikkumisessa tuli kirkastaa. Halutaanko joukkoliikenteestä oikeasti yksityisautoilun kilpailija vai ei. Kaupunkiliikenteen vähäinen kalustomäärä ja vähäiset liikennöntikilometrit luo haasteita uusiin käyttövoimiin siirtymiselle Kajaanissa. Kajaanin kaupunkiliikenteen kohde käsittää noin 8-9 linja-autoa (ilman vara-autoja). Vähäisen kalustomäärän hajauttaminen eri käyttövoimien piiriin ei ole kannattavaa. (Airaksinen ym., 2019)

Taulukosta 7 selviää eri käyttövoimien soveltuminen eri toimintasäteen liikennöintiin. Sähkö toimii lyhyen toimintasäteen liikennöinnissä. Neste-kaasu LPG ja nestemäiset biopolttoaineet sekä LNG soveltuvat sekä lyhyen, että pitkän matkan liikennöintiin. Vedyllä liikennöinti onnistuu lyhyillä ja keskipitkillä matkoilla.

Taulukko 7. Tärkeimpien vaihtoehtoisten polttoaineiden kattamat liikennemuodot ja toimintasäde. (European Commission, 2013)

Muoto Polttoaine Toimintasäde	Maanteiden henkilöliikenne			Maanteiden tavara-liikenne			Ilmailu	Rautatie	Vesiliikenne		
	Lyhyt	keskipitkä	Pitkä	Lyhyt	keskipitkä	Pitkä			sisä-vesiliikenne	lähi-meriliikenne	meriliikenne
LPG											
Maa-kaasu											
LNG											
CNG											
Sähkö											
Biopolttoaineet (nestemäiset)											
Vety											

## 7.1 Kaupunkiliikenne

Kajaanissa kaikki kaupunkiliikenteen linjat risteävät Kajaanin keskustassa Pohjolankadulla. Nollapäästöisten ajoneuvojen liikennöinti kannattaa keskittää niille linjoille, jotka liikennöivät kaupunkien keskustoissa sekä alueilla, jossa on paljon ihmisiä ja on tarvetta vähentää lähipäästöjen määrää. Niin kuin edellä on jo todettu, CVD direktiivi velvoittaa tämän hetkisellä tiedoilla hankkimaan tietyn prosenttiosuuden täyssähkökalustoa. Täten voidaan suoraan tarkastella sitä kuinka sähköbussit soveltuu kaupunkiliikenteen liikennöintiin ja mitä se maksaa. Sekä miten niiden lataus tulisi järjestää. Liikenteellisesti Pohjolankadulla voisi sijaita sähköbussin latauspiste (ns. päätepysäkkilataus). Keskustassa Pohjolankadulla

joukkoliikenteen solmupisteessä sijaitseva latauspiste olisi sähköbussien yleistyessä kaikkien kaupunkiliikenteen linjojen käytettävissä. Aikataulusuunnittelussa tulisi ottaa huomioon linjojen saapumisajat keskustaan, jotta bussien lataus onnistuisi limittäin. Kappaleessa 7.5 todetaan, että tällaisen latauspisteen hinta on noin 250 000 €. Liikennöitsijän varikolla sijaitsevan latauspisteen hinta on noin 20 000 € ja yksi latauspiste mahdollistaa yhden auton lataamisen kerrallaan.

## 7.2 Palveluliikenne

Palveluliikenteessä vaihtoehtoihin käyttövoimiin siirtymisen esteenä ei ole liikennöintiäika tai liian pitkä toimintasäde. Palveluliikenteen toimintasäde on lyhyt ja sen liikennöintiäika on 6 tuntia päivässä. Edellä mainittujen asioiden perusteella auto pystyy liikennöimään lähes millä tahansa käyttövoimalla. Täyssähköllä liikennöitäessä yön yli ladattaessa liikennöinti onnistuu seuraavan päivän ilman erillistä latausta. Palveluliikenteessä latauksesta voisi vastata liikennöitsijä omalla varikollaan, koska kyseessä on yhden auton (+ vara-auton) kohde. Samoin liikennekaasulla liikennöinti onnistuu. Palveluliikenteessä linjat kilometrit jäävät vähäisiksi, joten sähköllä tai kaasulla liikennöitäessä polttoaineen kustannussäästöt jäävät pieneksi suhteessa kalustoon ja latausinfraan tehtävään investointiin.

