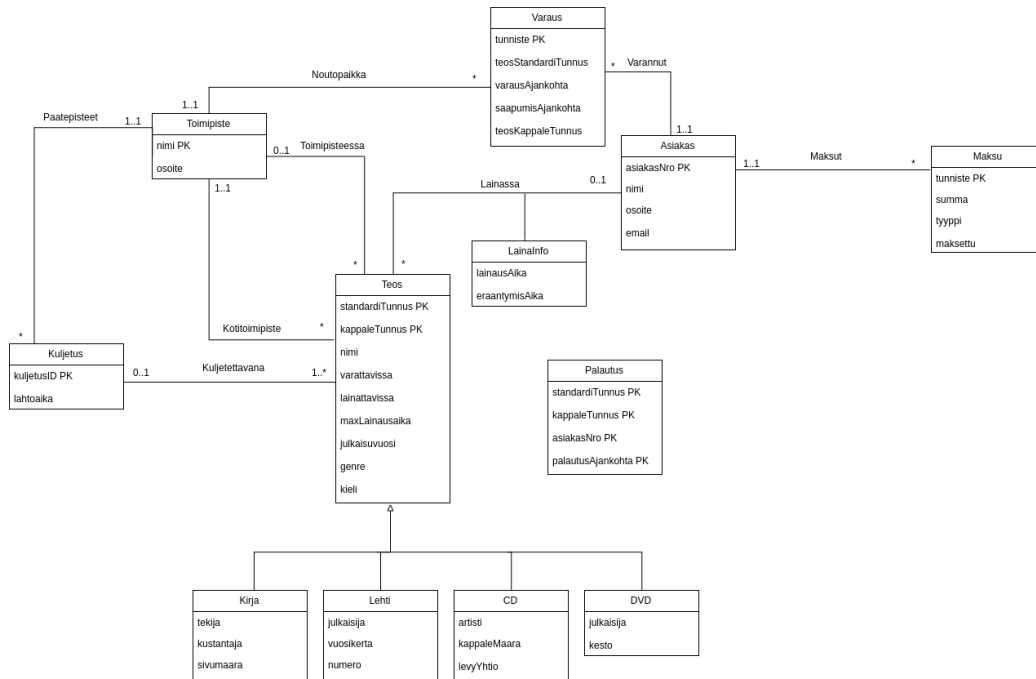


# Tietokannat - harjoitustyö (osa 1)

Miska Kananen (652102, [miska.kananen@aalto.fi](mailto:miska.kananen@aalto.fi))  
Teemu Mäkinen (628835, [teemu.v.makinen@aalto.fi](mailto:teemu.v.makinen@aalto.fi))

9. toukokuuta 2019

# 1 UML-kaavio



# 2 Relaatiokaavio

- Teos(standardiTunnus, kappaleTunnus, nimi, varattavissa, lainattavissa, maxLainausaika, julkaisuvuosi, genre, kieli)
- Kirja(standardiTunnus, kappaleTunnus, tekija, kustantaja, sivumaara)
- Lehti(standardiTunnus, kappaleTunnus, julkaisija, vuosikerta, numero)
- CD(standardiTunnus, kappaleTunnus, artisti, kappaleMaara, levyYhtio)
- DVD(standardiTunnus, kappaleTunnus, julkaisija, kesto)
- Asiakas(asiakasNro, nimi, osoite, email)
- Varaus(tunniste, teosStandardiTunnus, varausAjankohta, saapumisAjankohta, teosKappaleTunnus)

