



# TAMPERE

## Kantakaupungin yleiskaava

valtuustokausi 2017-2021



## Tulevaisuuden yhdyskuntarakenteen ilmastovaikutusten arviointi

Tekninen raportti 17.11.2019

Tampereen kaupunki  
Kaupunkiympäristön suunnittelu  
Yeiskaavoitus  
PL 487, 33101 Tampere

[www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaavoitus/yleiskaavoitus](http://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaavoitus/yleiskaavoitus)

Kannen taitto: Birgitta Helsing  
ID 4983747  
17.11.2019

# Sisällysluettelo

<b>1. Perustietoa työkalusta</b>	<b>3</b>
Työkalun tarkoitus	3
Prosessikuvaus	4
Työkalun tekniset taustavaatimukset	6
<b>2. Lähtötiedot</b>	<b>7</b>
Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä (YKR)	7
Perusruudukko	7
Rakennukset	9
Väestö	10
Työpaikat	12
Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet	13
Keskusta-alueet ja kaupan alueet	14
Maankäytön suunnitelmat	15
Käyttötarkoitualueet	15
Keskusverkko	16
Joukkoliikennejärjestelmä	16
Muu paikallinen aineisto	17
Aluerajaus	17
Hiilivarasto ja -nieludata	17
Kunnan rakennusrekisteriaineisto	18
<b>3. Asetukset</b>	<b>20</b>
Aikavälin valinta	20
Hallinnollisen alueen valinta	20
Energiantuotannon päästöallokointimenetelmän valinta	21
Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys (PITKO)	21
<b>4. Laskenta</b>	<b>23</b>
Esikäsittely	23
Päästölajit	25
Kiinteistöjen lämmönsäätely	25
Tilojen lämmitys	25
Käyttöveden lämmitys	27
Tilojen jäähdytys	28

Rakennusten elinkaari	28
Uudisrakentaminen	28
Rakennusten korjaus ja saneeraaminen	29
Rakennusten purkaminen	31
Liikenne	31
Henkilöliikenne	34
Tavaraliikenne (palvelurakennukset sekä teollisuus- ja varastorakennukset)	37
Sähkö	38
Kotitaloudet	40
Palvelut, teollisuus ja varastot	40
<b>5. QGIS-työkalu ja visualisoinnit</b>	<b>41</b>
<b>6. Kehittämisideat</b>	<b>42</b>
YKR-aineistojen laajempi hyödyntäminen tai kehittäminen	42
3D-aineistojen hyödynnettävyyden arviointi	43
Yleisiä työkalun kehityskohteita	45
<b>Viitteet</b>	<b>46</b>
<b>Liite A. Aiemman työkalun arviointi</b>	<b>47</b>
<b>Liite B. Tietokantarakenne</b>	<b>49</b>

# 1. Perustietoa työkalusta

## Työkalun tarkoitus

Tulevaisuuden yhdyskuntarakenteen ilmastovaikutusten arviointityökalulla on tunnistettavissa neljä pääasiallista käyttötarkoitusta:

1. nykyisen yhdyskuntarakenteen käytön ja ylläpidon ilmastovaikutusten arviointi
2. tulevan eli suunnitellun yhdyskuntarakenteen rakentamisen, käytön ja ylläpidon ilmastovaikutusten arviointi
3. tulevaisuuden trendien tarkastelu osana yhdyskuntien ilmastovaikutusten muutosta
4. kolmen edellä mainitun keskinäinen vertailu

Työkalua käyttävät pääasiallisesti kaupunkiympäristön kehittämisen ammattilaiset, kuten kaupunkien kaavoittajat. Suunnitellun yhdyskuntarakenteen arvioinnin lähtökohtana on maankäytön suunnittelu – tässä tapauksessa paikkatietomuotoinen kaava-aineisto, joka sisältää tietoa eri alueille suunnitelluista rakentamisen ja käytön volyyymeistä sekä tietyistä alueellisista liikennejärjestelmän ratkaisuksista.

Työkalun toiminnallisuudet pohjautuvat ilmastovaikutusten arvioinnin kannalta relevanttien paikkatietoaineistojen sekä ilmasto- ja energia-alan tämänhetkisen parhaan tutkimustiedon mukaisten laskentaparametrien aritmeettiseen yhdistelyyn.

PostGIS-tietokannassa olevat tulosaineistot saadaan kytkettyä myös esimerkiksi GeoServer-paikkatietopalvelimelle, jolloin niitä voidaan julkaista ulos OGC-standardien mukaisina rajapintapalveluita. Tampereen kaupungin osalta rajapintaitse julkaistut tulosaineistot on tarkoitus kytkeä kaupungin Oskari-pohjaiseen karttapalveluun. Visualisointityylit on tuotettu SLD-muodossa ja osin myös QML-muodossa. Ne löytyvät työkalun [GitHub](#)-projektirepositoriosta. Ohjeet työkalun lataamiseen löytyvät [GitHubista](#).

## Prosessikuvaus

1. Työkalun käyttöönotto:
  - Käyttäjä/kaupungin pääkäyttäjä avaa QGISn ja lataa/pyytää ladattavaksi [GitHubista](#) saatavan lisäosan käyttöönsä ja avaa sen QGIS-työtilassa.
  - Tarkistetaan tietokantayhteys ja luodaan yhteysasetustiedosto (ks. esimerkki luvun lopusta), ellei ole valmiina.
2. QGIS-laajennusosan käyttöliittymässä käyttäjä valitsee seuraavat tiedot:
  - Tutkimusalueen rajaustieto paikkatietomuodossa
    - i. Esim. kaavan ulkoraja, kuntaraja
    - ii. Jatkokehitykseen: *default*-tietona oma alue
  - Käyttäjä valitsee sopivan hallinnollisen alueen (laskennassa käytetään kyseiselle alueelle ominaisia viitearvoja, **tässä vaiheessa vaihtoehtona vain Pirkanmaa**)
3. Käyttäjä valitsee käyttöliittymässä minkä tietojen perusteella laskenta tuotetaan ja syöttää aineistot työkaluun tiettyssä formaatissa (aineistojen muoto kuvattu erikseen tässä raportissa):
  - Nykytila (default arvot)
    - i. Väestö-vektoritaso (YKR), pakollinen ⇒ valitaan käyttäjän tiedostoista / työtilasta
    - ii. Työpaikat-vektoritaso (YKR), pakollinen ⇒ valitaan käyttäjän tiedostoista / työtilasta
    - iii. Rakennukset-vektoritaso (YKR), pakollinen ⇒ valitaan käyttäjän tiedostoista / työtilasta
  - Valitaan lasketaanko myös tulevaisuuden skenaarioita vai ei. Mikäli kyllä käyttäjä lataa seuraavat aineistot soveltuvassa formaatissa (aineistojen muoto kuvattu erikseen tässä raportissa):
    - i. Kaavan aluevaraustiedot (tulevaisuudessa rakennettavista alueista käyttötarkoitukset ja kerrosalojen lisäys ja valinnaisesti myös poistuma, työpaikkamäärien lisäys), **pakollinen**
      1. Valitaan myös laskennan Tavoitevuosi eli targetYear
    - ii. Keskusverkkotiedot (pistegeometria), **valinnainen**
    - iii. Tulevaisuuden intensiivisen joukkoliikenteen pysäkit (juna, metro, ratikka), (pistegeometria), **valinnainen**
  - Advanced-valikko (defaulttina pienennettynä / piilossa)
    - i. PITKO-skenaario (valikko) TAI käytetäänkö oletusarvoja (mikäli PITKO-skenaariota ei valita, oletetaan, että lämmön ja sähkön ominaispäästökertoimet pysyvät nykytilanteen mukaisina - tällöin "viiteskenaarion" nimi on 'static'), **valinnainen**
    - ii. Valitaan päästöjen allokointimenetelmä, **valinnainen**

iii. Valitaan käytettävä sähkön päästölaji, **valinnainen**

4. Työkalu ajaa laskennan tietokannassa:

- Tietokantaan tallentuu ajon aikana "laskentasessio" eli tieto käytetyistä skenaarioista, aikaleimat, mahdollisesti tieto käyttäjästä (tässä huomioitava tietoturva). Muodostetaan tästä hetkestä laskennan lähtövuosi eli baseYear ja mahdollisesta tulevaisuuslaskennan tavoitevuodesta targetYear, jotka tallennetaan myös tietokantaan.
- *Näihin tietoihin pitää päästä käsiksi myöhemmin esimerkiksi, jos halutaan käydä läpi session tuottamat tiedot tai tarkastellaan tehtyä analyysiä ja käytettyjä parametrejä tai välittää laskennassa käytetyt parametrit kollegalle.*
- Riippuen valituista parametreista työkalu ajaa laskennan eri vaihtoehdoilla tuottaen aina erillisen laskentasession eri vaihtoehdoille, laskennan tulokset nimetään parametrien mukaisesti järkevästi

5. Tuloksena käyttäjä saa QGIS-työtilaan päästölaskentatiedot nykyisestä yhdyskuntarakenteesta (visualisoitu ruudut) sekä tehtyjen valintojen mukaan tulevaisuuden skenaarioista seuraavissa muodoissa:

- Taulukkotiedot valituilta vuosilta
  - i. Jos on laskettu tulevaisuusskenaario, niin samaan sijaan tulee YKR-ruutu kultakin laskentavuodelta, vuosi-sarakkeella on yksilöivissä kunkin laskentavuoden mukainen tilanne.
- Kartta lähtövuodelta (sekä skenaarioiden osalta myös viimeiseltä tarkasteluvuodelta. Kartta on visualisoitu valmiiksi työkalun sisälle integroidun visualisointikirjaston avulla (QML-tiedostot GitHubissa).

6. Karttatuotteet tallentuvat tietokantaan, jota kautta käyttäjä voi viedä ne julkaistavaksi esim. GeoServerin kautta rajapinnoille.

Jatkokehityksessä työkaluun voidaan lisätä myös muita käyttäjän valittavissa olevia parametrejä. Tavoitteena kuitenkin on, että käyttö on helppoa, jolloin käyttäjä tekee oletustilanteessa työkalussa vain vähän omia valintoja ja toimitaan primäärisesti tietokannasta haettavilla oletusarvoilla.

## ANALYYSIN AJO:

Datojen prosessointi päästölaskentojen vaatimaan muotoon:

1. Nykyrakenteen osalta datat esikäsitellään ja tarpeen mukaan summataan YKR-ruuduittain tietokannassa
2. Skenaarioaineiston osalta tehdään SQL-kyselyjä kannassa, joilla lähtödatasta saadaan muodostettua ruututason dataa tulevaisuuden väestöstä, työpaikoista, rakentamisesta, keskusverkosta ja joukkoliikenteen verkostosta.

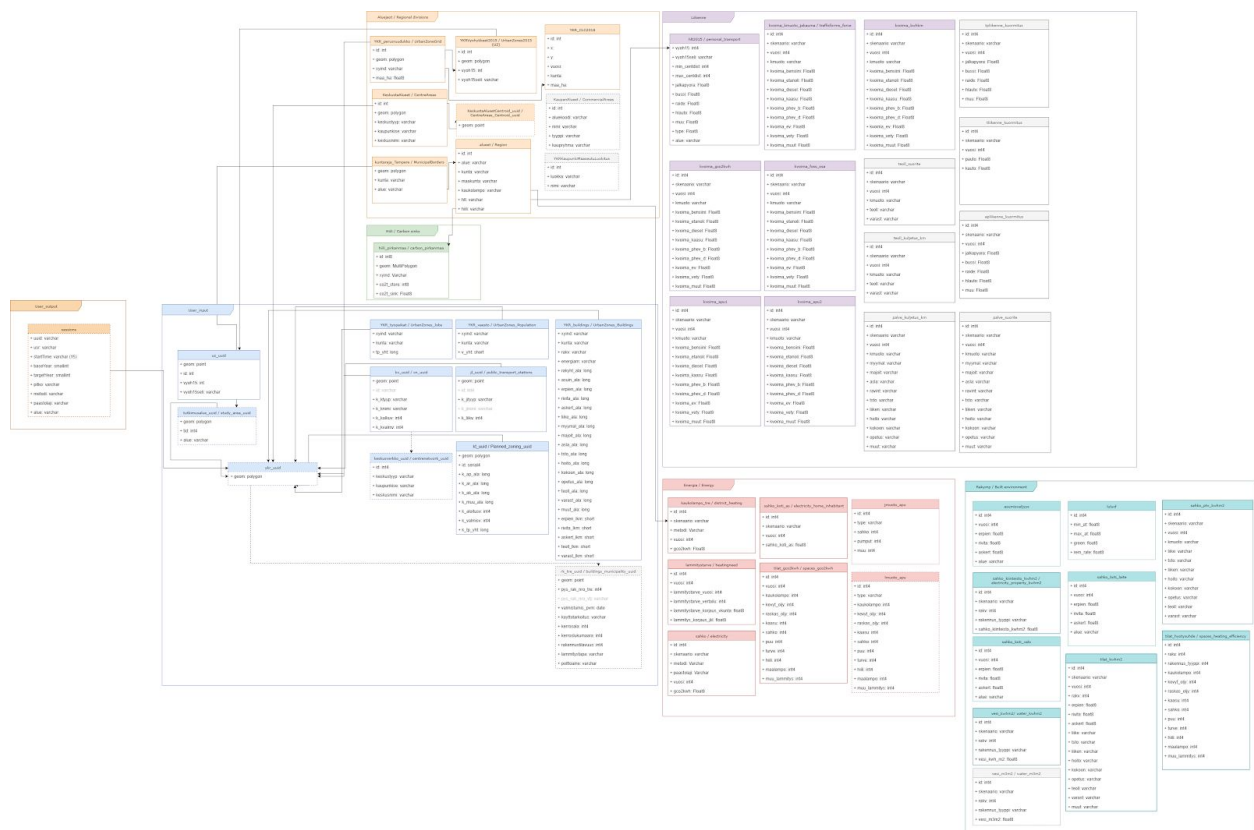
## Päästölaskentojen toteutus

1. Päästölaskenta YKR-ruutujen tietojen pohjalta (tietokannassa olevia erilaisia viitearvoja ja funktioita vasten)
2. Skenaariot osalta laskennat iteroiden jokaiselle vuodelle analyysin alkuhetkestä analyysin toteutusvuoteen

## Työkalun tekniset taustavaatimukset

Suurin osa [työkalun](#) toiminnallisuuksista tapahtuu PostgreSQL/PostGIS-tietokantakyselyin. Työkalun tietokantaympäristön on oltava vähintään versiota: PostgreSQL: 9.6 +, PostGIS: 2.2 +

Työkalu on rakennettu Ubigu Oy:n toimesta ja testattu PostgreSQL-versiolla 10.5 ja PostGIS-versiolla 2.5. Käyttöliittymä on rakennettu Gispo Oy:n toimesta QGIS-paikkatieto-ohjelmiston versiolle 3.4. QGIS-lisäosan tarkempi kuvaus on [GitHubissa](#). Käytettävien aineistojen lisenssit ovat myös [GitHubissa](#). YKR-aineistojen käyttö edellyttää Liiteri-palvelun käyttöoikeutta. Näiden sijaan ja kanssa voidaan käyttää myös kunnan omaa tai esim. Tilastokeskuksen toimipaikka-aineistoa.



Kuva 1. Tietokannan taulut kuvattuna. Tauluilla ei ole relaatioita keskenään. Skeemoja ovat aluejaot, energia, hiili, liikenne, rakennus, user\_input ja user\_output. Testausta varten lisäksi tests-skeema, jota ei käytetä tuotantovaiheen ajoissa. Skeemat on esitetty tarkemmin liitteessä B.



