

Tehtävä 1: Ohjelmiston vaatimusmäärittely

Lue alla oleva teksti ohjelmiston vaatimusmäärittelystä. Vastaa monivalintakysymyksiin 1.1 – 1.3 tekstin pohjalta. Vastaa lisäksi esseetyyppiseen kysymykseen 1.4 sekä tekstin että omien tietojesi pohjalta.

Ohjelmistotuotannolla tarkoitetaan toimintaa, joka tähtää tietokoneohjelmien valmistukseen. Tietokoneohjelmat laaditaan johonkin tarpeeseen: ohjelmisto on tehty käytettäväksi. Ohjelmiston tilaava yritys tai muu organisaatio on tässä prosessissa asiakas, ja ohjelmistoa käyttäviä henkilöitä kutsutaan loppukäyttäjiksi. Prosessin aluksi pitää selvittää, mitä ohjelmiston tulee tehdä: mikä on sen tavoite, miten se toimii ja miten asiakas haluaa sitä käyttää. Keskeistä ohjelmistotuotantoprosessissa on siis määritellä asiakkaan vaatimukset rakennettavalle ohjelmistolle. Ohjelmiston vaatimukset voidaan jakaa kahteen luokkaan: (1) *toiminnalliset vaatimukset* koskevat ohjelmiston tarjoamia toimintoja eli kaikkia niitä asioita, joita ohjelmistolla voi tehdä, ja (2) *ei-toiminnalliset vaatimukset* koskevat koko ohjelmiston laatua (kuten käytettävyys ja tietoturva) ja ohjelmiston toimintaympäristön sille asettamia rajoitteita (esimerkiksi ”ohjelmisto on toteutettava Windows-ympäristöön”).

Vaatimusten selvittämistä, dokumentoimista ja hallinnointia kutsutaan *vaatimusmäärittelyksi*. Vaatimusmäärittelyssä luodaan dokumentti, eli kirjallinen kuvaus, ohjelmistoprojektin tavoitteista ja vaatimuksista. Perinteisessä teknisessä suunnittelussa, esimerkiksi sillan rakentamisessa, laaditaan ensin tarkat suunnitelmat ja aloitetaan rakentaminen vasta suunnitelmien valmistuttua. Tällä perinteisellä menetelmällä voidaan myös suunnitella tietokoneohjelmia. Ohjelmistotuotannossa edetään kuitenkin usein toisteisesti: suunnitellaan, toteutetaan, testataan, että ensimmäinen versio ohjelmistosta toimii, suunnitellaan lisää ja tarkemmin, toteutetaan lisää, testataan jne.; tämä toistetaan monta kertaa. Vaatimusmäärittelyn tulee ainakin alkaa ennen ohjelmiston tarkempaa suunnittelua ja toteuttamista.

Kehitettävän ohjelmiston luonne, kehittäjäorganisaatio ja ohjelmistokehitykseen käytettävä prosessi vaikuttavat siihen, miten vaatimukset määritellään. Joka tapauksessa loppukäyttäjien ja asiakkaan edustajien on oltava prosessissa aktiivisesti mukana. Vaatimusmäärittely jaotellaan yleensä muutamaksi työvaiheeseen:

- vaatimusten kartoitus
- vaatimusten analysointi
- vaatimusten dokumentointi
- vaatimusten validointi

- vaatimusten hallinnointi.

Useimmiten nämä työvaiheet limittyvät ja vaatimusmäärittely etenee asteittain tarkentuen: Ensin kartoitetaan, analysoidaan ja dokumentoidaan osa vaatimuksista. Prosessia jatketaan, kunnes halutut vaatimukset on saatu dokumentoiduksi tarvittavalla tarkkuudella.

Vaatimusten kartoitus

Vaatimusmäärittelyn aluksi on syytä selvittää ohjelmiston sidosryhmät eli ne tahot, jotka ovat suoraan tai epäsuorasti tekemisissä ohjelmiston kanssa. Sidosryhmiä ovat esimerkiksi ohjelmiston aiotut loppukäyttäjät, tilaavan yrityksen päätösvaltaiset edustajat sekä toteutettavaan ohjelmistoon liittyvistä muista tietojärjestelmistä vastaavien organisaatioiden edustajat. Kun eri sidosryhmät on kartoitettu, voidaan käyttää hyvinkin erilaisia keinoja vaatimusten esiin saamiseen; esimerkiksi haastatellaan sidosryhmien edustajia tai pidetään aivoriihiä asiakkaan ja ohjelmistokehitystiimin kesken. Usein mietitään, mitä erilaisia *käyttäjärooleja* ohjelmistolla on, ja keksitään eri käyttäjärooleille tyypillisiä ohjelmiston käyttöskenaarioita.