- `Palautus(standardiTunnus, kappaleTunnus, asiakasNro, palautusAjankohta)`
- `Maksu(tunniste, summa, tyyppi, maksettu)`
- `Toimipiste(nimi, osoite)`
- `Kuljetus(kuljetusID, lahtoaika)`
- `Lainassa(standardiTunnus, kappaleTunnus, asiakasNro, lainausAika, eraantymisAika)`
- `Maksut(maksuTunniste, asiakasNro)`
- `Varannut(varausTunniste, asiakasNro)`
- `Noutopaikka(varausTunniste, toimipisteNimi)`
- `Toimipisteessa(standardiTunnus, kappaleTunnus, toimipisteNimi)`
- `Kotitoimipiste(standardiTunnus, kappaleTunnus, toimipisteNimi)`
- `Paatepisteet(kuljetusID, lahtoToimipiste, paateToimipiste)`
- `Kuljetettavana(standardiTunnus, kappaleTunnus, kuljetusID)`

### 3 Selostus ratkaisusta

Kirjaston teoksia kuvataan **Teos**-relaatiolla, jonka yksi monikko kuvaa tietyn teoksen yksittäistä kappaletta. Relaation avain koostuu standarditunnuksesta, joka yksilöi teoksen ja kappale tunnuksesta, joka yksilöi yksittäisen kappaleen tietystä teoksesta. Standarditunnus on esim. kirjoilla ISBN ja lehdillä ISSN. Kappale tunnuksesta voi toimia esimerkiksi juokseva numerointi. Yksittäiselle kappaleelle voi määrittää sen attribuutteina, onko se varattavissa ja lainattavissa ja jos on, kuinka pitkäksi aikaa.

**Teos**-relaatio sisältää kaikille teoksille yhteiset ominaisuudet, kuten kieli ja genre, ja teostyypeille spesifit ominaisuudet on määritetty **Kirja**, **Lehti**, **CD** ja **DVD** -relaatioissa. Kaikki teokset ovat joko kirjoja, lehtiä, CD:itä tai DVD:itä.

Yksittäinen teoksen kappale on kulloinkin joko jossakin toimipisteessä, lainassa tai kuljetettavana. Relaatiot **Toimipisteessa**, **Lainassa** ja **Kuljetettavana**

kertovat, mitä teoksia on kulloinkin kyseisissä paikoissa. Kun kappaleen paikka muuttuu esimerkiksi lainauksen tai kuljetuksen yhteydessä, päivitetään relaatioita vastaavasti.

Kirjaston asiakkaita kuvataan **Asiakas**-relaatiolla, ja yksittäinen asiakas yksilöidään asiakasnumerolla, joka voi olla esimerkiksi juokseva numerointi. Asiakkaista tallennetaan oleelliset henkilötiedot, kuten nimi ja osoite.

Asiakkaiden maksettavia maksuja kuvataan **Maksu**-relaatiolla. Kullakin maksulla on yksiselitteinen tunniste, joka voi olla esim. juokseva numerointi, summa, tyyppi, kuten varausmaksu tai myöhästymismaksu ja tieto siitä, onko asiakas maksanut maksun.

Relaatio **Varaus** kuvaa tiettyyn teokseen kohdistuvaa varausta. Varaukseen tallennetaan teoksen standarditunnus, joka määrittää, mihin teokseen varaus kohdistuu, sekä varausajankohta, joka määrittää varauksen sijainnin varausjonossa.

Niin kauan kuin asiakkaalle ei ole tarjottu varausta noudettavaksi, varaus kohdistuu kaikkiin teoksen kappaleisiin ja mitään yksittäistä kappaleetunnusta ei ole määritelty. Kun jokin teoksen kappale vapautuu, kohdistetaan varaus kyseiseen kappaleeseen, eikä varaus enää vaikuta teoksen muihin kappaleisiin.

Saapumisajankohta kertoo, onko varauksen teos saapunut noudettavaksi, ja jos on, milloin. Sen perusteella määritetään, milloin asiakkaan on viimeistään noudettava varaus. Jos varausta ei noudeta ajoissa, se siirtyy seuraavan jonottajan noudettavaksi, tai jos varauksia ei enää ole, vapautuu vapaasti lainattavaksi ja palautuu tarvittaessa kotitoimipisteeseen.