Tietokannan yhteysasetukset määritellään erilliseen *config.py* -tiedostoon:

```
database = {  
    'host': 'tietokannan verkkosijainti (IP) / localhost',  
    'user': 'tietokantakäyttäjän nimi',  
    'passwd': 'tietokantakäyttäjän salasana',  
    'db': 'tietokannan nimi'}
```

## 2. Lähtötiedot

### Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä (YKR)

Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä on Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) ja Tilastokeskuksen tuottama paikkatietopohjainen seurantajärjestelmä ja tietoaineisto valtakunnallisesti ja ajallisesti vertailukelpoisten yhdyskuntarakenteen analyysien toteuttamiseen. YKR on tarkoitettu yhdyskuntarakenteessa pitkällä aikavälillä tapahtuvien muutosten seurantaan ja analysointiin ja sen avulla edistetään maankäyttö- ja rakennuslain rakennettua ympäristöä koskevien seurantavelvoitteen toteuttamista.

Aineisto on muodoltaan vektorimuotoinen paikkatietoaineisto (säännöllinen 250 x 250 metrin ruudukko). Aineistoa toimitetaan temaattisesti jaoteltuna. Aineisto tuotetaan kansallisessa koordinaattijärjestelmässä ETRS-TM35FIN (EPSG:3067 / EPSG:3047).

Seuraavassa on esitetty teemoittain työkalun käyttöön vaaditut YKR-tiedot ja vaaditut tietokentät. Työkalun vaatimien kenttien lisäksi YKR-aineistot sisältävät myös muita tietoja.

### Perusruudukko

SYKE:n [SYKE, 2016] Koko maan kattava säännöllinen 250 x 250 metrin vektoriruudukko. Perusruudukko toimii pohjana ilmastolaskennan tulostietojen syöttämiselle. Arvot syötetään ruudukkoon SQL-liitoksella yksilöivää xyind-tunnistetta avaimena käyttäen. Työkalu liittää laskennan alussa perusruudukkoon työkaluun sisäänrakennetuista YKR-maanpeitetiedoista (Corine Land Cover 2018 -pohjainen) myös tiedon ruutujen maapinta-alasta aluetehokkuuksien laskentaa varten.

Perusruudukkoaineisto haetaan työkalun tietokannan *aluejaot*-skeeman taulusta *YKR\_perusruudukko* (Taul 1). Tähän tauluun **ei kirjoiteta** tulostietoja, vaan taulun pohjalta muodostetaan väliaikainen (*template*) aineisto laskentaa varten.

Taulukko 1. YKR-perusruudukkoaineiston yleispiirteinen rakenne työkalun tietokannassa.

tietokenttä	tyyppi	selite
<i>geom</i>	<i>geometria</i> , geometry (MultiPolygon,3067)	Kohteen geometriatieto
<i>xyind</i>	<i>merkkijono</i> , varchar (13)	Yksilöivä tunniste – ruudun x- ja y-koordinaatit yhteenliimattuna (edessä 0, jos x 5-merkkinen)

## Rakennukset

Rakennukset-aineistossa on kuvattu keskeisiä tunnuslukuja rakennuskannasta rakennusten käyttötarkoituksen mukaan luokiteltuna. Aineisto perustuu Väestötietojärjestelmän (VTJ) rakennus- ja huoneistorekisteriin (RHR), jota on paranneltu Tilastokeskuksessa mm. käytössäolotilanteen osalta.

SYKE:n YKR-rakennusaineisto on yhteensopiva työkalun kanssa ja sen kuvaus löytyy SYKE:n YKR-dokumentaatiosta [SYKE, 2016].

YKR-rakennustiedot syötetään työkaluun vektoritasona joko käyttöliittymässä olevista tasoista tai paikalliselta levyltä selaamalla oikea tiedosto. QGIS-käyttöliittymään ladattu vektoritaso voi olla lähtöisin myös WFS-suorasaantipalvelusta, jolloin on varmistettava, että koko aineisto on latautunut (ei rajattu vain kulloisenkin näkymän mukaisiin kohteisiin), eikä WFS-kyselyssä ole käytössä esim. *maxFeatures* -rajoitetta. Aineiston tietojen on oltava valmiiksi taulukon 2 mukaisessa rakenteessa tai muutettava siihen tiedonsyötön yhteydessä.

Taulukko 2. Käyttäjän syöttämiltä YKR-rakennustiedoilta edellytetty tietorakenne.

tietokenttä	tyyppi	selite
xyind	varchar (13)	Yksilöivä tunniste – ruudun x- ja y-koordinaatit yhteenliimattuna
kunta	varchar (13)	Kuntanumero, <b>ei pakollinen</b>
rakv	int4 / varchar (4)	Rakennusvuosikymmen. 0000 = yhteensä, 1920=vuosi 1920 ja varhaisempi, 1929=1921-1929, 1939=1930-1939, 1949=1940-1949, 1959=1950-1959, 1969=1960-1969, 1979=1970-1979, 1989=1980-1989, 1999=1990-1999, 2009=2000-2009, 2010=2010 ja uudemmat, 9999=tuntematon.
energiam	varchar (12)	Energiamuotoluokittelu: yhteensä (kun rakv = 0000), kaukolampo, kevyt_öljy, raskas_öljy, sähkö, kaasua, hiili, puu, turve, maalampo, muu_lammitus.  Käytettävissä vain jos aineisto generoitu rakennusrekisteristä (esim. Facta). Kyseinen sarake lisätään lähtöaineistoon ja seuraavat sarakkeet (rakennusten kerrosalat ja lukumäärät) aggregoidaan uudelleen.
rakyht_ala	<i>pitkä kokonaisluku</i> , int4 / long	Kaikki rakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
asuin_ala	int4 / long	Asuinrakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
erpien_ala	int4 / long	Erilliset pientalot, kerrosala, m <sup>2</sup>
rivita_ala	int4 / long	Rivi- ja ketjutalot, kerrosala, m <sup>2</sup>
askert_ala	int4 / long	Asuinkerrostalot, kerrosala, m <sup>2</sup>
liike_ala	int4 / long	Liikerakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>

myymälä_ala	int4 / long	Myymälärakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
majoit_ala	int4 / long	Majoitusliikerakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
asla_ala	int4 / long	Asuntolarakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
ravint_ala	int4 / long	Ravintolat, ruokalot, kerrosala, m <sup>2</sup>
tsto_ala	int4 / long	Toimistorakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
liiken_ala	int4 / long	Liikenteen rakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
hoito_ala	int4 / long	Hoitoalan rakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
kokoon_ala	int4 / long	Kokoontumisrakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
opetus_ala	int4 / long	Opetusrakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
teoll_ala	int4 / long	Teollisuusrakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
varast_ala	int4 / long	Varastorakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
muut_ala	int4 / long	Muut rakennukset, kerrosala, m <sup>2</sup>
teoll_lkm	<i>lyhyt kokonaisluku</i> , Int2 / short	Teollisuusrakennukset, lukumäärä
varast_lkm	Int2 / short	Varastorakennukset, lukumäärä

## Väestö

SYKE:n YKR-väestöaineisto on yhteensopiva työkalun kanssa ja sen kuvaus löytyy SYKE:n YKR-dokumentaatiosta [SYKE, 2016].

YKR-väestötiedot syötetään työkaluun vektoritasona käyttöliittymässä olevista tasoista tai paikalliselta levyltä selaamalla oikea tiedosto. QGIS-käyttöliittymään ladattu vektoritaso voi olla lähtöisin myös WFS-rajapinnalta, jolloin on varmistettava, että koko aineisto on latautunut (ei rajattu vain näkymän mukaisiin kohteisiin eikä *maxFeatures* -rajoitetta). Aineiston tietojen on oltava taulukon 3 mukaisessa rakenteessa tai muutettava siihen tietoa syötettäessä.

Taulukko 3. Käyttäjän syöttämiltä YKR-väestötiedoilta edellytety tietorakenne.

tietokenttä	tyyppi	selite
xyind	<i>merkkijono</i> , varchar (13)	Yksilöivä tunniste – ruudun x- ja y-koordinaatit yhteenliimattuna (edessä 0, jos x 5-merkkinen)
kunta	<i>merkkijono</i> , varchar (13)	Kuntanumero, <b>ei pakollinen</b>
v_yht	<i>Lyhyt kokonaisluku</i> , short	Väestö yhteensä



## Työpaikat

SYKE:n YKR-työpaikka-aineisto on yhteensopiva työkalun kanssa ja sen kuvaus löytyy SYKE:n YKR-dokumentaatiosta [SYKE, 2016].

YKR-työpaikkatiedot syötetään työkaluun vektoritasona käyttöliittymässä olevista tasoista tai paikalliselta levyltä selaamalla oikea tiedosto. QGIS-käyttöliittymään ladattu vektoritaso voi olla lähtöisin myös WFS-rajapinnalta, jolloin on varmistettava, että koko aineisto on latautunut (ei rajattu vain näkymän mukaisiin kohteisiin eikä *maxFeatures* -rajoitetta). Aineiston tietojen on oltava taulukon 4 mukaisessa rakenteessa tai muutettava siihen tietoa syötettäessä.

Taulukko 4. Käyttäjän syöttämiltä YKR-työpaikkatiedoilta edellytetty tietorakenne.

tietokenttä	tyyppi	selite
xyind	varchar (13)	Yksilöivä tunniste – ruudun x- ja y-koordinaatit yhteenliimattuna
kunta	varchar (13)	Kuntanumero, <b>ei pakollinen</b>
tp_yht	int4	Työpaikat yhteensä

## Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet

Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet on Suomen ympäristökeskuksen Urban Zone (UZ) -hankkeissa (2010 ja 2015, julkaisut [2013](#) ja [2017](#)) tuotettu valtakunnallinen avoin (CC BY 4.0) [paikkatietoaineisto](#). Aineisto on muodostettu luokittelemalla ja yhdistelemällä (vuoden 2013) taajamaruutuja erityyppisiin vyöhykkeisiin ruutujen keskustaetäisyyden, joukkoliikenteen palvelutason ja väestö- ja työpaikkatietojen perusteella (ks. Taul. 5). Aineisto on laadittu 34 kaupunkiseudulle YKR-kaupunkiseuturajauksen mukaan.

Aineisto koostuu pääasiassa kuudesta eri **vyöhyketyypistä**: keskustan jalankulkuvyöhyke, keskustan reunavyöhyke, intensiivinen joukkoliikennevyöhyke, joukkoliikennevyöhyke ja autovyöhyke. Näiden lisäksi on kuitenkin tunnistettu useampaan vyöhykkeeseen kuuluvia alueita keskustan reunavyöhykkeellä ja alakeskusten jalankulkuvyöhykkeellä, jotka täyttävät myös joukkoliikennevyöhykkeiden kriteerit. Aineistossa 250 metrin YKR-ruudut on sulautettu (*dissolve*) kunkin vyöhykkeen mukaan, kuitenkin niin, että geometriat ovat yksiosaisia. Joukkoliikennevyöhykkeet kuvaavat joukkoliikenteen tarjontaa ruuhka-aikana, eikä vyöhyke kuvaa joukkoliikenteen todellista käyttöä kyseisellä alueella.

Taulukko 5. Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeiden (UZ) muodostamisen kriteerit.

vyöhyke	kriteeri
Keskustan jalankulkuvyöhyke	Kaupunkiseutujen keskustojen ruudut, jotka kuuluvat YKR-keskustarajaukseen ( <a href="#">Rehunen ym. 2014</a> ), ja sijaitsevat enintään kilometrin (Helsinki 2, Tampere ja Turku 1,5 km) etäisyydellä kaupungin keskipisteestä.
Alakeskuksen jalankulkuvyöhyke	YKR-keskustarajauksen luokkaan kaupunkiseudun iso keskus tai kaupunkiseudun pieni keskus kuuluvat ruudut ja niiden naapuriruudut. Helsingistä, Tampereelta ja Turusta mukana vain isot keskuskeskukset.
Keskustan reunavyöhyke	Enintään kilometrin etäisyydellä keskustan jalankulkuvyöhykkeen reunasta sijaitsevat ruudut.
Intensiivinen joukkoliikennevyöhyke	Ruudut, joissa joukkoliikenteen vuoroväli enintään 15 min (Helsinki ydinalue: 5 min bussi-/10 min raideliikenteessä; kehysalue 15 min; Turku ja Tampere 10 min) ja kävelyetäisyys bussipysäkillä enintään 250 m, raideliikenteen asemalle 400 m.
Joukkoliikennevyöhyke	Ruudut, joissa joukkoliikenteen vuoroväli enintään 30 min (Helsingin ydinalue 15 min; kehysalue 30 min) ja kävelyetäisyys bussipysäkillä enintään 250 m, raideliikenteen asemalle 400 m.
Autovyöhyke	Taajama-alueet, jotka eivät täytä muiden vyöhykkeiden kriteerejä.

Työkalussa hyödynnetään lähtötietona uusinta YKR-vyöhykeaineistoa vuodelta 2017. Aineisto on esikäsitelty työkalun tietokantaan, ja se haetaan työkalun tietokannan *aluejaot*-skeeman taulusta *ykr\_vyohykkeet* (Taul. 6). Tietokantaan viedystä aineistosta on jätetty pois mm. kenttä *ydinalue*, joka kuvaa Helsingin metropolialueella rajaa, jossa joukkoliikennekriteeristö muuttuu.

Taulukko 6. Taulun *ykr\_vyohykkeet* tietomallin yleispiirteinen kuvaus.

tietokenttä	tyyppi	selite
geom	Geometry (MultiPolygon, 3067)	Kohteen geometriatieto
vyoh	int4	Yhdyskuntarakenteen vyöhyketyyppikoodi: <b>1</b> = keskustan jalankulkuvyöhyke, <b>2</b> = keskustan reunavyöhyke <b>3</b> = intensiivinen joukkoliikennevyöhyke, <b>4</b> = joukkoliikennevyöhyke <b>5</b> = autovyöhyke, <b>10</b> = alakeskuksen jalankulkuvyöhyke <b>11</b> = alakeskuksen jalankulkuvyöhyke / joukkoliikennevyöhyke <b>12</b> = alakeskuksen jalankulkuvyöhyke / intensiivinen joukkol.vyöh. <b>40</b> = keskustan reunavyöhyke / joukkoliikennevyöhyke <b>41</b> = keskustan reunavyöhyke / intensiivinen joukkoliikennevyöhyke

## Keskusta-alueet ja kaupan alueet

Tietoa kaupunkien ja niiden alakeskusten keskustoista tarvitaan laskennan eri vaiheissa, kun määritellään mm. yhdyskuntarakenteen vyöhykkeiden kehittymistä ja liikkumistottumuksia. Keskusta-alueajauksina käytetään SYKE:n avointa (CC BY 4.0) *Keskustat ja kaupan alueet -aineistoa*, joka perustuu hankkeisiin *Kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenteen monikeskuksisuus ja kauppa* (2010-11) ja *Keskustojen elinvoimaisuus ja asema yhdyskuntarakenteessa* (2012-13). Lisätietoa selvityksessä [Keskusta-alueet ja vähittäiskauppa kaupunkiseuduilla](#) (2014).

Keskusta-alueajaukset ovat työkalun tietokannassa tauluna *aluejaot.KeskustaAlueet* (Taul. 7).

Taulukko 7. *KeskustaAlueet*-taulun tietomallin yleispiirteinen kuvaus.

tietokenttä	tyyppi	selite
geom	Geometry (MultiPolygon,3067)	Kohteen geometriatieto
id	int4	Kohteen juokseva numerointi.
keskustyyppi	varchar (50)	Keskusta-alueen tyyppi, mahdolliset arvot: <b>'Kaupunkiseudun keskusta'</b> , <b>'Kaupunkiseudun iso alakeskus'</b> , 'Kaupunkiseudun pieni alakeskus', 'Kaupunkiseudun ulkopuolinen iso keskus', 'Kaupunkiseudun ulkopuolinen pieni keskus'
kaupunkise	varchar (50)	Kaupunkiseudun nimi, mikäli keskusta kuuluu SYKE:n määrittelemiin kaupunkiseutuihin. Mikäli ei, arvo on 'EI'. Muutoin esim. 'Tampere', 'Turku'.
keskusnimi	varchar (50)	Keskustan tai keskuksen nimi. Esim. 'Tampere', 'Hervanta', 'Tesoma'



Keskusta-aluearajausten kanssa samaan aineistojakeluun kuuluvia keskustojen ulkopuolisia suuria vähittäiskaupan keskittymiä ei ole vielä hyödynnetty työkalun tämänhetkisessä versiossa, mutta ne on viety kehitystarpeita silmällä pitäen *aluejaot*-skeeman tauluun *KaupanAlueet*.