Suurimmaksi ongelmaksi nousee tällä hetkellä kaluston saatavuus. Täyssähköllä toimivia M2 ajoneuvoluokan ajoneuvoja ei ole Suomessa (vuosi 2019) yhtään kappaletta. Uusiutuvan dieselin tankkaus olisi helpointa, koska se soveltuu suoraan nykyisen kaltaisen kaluston käyttöön. Palveluliikenne liikennöi kaupunkialueella ja kauppojen edustoilla, jossa lähipäästöjä tulisi vähentää, joten siinä suhteessa puhtaita käyttövoimia käytettäessä vähennetään lähipäästöjä sieltä missä ihmiset liikkuvat.

## 8 KAJAANIN JOUKKOLIIKENTEN HANKINTOJEN ETENEMISVAIHTOEHDOT

Tässä opinnäytetyössä esitetään vaihtoehtojen vertailua sekä laskemassa, jossa on laskettu kalustonhankinta kustannus sekä polttoainekustannukset vuositasona. Polttoainekustannuksia vertailemalla sähköllä liikennöinti on edullisinta, kun mukaan otetaan kaluston hankintakustannus sähköllä liikennöinti on kalleinta (taulukko 8.). Pitkällä 12 vuoden liikennöintisopimuksella sähköbussilla liikennöitäessä päästään lähes samaan kustannustasoon kuin kaasulla tai biodieselillä liikennöitäessä. Vaihtoehtoisilla käyttövoimilla liikennöitäessä vaihtoehtoiset käyttövoimat tulevat kilpailukykyisiksi vasta kun sopimus on tarpeeksi pitkä jolloin saadaan katettua kaluston hankintakustannukset sopimusaikana. Pitkä kahdentoista vuoden sopimus ei ole tarkoituksen mukainen kaupunkiliikenteen kilpai-

lutuksissa. Yleisesti kaupungit käyttävät 5-7 vuoden sopimuskausia lisäoptiomahdollisuuksilla.

Taulukko 8. Vertailulaskelma, jossa on otettu huomioon kalusto -sekä polttoainekustannukset vuositasona

VERTAILULASKELMA				
	diesel	uusiutuva diesel	kaasu	sähkö
Polttoainekustannus 437798 ajokilometriä	144 473,34 €	158 920,67 €	137 906,37 €	35 023,84 €
Kalustokustannus 9 autoa	2 160 000,00 €	2 160 000,00 €	2 430 000,00 €	3 780 000,00 €
Kalustokustannus jaettuna 12 vuodelle	180 000,00 €	180 000,00 €	202 500,00 €	315 000,00 €
Vuosikustannus kalustohankintahinta + polttoainekustannukset vuodessa	324 473,34 €	338 920,67 €	340 406,37 €	350 023,84 €
Lisäksi tulee kiinteät kustannukset (varikkotilat, vakuutukset, kaluston huolto jne) sekä palkat				

Taulukossa 9 on esitetty neljä erilaista vaihtoehtoa, joilla Kajaanin joukkoliikenteen hankintoja voitaisiin viedä eteenpäin suhteessa voimaan tulevaan puhtaan kaluston direktiiviin. Vaihtoehtoissa 1 ja 2 liikenne kilpailutetaan ennen direktiivin voimaantuloa. Näissä vaihtoehdossa kaupunki voisi vapaasti määrittellä kalustovaatimukset. Vaihtoehdossa 1 kalustona olisi euro 6 päästoluokan dieselbussseja. Uuden bussin hankintahinta on noin 240 000€, mutta euro 6 päästoluokan kaluston saatavuus myös käytettynä on hyvä. Autoihin voidaan edellyttää tankattavaksi uusiutuvaa dieseliä. Uusiutuvalla dieselillä liikennöitäessä kasvihuonekaasu päästöt vähenevät 80-90 %.

Vaihtoehdossa 2 kilpailutettaisiin Kajaanin joukkoliikenteeseen kaasubussseja. Kaasubussin hankintahinta ei ole merkittävästi korkeampi perinteisen dieselbussin hankintahintaan verrattuna. Kaasutankkausaseman saaminen Kajaanin kesäksi 2021 on epärealistinen tavoite, mutta bussivarikolle sijoitettava tankkauspaikka sen sijaan voisi olla mahdollinen.