Teoksien kappaleita voidaan joutua kuljettamaan toimipisteiden välillä, jos kappale palautetaan muualle kuin sen kotitoimipisteeseen, tai jos kappale varataan noudettavaksi jostakin muusta toimipisteestä. Kuljetuksia kahden toimipisteen välillä kuvataan **Kuljetus**-relaatiolla, jonka monikko vastaa yksittäistä kuljetusta. Kuljetuksella on yksiselitteinen tunniste, joka voi olla esimerkiksi juokseva numerointi, ja lähtöaika.

Jos jokin kappale pitää kuljettaa toiseen toimipisteeseen, voidaan **Kuljetus**-relaatiosta selvittää, onko jo olemassa sopivaa kuljetusta, joka ei ole lähtenyt vielä. Tällöin kappale voidaan laittaa kyseisen kuljetuksen kyytiin, muussa tapauksessa järjestetään uusi kuljetus.

Kun asiakas lainaa teoksen kappaleen, se lisätään **Lainassa**-relaatioon ja poistetaan **Toimipisteessä**-relaatiosta. Relatioon tallennetaan lainauspäivämäärä ja lainan erääntymispäivämäärä, joka voidaan määrittää esimerkiksi kappaleen maksimilainausajan perusteella.

Kun asiakas palauttaa teoksen, se poistetaan **Lainassa**-relaatiosta ja

lisätään asianmukaiseen **Toimipisteessa**-relaatioon. Palautustapahtumaa kuvaava monikko lisätään **Palautus**-relaatioon, joka toimii kirjaston palautuslokina.

Uusia toimipisteitä, asiakkaita, teoksia ja kappaleita voidaan lisätä yksinkertaisesti lisäämällä vastaaviin relaatioihin uusi monikko.

Ne toimipisteet, joissa on vapaana teoksen kappale, voidaan selvittää etsimällä kullekin toimipisteelle **Toimipisteessa**-relaatiosta teoksen standarditunnusta vastaavat monikot ja ottamalla **Teos**-relaatiosta niitä vastaavat monikot, jotka kuvaavat toimipisteessä olevia kappaleita. Kappaleissa voi olla kuitenkin vielä varauksia, joten poistetaan monikoista ne kappaleet, joiden standarditunnus ja kappaletunnus esiintyy jossakin **Varaus**-relaation monikossa.

Käyttäjällä lainassa olevat teokset ja niiden erääntymispäivät voi kysyä suoraan **Lainassa**-relaatiosta.

Tietyn kappaleen edelliset lainaajat voi selvittää **Palautus**-relaatiosta teoksen standarditunnuksen ja kappaletunnuksen perusteella järjestämällä monikot palautusajankohdan mukaan laskevaan järjestykseen ja ottamalla vastaavat asiakasnumerot.

Teoksia voidaan hakea erilaisten hakuehtojen mukaan kohdistamalla haun **Teos**-relaatioon sekä **Kirja**, **Lehti**, **CD** ja **DVD**-relaatioihin.

Kun teoksen kappale palautetaan johonkin toimipisteeseen, tarkistetaan ensin **Varaus**-relaatiosta, kohdistuuko teokseen varauksia. Jos kohdistuu, etsitään aikaisin varaus, joka odottaa kappaleen vapautumista eli jolle ei ole vielä määritelty kappaleen tunnusta, ja yhdistetään palautettu kappale varaukseen. Jos kappale on määritelty varauksessa noudettavaksi toisesta toimipisteestä, järjestetään kappaleelle kuljetus. Jos teokseen ei kohdistu varauksia, mutta se on väärässä toimipisteessä, kuljetetaan se takaisin kotitoimipisteeseen.

Myöhästyneet lainat voidaan selvittää **Lainassa**-relaatiosta etsimällä ne lainat, joiden erääntymisaika on mennyt. Teoksen lainannut asiakas saadaan selville samasta relaatiosta.