## Maankäytön suunnitelmat

Työkalulla voidaan arvioida tulevaisuuden yhdyskuntarakenteen ilmastovaikutuksia. Tämä tapahtuu käytännössä kunnan maankäytön suunnitelmien (kaavojen) avulla. Mikäli käyttäjä ei syötä työkaluun kaavatietoa, lasketaan ilmastovaikutukset vain nykyrakenteelle. Laskennalle keskeisiä kaavatietoja ovat käyttötarkoituusalueet, keskusverkko ja joukkoliikennejärjestelmä. Näiden avulla päivitetään väestö- työpaikka- ja yhdyskuntarakenteen vyöhyketiedot kullekin tarkasteluhetkelle, jolloin tulevia yhdyskuntarakenteen päästöjä voidaan yleensäkin arvioida.

## Käyttötarkoituusalueet

Keskeisin kaava-aineistolta edellytettävä tietosisältö on suunnitellun rakentamisen kerrosala käyttötarkoituusalueittain, rakennusten suunnitellun käyttötarkoituksen mukaan luokiteltuna. **Kerrosalalla** [tarkoitetaan](#) tontille tai rakennuspaikalle rakennettavaksi sallittujen rakennusten kerrosten alaa ulkoseinien ulkopinnan mukaan laskettuina, sekä kellarikerroksen tai ullakon alaa, johon sijoitetaan tai voidaan sijoittaa rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukaisia tiloja. Kerrosalalla tarkoitetaan tässä käyttötarkoituusalueelle osoitettua **uutta** kerrosalaa. Olemassa olevien rakennusten kerrosalaa ei saa sekoittaa taulukossa 8 esitettyjen tietokenttien sisältöön. Käyttötarkoituusalueet tallennetaan paikallisesti halutun nimisenä tasona, josta ne laskentavaiheessa kopioidaan automaattisesti laskentatietokannan user\_input-skeemaan yksilöivän uuid-tunnisteen kanssa.

Taulukko 8. Maankäytön suunnitelmien käyttötarkoituusalueiden tietomallin yleispiirteinen kuvaus.

tietokenttä	tyyppi	selite
geom	Geometry, polygon	Käyttötarkoituusalueen geometria / aluerajaus.
id	serial / int4	Yksilöivä tunniste.
k_ap_ala	int4	Erillispientalojen kokonaiskerrosalan suunniteltu lisäys.
k_ar_ala	int4	Rivitalojen kokonaiskerrosalan suunniteltu lisäys.
k_ak_ala	int4	Asuinkerrostalojen kokonaiskerrosalan suunniteltu lisäys.
k_muu_ala	int4	Muiden kuin asuinrakennusten (~toimitilat) kokonaiskerrosalan suunniteltu lisäys.
k_poistuma	int4	Rakennusten suunniteltu poistuma, kerrosneliometriä (ei pakollinen; jos käyttötarkoituusalueet-aineisto ei sisällä lainkaan poistumatietoja, niin käytetään työkaluun sisäänrakennettua oletuspoistumaa.

k_tp_yht	int4	Alueelle suunniteltu työpaikkojen määrän nettomuutos.
k_aloitusv	int4	Vuosi, jona kerrosalan lisäystä aletaan toteuttaa. <b>Mikäli ei annettu, oletetaan toteutuksen alkavan laskentahetkestä.</b>
k_valmisv	int4	Vuosi, jolloin kerrosalan lisäyksen katsotaan olevan pääosin valmistunut. <b>Mikäli ei annettu, oletetaan toteutuksen valmistuvan kaavan tavoitevuotena.</b>

## Keskusverkko

Tulevien yhdyskuntarakenteen vyöhykkeiden määrittämisessä käytetään tietoa suunnitellusta keskusverkosta. Mikäli tietoa ei anneta, oletetaan keskusverkon pysyvän nykyisellään. Tiedot tallennetaan paikallisena halutun nimisenä tasona, josta ne laskentavaiheessa kopioidaan automaattisesti laskentatietokannan user\_input-skeemaan yksilöivän uuid-tunnisteen kanssa (Taul. 9).

Taulukko 9. Maankäytön suunnitelmien keskusverkon tietomallissa edellytetyt tiedot.

tietokenttä	muoto	selite
geom	Geometry, point	Keskustan keskipisteen sijainti pistegeometriana
k_kttyp	varchar	Keskustan suunniteltu tyyppi analyysin tavoitevuonna, mahdolliset arvot: <b>'Kaupunkiseudun keskusta'</b> , <b>'Kaupunkiseudun iso alakeskus'</b> , <b>'Kaupunkiseudun pieni alakeskus'</b> , <b>'Kaupunkiseudun ulkopuolinen iso keskus'</b> , <b>'Kaupunkiseudun ulkopuolinen pieni keskus'</b>
k_knimi	varchar (50)	Suunnitellun keskustan tai keskuksen nimi.
k_kalkuv	int4	Vuosi, jolloin keskuksen rakentaminen pääosin aloitetaan. <b>Mikäli ei annettu, oletetaan toteutuksen alkavan laskentahetkestä.</b>
k_kvalmv	int4	Vuosi, jolloin keskuksen ajatellaan olevan pääosin valmistunut. <b>Mikäli ei annettu, oletetaan toteutuksen valmistuvan kaavan tavoitevuotena.</b>

## Joukkoliikennejärjestelmä

Joukkoliikennejärjestelmällä tarkoitetaan tässä intensiivisen raideliikenteen pysäkkien, asemien tai seisakkeiden sijaintitietoja. SYKE:n määritelmässä intensiivisessä joukkoliikenteessä vuoroväli on enintään 15 min (Helsinki ydinalue: 5 min bussi-/10 min raideliikenteessä; kehysalue 15 min; Turku ja Tampere 10 min) - liikenteen suunnalla ei ole väliä. Yleistyksenä oletetaan, että raitiotie- ja metrolinnoitteen on aina intensiivistä. SYKE:n analyysien laatimisen aikana esim. Turussa ja Tampereella ei ole ollut raidepohjaista joukkoliikennettä, mutta lähijunaliikenteen vuorovälin ollessa 30 min voidaan puhua intensiivisestä joukkoliikenteestä. Mikäli aineistoa ei syötetä, niin oletetaan joukkoliikenneverkon pysyvän entisellään

Tiedot tallennetaan paikallisesti halutun nimisenä tasona, josta ne laskentavaiheessa kopioidaan automaattisesti laskentatietokannan user\_input-skeemaan yksilöivän uuid-tunnisteen kanssa (Taul. 10).

Taulukko 10. Maankäytön suunnitelmien joukkoliikennejärjestelmän tietomallissa edellytetyt tiedot.

tietokenttä	muoto	selite
geom	<i>Geometry, point (3067)</i>	Joukkoliikennepysäkin/-aseman pistegeometria
id	<i>Sarjaluku, int4 (serial)</i>	Yksilöivä tunniste, <b>ei pakollinen</b>
k_jltyyp	<i>Merkkijono, varchar</i>	Joukkoliikenneväline (metro, juna, raitiotie), <b>ei pakollinen</b>
k_jlnimi	<i>Merkkijono, varchar (50)</i>	Joukkoliikennepysäkin/aseman nimi, <b>ei pakollinen</b>
k_liikv	<i>lyhyt kokonaisluku, int4</i>	Liikennöinnin arvioitu aloitusvuosi, <b>pakollinen</b>

## Muu paikallinen aineisto

### Aluerajaus

Laskentaa varten on työkaluun syötettävä vektorimuotoinen paikkatietoaineisto, jolla valitaan YKR-perusruudukolta ruudut, joille laskenta suoritetaan, ja jotka visualisoidaan lopullisessa tulosaineistossa (Taul. 11). Jos QGIS:n karttanäkymässä ei ole valittu vektoritietokannasta tiettyä kohdetta tai kohteita, käytetään kaikkia aineistotason kohteita valinnan toteuttamisessa. Aluerajausaineiston koordinaattijärjestelmän on oltava tai muunnettava muotoon EPSG:3067.

Taulukko 11. Tutkimusalueen rajaustasolta edellytetyt tiedot.

tietokenttä	muoto	selite
<i>geom</i>	Geometry (MultiPolygon / Polygon, 3067)	Kohteen geometriatieto

### Hiilivarasto ja -nieludata

Hiilivarasto ja -nieludata on mahdollista ottaa huomioon paikallisena, riittävän valmiiksi käsiteltynä aineistona, mutta työkalun ensimmäisessä versiossa hiilivarasto- ja nielulaskelmat tehtiin muusta työkalusta erillisesti. Tampereen osalta käytettävissä oli Pirkanmaan ekosysteempipalvelut [-hankkeessa](#) (Pirkanmaan liitto 2015) laadittua tarkkaa aineistoa maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoista ja -nieluista. Data on laadittu ILKKA-hankkeessa (Ilmastokestävän kaupungin suunnitteluopas) tehdyn [hiilitasetutkimuksen](#) ja sen metodiikan mukaisesti. Pääsääntöisesti Luken [valtakunnan metsien inventointiaineistoon](#) (16-20m resoluution rasteriaineisto) perustuva data on yleistetty tässä versiossa 250 metrin YKR-perusruudukkoon ja viety valmiiksi työkalun tietokantaan. Työkalu tarkistaa automaattisesti yllä olevan hallinnollisen alueen valinnan perusteella, onko ko. alueelle saatavissa hiilinielu ja -varastotietoja, ja käyttää näitä laskennassa, mikäli on.

Taulukko 12. Ruututasolle aggregoidulta hiilivarasto ja -nieludatalta edellytetty tietomalli.

tietokenttä	muoto	selite
id	int4	Yksilöivä tunniste
geom	<i>Geometry, MultiPolygon</i>	Ruudun geometria
xyind	varchar (13)	Yksilöivä tunniste – ruudun x- ja y-koordinaatit yhteenliimattuna
co2t_store	int4	Maaperän ja kasvillisuuden hiilivaraston määrä ruudussa, tonnia CO2-ekvivalenttia.
co2t_sink	float8	Maaperään ja kasvillisuuteen varastoituvan hiilen määrä, tonnia CO2-ekvivalenttia vuodessa.

## Kunnan rakennusrekisteriaineisto

YKR-aineisto on luonteeltaan historiatietoa, joka kuvaa tilannetta noin 1-2 vuotta ennen nykyhetkeä. Jos päästöjen laskennassa halutaan saada nykyrakenteesta ajantasainen tilannekuva, voidaan aineistonkeruu toteuttaa mahdollisuuksien mukaan esimerkiksi kunnan hallussa olevien rekisteriaineistojen avulla. Tässä on kuvattu esimerkinomaisesti Tampereen kaupungilla käytössä olevan Facta-kuntarekisterin rakennustietojen rakenne (Taul. 13).

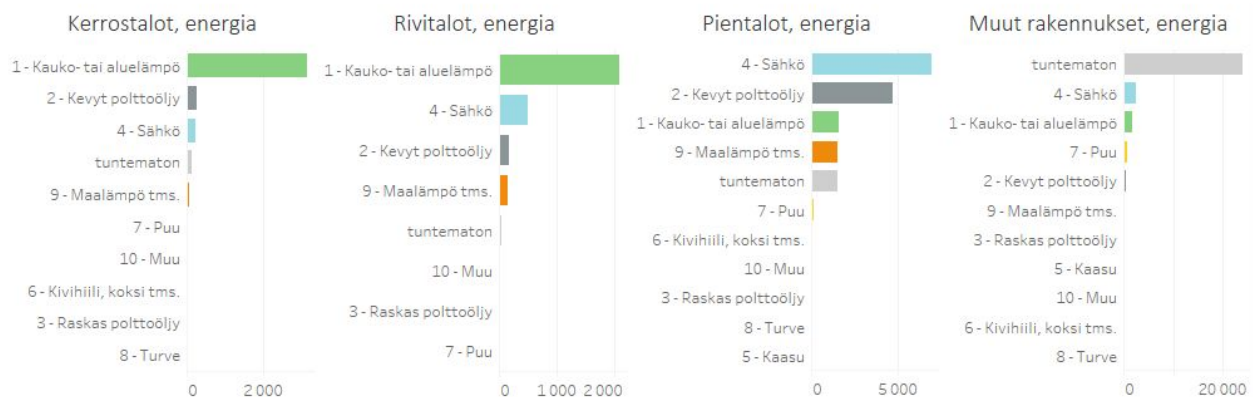
Kuntarekisterin rakennusaineistosta voidaan generoida myös ruututasolle YKR-aineistoa yksityiskohtaisempaa ja kattavampaa tietoa. Päästölaskennalle tärkein lisätieto rekisterissä on rakennusten energialähde (Kuva 2). Rakennusrekisteriaineiston hyödyntäminen voidaan ulottaa kattamaan myös rakennukset, joissa rakennushanke on käynnissä. Myös lupavaiheessa olevien rakennushankkeiden osalta olisi mahdollista toimia samoin, mutta tässä nykyrakenteen kuvaus päätettiin rajata nykyiseen rakennuskantaan ja rakennushankkeisiin, jotka ovat jo käynnissä.

Taulukko 13: Tampereen Facta-kuntarekisterin aineiston kuvaus päästölaskennassa hyödynnetyltä osin.

tietokenttä	muoto	Selite (ja/tai esimerkkitietosisältö)
geom	Geometry, point	Rakennuskohteen geometria (piste)
pys_rak_nro_tre	int4	Tampereen yksilöivä rakennustunniste: 124172...
pys_rak_nro_vtj	varchar	Yksilöivä tunniste (VTJ): '103602960Y', empty
valmistumis_pvm	date	YYYY-MM-DD: 2017-05-29Z...
kayttotarkoitus	varchar	Rakennuksen <a href="#">käyttötarkoituskoodi</a> : '011', '012', '021', '039', '151'...
kerrosala	int4	Rakennuksen kerrosala: 223, null...

kerroslukumaara	int4	Rakennuksen kerroslukumäärä: 1, 2, ..., null
rakennustilavuus	int4	Rakennuksen tilavuus: 840, null...
lammitystapa	varchar	'1 - Vesikeskuslämmitys', '2 - Ilmakeskuslämmitys', '3 - Suora sähkölämmitys', '4 - Uunilämmitys', 'tuntematon'
polttoaine	varchar	'1 - Kauko- tai aluelämpö', '2 - Kevyt polttoöljy', '3 - Raskas polttoöljy', '4 - Sähkö', '5 - Kaasu', '6 - Kivihiili, koksi tms.', '7 - Puu', '8 - Turve', '9 - Maalämpö tms.', '10 - Muu', 'tuntematon'

Kasvihuonekaasupäästöt lasketaan rakennustyypeittäin jaottelulla (Taul. 14): erillispientalot (*erpien*), rivi- ja ketjutilat (*rivita*), asuinkerrostalot (*askert*), liikerakennukset (*liike*), toimistorakennukset (*tsto*), liikenteen rakennukset (*liiken*), hoitoalan rakennukset (*hoito*), kokoontumisrakennukset (*kokoon*), opetusrakennukset (*opetus*), teollisuusrakennukset (*teoll*), varastorakennukset (*varast*) ja muut rakennukset (*muut*). Jos käytetään sekoittuneiden rakennusten aineistoanalyysiä, niin voidaan jaottelua tarkentaa.



Kuva 2. Esimerkki - Tampereen rakennuskannan energiamuotojakauma (20.3.2019).

Taulukko 14. Jos laskennassa käytetään kunnan rakennusrekisteriaineistosta johdettua dataa, YKR-jaottelun mukaiset rakennustyytit kattavat seuraavat Tilastokeskuksen rakennusluokat.