Vaihtoehdossa 3 kaupunki kilpailuttaisi liikenteen direktiivin voimaan tulon jälkeen ja hankkisi direktiivin mukaisen kaluston. Tämän hetkisen tiedon mukaan osa kalustosta tulisi olla täyssähköbussseja ja loput voisi täyttää kaasubusseilla tai uusiutuvaa dieseliä käyttävillä busseilla. Sähköbussien vaatima latausinfra on investointina kallis ja riskinä on etteivät liikennöitsijät osallistu tarjouskilpailuun. Kaupungin tulisi harkita sijoittaako se tarvittavan latausinfraan katuverkolle vai jättääkö se sen tarjoajan järjestettäväksi. Vaihtoehdossa 4 kaupunki kilpailuttaa liikenteen direktiivin voimaan tulon jälkeen ja hankkii tarvittavan määrän täyssähkökalustoa täyttämään direktiivin vaatimukset. Muita puhtaita käyttövoimia ei tulisi vaan rinnalla ajetaan direktiivin sallimissa rajoissa dieselbussseilla. Kajaanin nykyiseen bussimäärässä tämä tarkoittaisi 3-4 täyssähköbussia.

Taulukko 9. Etenemisvaihtoehtojen vertailu

VE 1	VE 2	VE 3	VE 4
Kilpailutetaan liikenne ennen direktiivin voimaan tuloa	Kilpailutetaan kaasubusseja ennen direktiivin voimaantuloa	Kilpailutetaan liikenne direktiivi velvoitteiden mukaisesti ja hankitaan sähköbusseja sekä täytetään	Kilpailutetaan liikenne direktiivi velvoitteiden mukaisesti. kilpailutetaan vain sähköbusseja
DIREKTIIVI VOIMAAN 2.8.2021->			
Sopimus voimaan 2.6.2021	Sopimus voimaan	Sopimus voimaan 2.6.2022	Sopimus voimaan 2.6.2022
KÄYTTÖVOIMA			
Diesel (uusiutuva diesel heti kun saatavilla)	Kaasu	Täyssähkö+ kaasuuusiutuva diesel	Sähkö
AUTOVAATIMUS			
EURO 6	Kaasubussi	Täyssähköbussi, kaasubussi,	Täyssähkö
hankintahinta 240 000€	Hankintahinta 270 000€	Hankintahinta (sähköbussi 420 000€, kaasubussi 270 000€ ja euro 6 diesel 240 000€)	Hankintahinta 420 000€ (kiinan bussit 320 000€?)
+ / -			
+ Saadaan lisäaikaa	+ Edesautetaan kaasun tankkausinfra laajentumista Kajaaniin +	- Käyttövoimat hajaantuu	- Sähkö vaatii mittavat investoinnit latausinfraan (sähköbussin pääte pysäkkilataus n. 250 000€, yksi varikkolatauspiste n. 20 000€)
+ Edesautetaan uusiutuvan dieselin myynnin leviämistä Kajaaniin +	+ Kaluston hankintahinta ei ole merkittävästi dieselbussin hankintahintaa korkeampi	- Sähkö vaatii mittavat investoinnit latausinfraan (sähköbussin pääte pysäkkilataus n. 250 000€, yksi varikkolatauspiste n. 20 000€)	+ Sähköllä liikennöinnistä syntyy eniten säästöä polttoainekustannuksilla vertailemalla
+ EURO 6 kaluston saatavuus myös käytettynä on hyvä	+ Säästöä syntyy polttoainekustannuksista	+ Sähköllä liikennöinnistä syntyy eniten säästöä polttoainekustannuksilla vertailemalla	- kaluston hankintahinta korkea
- hinta ero dieseliin n. 0,20-0,30€ (kalliimpaa)		- kaluston hankintahinta korkea	