Asiakkaan maksamatta olevat maksut voi selvittää **Maksut**-relaatiosta etsimällä ne **Maksu**-relaation monikot, joita ei ole vielä merkitty maksetuiksi.

## 4 Funktionaaliset riippuvuudet

Teoksen standarditunnus yksilöi teoksen, ja kaikilla tietyn teoksen kappaleilla on samoja ominaisuuksia:

- Relaatiossa *Teos*  $standardiTunnus \rightarrow nimi\ julkaisuvuosi\ kieli\ genre$ .
- Relaatiossa *Kirja*  $standardiTunnus \rightarrow tekija\ kustantaja\ sivumaara$ .
- Relaatiossa *Lehti*  $standardiTunnus \rightarrow julkaisija\ vuosikerta\ numero$ .
- Relaatiossa *CD*  $standardiTunnus \rightarrow artisti\ kappaleMaara\ levyYhtio$ .
- Relaatiossa *DVD*  $standardiTunnus \rightarrow julkaisija\ kesto$ .

Lisäksi kaikissa relaatioissa avainattribuutit yhdessä määräävät muut attribuutit.

## 5 Anomalia

Kun teoksen sijainti muuttuu, eli esimerkiksi teos lainataan, palautetaan tai kuljetetaan toiseen toimipisteeseen, pitää huolehtia, että relaatiot *Toimipisteessa*, *Lainassa*, *Kuljetettavana* ja *Varaus* pysyvät ajan tasalla.

Jos toimipisteen nimi vaihtuu, joudutaan päivittämään myös relaatiot *Paatepisteet*, *Kuljetettavana*, *Kotitoimipiste*, *Sijaitsee* ja *Noutopaikka*.

## 6 Boyce-Codd -normaalimuoto

Tietokanta on Boyce-Codd -normaalimuodossa lukuunottamatta relaatioita *Teos*, *Kirja*, *Lehti*, *CD* ja *DVD*. Ositetaan nämä relaatiot.

Relaatiossa *Teos*(*standardiTunnus*, *kappaleTunnus*, *nimi*, *varattavissa*, *lainattavissa*, *maxLainausaika*, *julkaisuvuosi*, *genre*, *kieli*) on voimassa riippuvuus  $standardiTunnus \rightarrow nimi\ julkaisuvuosi\ genre\ kieli$ , mutta  $\{standardiTunnus\}^+ = \{standardiTunnus, nimi, julkaisuvuosi, genre, kieli\}$ .

Ositetaan relaatio. Relaatioon *Teos2* tulee  $\{standardiTunnus\}^+$ :n attribuutit ja relaatioon *Teos3* tulee *standardiTunnus* ja relaation *Teos* loput attribuutit.

Relaatiot ovat siis  $\text{Teos2}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \text{nimi}, \text{julkaisuvuosi}, \text{genre}, \text{kieli})$  ja  $\text{Teos3}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \underline{\text{kappaleTunnus}}, \text{varattavissa}, \text{lainattavissa}, \text{maxLainausAika})$ .

$\text{Teos2}$ :ssa on voimassa vain riippuvuus  $\text{standardiTunnus} \rightarrow \text{nimi}, \text{julkaisuvuosi}, \text{genre}, \text{kieli}$ , ja  $\{\text{Teos2}\}^+ = \{\text{standardiTunnus}, \text{nimi}, \text{julkaisuvuosi}, \text{genre}, \text{kieli}\}$ , joten  $\text{Teos2}$  on BCNF:ssä.

$\text{Teos3}$ :ssa on voimassa vain riippuvuus  $\text{standardiTunnus}, \text{kappaleTunnus} \rightarrow \text{varattavissa}, \text{lainattavissa}, \text{maxLainausAika}$ , ja  $\{\text{standardiTunnus}, \text{kappaleTunnus}\}^+ = \{\text{standardiTunnus}, \text{kappaleTunnus}, \text{varattavissa}, \text{lainattavissa}, \text{maxLainausAika}\}$ , joten  $\text{Teos3}$  on BCNF:ssä.