Rakennustyyppi	Rakennusluokka
Erillispientalot (erpien)	luokka 01 <b>tai</b> alaluokkien 011 – 013 summa
Rivi- ja ketjutilat (rivita)	luokka 02 <b>tai</b> alaluokkien 021 ja 022 summa
Asuinkerrostalot (askert)	luokka 03 <b>tai</b> alaluokkien 032 ja 039 summa
Liikerakennukset (liike)	luokkien 11–14 <b>tai</b> alaluokkien 111-112, 119, 121, 123-124, 129, 131, 139, 141 summa
Toimistorakennukset (tsto)	alaluokka 151
Liikenteen rakennukset (liiken)	luokka 16 <b>tai</b> alaluokkien 161–164 ja 169 summa

Hoitoalan rakennukset (hoito)	luokkien 21–24 <b>tai</b> alaluokkien 211, 213–215, 219, 221–223, 229, 231, 239 ja 241 summa
Kokoontumisrakennukset (kokoon)	luokkien 31–36 <b>tai</b> alaluokkien 311–312, 322–324, 331, 341–342, 349, 351–354, 359 ja 369 summa
Opetusrakennukset (opetus)	luokkien 51–54 <b>tai</b> alaluokkien 511, 521, 531, 532, 541 ja 549 summa
Teollisuusrakennukset (teoll)	luokka 69 <b>tai</b> alaluokkien 611, 613, 691, 692 ja 699 summa
Varastorakennukset (varast)	luokka 71 <b>tai</b> alaluokkien 711, 712 ja 719 summa
Muut rakennukset (muut)	luokka 72 <b>tai</b> alaluokkien 721, 722 ja 729 summa

Rakennusajankohta määritetään YKR:n mukaisella vuosikymmenluokittelulla (*rakv*) (suluissa luokkatunnukset): –1920 (1920), 1920–1929 (1929), 1930–1939 (1939), 1940–1949 (1949), 1950–1959 (1959), 1960–1969 (1969), 1970–1979 (1979), 1980–1989 (1989), 1990–1999 (1999), 2000–2009 (2009) ja 2010–2017 (2010). Vuodesta 2018 lähtien rakennusajankohdan voi määritellä vuosittain. Luokka 9999 sisältää rakennusvuodeltaan tuntemattomat rakennukset.

### 3. Asetukset

Laskentasessiolle luodaan ensin yksilöivä **uuid**-tunniste, jotta tietoja voidaan tallentaa tietokantaan.

#### Aikavälin valinta

Laskennan lähtötasoksi otetaan tämänhetkinen vuosi (*baseYear*). Jos käyttäjä syöttää työkaluun kaava-aineistoa, tulee myös suunnitelmien tavoitevuosi (*targetYear*) määritellä, jonka sallittuja arvoja ovat tällä hetkellä vuodet välillä **2020-2050**.

#### Hallinnollisen alueen valinta

Vähintään työkalun 1. versiossa käyttäjä valitsee ([aluerajausgeometrian syöttämisen](#) lisäksi) valikosta hallinnollisen alueen, jonka perusteella laskennassa päätetään käytettävien taulujen ja taulujen kenttien nimet. Valikkossa esitetään aluejaot-skeeman taulun “*alueet*” vaihtoehdot. Valikko populoidaan taulun sarakkeen “*alue*” arvoilla. Tauluun viedään tiedot kaikista aluesidonnaista päästölaskennan lähtötietojen sijaintitauluista. Jatkossa voidaan tutkia, saadaanko käyttäjän aluerajauksen ja hallinnollisten rajojen perusteella määriteltyä automaattisesti alue, jolle laskenta halutaan tehdä.

Taulukko 15. Aluejaot-skeemassa olevat taulun “*alueet*” tietomallin yleispiirteinen kuvaus.

tietokenttä	muoto	selite
kunta	varchar	Kunnan nimi

maakunta	varchar	Maakunnan nimi
hlt	varchar	Liikenne-skeeman taulun nimi, jossa ko. alueen liikennesuoritettiedot sijaitsevat
kaukolampo	varchar	Energia-skeeman taulun nimi, joka sisältää alueen kaukolämmön ominaispäästötiedot
hiili	varchar	Hiili-skeeman taulun nimi, jossa ko. alueen hiilivarasto ja -nielutiedot sijaitsevat.
km2hm2	real	kerroin kerrosalasta huoneistoalaksi

## Energiantuotannon päästöallokointimenetelmän valinta

Käytännössä työkalun *advanced*-valikon alla, josta valitaan jompikumpi seuraavista arvoista: 'em' tai 'hjm'. Nämä viittaavat ominaispäästöjen laskennan / allokoinnin kahteen menetelmään: [energiamenetelmä](#) (em) ja [hyödynjakomenetelmä](#) (hjm). Oletusarvo on 'hjm'. Lisäksi on mahdollista valita, käytetäänkö sähkön ominaispäästökertoimenä tuotantoperusteisesti (tuotanto) vai hankintaperusteisesti (hankinta) laskettua kerrointa. Tuotantoperusteinen päästökerroin sisältää pelkästään suomalaisen sähköntuotannon. Hankinta- tai kulutusperusteissa kertoimessa on lisäksi mukana tuontisähkö ja sähköverkkojen siirtohäviöt. Oletusarvo on 'hankinta'.

## Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys (PITKO)

Laskennassa hyödynnetään Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys ([PITKO](#)) -tutkimusta ja siinä määritellyjä eri toimintaympäristön muutosskenaarioita, jotka yltävät vuoteen 2050. Tarkastelussa käytettävä PITKO-skenaario valitaan käyttäjän toimesta työkalussa. Vaihtoehdot ovat: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysähdys'. Mikäli käyttäjä valitsee, ettei käytetä PITKO-, 'wem'-, eikä 'eu80'-skenaariota vaan ns. 'static' -vaihtoehtoa, niin käytetään pohjana wem-skenaariota ja päästökertoimille laskennan lähtövuoden arvoja lämmitysmuotojakaumaa lukuunottamatta. Oletusarvo tulevaisuuslaskennan skenaariolle on 'wem'.

Lopulta lisätään tietokannan *user\_output*-skeeman tauluun *sessions* taulukon P mukaiset tiedot.

Taulukko P. Kustakin laskentasessioista tauluun *user\_output.sessions* tallennettavat tiedot.

tietokenttä	muoto	selite
uuid	varchar	Yksilöivä session tunniste
usr	varchar	Käyttäjän nimi, ks. koodi yllä
startTime	varchar(15)	Laskennan aloituksen ajankohta, ks. yllä
baseYear	smallint	Nykytilan laskennan tarkasteluvuosi, skenaariolaskennan lähtövuosi
targetYear	smallint	Arvioitavan suunnitelman tavoitevuosi skenaariolaskennassa

pitko	varchar(6)	Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys -tutkimuksen mukainen kansallisen ja kansainvälisen toimintaympäristön kehitysskenaario. Mahdolliset arvot: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysähdys'.
metodi	varchar(3)	Ominaispäästöjen laskennassa käytetty metodi, Arvo joko 'em' tai 'hjm'
paastolaji	varchar	Sähkön osalta tarkasteltava päästölaji, arvo joko 'hankinta' tai 'tuotanto'.
alue	varchar	Valittu hallinnollinen alue, jonka perusteella viitearvoja haetaan.



## 4. Laskenta

### Esikäsittely

Python- tai muusta koodista, esim. QGIS-lisäosasta kutsuttavat SQL-kyselyt on esitetty alla tummalla pohjalla.

Nykytilan päästöt lasketaan funktiolla `il_calculate_emissions`, johon syötetään YKR-väestö, -työpaikka ja -rakennustaulujen nimet (text), tutkimusalueen rajaustason nimi (text), laskentavuosi (integer), kehitysskenaario (varchar), päästöallokointimenetelmä (varchar), sähkön päästölaji (varchar), hallinnollinen alue (varchar) sekä laskennan aloitusvuosi (integer):

```
SELECT * FROM il_calculate_emissions('ykr_vaesto','ykr_tyopaikat',
'ykr_rakennukset', 'tutkimusalue', laskentavuosi, 'kehitysskenaario',
'paastoallokointimenetelma','sahkopaastolaji','alue', baseYear);
```

Tulevaisuuden päästöjen osalta kutsutaan funktiota `il_calculate_emissions_loop` ja laskentafunktion syötetään edellisten parametrien lisäksi laskennan tavoitevuosi (integer), käyttötarkoituksaluetaulun nimi (text) sekä valinnaisena keskusverkko ja joukkoliikennejärjestelmä-taulujen nimet (text).

```
SELECT * FROM il_calculate_emissions_loop('ykr_vaesto','ykr_tyopaikat',
'ykr_rakennukset', 'tutkimusalue', 'kehitysskenaario',
'paastoallokointimenetelma','sahkopaastolaji','alue', baseYear,
targetYear, 'kt_taulu', 'kv_taulu', 'jl_taulu');
```

Yllä kuvattujen funktioiden sisällä tapahtuu varsinaisen laskennan lisäksi kolme merkittävää käsittelyä: esikäsittely, aineistojen numeeristaminen sekä rakennustietojen päivittäminen. Näistä kaksi jälkimmäistä tapahtuvat vain kun lasketaan tulevaisuuden päästöjä.

Esikäsittelyssä, joka tapahtuu funktiolla [il\\_preprocess](#), valitaan tutkimusalueeseen kuuluvat YKR-ruudut ja yhdistetään tähän tarvittavat YKR-vyöhyke- (UZ), väestö- ja työpaikkatiedot ruudukkoon sekä etäisyystiedot nykyiseen keskusverkkoon. Käyttäjän määrittämän aluerajauskarttatason geometrian tyyppi on oltava joko **Polygon** tai **MultiPolygon**, laskennan nopeuttamiseksi mielellään valmiiksi EPSG:3067-projektiossa.

```
il_preprocess('aluerajaustaso','YKR_vaestotaso','YKR_työpaikkataso');
```

Kaava-aineistojen numeeristaminen ja yhdistäminen YKR-ruudukkoon tehdään vain, mikäli käyttäjä syöttää aineistoja tulevaisuuden päästöjen laskentaa varten. Numeeristamiskyselyt ajetaan laskentafunktion sisällä jokaiselle vuodelle.

Suunnitelmatiedot “numeeristetaan” ruututasolle funktiolla [il\\_numerize](#), jonka parametrit ovat `ykr_uuid`-taulun nimi (*text*, luodaan preprocessing-vaiheessa), laskennan lähtövuosi, (kaavan) tavoitevuosi, laskentavuosi, laskennan kohteena oleva hallinnollinen alue, sekä taulujen nimet (*text*): käyttötarkoitusalueet, keskusverkko (valinnainen) sekä intensiivisen joukkoliikenteen pysäkit (valinnainen).

```
il_numerize('ykr_uuid','baseYear','targetYear','laskentavuosi','Tampere',
            'käyttötarkoitusalueet','keskusverkko','joukkoliikennepysäkit');
```

Funktiossa päivitetään myös yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet seuraavasti:

- 1) Käyttötarkoitusalueiden mitoitusarvojen jyvittäminen ruututasolle ja väestö- sekä työpaikkamäärätietojen päivittäminen tämän pohjalta.
- 2) Keskusverkon päivittäminen (keskustan jalankulkuvyöhyke, keskustan reunavyöhyke sekä alakeskusten jalankulkuvyöhykkeet). Suunnitellut uudet keskukset lisätään soveltuvin osin valtakunnalliseen keskusta-aineistoon. Työkalun 1. versiossa huomioidaan vain suuret kaupunkiseudun isot alakeskukset, koska pienet alakeskukset sisältyvät UZ-vyöhykkeisiin lähinnä pääkaupunkiseudulla, ja liikkumistottumuksiin lähinnä suurilla alakeskuksilla on merkittävä vaikutus. Tässä on oletettu, että keskuksen toteutuksen ollessa puolessavälissä, se huomioidaan suurena alakeskuksena ja tätä ennen mm. erilaisina joukkoliikennedyöhykkeinä.
- 3) Joukkoliikennedyöhykkeiden päivittäminen. Tässä mukaillaan kappaleessa “Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet” esiteltyä SYKE:n vyöhykemenetelmää, aineistorajoitusten puitteissa. Määrittely perustuu erityisesti väestö- ja työpaikkatietojen naapurustosummien raja-arvoihin pohjautuviin vertailuihin.
- 4) Jäljelle jäävien autovyöhykkeiden määrittely.
- 5) Vanhojen vyöhyketietojen korvaaminen uusilla.

Lopulta funktiolla [il\\_update\\_buildings](#) (local ja redefined -variantit) päivitetään rakennuskantaa kuvaava tietoaaineisto tulevaisuuden tilanteen mukaiseksi.

## Päästölajit

### Kiinteistöjen lämmönsäätely

#### Tilojen lämmitys

Rakennusten lämmitykseen tarvittavan nettomääräisen lämmitysenergian hiilidioksidipäästöt lasketaan funktiolla:

[il\\_prop\\_heat\\_co2](#)

Paikallisen lämmöntuotannon (esim. lämpöpumput) tiedot on sisällytetty rakennusten käytön laskentaan, joten tässä keskitytään kaukolämpöön. Kaukolämmön ominaispäästökertoimet on laskettu eri PITKO-skenaarioille. Kertoimet on laskettu sekä [energiamenetelmällä](#) (em) että [hyödynjakomenetelmällä](#) (hjm). Kaukolämmön tuotannon ominaispäästöt lasketaan kunta- tai aluekohtaisesti - Tampereen tapauksessa Tampereen sähkölaitoksen kaukolämmön tuotannon kasvihuonekaasupäästöjen toteumasta ja arvioidusta kehityksestä.

Kaukolämmön ominaispäästökertoimet on kuvattu aluekohtaisesti, esim. *energia.kaukolampo\_tre*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysähdys'.
metodi	varchar	Laskentamenetelmä, vaihtoehdot 'em' ja 'hjm'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
gco2kwh	float8	Ominaispäästökerroin, g CO <sub>2</sub> -ekv per kWh

Rakennusten lämmitystarve on kuvattu taulussa *energia.lammitystarve*.

tietokenttä	muoto	selite
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
lammitystarve_vuosi	int4	kWh/m <sup>2</sup> /a. Tarkastelupaikkakunnan lämmitystarvelaskennan vertailupaikkakunnan lämmitystarveluku tai sen ennuste laskentavuonna
lammitystarve_vertailu	int4	Tarkastelupaikkakunnan lämmitystarvelaskennan vertailupaikkakunnan lämmitystarveluvun vertailuarvo
lammitys_korjaus_vkunta	float8	Paikkakunta-kohtainen lämmitystarpeen korjauskerroin suhteessa lämmitystarvelaskennan vertailupaikkakuntaan
lammitys_korjaus_jkl	float8	Paikkakunta-kohtainen lämmitystarpeen korjauskerroin Jyväskylään

Rakennusten lämmönlähteiden ominaispäästökertoimet on kuvattu taulussa *energia.tilat\_gco2kwh*.

tietokenttä	muoto	selite
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
kaukolampo	int4	Kaukolämmön ominaispäästöt gCO2-ekv / kWh
kevyt_oljy	int4	Kevyen polttoöljyn ominaispäästöt gCO2-ekv / kWh
raskas_oljy	int4	Raskaan polttoöljyn ominaispäästöt gCO2-ekv / kWh
kaasu	int4	Kaasun polton ominaispäästöt gCO2-ekv / kWh
sahko	int4	Sähkön ominaispäästöt gCO2-ekv / kWh
puu	int4	Puun polton ominaispäästöt gCO2-ekv / kWh
turve	int4	Turpeen polton ominaispäästöt gCO2-ekv / kWh
hiili	int4	Hiilen polton ominaispäästöt gCO2-ekv / kWh
maalampo	int4	Maalämmön ominaispäästöt gCO2-ekv / kWh
muu_lammitys	int4	Muun lämmityksen ominaispäästöt gCO2-ekv / kWh

Lämmityksen hyötysuhde rakennustyypeittäin on kuvattu taulussa *rakymp.tilat\_hyotysuhde*.