## 9 PÄÄTELMÄT

Vuoden 2021 elokuussa voimaan tuleva puhtaan kaluston direktiivi (CVD) tuo kunnille ja kaupungeille kovia tavoitteita kalustohankintoihin ja paineet kustannusten nousulle ovat suuret. Vaarana on, että alueilla, jossa joukkoliikenteen matkustajamäärät eivät kasva, joudutaan uusien kalustovaatimusten vuoksi karsimaan itse palvelusta eli joukkoliikenteen palvelutasosta. Lisäksi vuorotarjontaa voidaan joutua sopeuttamaan kasvaaviin liikennöintikustannuksiin. Kansallisen lain säädännön sisältö on vielä valmisteilla. Kansallisella tasolla olisi mahdollisuus vapauttaa joitain alueita tietyn käyttövoiman käytöstä tai pienentää heidän vaatimustasoa. Pienemmät kaupunkiseudut, kuten Kajaani hyötyisivät siitä, että vaatimukset eivät olisi niin kovat kuin suurilla kaupunkiseudulla tai vaatimustasoa voitaisiin laskea suhteessa kaupunkiliikenteessä käytettävän kaluston määrään. Esimerkiksi niin, että alle 10 auton liikennekokonaisuuksissa vaatimukset olisivat pienemmät. Isot toimijat kuten HSL, Turun ja Tampereen kaupungit sekä muut isot toimivaltaiset viranomaiset saisivat yksin täytettyä omilla puhtaan kaluston hankinnoillaan koko Suomelle asetetut määrälliset tavoitteet, kuten kuvassa 4. (luvussa 3.5) on esitetty.

Direktiivi tuo myös haasteita lakisäätöiden kuljetusten järjestämiselle. Kuntien lakisäätöisissä kuljetuksissa, kuten koulukuljetuksissa palvelu on järjestettävä kustannusten noususta huolimatta. Kansallisessa lainsäädännössä on mahdollisuus ottaa huomioon tiettyjä asioita, joten lakisäätöisiä kuljetuksia palvelevien ajoneuvojen vaatimuksia pitäisi tarkastella kriittisesti. Direktiivin artiklan 2 mukaan jäsenvaltio voi myöntää poikkeuksia mm. hälytysajoneuvoille, rakennustyömaiden ja armeijan ajoneuvoille sekä pyörätuolin käyttäjille tarkoitetuille M1-ajoneuvoluokan ajoneuvoille. Tähän voisi kansallisessa lainsäädännössä lisätä kuntien järjestämät lakisäätöiset kuljetukset vähintäänkin niillä alueilla, joissa kuljetusmatkat ovat pitkiä ja asutus on harvassa. Täyssähköajoneuvoilla liikennöinnissä voi tulla riskejä myös akun keston suhteen.

Liikennöitsijä, joilla on jo varikkotilat Kajaanissa kertoi, ettei heillä ole halukkuutta investoida omaehtoisesti vaihtoehtoihin käyttövoimiin tässä vaiheessa. Liikennöitsijä toivoisi lisääntymään katsoa mihin tekniikka kehittyä ja nouseeko esimerkiksi vety ja polttoainekemotekniikka yhdeksi vaihtoehdoksi. Heillä ei ole ollut myös suunnitelmissa investoida sähkölatauspisteisiin omalla varikolla eikä kaasun tankkaukselle ole riittävästi tiloja.

Direktiivi tulee voimaan kesällä 2021 ja tämän vuoksi kaupungit eivät voi jäädä tarkastelemaan mihin ajoneuvotekniikka kehittyä vaan hankintoja joudutaan Kajaanissakin tekemään pian direktiivin voimaan tulon jälkeen. Kilpailutusten valmistelu tulee aloittaa vaikka lain lopullisesta sisällöstä ei ole varmuutta. Kilpailutukset tulee miettiä uudestaan ja jatkossa liikennöintisolupöytäkirjojen tulisi olla riittävän pitkiä, jotta liikennöitsijät saavat kalustoinvestoinnit katettua. Tämä on myös kaupungille edullisinta. Pitkissä

liikennöintisopimuksissa on taloudellisia etuja, mutta 12 vuoden liikennöintisopimus bussiliikenteessä on harvinaisuus. Yleisesti sopimuskaudet ovat 5-7 vuoden mittaisia. Kajaanin tapauksessa jo viiden vuoden mittainen sopimus kuulostaa pitkältä kun ottaa huomioon nykyisen väestökehityksen, joka on laskusuuntainen. Kysynnän muuttuessa kaupunki olisi sitoutunut ostamaan liikennettä, jolle ei välttämättä ole tarvetta. Kainuussa muut kunnat Kajaania lukuun ottamatta eivät käytä kaupunkiliikenteeseen soveltuvaa kalustoa (matalalattiabusseja). Sopimusten päättymiseen jälkeen liikennöitsijä ei voi hyödyntää investoituja latauspisteitä välttämättä muussa liikenteessä, koska seutuliikenteessä sekä tilausliikenteessä käytettävä kalustoa on rajattu direktiivin soveltamisalan ulkopuolelle.