Täysin vastaavalla päättelyllä voidaan osoittaa relaatiot  $\text{Kirja}$ ,  $\text{Lehti}$ ,  $\text{CD}$  ja  $\text{DVD}$  aiemmin mainittujen funktionaalisten riippuvuuksien perusteella.

Relaation  $\text{Kirja}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \underline{\text{kappaleTunnus}}, \text{tekija}, \text{kustantaja}, \text{sivumaara})$  ositus BCNF:ään on  $\text{Kirja2}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \text{tekija}, \text{kustantaja}, \text{sivumaara})$  ja  $\text{Kirja3}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \underline{\text{kappaleTunnus}})$ .

Relaation  $\text{Lehti}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \underline{\text{kappaleTunnus}}, \text{julkaisija}, \text{vuosikerta}, \text{numero})$  ositus BCNF:ään on  $\text{Lehti2}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \text{julkaisija}, \text{vuosikerta}, \text{numero})$  ja  $\text{Lehti3}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \underline{\text{kappaleTunnus}})$ .

Relaation  $\text{CD}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \underline{\text{kappaleTunnus}}, \text{artisti}, \text{kappaleMaara}, \text{levyYhtio})$  ositus BCNF:ään on  $\text{CD2}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \text{artisti}, \text{kappaleMaara}, \text{levyYhtio})$  ja  $\text{CD3}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \underline{\text{kappaleTunnus}})$ .

Relaation  $\text{DVD}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \underline{\text{kappaleTunnus}}, \text{julkaisija}, \text{kesto})$  ositus BCNF:ään on  $\text{DVD2}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \text{julkaisija}, \text{kesto})$  ja  $\text{DVD3}(\underline{\text{standardiTunnus}}, \underline{\text{kappaleTunnus}})$ .

## 7 1. osan palautuksen jälkeen tehdyt muutokset

### 7.1 Relaatiokaavio

Poistetaan tarpeettomia monesta yhteen -assosiaatioista muodostettuja relaatioita. Poistetaan relaatiot  $\text{Paatepisteet}$ ,  $\text{Maksut}$ ,  $\text{Varannut}$ ,  $\text{Noutopaikka}$  ja  $\text{Kotitoimipiste}$  ja yhdistetään niiden tiedot vastaaviin monesta-puolen relaatioihin.

Muutetaan  $\text{Palautus}$ -relaation avainta: asiakasnumeron ei tarvitse olla avaimena, koska tietty teoksen kappale voidaan palauttaa vain kerran tietynä ajanhetkenä.

Lisätään lainausaika Lainassa-relaation avaimeksi: sama asiakas voi lainata saman teoksen useasti.

Erotetaan teoksen yleiset ja kappalekohtaiset tiedot kahdeksi eri relaatioksi Teos ja Kappale. Relaatio on tällöin BCNF:ssä.

Poistetaan kappale tunnukset relaatioista Kirja, Lehti, CD ja DVD. Tällöin relaatiot ovat BCNF:ssä.

Uusi relaatiokaavio on:

- Teos(standardiTunnus, nimi, julkaisuvuosi, genre, kieli)
- Kappale(standardiTunnus, kappaleTunnus, varattavissa, lainattavissa, maxLainausaika, kotitoimipiste)
- Kirja(standardiTunnus, tekija, kustantaja, sivumaara)
- Lehti(standardiTunnus, julkaisija, vuosikerta, numero)
- CD(standardiTunnus, artisti, kappaleMaara, levyYhtio)
- DVD(standardiTunnus, julkaisija, kesto)
- Asiakas(asiakasNro, nimi, osoite, email)
- Varaus(tunniste, teosStandardiTunnus, teosKappaleTunnus, varausAjankohta, saapumisAjankohta, varaajaAsiakasNro, noutoToimipiste)
- Palautus(standardiTunnus, kappaleTunnus, palautusAjankohta, asiakasNro)
- Maksu(tunniste, summa, tyyppi, maksettu, asiakasNro)
- Toimipiste(nimi, osoite)
- Kuljetus(kuljetusID, lahtoaika, lahtoToimipiste, paateToimipiste)
- Lainassa(standardiTunnus, kappaleTunnus, lainausAika, eraantymisAika, asiakasNro)
- Toimipisteessa(standardiTunnus, kappaleTunnus, toimipisteNimi)
- Kuljetettavana(standardiTunnus, kappaleTunnus, kuljetusID)