tietokenttä	muoto	selite
rakv	int4	Rakennusvuosikymmen. 1920= vuosi 1920 ja varhaisemmat, 1929=1921-1929, 1939=1930-1939, 1949=1940-1949, 1959=1950-1959, 1969=1960-1969, 1979=1970-1979, 1989=1980-1989, 1999=1990-1999, 2009=2000-2009, 2010=2010-2016, 9999=rakennusvuosi tuntematon. Vuodesta 2017 alkaen vuosittain 2050 asti.
rakennus_tyyppi	varchar	Rakennustyyppi. Mahdolliset arvot: 'erpien', 'rivita', 'askert', 'liike', 'tsto', 'liiken', 'hoito', 'kokoon', 'opetus', 'teoll', 'varast', 'muut'
kevyt_oljy	float8	Kevyen polttoöljyn hyötysuhde
raskas_oljy	float8	Raskaan polttoöljyn hyötysuhde
kaasu	float8	Kaasun polton hyötysuhde
sahko	float8	Sähkön hyötysuhde
puu	float8	Puun polton hyötysuhde
turve	float8	Turpeen polton hyötysuhde
hiili	float8	Hiilen polton hyötysuhde
maalampo	float8	Maalämmön hyötysuhde
muu_lammitys	float8	Muun lämmityksen hyötysuhde

Lämmitysmuotojakauma rakennustyypeittäin ja -vuosittain ja laskentavuosittain on kuvattu taulussa *rakymp.lammitysmuotojakauma*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
rakv	int4	Rakennusvuosikymmen. 1920= vuosi 1920 ja varhaisemmat, 1929=1921-1929, 1939=1930-1939, 1949=1940-1949, 1959=1950-1959, 1969=1960-1969, 1979=1970-1979, 1989=1980-1989, 1999=1990-1999, 2009=2000-2009, 2010=2010-2016, 9999=rakennusvuosi tuntematon. Vuodesta 2017 alkaen vuosittain 2050 asti.
rakennus_tyyppi	varchar	Rakennustyyppi. Mahdolliset arvot: 'erpien', 'rivita', 'askert', 'liike', 'tsto', 'liiken', 'hoito', 'kokoon', 'opetus', 'teoll', 'varast', 'muut'
kaukolampo	float8	Kaukolämmön keskimääräinen osuus rakennusten lämmityksestä (0-1)
kevyt_oljy	float8	Kevyen polttoöljyn keskimääräinen osuus rakennusten lämmityksestä (0-1)
raskas_oljy	float8	Raskaan polttoöljyn keskimääräinen osuus rakennusten lämmityksestä (0-1)
kaasu	float8	Kaasun polton keskimääräinen osuus rakennusten lämmityksestä (0-1)
sahko	float8	Sähkön keskimääräinen osuus rakennusten lämmityksestä (0-1)
puu	float8	Puun polton keskimääräinen osuus rakennusten lämmityksestä (0-1)
turve	float8	Turpeen polton keskimääräinen osuus rakennusten lämmityksestä (0-1)
hiili	float8	Hiilen polton keskimääräinen osuus rakennusten lämmityksestä (0-1)
maalampo	float8	Maalämmön keskimääräinen osuus rakennusten lämmityksestä (0-1)
muu_lammitys	float8	Muun lämmityksen keskimääräinen osuus rakennusten lämmityksestä (0-1)

## Käyttöveden lämmitys

Rakennusten käyttöveden lämmityksen ostoenergian hiilidioksidipäästöt lasketaan funktiolla:

[il\\_prop\\_water\\_co2](#)

Rakennusten lämpimän veden kulutus on kuvattu taulussa *rakymp.vesi\_kwhm2*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
rakv	int4	Rakennusvuosikymmen. 1920= vuosi 1920 ja varhaisemmat,

		1929=1921-1929, 1939=1930-1939, 1949=1940-1949, 1959=1950-1959, 1969=1960-1969, 1979=1970-1979, 1989=1980-1989, 1999=1990-1999, 2009=2000-2009, 2010=2010-2016, 9999=rakennusvuosi tuntematon. Vuodesta 2017 alkaen vuosittain 2050 asti.
rakennus_tyyppi	varchar	Rakennustyyppi. Mahdolliset arvot: 'erpien', 'rivita', 'askert', 'liike', 'tsto', 'liiken', 'hoito', 'kokoon', 'opetus', 'teoll', 'varast', 'muut'
vesi_kwh_m2	float8	Lämpimän käyttöveden kulutuksen tarvitsema energiamäärä (kWh) / neliömetri

## Tilojen jäähdytys

Rakennusten jäähdytyksestä aiheutuvat hiilidioksidipäästöt lasketaan funktiolla:

[ll\\_prop\\_cool\\_co2](#)

Rakennusten jäähdytyksen ominaispäästöt on kuvattu taulussa [energia.jaahdytys\\_gco2kwh](#).

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
kaukok	int4	Kaukokylmän ominaispäästöt gCO <sub>2</sub> -ekv / kWh
sahko	int4	Sähköjäähdytyksen ominaispäästöt gCO <sub>2</sub> -ekv / kWh
pumput	int4	Lämpöpumppujen ominaispäästöt gCO <sub>2</sub> -ekv / kWh
muu	int4	Muun jäähdytystavan ominaispäästöt gCO <sub>2</sub> -ekv / kWh

## Rakennusten elinkaari

### Uudisrakentaminen

Jos YKR-ruudulle on määritelty uudisrakentamisen kerrosalan toteutuksen aloitus- ja lopetusvuosi ja jos laskentavuosi sijoittuu näille vuosille tai niiden välisille vuosille, saadaan erillispientalojen (*ap*), rivitalojen (*ar*), asuinkerrostalojen (*ak*) ja muiden kuin asuinrakennusten (*muu*) uusien rakennusten kerrosalat [m<sup>2</sup>] numeeristetusta kaava-aineistosta.

Rakentamisvaiheen työmaatoimintojen päästöihin sisältyvät työkoneiden ja laitteiden käytön, rakentamisen prosessien sekä rakennustöiden väliaikaisten tilojen aiheuttamat energiaperäiset päästöt sekä rakentamisvaiheen kuljetukset. Rakentamisvaiheen kuljetuksiin sisältyvät Ympäristöministeriön [Rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmä -luonnoksen](#) mukaisesti

rakennustuotteiden, materiaalien ja maamassojen kuljetukset rakennustyömaalle sekä mahdolliset välivarastointi- tai esivalmistuspaikat. Kuljetuksiin sisältyvät myös rakennusjätteiden kuljetukset jätteenkäsittelyyn tai välivarastoihin. Rakennuskoneiden kuljetusta tai rakennustyöntekijöiden matkoja ei huomioida laskelmissa.

Rakentamisen hiilijalanjälkeen sisältyy työmaatoimintojen ja kuljetusten päästöjen lisäksi rakennustuotteiden valmistuksen kasvihuonekaasupäästöt. Ne muodostuvat välillisesti tuotteiden raaka-aineiden hankinnan ja tuotteen valmistuksen toiminnoista sekä tuotantoprosessin aikaisista kuljetuksista. Mukana on sekä rakennuskohteessa tarvittut tuotteet, että työmaalla ylijääviksi arvioidut rakennustuotteet Ympäristöministeriön [Rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmä -luonnoksen](#) mukaisesti.

Uudisrakentamisen hiilidioksidipäästöt lasketaan funktiolla:

[il\\_build\\_new\\_co2](#)

Uudisrakentamisen energiankulutuksen ominaispäästöt on kuvattu tauluun *rakymp.rak\_energia\_gco2m2*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Laskentavuosi
erpien, rivita, askert, liike, tsto, liikien, hoito, kokoon, opetus, teoll, varast, muut	int4	Rakennustyyppittaiset sarakkeet, joissa kuvattu uudisrakentamisen vaatiman energian ominaispäästöt, gCO2-ekv/m2.

Uudisrakentamisessa tarvittavien materiaalien valmistuksen ominaispäästöt on kuvattu tauluun *rakymp.rak\_materia\_gco2m2*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Laskentavuosi
erpien, rivita, askert, <i>muut</i>	int4	Rakennustyyppittaiset sarakkeet, joissa kuvattu uudisrakentamisessa käytettyjen materiaalien valmistuksen ominaispäästöjä, gCO2-ekv/m2. Sarake <i>muut</i> viittaa tässä YKR:n tietomallista poiketen kaikkiin muihin kuin asuinrakennuksiin.

## Rakennusten korjaus ja saneeraaminen

Rakennusten korjaamisen ja saneerausten tarvitseman energian hiilidioksidipäästöt lasketaan funktiolla:

## [il\\_build\\_renovate\\_co2](#)

Rakennusten korjaamisessa tarvittavan energian ominaispäästöt on kuvattu tauluun *rakymp.rak\_korj\_energia\_gco2m2*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Laskentavuosi
erpien, rivita, askert, liike, tsto, liikien, hoito, kokoon, opetus, teoll, varast, muut	int4	Rakennustyyppittaiset sarakkeet, joissa kuvattu rakennuksen korjaamisessa tarvittavan energian ominaispäästöt, gCO <sub>2</sub> -ekv/m <sup>2</sup> .

Rakennusten saneeraamisessa tarvittavan energian ominaispäästöt on kuvattu tauluun *rakymp.rak\_saneer\_energia\_gco2m2*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Laskentavuosi
erpien, rivita, askert, liike, tsto, liikien, hoito, kokoon, opetus, teoll, varast, muut	int4	Rakennustyyppittaiset sarakkeet, joissa kuvattu rakennuksen saneerauksessa tarvittavan energian ominaispäästöt, gCO <sub>2</sub> -ekv/m <sup>2</sup> .

Rakennuskannasta saneerattava osuus on laskettu tauluun *rakymp.rak\_saneer\_osuus*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Laskentavuosi
rakv	int4	Rakennusvuosikymmen. 1920= vuosi 1920 ja varhaisemmat, 1929=1921-1929, 1939=1930-1939, 1949=1940-1949, 1959=1950-1959, 1969=1960-1969, 1979=1970-1979, 1989=1980-1989, 1999=1990-1999, 2009=2000-2009, 2010=2010-2016, 9999=rakennusvuosi tuntematon. Vuodesta 2017 alkaen vuosittain 2050 asti.
erpien, rivita, askert, liike, tsto, liikien, hoito, kokoon, opetus, teoll, varast, muut	int4	Rakennustyyppittaiset sarakkeet, joissa kuvattu rakennuksen saneerauksessa tarvittavan energian ominaispäästöt, gCO <sub>2</sub> -ekv/m <sup>2</sup> .



## Rakennusten purkaminen

Rakennusten purkamiseen käytetyn energian hiilidioksidipäästöt lasketaan funktiolla:

[il\\_build\\_demolish\\_co2](#)

Rakennusten purkamisessa tarvittavan energian ominaispäästöt on kuvattu tauluun *rakymp.rak\_purku\_energia\_gco2m2*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
erpien, rivita, askert, liike, tsto, liiken, hoito, kokoon, opetus, teoll, varast, muut	int4	Rakennustyyppittaiset sarakkeet, joissa kuvattu rakennuksen purkamisessa tarvittavan energian ominaispäästöt, gCO2-ekv/m2.

## Liikenne

Eri liikennemuotojen käyttämistä käyttövoimista on laadittu lähtötiedot eri PITKO-skenaarioille. Oleellisimpia tietoja ovat käyttövoimatyypin jakaumat kulkutavoittain sekä kunkin käyttövoiman ominaispäästöjen arvioitu kehitys. Tauluun *liikenne.kvoima\_kmuoto\_jakauma* on laskettu eri käyttövoimien suhteelliset osuudet kulkumuodoittain. Tauluun *liikenne.kvoima\_kwhkm* on laskettu eri käyttövoimien keskimääräinen energiankulutus per kilometri. Kasvihuonekaasujen ominaispäästöt käyttövoimalajeittain on kuvattu taulussa *liikenne.kvoima\_gco2kwh*. Käyttövoimien fossiilisten polttoaineiden osuutta on kuvattu taulussa *liikenne.kvoima\_foss\_osa*. Lisäksi tauluissa *liikenne.kvoima\_apu1* ja *liikenne.kvoima\_apu2* on kuvattu laskennassa käytettyjä ns. dummy-arvoja.

Käyttövoimajakaumat kulkumuodoittain kuvattu taulussa *liikenne.kvoima\_kmuoto\_jakauma*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
kmuoto	varchar	Kulkumuoto. Arvo jokin seuraavista: 'jalkapyora', 'bussi', 'raide', 'hlauto', 'muu', 'pauto', 'kauto'

bensiiini	float8	Bensiinin osuus kulkumuodon käyttövoimasta (0-1).
etanoli	float8	Etanolin osuus kulkumuodon käyttövoimasta (0-1).
diesel	float8	Dieselin osuus kulkumuodon käyttövoimasta (0-1).
kaasu	float8	Kaasun osuus kulkumuodon käyttövoimasta (0-1).
phev_b	float8	Pistokehybridin (bensiiini) osuus kulkumuodon käyttövoimasta (0-1).
phev_d	float8	Pistokehybridin (diesel) osuus kulkumuodon käyttövoimasta (0-1).
ev	float8	Sähkön osuus kulkumuodon käyttövoimasta (0-1).
vety	float8	Vedyn osuus kulkumuodon käyttövoimasta (0-1).
kv_muu	float8	Muun käyttövoiman osuus kulkumuodon käyttövoimasta (0-1).

Käyttövoimien keskilukutukset on kuvattu taulussa liikenne.kvoima\_kwhkm.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
kmuoto	varchar	Kulkumuoto. Arvo: 'jalkapyora', 'bussi', 'raide', 'hlauto', 'muu', 'pauto' tai 'kauto'.
bensiiini	float8	Bensiinin keskilukutus (kWh/km)
etanoli	float8	Etanolin keskilukutus (kWh/km)
diesel	float8	Dieselin keskilukutus (kWh/km)
kaasu	float8	Kaasun keskilukutus (kWh/km)
phev_b	float8	Pistokehybridin (bensiiini) keskilukutus (kWh/km)
phev_d	float8	Pistokehybridin (diesel) keskilukutus (kWh/km)
ev	float8	Sähkön keskilukutus (kWh/km)
vety	float8	Vedyn keskilukutus (kWh/km)
kv_muu	float8	Muun käyttövoiman keskilukutus (kWh/km)

Käyttövoimien ominaispäästökertoimet on kuvattu taulussa liikenne.kvoima\_gco2kwh

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.

vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
kmuoto	varchar	Kulkumuoto. Arvo: 'jalkapyora', 'bussi', 'raide', 'hlauto', 'muu', 'pauto' tai 'kauto'.
bensiiini	int4	Bensiinin ominaispäästöt (g CO2-ekv/kWh)
etanoli	int4	Etanolin ominaispäästöt (g CO2-ekv/kWh)
diesel	int4	Dieselin ominaispäästöt (g CO2-ekv/kWh)
kaasu	int4	Kaasun ominaispäästöt (g CO2-ekv/kWh)
phev_b	int4	Pistokehybridin (bensiiini) ominaispäästöt (g CO2-ekv/kWh)
phev_d	int4	Pistokehybridin (diesel) ominaispäästöt (g CO2-ekv/kWh)
ev	int4	Sähkön ominaispäästöt (g CO2-ekv/kWh)
vety	int4	Vedyn ominaispäästöt (g CO2-ekv/kWh)
kv_muu	int4	Muun käyttövoiman ominaispäästöt (g CO2-ekv/kWh)

Käyttövoimien fossiilipohjaiset osuudet on kuvattu taulussa liikenne.kvoima\_foss\_osa.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
kmuoto	varchar	Kulkumuoto. Arvo: 'jalkapyora', 'bussi', 'raide', 'hlauto', 'muu', 'pauto' tai 'kauto'.
bensiiini	float8	Bensiinin osuus fossiilisista lähteistä (0-1).
etanoli	float8	Etanolin osuus fossiilisista lähteistä (0-1)
diesel	float8	Dieselin osuus fossiilisista lähteistä (0-1)
kaasu	float8	Kaasun osuus fossiilisista lähteistä (0-1)
phev_b	float8	Pistokehybridin (bensiiini) osuus fossiilisista lähteistä (0-1)
phev_d	float8	Pistokehybridin (diesel) osuus fossiilisista lähteistä (0-1)
ev	float8	Sähkön osuus fossiilisista lähteistä (0-1)
vety	float8	Vedyn osuus fossiilisista lähteistä (0-1)
kv_muu	float8	Muun käyttövoiman osuus fossiilisista lähteistä (0-1)