Vaatimusten analysointi, dokumentointi, validointi ja hallinnointi

Vaatimusten keräämisen lisäksi vaatimuksia täytyy *analysoida*. Ovatko vaatimukset keskenään ristiriidattomia ja kattavatko ne riittävän hyvin mahdolliset käyttöskenaariot? Onko vaatimusten toteutuminen mahdollista ja taloudellisesti järkevää? Onko vaatimus todennettavissa eli pystytäänkö valmiista ohjelmistosta toteamaan, noudattaako se vaatimusta? Esimerkiksi vaatimus ”ohjelmisto on helppokäyttöinen” on sikäli huono, että helppokäyttöisyyden todentaminen on vaikeaa. Käytettävyyteenkin liittyviä vaatimuksia on mahdollista määritellä todennettavalla tavalla.

Kartoitetut vaatimukset *dokumentoidaan* muodossa tai toisessa. Ennen ohjelmoinnin aloittamista ohjelmistokehittäjä tarvitsee *spesifikaation* eli kuvauksen siitä, miten ohjelmiston tai sen osan tulee toimia. Myös testaamista varten tarvitaan kuvaus sille, miten testattavan ohjelmiston halutaan toimivan.

Vaatimusten *validoinnissa* varmistetaan, että kerätyt ja dokumentoidut vaatimukset vastaavat asiakkaan mielipidettä ja kuvaavat sellaiset järjestelmät, joita asiakas kokee tarvitsevänsä.

Erityisesti jos vaatimukset muuttuvat kesken ohjelmistokehitysprosessin, tarvitaan vaatimusten *hallinnointia*. Hallinnoinnilla tarkoitetaan esimerkiksi

uusien asiakkaalle mieleen tulevien vaatimusten kirjaamista ja jo kirjattujen vaatimusten muokkaamista.

Toiminnalliset vaatimukset

Kuten mainittiin, vaatimukset jakaantuvat *toiminnallisiin* ja *ei-toiminnallisiin* vaatimuksiin. Toiminnalliset vaatimukset kuvaavat, mitä ohjelmistolla voi tehdä eli mitä toimintoja siinä on. Esimerkiksi verkkokaupan toiminnallisia vaatimuksia voisivat olla seuraavat:

- asiakas voi rekisteröityä verkkokaupan käyttäjäksi
- rekisteröitynyt asiakas voi lisätä tuotteen ostoskoriin
- onnistuneen luottokorttimaksun yhteydessä asiakkaalle vahvistetaan ostotapahtuman onnistuminen sähköpostitse
- järjestelmään kirjautunut asiakas näkee oman ostoshistoriansa
- ylläpitäjä voi lisätä kaupan valikoimaan uusia tuotteita
- ylläpitäjä voi muuttaa järjestelmässä olevien tuotteiden hintatietoja.

Riippumatta toiminnallisten vaatimusten dokumentointitavasta on melko yleistä ilmaista vaatimukset muodossa, jossa kerrotaan jonkin käyttäjäroolin yksittäinen ohjelmiston käyttöskenaario. Esimerkiksi ”ylläpitäjä voi päivittää järjestelmässä olevien tuotteiden hintatietoja” kertoo ohjelmiston erään toiminnallisuuden roolissa ”ylläpitäjä” toimiville käyttäjille.

Ei-toiminnalliset vaatimukset

Vaatimusten toinen luokka, ei-toiminnalliset vaatimukset, jakautuu kahteen osa-alueeseen: laatuvaatimuksiin ja toimintaympäristön rajoitteisiin.