## 8 Taulujen luominen

```
1 CREATE TABLE Teos (  
2     standardiTunnus VARCHAR(32) NOT NULL,  
3     nimi VARCHAR(256),  
4     julkaisuvuosi INT,  
5     genre VARCHAR(256),  
6     kieli VARCHAR(256),  
7     PRIMARY KEY (standardiTunnus)  
8 );  
9  
10 CREATE TABLE Kappale (  
11     standardiTunnus VARCHAR(32),  
12     kappaleTunnus INT NOT NULL,  
13     varattavissa BOOLEAN,  
14     lainattavissa BOOLEAN,  
15     maxLainausaika INT NOT NULL, -- seconds  
16     kotitoimipiste VARCHAR(256),  
17     PRIMARY KEY (standardiTunnus, kappaleTunnus),  
18     FOREIGN KEY (standardiTunnus) REFERENCES Teos(  
19         standardiTunnus),  
20     FOREIGN KEY (kotitoimipiste) REFERENCES Toimipiste(  
21         nimi)  
22 );  
23  
24 CREATE TABLE Kirja (  
25     standardiTunnus VARCHAR(32) NOT NULL,  
26     tekija VARCHAR(256),  
27     kustantaja VARCHAR(256),  
28     sivumaara INT CHECK (sivumaara >= 0),  
29     PRIMARY KEY (standardiTunnus),  
30     FOREIGN KEY (standardiTunnus) REFERENCES Teos(  
31         standardiTunnus)  
32 );  
33  
34 CREATE TABLE Lehti (  
35     standardiTunnus VARCHAR(32) NOT NULL,  
36     julkaisija VARCHAR(256),  
37     vuosikerta INT,  
38     numero VARCHAR(256),  
39     PRIMARY KEY (standardiTunnus),  
40     FOREIGN KEY (standardiTunnus) REFERENCES Teos(  
41         standardiTunnus)  
42 );
```

```

40 CREATE TABLE CD (
41     standardiTunnus VARCHAR(32) NOT NULL,
42     artisti VARCHAR(256),
43     kappaleMaara INT CHECK (kappaleMaara >= 0),
44     levyYhtio VARCHAR(256),
45     PRIMARY KEY (standardiTunnus),
46     FOREIGN KEY (standardiTunnus) REFERENCES Teos(
         standardiTunnus)
47 );
48
49 CREATE TABLE DVD (
50     standardiTunnus VARCHAR(32) NOT NULL,
51     julkaisija VARCHAR(256),
52     kesto INT CHECK (kesto >= 0), --seconds
53     PRIMARY KEY (standardiTunnus),
54     FOREIGN KEY (standardiTunnus) REFERENCES Teos(
         standardiTunnus)
55 );
56
57 CREATE TABLE Asiakas (
58     asiakasNro INT NOT NULL,
59     nimi VARCHAR(256),
60     osoite VARCHAR(256),
61     email VARCHAR(256),
62     PRIMARY KEY (asiakasNro)
63 );
64
65 CREATE TABLE Varaus (
66     tunniste INT NOT NULL,
67     teosStandardiTunnus VARCHAR(32),
68     teosKappaleTunnus INT,
69     varausAjankohta DATE,
70     saapumisAjankohta DATE CHECK (varausAjankohta <=
         saapumisAjankohta),
71     varaajaAsiakasNro INT,
72     noutoToimipiste VARCHAR(256),
73     PRIMARY KEY (tunniste),
74     FOREIGN KEY (teosStandardiTunnus, teosKappaleTunnus)
         REFERENCES Kappale(standardiTunnus, kappaleTunnus)
         ,
75     FOREIGN KEY (varaajaAsiakasNro) REFERENCES Asiakas(
         asiakasNro),
76     FOREIGN KEY (noutoToimipiste) REFERENCES Toimipiste(
         nimi)
77 );