Dummy-tilojen kvoima\_apu1 ja kvoima\_apu2 tietomallin kuvaus.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.

vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
kmuoto	varchar	Kulkumuoto. Arvo: 'jalkapyora', 'bussi', 'raide', 'hlauto', 'muu', 'pauto' tai 'kauto'.
bensiiini	float8	Bensiinin dummy-kerroin (0-1)
etanoli	float8	Etanolin dummy-kerroin (0-1)
diesel	float8	Dieselin dummy-kerroin (0-1)
kaasu	float8	Kaasun dummy-kerroin (0-1)
phev_b	float8	Pistokehybridin (bensiiini) dummy-kerroin (0-1)
phev_d	float8	Pistokehybridin (diesel) dummy-kerroin (0-1)
ev	float8	Sähkön dummy-kerroin (0-1)
vety	float8	Vedyn dummy-kerroin (0-1)
kv_muu	float8	Muun käyttövoiman dummy-kerroin (0-1)

## Henkilöliikenne

Väestön ja työssäkäyvien liikkumisen hiilidioksidipäästöt lasketaan funktiolla:

[ll\\_traffic\\_personal\\_co2](#)

Liikennepäästöjen laskenta perustuu liikkumisen suoritteisiin eri kulkuvälineillä, mistä tiedot on johdettavissa noin 5 vuoden välein laadittavasta [valtakunnallisesta henkilöliikennetutkimuksesta](#) (HLT). Tuorein HLT on vuodelta 2016. Joidenkin seutujen kuten Tampereen osalta on tutkittu [lisäotoksia](#), joiden avulla saadaan tarkempaa tietoa kyseisen seudun liikkumistottumuksista. Työkalun kantaan on viety Tampereen seudun HLT2016 liikennesuoritetietoja, joita SYKE on tarkentanut siten, että suoritteita on laskettu yhdyskuntarakenteen eri vyöhykkeittäin ja keskustaetäisyyksille. Aineiston otanta ei riitä viitearvojen laskennalle kaikille vyöhykejaottelun vyöhyketyypeille, joten jaottelu on yleispiirteisempi kuin edellä kuvatus vyöhykeaineiston osalta. Vertailtavuuden vuoksi tauluun on nimetty kentät *vyoh* ja *vyohseli* samalla tavalla.

**Hervannan** liikkumistottumukset poikkeavat selvästi seudun muista alakeskuksista. Hervanta ja muut alakeskukset on siten nimetty HLT-viitetauluissa omalla koodillaan, 837101.

YKR-vyöhykeaineiston ja HLT-viitearvojen vyöhykeluokkien vastaavuudet.

YKR-vyöhykkeet 2017		HLT 2016	
vyoh	vyohseli	vyoh	vyohseli
1	Keskustan jalankulkuvyöhyke	1	Keskustan jalankulkuvyöhyke

2	Keskustan reunavyöhyke	2	Keskustan reunavyöhyke
3	Intensiivinen joukkoliikennevyöhyke	3	Intensiivinen joukkoliikennevyöhyke
4	Joukkoliikennevyöhyke	4	Joukkoliikennevyöhyke
5	Autovyöhyke	5	Autovyöhyke
10	Alakeskuksen jalankulkuvyöhyke	10	Alakeskuksen jalankulkuvyöhyke (Hervanta) Alakeskuksen jalankulkuvyöhyke (muu)
11	Alakeskuksen jalankulkuvyöhyke/joukkoliikenne		
12	Alakeskuksen jalankulkuvyöhyke/intensiivinen joukkoliikenne		
40	Keskustan reunavyöhyke/joukkoliikenne	2	Keskustan reunavyöhyke
41	Keskustan reunavyöhyke/ intensiivinen joukkoliikenne		

Laskennassa kullekin YKR-ruudulle haetaan YKR-vyöhykeluokan perusteella HLT-tauluista vastinparit. HLT-arvot on tallennettu työkalun tietokannan *liikenne*-skeemassa aluekohtaiseen tauluun, esim. *hlt2015\_tre*. Tauluun on laskettu HLT:n viitearvot. Asuinpaikan mukaan määriteltäisiin liikennesuoritteisiin on sisällytetty puolet työmatkoista ja muut matkat kokonaan. Työpaikkojen sijaintiin on puolestaan sisällytetty vain puolet työmatkoista. Työpaikkoihin kohdistuvat osuudet ruudun liikenteestä on laskettu yhdyskuntarakenteen vyöhykkeittäin HLT-datasta tauluun *hlt\_tposuus*. Lisäksi tässä vaiheessa Tampereen seudun HLT-tuloksista ja seudun liikennemallin (TALLI) tulosten perusteella on laadittu malli, joka säätelee ajosuoritteita eri etäisyyksillä sijaitseville vyöhykkeille. Tämä laskentavaihe hyödyntää taulua *hlt\_kmmuutos*.

HLT-viitearvot on kuvattu aluekohtaisissa tauluissa, esim. *liikenne.hlt2015\_tre*.

tietokenttä	tyyppi	selite
vyoh	<i>lyhyt kokonaisluku</i> , int(4)	Yhdyskuntarakenteen vyöhyketyypin koodi: 1 = Keskustan jalankulkuvyöhyke 2 = Keskustan reunavyöhyke 3 = Intensiivinen joukkoliikennevyöhyke 4 = Joukkoliikennevyöhyke 5 = Autovyöhyke 837101 = Alakeskuksen jalankulkuvyöhyke (Hervanta), 10 = Alakeskuksen jalankulkuvyöhyke (muu)
jalkapyora	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Matkasuorite (km/as/vrk) jalan tai polkupyörällä
bussi	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Matkasuorite (km/as/vrk) linja-autolla
raide	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Matkasuorite (km/as/vrk) raideliikenteellä
hlauto	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Matkasuorite (km/as/vrk) henkilöautolla
muu	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Matkasuorite (km/as/vrk) muulla kulkuvälineellä

HLT-viitearvojen työpaikkoihin kohdistuvat osuudet on kuvattu taulussa *liikenne.hlt\_tposuus*.

tietokenttä	tyyppi	selite
vyoh	<i>lyhyt kokonaisluku</i> , int(4)	Yhdyskuntarakenteen vyöhyketyypin koodi, kuten yllä. Lisäksi uusille alueille omia koodeja, kuten 9993 Tampereen raitiotien vaikutusvyöhykkeellä.
jalkapyora	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Työpaikkoihin kohdistuva osuus kävelyn ja pyöräilyn suoritteesta.
bussi	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Työpaikkoihin kohdistuva osuus bussiliikennesuoritteesta.
raide	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Työpaikkoihin kohdistuva osuus raideliikennesuoritteesta.
hlauto	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Työpaikkoihin kohdistuva osuus henkilöautosuoritteesta.
muu	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Työpaikkoihin kohdistuva osuus muusta liikennesuoritteesta.

HLT-viitearvojen etäisyysperusteiset suoritemuutokset on kuvattu taulussa *liikenne.hlt\_kmmuutos*.

tietokenttä	tyyppi	selite
vyoh	<i>lyhyt kokonaisluku</i> , int(4)	Yhdyskuntarakenteen vyöhyketyypin koodi, kuten yllä.
jalkapyora	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Kävelyn ja pyöräilyn suoritemuutokset per km keskustasta.
bussi	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Linja-autoliikenteen suoritemuutokset per km keskustasta.
raide	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Raideliikenteen suoritemuutokset per km keskustasta.
hlauto	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Henkilöautoliikenteen suoritemuutokset per km keskustasta.
muu	<i>Liukuluku</i> , float(8)	Muun liikenteen suoritemuutokset per km keskustasta.

Henkilöliikenteen kuormitusaste on kuvattu tauluissa *liikenne.apliikenne\_kuormitus* (henkilöliikenne pl. puolet työmatkaliikenteestä) ja *liikenne.tpliikenne\_kuormitus* (puolet työmatkaliikenteestä).

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
jalkapyora	float(8)	Henkilöliikenteen kuormitus (hkm/km) jalan tai polkupyörällä
bussi	float(8)	Henkilöliikenteen kuormitus (hkm/km) linja-autolla
raide	float(8)	Henkilöliikenteen kuormitus (hkm/km) raideliikenteellä
hlauto	float(8)	Henkilöliikenteen kuormitus (hkm/km) henkilöautolla
muu	float(8)	Henkilöliikenteen kuormitus (hkm/km) muulla kulkuvälineellä

## Tavaraliikenne (palvelurakennukset sekä teollisuus- ja varastorakennukset)

Palvelurakennusten, joihin luokitellaan tässä myymälä-, majoitus-, asuntola-, ravintola- ja ruokala, toimisto-, liikenne-, hoitoalan-, kokoontumis-, opetus-, ja muut rakennukset, sekä teollisuus- ja varastorakennusten paketti- ja kuorma-autojen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt lasketaan funktiolla: [il\\_traffic\\_iwhs\\_co2](#). Palvelurakennusten päästöt esitetään laskennan tulostaulussa sarakkeessa liikenne\_palv\_tco2 ja teollisuus- ja varastorakennusten päästöt sarakkeessa liikenne\_tv\_tco2. On hyvä huomata myös mahdollisen sekoittuneiden käyttötarkoitusten rakennusaineiston tarkennetun luokittelun vaikutus laskentaan.

Tavaraliikenteen kuormitus kulkumuodoittain on kuvattu taulussa [liikenne.tliikenne\\_kuormitus](#).

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
pauto	float(8)	Tavaraliikenteen keskimääräinen kuormausaste pakettiautoilla laskentavuonna.
kauto	float(8)	Tavaraliikenteen keskimääräinen kuormausaste kuorma-autoilla laskentavuonna.

Tavaraliikenteen kuljetuspituudet (km) rakennustyypeittäin ja kulkumuodoittain, taulu [liikenne.t\\_kuljetus\\_km](#).

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-skenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
kmuoto	varchar	Kulkumuoto. Arvo 'pauto' tai 'kauto'
myymälä, majoitus, asiantuntijatoimisto, ravintola, liikenne, hoito, kokoon, opetus, muut, teollisuus, varasto	int4	Rakennustyyppikohtaiset sarakkeet tavaraliikennekäytien keskimääräisille matkapituuksille (km/krt)

Tavaraliikenteen keskisuuritteet kulkumuodoittain ja rakennustyypeittäin, taulu [liikenne.t\\_suurite\\_kuvaus](#).

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-skenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
kmuoto	varchar	Kulkumuoto. Arvo 'pauto' tai 'kauto'

myymälä, majoitus, asiantuntijapalvelut, ravintola, liikenne, hoito, kokous, opetus, muut	int4	Rakennustyyppikohtaiset sarakkeet tavaraliikennekäyntien keskiarvoille (krt/100m <sup>2</sup> /vrk)
teollisuus	int4	Tavaraliikennekäyntien keskiarvo (krt/kpl/vrk) teollisuusrakennusta kohti.
varasto	int4	Tavaraliikennekäyntien keskiarvo (krt/kpl/vrk) varistorakennusta kohti.

## Sähkö

Sähkön kansalliset ominaispäästökertoimet on laskettu sekä energia- että hyödynjakomenetelmällä sähkön hankinnalle (kulutus) ja tuotannolle. Sähkön ominaispäästökertoimia hyödynnetään useiden eri päästölajien laskennassa.

Sähkön ominaispäästökertoimet on kuvattu taulussa *energia.sahko*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysähdys'.
metodi	varchar	Laskentamenetelmä, vaihtoehdot 'em' ja 'hjm'.
päästölaji	varchar	Tarkasteltava päästölaji, vaihtoehdot: 'tuotanto' ja 'hankinta'
vuosi	int4	Tarkasteluvuosi
gco2kwh	float8	Ominaispäästökerroin, g CO <sub>2</sub> -ekv per kWh

## Kiinteistösähkö

Rakennusten kiinteistösähkön käytön hiilidioksidipäästöt lasketaan funktiolla

[il\\_el\\_property\\_co2](#)

Rakennusten kiinteistösähkön kulutuskertoimet on kuvattu taulussa *rakympt.sahko\_kiinteisto\_kwhm2*.

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysähdys'.
rakv	int4	Rakennusvuosikymmen. 1920= vuosi 1920 ja varhaisemmat, 1929=1921-1929, 1939=1930-1939, 1949=1940-1949, 1959=1950-1959, 1969=1960-1969, 1979=1970-1979, 1989=1980-1989, 1999=1990-1999, 2009=2000-2009, 2010=2010-2016, 9999=rakennusvuosi tuntematon. Vuodesta 2017 alkaen vuosittain 2050 asti.
rakennus_tyyppi	varchar	Rakennustyyppi. Mahdolliset arvot: 'erpien', 'rivita', 'askert', 'liike', 'tsto', 'liiken', 'hoito', 'kokoon', 'opetus', 'teoll', 'varast', 'muut'



sahko_kiinteisto_kwhm2	float8	Kiinteistösähkön kulutus kWh/m2
------------------------	--------	---------------------------------

## Kotitaloudet

Kotitalouksien sähkön käytön hiilidioksidipäästöt muuhun kuin asuinrakennusten lämmitykseen, jäähdytykseen ja kiinteistön laitteisiin lasketaan funktiolla

[il\\_el\\_household\\_co2](#)

Asukkaiden lisävaikutus kotitalouksien sähkönkulutukseen on kuvattu taulussa [energia.sahko\\_koti\\_as](#).

tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-skenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Laskentavuosi
sahko_koti_as	int4	Sähkönkulutuksen lisäys per asukas (kWh/as/v)

## Palvelut, teollisuus ja varastot

Palvelusektorin sähkön käyttö muuhun kuin rakennusten lämmitykseen, jäähdytykseen ja kiinteistön laitteisiin sekä teollisuuden ja varastojen sähkön käyttö muuhun kuin rakennusten lämmitykseen ja jäähdytykseen lasketaan funktiolla

[il\\_el\\_iwhs\\_co2](#)

Palvelu- ja teollisuuskiinteistöjen sähkönkulutuksen kertoimet on kuvattu taulussa [rakymp.sahko\\_ptv\\_kwhm2](#).