Direktiivin tavoitteet on kannatettavia ja EU:n tavoitteet liikenteensäähköstämällä tulee täytettyä. Direktiivi varmasti vauhdittaa, myös yksityisautoilun siirtymistä vähäpäästöisimpiin ajoneuvoihin. Suomi on laaja maa ja alueelliset erot on otettava huomioon. Myöskään CVD-direktiivin mukaisten kalustohankintojen kustannukset eivät saa yksin jäädä kuntien kontolle vaan nousevat kustannukset tulee ottaa huomioon myös joukko liikenteen valtionavustusten jakoperusteissa. Kaasun tankkausasemien verkko tulee saada kattavaksi nopealla aikataululla, sillä muuten ei Suomi ole hiilineutraali vuonna 2035.

Direktiivissä sähkön käyttö liikennöinnissä ylikorostuu. Mikäli direktiivi vaatii myös Kajaanin kaupunkia hankkimaan sähköbusseja on mietittävä kannattaako esimerkiksi koko direktiivin vaatimus täyttää sähköbusseilla, koska infraan tehtävä investointi on niin kallis suhteessa järjestettävän liikenteen määrään. Tämän vuoksi yhdeksän kaupunkibussin kokonaisuuden jakaminen eri käyttövoimien piiriin ei ole järkevää. Linja-autoa koskevaa alatavoitetta täyssähköajoneuvojen osalta kannattaisi vielä tarkastella. Parempi vaihtoehto olisi, että kaupungit ja kunnat saisivat itse valita mitä direktiivin vaatimukset täyttävää puhdasta käyttövoimaa suosisivat hankinnoissa.

Liikennekaasun tai uusiutuvan dieselin käyttö liikenteessä vaatii polttoainejakelun leviämistä Kajaaniin. Valtion tulisi aktiivisesti edistää kaasun tankkausasemien rakentamista ja tämän jälkeen markkinat hoitavat loput. Tavalliselle kuluttajalle on vielä tällä hetkellä realistisempaa hankkia kaasuauto kuin täyssähköauto. Ammattiautoilijoiden ja liikennöitsijöiden kannalta helpoin vaihtoehto kohti hiilineutraaliutta on uusiutuvan dieselin tankkaus. Uusiutuva diesel, koska sen tankkaaminen sellaisenaan onnistuu. Toki sekin lisää polttoainekustannuksia, mutta uusiutuva diesel on vain hieman kalliimpaa kuin tavallinen diesel. Uusiutuvaa biodieseliä voisi vaatia myös ELY-keskuksen hankkimassa liikenteessä, koska sillä olisi myös aluetaloudellisesti merkitystä ja se edesauttaisi biodieselin tankkausaseman saamista Kajaaniin.



Jos kilpailutuksia lähdetään toteuttamaan ennen kuin direktiivi tulee voimaan voidaan kilpailutuksissa tehdä painotuksia vaihtoehtoisista käyttövoimista jo aikaisemmin. Se millä todennäköisyydellä saadaan tarjouksia esimerkiksi täyssähkökalustosta on aika pieni. Toisaalta joukkoliikenteen hankinnat voivat olla ratkaisevassa asemassa siinä, miten pian vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluverkko saadaan laajentumaan esimerkiksi liikennekaasun tai uusiutuvan dieselin osalta Kajaaniin.

## LÄHDELUETTELO

Airaksinen, S. L.-V. (2019). *Kuopion linja-autoliikenteen käyttövoimaselvitys*. WSP.

*Ajoneuvolaki 1090/2002*. (22. 12 2019). Noudettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021090#L2>

Direktiivi 2009/33/EY puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämisestä. (23. 12 2019). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex:32009L0033>. Noudettu osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/LSU/?uri=CELEX:32009L0033>

(2013). *E-Bus hankkeen yhteenveto*. VTT Electric Commercial Vehicles.

Eilittä, E. (30. 9 2019).

Energiateollisuus ry. (2. 2 2020). *Energiamaailma*. Noudettu osoitteesta <https://energiamaailma.fi/mista-virtaa/fossiiliset-energiالاhteet/>

Eurooppa-neuvosto. (13. 6 2019). *EU tukee puhtaiden ajoneuvojen markkinoita sitovien hankintatavoitteiden avulla*. Eurooppa-neuvosto. Noudettu osoitteesta <https://www.consilium.europa.eu/fi/press/press-releases/2019/06/13/eu-boosts-market-for-clean-vehicles-with-binding-procurement-targets/>

European Commission. (2013). *Clean Power for Transport: A European alternative fuels strategy*.