```

```

78
79 CREATE TABLE Palautus (
80     standardiTunnus VARCHAR(32),
81     kappaleTunnus INT,
82     palautusAjankohta DATE,
83     asiakasNro INT,
84     PRIMARY KEY (standardiTunnus, kappaleTunnus,
85         palautusAjankohta, asiakasNro),
86     FOREIGN KEY (standardiTunnus, kappaleTunnus)
87         REFERENCES Kappale(standardiTunnus, kappaleTunnus)
88     ,
89     FOREIGN KEY (asiakasNro) REFERENCES Asiakas(
90         asiakasNro)
91 );
92
93 CREATE TABLE Maksu (
94     tunniste INT NOT NULL,
95     summa INT, -- sentteja
96     tyyppi VARCHAR(256),
97     maksettu BOOLEAN DEFAULT FALSE,
98     asiakasNro INT,
99     PRIMARY KEY (tunniste),
100     FOREIGN KEY (asiakasNro) REFERENCES Asiakas(
101         asiakasNro)
102 );
103
104 CREATE TABLE Toimipiste (
105     nimi VARCHAR(256) NOT NULL,
106     osoite VARCHAR(256),
107     PRIMARY KEY (nimi)
108 );
109
110 CREATE TABLE Kuljetus (
111     kuljetusID INT NOT NULL,
112     lahtoaika DATE,
113     lahtoToimipiste VARCHAR(256),
114     paateToimipiste VARCHAR(256),
115     PRIMARY KEY (kuljetusID),
116     FOREIGN KEY (lahtoToimipiste) REFERENCES Toimipiste(
117         nimi),
118     FOREIGN KEY (paateToimipiste) REFERENCES Toimipiste(
119         nimi)
120 );
121
122 CREATE TABLE Lainassa (

```

```

116         standardiTunnus VARCHAR(32),
117         kappaleTunnus INT,
118         lainausAika DATE NOT NULL,
119         eraantymisAika DATE NOT NULL CHECK (lainausAika <=
120             eraantymisAika),
121         asiakasNro INT,
122         PRIMARY KEY (standardiTunnus, kappaleTunnus,
123             lainausAika),
124         FOREIGN KEY (standardiTunnus, kappaleTunnus)
125             REFERENCES Kappale(standardiTunnus, kappaleTunnus)
126     ,
127     FOREIGN KEY (asiakasNro) REFERENCES Asiakas(
128         asiakasNro)
129 );
130
131 CREATE TABLE Toimipisteessa (
132     standardiTunnus VARCHAR(32),
133     kappaleTunnus INT,
134     toimipisteNimi VARCHAR(256),
135     PRIMARY KEY (standardiTunnus, kappaleTunnus),
136     FOREIGN KEY (standardiTunnus, kappaleTunnus)
137         REFERENCES Kappale(standardiTunnus, kappaleTunnus)
138     ,
139     FOREIGN KEY (toimipisteNimi) REFERENCES Toimipiste(
140         nimi)
141 );
142
143 CREATE TABLE Kuljetettavana (
144     standardiTunnus VARCHAR(32),
145     kappaleTunnus INT,
146     kuljetusID INT,
147     PRIMARY KEY (standardiTunnus, kappaleTunnus),
148     FOREIGN KEY (standardiTunnus, kappaleTunnus)
149         REFERENCES Kappale(standardiTunnus, kappaleTunnus)
150     ,
151     FOREIGN KEY (kuljetusID) REFERENCES Kuljetus(
152         kuljetusID)
153 );

```