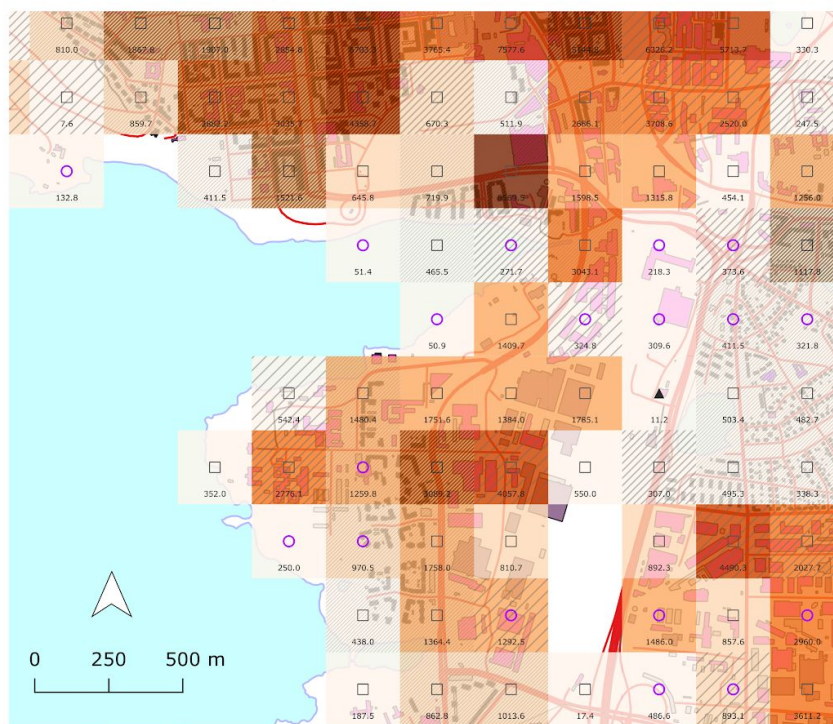
tietokenttä	muoto	selite
skenaario	varchar	PITKO-kehitysskenaario. Arvo: 'eu80', 'kasvu', 'muutos', 'saasto', 'wem' tai 'pysahdys'.
vuosi	int4	Laskentavuosi
liike, tsto, liiken, hoito, kokoon, opetus	int4	Rakennustyyppikohtaiset sarakkeet palveluiden tuotannon sähkönkulutukselle, kWh/m <sup>2</sup>
teoll	int4	Teollisuustuotannon sähkönkulutus, kWh/m <sup>2</sup>
varast	int4	Varastojen käytön sähkönkulutus, kWh/m <sup>2</sup>

## 5. QGIS-työkalu ja visualisoinnit

QGIS-lisäosan avulla käyttäjä syöttää tarvittavat lähtötiedot ja tietokannan valmiiden laskentamallien avulla tuotetaan lopputuotteet. Nykytilan osalta työkalu tuottaa ruutuaineistot, joihin on laskettu eri päästölähteiden tiedot omiin sarakkeisiin, sekä kokonaispäästöt summattuna. Lisäksi sekä nyky- että tulevaisuuslaskennan osalta ruutuaineistoon lasketaan asukkaiden ja kerrosneliöiden lukumäärät. Ruutuaineisto visualisoidaan valmiilla väriskaalalla hyödyntäen [Natural Breaks-luokittelua](#). Sen lisäksi tuotetaan isoimmista päästölähteistä visualisointi per ruutu hyödyntäen vektorisymboliikkaa. Nämä visualisointikeinot eivät vaadi QGIS-ohjelmistolta tai käyttöjärjestelmältä erityisiä symboleita.

Tampereen kaupungille on lisäksi erikseen tuotettu SLD-visualisointipohjat GeoServer-ohjelmistoa varten ruutuaineistojen visualisointia varten. Lisäksi erikseen on tuotettu ohjeet tuottaa ruututiedon sisällöt aluevarausaineistojen osaksi, joita voidaan esitellä Tampereen karttapalvelussa. Tätä varten on toteutettu myös SLD-tiedostot.

Esimerkki hiilidioksidipäästölaskennan tuloksista



Suurin päästölähde	Asukasmäärä	Päästöt, hiilidioksiditonnia
□ Tilojen lämmitys	1 - 10	1 - 600
▲ Sähkö	10 - 50	600 - 1200
○ Liikenne	50 - 100	1200 - 2000
◆ Korjaussaneeraus	100 - 500	2000 - 4000
	500 - 1366	4000 - 8000
		8000 - 12139

## 6. Kehittämisideat

### YKR-aineistojen laajempi hyödyntäminen tai kehittäminen

Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmän tietojen hyödyntämisen suurin vahvuus on siinä, että voidaan valtakunnallisesti, hallinnollisista rajoista pitkälti riippumatta toteuttaa erilaisia analyysejä sekä aineiston käsittelyä yhtenäiseen tietomalliin perustuen. YKR-aineistossa on kuitenkin useita ongelmakohtia, jotka olisi syytä ratkaista, mikäli esimerkiksi päästölaskennasta halutaan saada laajalti laadukasta tulosta aineistoon perustuen.

Merkittävä ongelma liittyy YKR-aineiston tietosuojaan, usein tilanteissa, joissa tietosuojan merkitys jää kyseenalaiseksi. Päästölaskennassa käytetään runsaasti tietoa rakennuksista. YKR:n rakennustiedoissa käyttötarkoitustiedot (joita varsinaisessa laskennassa käytetään), ovat salattuja, mikäli ruudussa on vain yksi rakennus. Usein kun kyse on päästövaikutuksiltaan merkittävästä rakennuksesta, ruudussa on yksi rakennus. Esimerkiksi Pirkanmaalla käyttötarkoitustiedoilta suojattuja YKR-ruutuja on yli 15000, joka kattaa huomattavan osuuden kaikista rakennuksista. Usein nämä koskevat pieniä maaseudun asuinrakennuksia, mutta hyvin usein esimerkiksi suuria teollisuusrakennuksia, myymälöitä, kauppakeskuksia, jne.

YKR-rakennusten käyttötarkoitustietojen salaamisen syy jää hieman epäselväksi, varsinkin kun rakennusten kerrosalat ja tiettyyn tarkkuustasoon myös käyttötarkoitus on johdettavissa melko tarkasti avoimista, julkisista aineistoista. Joissakin tapauksissa tietojen salaaminen voi olla ymmärrettävää, mutta esimerkkinä n. 140 000 kerrosneliömetrin Lempäälän Ideaparkin käyttötarkoitus on salattu YKR:ssä, koska tämä on ainoa rakennus ruudussaan.

Työn yhteydessä kehitettiin mallit, joilla voidaan generoida YKR-datan kaltaista dataa, mutta lisättyinä rakennusten energiamuototiedoilla. Tällaisen tietosisällön lisäämistä viralliseen YKR-aineistoon olisi mahdollisesti syytä tutkia.

Työkalun ensimmäisessä versiossa ei lasketa vapaa-ajan asunnoista aiheutuvia päästöjä. Tämä olisi mahdollista toteuttaa hyödyntäen YKR-aineiston loma-asuntojen lukumäärätietoa. Vastaavat tiedot voitaisiin myös generoida kuntarekistereistä (tai Maastotietokannasta).

Tällä hetkellä laskennassa ei hyödynnetä YKR:n väestödatan ikäryhmätietoa. Tätä voisi periaatteessa hyödyntää esimerkiksi lämmön-, sähkönkulutuksen tai liikenteen päästöjen tarkassa laskennassa. Laskentavaiheessa voitaisiin huomioida paremmin myös lämpökuormat, jotka syntyvät mm. rakennuksessa oleskelevista ihmisistä ja erilaisista laitteista. Toistaiseksi tällaiselle ei kuitenkaan nähty tarvetta. Laskentaa voitaisiin edelleen tarkentaa jakamalla ikäryhmät eri asuntotyyppeihin. Tähän ryhmittelyyn tarvittaisiin kuitenkin paikallista aineistoa ja jakauman kehityksen mallintamista skenaarioita varten, mikä olisi varsin raskasta. Tarkemmalla,

asuntotason väestöryhmittelyllä olisi mahdollista laskea myös hyvin tarkkaan esim. lämpimän käyttöveden kulutusta.

Palvelurakennusten myymälärakennusten (myymälä) avulla voitaisiin tarkentaa kasvihuonekaasupäästöjen laskentaa hyödyntämällä YKR-aineiston kaupan toimipaikkojen ruutukohtaisia lukumäärätietoja supermarkeista (super), valintamyymälöistä (valinta), itsepalvelutavarataloista (itse), tavarataloista (tavara), päivittäistavaroiden erikoiskaupoista (ptx), tilaa vaativista kaupoista (tiva) ja autokaupoista (auto). Myymälätyyppien lukumäärien avulla arvioitaisiin tarkemmin myymälärakennusten pakettiautosuoritteiden ja kuorma-autosuoritteiden kertoimet. Tulevaisuuden osalta tämä kaupan myymälätyyppien jaottelu on melkoisen haastavaa toteuttaa. Tällä hetkellä on luotu mallit, joilla voidaan Tilastokeskuksen datasta generoida tarkempia myymälöiden tyyppi/käyttötarkoitustietoja sekä teollisuusrakennusten käyttötarkoitustietoja. Tilastokeskuksen yritys- ja toimipaikkarekisteridatan hyödyntämistä käyttötarkoitukseltaan sekoittuneiden alueiden rakennusten kerrosalojen jakamiseksi eri käyttötarkoituksille valtakunnallisesti (nyt toteutettu erikseen Tampereella) olisi syytä tutkia, esim. mahdollisena tapana parantaa YKR-aineiston tarkkuutta. Lisäksi kunnan rakennusrekisteriaineiston hyödyntäminen voitaisiin ulottaa kattamaan myös rakennukset, joissa rakennushanke on käynnissä.

Linja-autopysäkkien ottaminen mukaan käyttäjän tuottamien joukkoliikenneverkkoaineiston osaksi ja käyttöön laskennassa olisi myös käyttäjien toivoma ominaisuus.

### 3D-aineistojen hyödynnettävyyden arviointi

Osana ilmastovaikutusten arviointityökalun laatimista arvioitiin 3D-kaupunkimallien tai -rakennusaineistojen mahdollista hyötyä ja käytettävyyttä päästölaskennassa. Kolmiulotteisen aineiston käytöstä hyötyä voisi olla laskennassa, jossa tarvitaan tietoa nimenomaan rakennuksista.

Tällä hetkellä päästölaskenta pohjautuu pitkälti kaksiulotteiseen aineistoon ja myös ”kaksiulotteiseen attribuuttitietoon”, erityisesti kerrosneliömetritietoon. Tätä pinta-alatietoa käytetään esimerkiksi lämmityksen ja jäähdytyksen, sähkönkulutuksen, tavaraliikenteen määrien ja päästöjen arvioinnissa, rakentamisen ja muissa rakennusten elinkaaren päästöjen arvioinnissa, jne.

Kolmiulotteisen aineiston käyttämisessä loogisin hyöty voisi olla kolmiulotteisen attribuuttitiedon saaminen käyttöön. Käytännössä tämä tarkoittaisi sitä, että rakennuksista saataisiin käyttöön suoraan tilavuustiedot eli käytännössä kuutiometrejä. Tilavuustietoja hyödyntämällä olisi mahdollista saada tarkempaa tietoa esimerkiksi siitä, paljonko rakennusta joudutaan lämmittämään tai viilentämään, sekä myös sitä, paljonko rakennuksen rakentamiseen, korjaamiseen tai purkamiseen tarvitaan energiaa tai uusiomateriaaleja, tai kuinka suuri jokin varasto tai teollisuuskiinteistö tosiasiaa on, ja paljonko sinne suuntautuu tavaraliikennettä.

Kolmiulotteisen aineiston käyttämisestä saatava lisäarvo on kuitenkin ainakin tällä hetkellä pieni, jollei jopa ylimääräisen työn kannalta negatiivinen, koska kolmiulotteinen aineisto generoidaan useiden kaksikulotteisen aineiston (LOD0, "level of detail") pohjalta, esimerkiksi "pursottamalla" rakennusten kaksikulotteista "jalanjälkeä" korkeustiedon perusteella (LOD1), tai mikäli käytössä on kehittyneempää, LOD2 tai korkeamman tason mallia, joka on laadittu esimerkiksi laserkeilauksen tai viistokuvauksen perusteella, näissä usein ei ole itsessään mitään attribuuttitietoa, ellei sellaista yhdistetä kaksikulotteisesta aineistosta. Täten esimerkiksi LOD2 tai tarkempaan 3D-malliin usein yhdistetään attribuuttitiedot 2-ulotteisesta pursotetusta rakennus- ja huoneistorekisteritiedoista. Kuntien rakennusrekisteritiedot usein sisältävät siispä jo muutoinkin rakennuksen tilavuustiedot, eikä niitä erikseen johdeta 3D-aineistosta. Järkevintä olisikin käyttää siis suoraan rakennusrekisterin tietoja. Laskennan näkökulmasta siirtymä kaksikulotteisesta kolmiulotteiseen attribuuttitietoon edellyttäisi todennäköisesti jossakin määrin uutta pohjatutkimusta, sillä kirjallisuudessa merkittävä osa päästölaskennassa käytettävistä viitearvoista on kerrosneliömetripohjaisia.

Poikkeuksen tästä tekisi se, mikäli rakennusrekisterin tiedot ylläpidettäisiin ja generoitaisiin jo alusta pitäen esimerkiksi BIM/IFC-mallien pohjalta, jolloin päästäisiin korkeille LOD-tasolle. Tällöin malleista voisi johtaa hyvin tarkkaa tietoa rakennusten sisätilojen tilavuudesta ja rakennuksen runko-, julkisivu- ja muista materiaaleista, mikä mahdollistaisi hyvinkin tarkan uudis- ja korjausrakentamisen sekä rakennusten purun sekä rakennusten materiaalien elinkaarityypin päästölaskennan. Käytännössä tällöin esimerkiksi teräksen, betonin, puun ja lasin paino tai tilavuus rakennuksessa saataisiin suoraan laskettua. Tällainen laskenta olisi jo joidenkin rakennusten osalta mahdollista, mutta ei kattavasti esim. koko kaupungin alueelta. Tämä edellyttäisi merkittäviä paikallisia ja kansallisia rakennusluvituksen ja muiden maankäyttöpäätösten prosessien ja niiden tietovirtojen muutosta.

Osana rakennusten lämmönsäätelyä ja sähkönkulutusta voisi kolmiulotteisesta aineistosta olla hyötyä esimerkiksi lämmitystarpeen tarkassa arvioinnissa, jossa saataisiin huomioitua esimerkiksi rakennusten asemointi suhteessa auringonvaloon ja ympäröiviin varjostaviin elementteihin. Tämän vaikutus päästölaskennan kokonaisuuteen olisi todennäköisesti kuitenkin marginaalinen. Aurinkosähkön käyttöpotentiaalin arvioinnissa voisi hyödyntää rakennusten kattojen koko- ja suuntatietoja. Tämäkin olisi kuitenkin mielekästä vain, mikäli kaikki rakennusten lähtötieto olisi laadittu kolmiulotteisena alusta pitäen, sillä muutoin käyttöpotentiaalia voi laskea riittävällä tasolla esimerkiksi korkeusmalleja, kaksikulotteisia rakennuskuvioita ja tarvittaessa myös avoimia laserkeilausaineistoja hyödyntämällä.

3D-visualisointi voisi myös tietyissä tilanteissa helpottaa päästölaskennan tulosten tulkintaa eli esimerkiksi tilanteessa, jossa alueen rakennusten korkeudet halutaan esittää käyttäjälle yhdessä rakennusten tuottamien päästölaskennan lukujen kanssa.

## Yleisiä työkalun kehityskohteita

Jotta päästölaskentatyökalua voisi hyödyntää erittäin joustavasti kiinteänä osana suunnitteluprosesseja, tulisi harkita mahdollisuutta käyttötarkoituksalueiden piirtämiseen QGIS-näkymässä tai mahdollisesti selainsovelluksessa. KT-alueille mitoitusten syöttäminen ”lennosta” - mahdollistaisi nopean ja intuitiivisen vaihtoehtojen vertailun. Lisäksi olisi mahdollista toteuttaa esim. liukupalkit rakentamisen aloitus- ja valmistumisvuoden osalta jokaiselle alueelle erikseen.

Käyttäjän laskentaa varten syöttämien lähtöaineistotaulujen nimet olisi hyvä tallentaa laskentatietokannan sessions-tauluun jo tallennettavien muiden tietojen lisäksi, jotta käyttäjä voi myöhemmin helpommin selvittää millä parametreilla laskenta on ajettu.

Karttavisualisointien lisäksi työkalun generoimat visualisaatiot voitaisiin toteuttaa lopputulosten osalta interaktiiviselle datavisualisointialustalle. Karttojen lisäksi olisi mahdollista toteuttaa erilaisia ”dashboardeja” ja seurantoja.

Tällä hetkellä useita laskentaan liittyviä tulevaisuusprojekteja on laskettu kirjallisuuden ja asiantuntija-arvioiden pohjalta valmiiksi laskennan taustalla. Yksi kysymys kuuluu, halutaanko käyttäjän mahdollisuuksia säätää erilaisia parametreja lisätä missä määrin? Onko tarvetta käyttäjäpohjaiselle ominaiskulutuskertoimen säädettävyydelle? Lähinnä säätö koskisi uudisrakentamisen energiatehokkuutta. Halutaanko käyttäjälle mahdollistaa olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden kehitysoletuksen muokkaaminen? Halutaanko mahdollisuus käyttäjälle säätää lämmitysmuotojakaumia? Kaukolämmön puolella merkittävästi suuremmat tai pienemmät osuudet vaikuttaisivat periaatteessa tuotannon rakenteeseen.