Gasum Oy. (28. 12 2019). *Tankkaushinnat*. Noudettu osoitteesta <https://www.gasum.com/yksityisille/tankkaa-kaasua/tankkaushinnat/>

Gasum Oy. (2. 2 2020). *Gasum*. Noudettu osoitteesta <https://www.gasum.com/Yrityksille/puhdas-liikenne/kuljeta-kaasulla/>

*Hankinnat*. (11. 12 2019). Noudettu osoitteesta <https://www.hankinnat.fi/mika-julkinen-hankinta/kynnysarvot>

*Kajaanin seudun joukkoliikenne*. (2. 2 2020). Noudettu osoitteesta [www.kajaaninseudunjoukkoliikenne.fi](http://www.kajaaninseudunjoukkoliikenne.fi)

Karhunen. (2013).

*Laki liikenteen palveluista 320/2017*. (22. 12 2019). Noudettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170320>

*Laki puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämiseksi annetun direktiivin muuttamisesta 2009/33/EY.* (23. 12 2019). Noudettu osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32019L1161>

Leskinen J-R & M, Jyrävä. (2019). Suomen sähköbussien määrä yli kaksinkertaistuu ensi viikolla – akut kestävät jo koko päivän ajot. *Aamulehti*.

Liikenne -ja viestintäministeriö. (2017). *Liikenteen vaihtoehtojen käyttövoimien jakeluverkko –Suomen kansallinen ohjelma*.

*Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista 252/2013.* (2013). Noudettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130252>

Liikennevirasto. (2017). *Selvitys sähköbussien edistämiseksi*.

(2019). *Luontokaupunki Kajaani-kasvun kärjessä 2022*. Kajaani: Kajaanin kaupunki.

*Motiva.* (2. 2 2020). Noudettu osoitteesta [https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/nain\\_liikut\\_viisaasti/valitse\\_auto\\_viisaasti/energialahteet/uusiutuva\\_diesel](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/energialahteet/uusiutuva_diesel)

Motiva Oy. (2. 2 2020). *Motiva*. Noudettu osoitteesta [https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/nain\\_liikut\\_viisaasti/valitse\\_auto\\_viisaasti/energialahteet/uusiutuva\\_diesel](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/energialahteet/uusiutuva_diesel)

Motiva Oy. (2. 2 2020). *Motiva*. Noudettu osoitteesta [https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/nain\\_liikut\\_viisaasti/valitse\\_auto\\_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/flexfuel\\_eli\\_etanoli-bensiiniauto](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/flexfuel_eli_etanoli-bensiiniauto)

Neste. (23. 12 2019). Noudettu osoitteesta <https://nestemy.fi/>

Nurmi, K. (10. 8 2019). *Länsiväylä*.

*Pohjolan Liikenne.* (29. 12 2019). Noudettu osoitteesta <https://www.pohjolanliikenne.fi/en/articles/pohjolan-liikenne-tuo-leppavaaran-keravan-liikenteeseen-30-tayssahkobussia.html>

Ramboll. (2020). *Smart mobility selvitys puhteen kaluston direktiivin (CVD) kustannustehokkaasta kansallisesta täytäntöönpanosta*. (2019).

*Talousarvio 2020 ja Taloussuunnitelma 2021-2022*. Kajaanin kaupunki.

*Tieteen termipankki.* (26. 12 2019). Noudettu osoitteesta <http://tieteentermipankki.fi/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6tekniikka:rinnakkaishybridi>

Tilastokeskus. (15. 12 2019). *Tilastokeskus.* Noudettu osoitteesta Moottoriajoneuvokanta: <http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/>

Traficom, L. j. (22. 12 2019). *Traficom.* Noudettu osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/ajoneuvoluokat>

Upmbiofuels. (28. 12 2019). Noudettu osoitteesta <https://www.upmbiofuels.com/fi/liikennepolttoaineet/upm-bioverno-diesel-polttoaine/>

*Valtioneuvosto.* (11. 12 2019). Noudettu osoitteesta <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM051:00/2019>

Vilkuna, J. & Peltola, V. (15. 4 2019). *Kuntaliiton kannanotto.* Kuntaliitto.  
Yle Uutiset. (7. 12 2011). *Helsingin hybridibussit viimein liikenteeseen.* Helsinki: Yle.