Kaukokylmän käyttö perustuu tällä hetkellä arvioihin. Tietoa kaukokylmästä ei ole kovinkaan kattavasti saatavilla esim. rakennus- ja huoneistorekisteristä. Tulisiko tiedon lisäämistä rekisteriin edistää. Muutoin tieto olisi saatavilla kaukokylmästä vastaavilta yrityksiltä, liikelaitoksilta tms., mutta tiedonsaanti tällaisissa tapauksissa on osoittautunut hankalaksi. Vastaavasti tukilämmitysmuotojen (takat, pumput) huomiomista laskennassa on jo aloitettu toteuttamaan, tällä hetkellä arvioihin perustuen. Näitä tietoja olisi mahdollista hyödyntää rakennusrekisteristä, tosin tietojen paikkansapitävyydestä ei ole tietoa. Tukilämmitystiedon lisääminen esim. YKR:ää mukailevaan tietomalliin saattaisi olla liian raskasta, jolloin kysymykseen tulisi ensisijaisesti laskennan toteuttaminen täysin rakennustason tietojen pohjalta.

Työkalun tarkastelua voidaan periaatteessa laajentaa koskemaan kohdelueen kotitalouksien muuta kuin asumista ja liikkumista koskevan kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjä. Laskenta kattaisi tällöin myös YKR-ruudun kotitalouksien kuluttamien elintarvikkeiden, tavaroiden ja palvelujen tuotantoprosessiin liittyvät välilliset päästöt. Tällainen kuntalaisen hiilijalanjäljen ruutukohtainen laskenta voi olla mahdollista, jos käytettävissä on laajemmat demografiatiedot.

Kulutusten välillisten vaikutusten arvioinnissa voi hyödyntää SYKE:n [ENVIMAT-aineistoa](#) ja YKR-aineiston asutuskuntien tulotietoja.

## Viitteet

[SYKE, 2016] Yhdyskuntarakenteen seuranta järjestelmä (YKR), Suomen ympäristökeskus & Tilastokeskus, Päivitetty 21.3.2016 / SYKE, <https://www.ymparisto.fi/ykr>



## Liite A. Aiemman työkalun arviointi

Aiemmin kehitetyn työkalun yhtenä suurimpana ongelmana on se, että mallinnuksessa käytetyt erilaiset arvot on ns. kovakoodattu osaksi työkalun lähdekoodia - eli työkalun teknistä taustaa tuntematon henkilö ei kovin helposti voi näitä parametrien oletusarvoja muuttaa. Tästä näkökulmasta mallinnustyökalussa käytetyt arvot eivät varsinaisesti ole voineet olla ajantasaisia käytännössä muutoin kuin silloin, kun työkalu on toteutettu. Toki koska käytetyt arvot ovat pitkälti tilastollisia tunnuslukuja laajoista aineistoista, jotka muuttuvat hitaasti - esim. olemassa olevan rakennuskannan tietoja, voidaan olettaa että vuositasolla poikkeamat tai muutokset kovakoodatuista oletuksista eivät ole olleet mahdollittoman suuria.

Työkalu toimii kaavoituksen tarpeisiin suppeasti, sillä se on kehitetty vain olemassa olevan rakennetun ympäristön päästöjen laskentaan. Jotta työkalusta olisi todella hyötyä yhdyskuntarakenteen suunnittelussa, on sen avulla voitava arvioida tulevia ilmastovaikutuksia erilaisten kaavavaihtoehtojen avulla.

Nykyaikaisen ketterän ohjelmistokehityksen näkökulmasta huomattava on, että aiempi työkalu on rakennettu pitkälti "skriptaus"-tyyppisestä lähtökohdasta, ja koostuu yhdestä massiivisesta koodirykelmästä. Tämä johtaa siihen, että koodi on erittäin vaikeasti hahmotettavaa ja päivitettävää, sekä ongelmien ilmetessä haastavasti "debugattavissa", eli virheiden paikallistaminen koodista on mutkikasta. Työkalussa on myös hyödyntämätöntä, "kuollutta" koodia, jotka ovat liittyneet joihinkin mahdollisiin visioihin työkalun tulevista toiminnoista, mutta näitä ei ole koskaan toteutettu, vaan jätetty koodiin.

Tietojen käsittely soveltuvaan muotoon tehdään aiemmassa työkalussa pitkälti manuaalisesti. Esimerkiksi YKR-ruututiedot ja kaukolämpöverkoston aineistot (DWG) pitää kääntää MapInfon .tab-formaattiin. Sovelluksen käynnistäminen MapInfossa onnistuu kuitenkin yhä nykyisillä ohjelmistoversioilla. Rakennusten energiankulutus, korjausrakentamis- ja kunnossapito-mallinnukset saadaan ajettua ilman virheitä, mutta liikenneanalyysin ajo päättyi virheeseen. Tulokarttoja ei luoda sovelluksessa automaattisesti, vaan niiden laatiminen vaatii melko paljon käsityötä.

Työkalussa on lisäksi pieniä virheitä ja turhia laskenta-arvoja, joita ei koskaan käytetty. Tietyt erityistapaukset laskennassa on toteutettu väärin, kaikkien ruutujen tietoja ei tallenneta lopullisiin tuloksiin, ja käyttäjän pitää ladata sovellukseen paikkatietoja, joita ei koskaan työkalussa käytetä.

Aiempi työkalu keskittyy olemassa olevan rakennuskannan lämmön- ja sähkönkulutukseen, korjausrakentamiseen sekä henkilö- ja tavaraliikenteen päästöihin. Esimerkiksi ilmastomuutoksen hidastamiskeinoja kuten hiilinieluja ja hiilen sidontaa ei ole mallissa tarkastelu. Samoin koska työkalulla arvioidaan vain nykyrakennetta, puuttuvat siitä uudisrakentaminen, rakennusten purku, maankäytön muutokset ("LULUCF"), esimerkiksi infran

rakentamisen ja ylläpidon osalta. Yhdyskuntatekniikan ja -huollon päästöjä ei ole huomioitu. Välillisiä vaikutuksia esimerkiksi maataloudesta ja teollisuudesta ei ole tarkastelu (~ kulutus), mutta nämä usein jätetäänkin yhdyskuntarakenteen päästöissä huomioimatta.

Päästölaskennan fokuksen tulee uusissakin arviointityökaluissa olla rakentamisen, rakennusten käytön ja liikenteen tarkasteluissa, sillä näihin voidaan merkittävimmin vaikuttaa yhdyskuntasuunnittelulla. Näiden ohella maankäytön muutoksia suhteessa esimerkiksi hiilinieluihin on tarkasteltava. Yhdyskuntarakenteen päästöjen arvioinnin osalta ongelmallisinta aiemmassa työkalussa on, että yhdyskuntarakenteen tai "kaupunkikudoksen" vaihteluilla ja sijainnilla ei ole laskennassa minkäänlaista vaikutusta. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi keskustamaisella jalankulkuvyöhykkeellä kerrostaloasumisen ja -asukkaan päästöt ovat samankaltaiset kuin esimerkiksi keskimääräistä heikommalla joukkoliikenteellä varustetun kerrostalovaltaisen lähiön alueella. Samoin liikenteen päästöt generoituvat laskennassa vain talotyyppien ja asukasmäärän perusteella, ottamatta huomioon esimerkiksi työssäkäynnin suuntautumista ja keskimääräisiä matkaetäisyyksiä esimerkiksi kaupungin keskustaan. Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeiden ja sijainnin huomioiminen uudessa työkalussa onkin ollut yksi tärkeimpiä kehittämiskohteita, missä on voitu hyödyntää SYKE:n Urban Zone -vyöhykkeitä sekä erilaisia tutkimuksia, joissa vyöhykeaineistoja on hyödynnetty.

## Liite B. Tietokantarakenne



Liikenne   Traffic			
<b>hlt2015_area</b> + vyoh: int4 + jalkapyora: float8 + bussi: float8 + raide: float8 + hlauto: float8 + muu: float8	<b>kvoima_foss_osa</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + kmuoto: varchar + bensini: Float8 + etanoli: Float8 + diesel: Float8 + kaasu: Float8 + phev_b: Float8 + phev_d: Float8 + ev: Float8 + vety: Float8 + kv_muu: Float8	<b>kvoima_apu1</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + kmuoto: varchar + bensini: Float8 + etanoli: Float8 + diesel: Float8 + kaasu: Float8 + phev_b: Float8 + phev_d: Float8 + ev: Float8 + vety: Float8 + kv_muu: Float8	<b>tpliikenne_kuormitus</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + jalkapyora: int4 + bussi: int4 + raide: int4 + hlauto: float8 + muu: float8
<b>hlt_kmmuutos</b> + vyoh: int4 + jalkapyora: float8 + bussi: float8 + raide: float8 + hlauto: float8 + muu: float8			
<b>hlt_tposuus</b> + vyoh: int4 + jalkapyora: float8 + bussi: float8 + raide: float8 + hlauto: float8 + muu: float8	<b>kvoima_gco2kvh</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + kmuoto: varchar + bensini: Float8 + etanoli: Float8 + diesel: Float8 + kaasu: Float8 + phev_b: Float8 + phev_d: Float8 + ev: Float8 + vety: Float8 + kv_muu: Float8	<b>kvoima_apu2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + kmuoto: varchar + bensini: Float8 + etanoli: Float8 + diesel: Float8 + kaasu: Float8 + phev_b: Float8 + phev_d: Float8 + ev: Float8 + vety: Float8 + kv_muu: Float8	<b>t_suurite</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + kmuoto: varchar + myymal: float8 + majoit: float8 + asla: float8 + ravint: float8 + tsto: float8 + liiken: float8 + hoito: float8 + kokoon: float8 + opetus: float8 + muut: float8 + teoli: int4 + varast: int4
<b>kvoima_kmuoto_jakauma</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + kmuoto: varchar + bensini: Float8 + etanoli: Float8 + diesel: Float8 + kaasu: Float8 + phev_b: Float8 + phev_d: Float8 + ev: Float8 + vety: Float8 + kv_muu: Float8	<b>kvoima_kvvhkm</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + kmuoto: varchar + bensini: Float8 + etanoli: Float8 + diesel: Float8 + kaasu: Float8 + phev_b: Float8 + phev_d: Float8 + ev: Float8 + vety: Float8 + kv_muu: Float8	<b>apliikenne_kuormitus</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + jalkapyora: int4 + bussi: int4 + raide: int4 + hlauto: float8 + muu: float8	<b>t_kuljetus_km</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + kmuoto: varchar + myymal: int4 + majoit: int4 + asla: int4 + ravint: int4 + tsto: int4 + liiken: int4 + hoito: int4 + kokoon: int4 + opetus: int4 + muut: int4 + teoli: int4 + varast: int4
		<b>tliikenne_kuormitus</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + pauto: float8 + kauto: float8	

Rakym   Built environment					
<b>asumisvaljyys</b> + id: int4 + vuosi: int4 + erpien: float8 + rivita: float8 + askert: float8 + alue: varchar	<b>tilat_lmuoto_muutos</b> + id: int4 + skenaario: varchar + lammitysmuoto: varchar + rakennus_tyyppi: varchar (6) + kaukolampo: float8 + kevyt_oljy: float8 + raskas_oljy: float8 + kaasuu: float8 + sahko: float8 + puu: float8 + turve: float8 + hiili: float8 + maalampo: float8 + muu_lammitys: float8	<b>sahko_koti_valo</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + erpien: float8 + rivita: float8 + askert: float8	<b>jaahdytys_muutos</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + erpien: float8 + rivita: float8 + askert: float8 + liike: float8 + tsto: float8 + liiken: float8 + hoito: float8 + kokoon: float8 + opetus: float8 + teoll: float8 + varast: float8 + muut: float8	<b>rak_energia_gco2m2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + rakv: int4 + erpien: int4 + rivita: int4 + askert: int4 + liike: int4 + tsto: int4 + liiken: int4 + hoito: int4 + kokoon: int4 + opetus: int4 + teoll: int4 + varast: int4 + muut: int4	<b>rak_korj_energia_gco2m2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + rakv: int4 + erpien: int4 + rivita: int4 + askert: int4 + liike: int4 + tsto: int4 + liiken: int4 + hoito: int4 + kokoon: int4 + opetus: int4 + teoll: int4 + varast: int4 + muut: int4
<b>tilat_kvhm2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + rakv: int4 + erpien: float8 + rivita: float8 + askert: float8 + liike: float8 + tsto: float8 + liiken: float8 + hoito: float8 + kokoon: float8 + opetus: float8 + teoll: float8 + varast: float8 + muut: float8	<b>lammitysmuotojakauma</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + rakv: int4 + rakennus_tyyppi: varchar + kaukolampo: int4 + kevyt_oljy: int4 + raskas_oljy: int4 + kaasuu: int4 + sahko: int4 + puu: int4 + turve: int4 + hiili: int4 + maalampo: int4 + muu_lammitys: int4	<b>sahko_kvhm2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + liike: int4 + tsto: int4 + liiken: int4 + hoito: int4 + kokoon: int4 + opetus: int4 + teoll: int4 + varast: int4	<b>jaahdytys_osuus_kvhm2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + rakv: int4 + rakennus_tyyppi: varchar(6) + jaahdytys_osuus: float8 + jaahdytys_kvhm2: float8 + kaukok: float8 + sahko: float8 + pumpuut: float8 + muu: float8	<b>rak_purku_energia_gco2m2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + rakv: int4 + erpien: int4 + rivita: int4 + askert: int4 + liike: int4 + tsto: int4 + liiken: int4 + hoito: int4 + kokoon: int4 + opetus: int4 + teoll: int4 + varast: int4 + muut: int4	<b>rak_saneer_energia_gco2m2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + rakv: int4 + erpien: int4 + rivita: int4 + askert: int4 + liike: int4 + tsto: int4 + liiken: int4 + hoito: int4 + kokoon: int4 + opetus: int4 + teoll: int4 + varast: int4 + muut: int4
<b>tilat_hytysuhde</b> + id: int4 + rakv: int4 + rakennus_tyyppi: int4 + kaukolampo: int4 + kevyt_oljy: int4 + raskas_oljy: int4 + kaasuu: int4 + sahko: int4 + puu: int4 + turve: int4 + hiili: int4 + maalampo: int4 + muu_lammitys: int4	<b>vesi_kvhm2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + rakv: int4 + rakennus_tyyppi: varchar + vesi_kwh_m2: float8	<b>sahko_kiinteisto_muutos</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + rakv: int4 + muutos: float8	<b>sahko_kiinteisto_kvhm2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + rakv: int4 + rakennus_tyyppi: varchar + sahko_kiinteisto_kvhm2: float8	<b>rak_materia_gco2m2</b> + id: int4 + skenaario: varchar + vuosi: int4 + erpien: int4 + rivita: int4 + askert: int4 + muut: int4	

Aluejaot   Areal delineations	
<b>YKR_perusruudukko</b> + id: int4 + geom: geometry (MultiPolygon, 3067) + xyind: varchar (13)	<b>ykr_vyohykkeet</b> + id: int4 + geom: geometry (MultiPolygon, 3067) + vyoh: int4
<b>KeskustaAlueet</b> + id: int + geom: polygon + keskustyypp: varchar + kaupunkise: varchar + keskusnimi: varchar	<b>YKR_CLC2018</b> + id: int4 + xyind: varchar (13) + vuosi: int4 + kunta: int4 + maa_ha: float8
<b>KaupanAlueet</b> + id: int + aluekoodi: varchar + nimi: varchar + tyyppi: varchar + kaupryhma: varchar	<b>alueet</b> + id: int + alue: varchar + kunta: varchar + maakunta: varchar + kaukolampo: varchar + hlt: varchar + hiili: varchar + km2hm2: float4
<b>YKRKaupunkiMaaseutuLuokitus</b> + id: int + luokka: varchar + nimi: varchar	