Laatuvaatimukset ovat koko järjestelmän toiminnallisuutta ohjaavia ja rajoittavia tekijöitä, esimerkiksi

- käytettävyyys: kuinka helposti ja sujuvasti käyttäjä pystyy tekemään haluamansa asiat ja millainen ohjelmiston käyttökokemus on
- tietoturva: kenellä on pääsy järjestelmään ja siinä käsiteltävään dataan
- suorituskyky: miten nopeasti järjestelmä reagoi käyttäjän toimenpiteisiin

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

- skaalautuvuus: pysykö ohjelmisto riittävän nopeana käyttäjien määrän tai käsiteltävän datan määrän kasvaessa
- stabiilius: miten ohjelmisto reagoi virhetilanteisiin ja toipuu niistä.

Kaikki laatuvaatimukset eivät ole ohjelmiston käyttäjän havaittavissa. Tällaisia ovat esimerkiksi

- laajennettavuus: onko ohjelmistoon helppo lisätä toimintoja jatkossa
- testattavuus: onko ohjelmiston virheettömyys varmistettavissa, myös jatkokehityksen yhteydessä.

Toimintaympäristön rajoitteita ovat muun muassa

- toteutusteknologia: millä ohjelmointikielillä ja kirjastoilla ohjelmisto toteutetaan, mitä tietokantoja käytetään
- käyttöympäristö: onko ohjelmistoa tarkoitus käyttää esimerkiksi puhelimella vai pöytäkoneella, vai molemmilla
- liittyminen muihin järjestelmiin: käytetäänkö esimerkiksi jonkin ulkoisen palvelun käyttäjätunnusta kirjautumiseen tai avoimien rajapintojen tarjoamaa dataa
- mukautuminen lakeihin ja standardeihin: esimerkki tällaisesta on EU:n tietosuoja-asetuksen asettamat vaatimukset.

Toisin kuin toiminnalliset vaatimukset, jotka kuvaavat usein ohjelmiston yksittäisiä toimintoja (esimerkiksi tuotteen voi lisätä ostoskoriin), ei-toiminnalliset vaatimukset koskevat useimmiten koko ohjelmistoa ja vaikuttavat siihen, miten ohjelmiston perusrakenne eli arkkitehtuuri tulee suunnitella. Esimerkiksi jos halutaan rakentaa verkkokauppa, joka skaalautuu miljoonille käyttäjille, se tulee rakentaa eri tavalla kuin verkkokauppa, jolla voi olla yhtä aikaa maksimissaan parikymmentä käyttäjää. Jos laatuvaatimukset muuttuvat ohjelmiston kehitystyön edetessä radikaalilla tavalla, muutosten tekeminen saattaa olla vaikeaa ja vaatia suurta korjausta koko ohjelmiston rakennusperiaatteissa.

Hyvä vaatimus ja sen dokumentointi

Hyvän vaatimuksen pitää olla

- sopiva: vaatimus kuvaa järjestelmään liittyviä todellisia tarpeita

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

- ymmärrettävä: vaatimuksen sisällön ja esitystavan tulee olla sekä käyttäjän että kehittäjän ymmärrettävissä
- tarkka: vaatimus tulee esittää täsmällisesti ja yksiselitteisesti
- todennettava: on pystyttävä käytännössä varmentamaan, onko vaatimus täytetty.

Vaatimukseen liittyvän dokumentaation määrä riippuu toteutettavan ohjelmiston luonteesta: sairaalan teho-osaston potilasmonitorin ohjelmisto edellyttää erilaista lähestymistapaa kuin verkkokaupan ohjelmisto. Monella tavalla ohjelmistojen suunnittelu on spesifikaatioiden tekemistä, alkaen karkean tason määrittelystä päättyen lopulta ohjelmointikielellä tehtyyn ohjelmiston toteutukseen. Karkean tason spesifikaatio voidaan esittää esimerkiksi vapaamuotoisena tekstinä ja erilaisina kaaviaina. Spesifikaatiota työstettäessä siihen lisätään yksityiskohtia, jotka tuovat sitä lähemmäs ohjelmiston toteuttamisessa käytettäviä koneellisesti käsiteltäviä esitysmuotoja.

Vastaa monivalintakysymyksiin 1.1 – 1.3 tekstin pohjalta. Vastaa lisäksi esettyypiseen kysymykseen 1.4 sekä tekstin että omien tietojesi pohjalta.

Kysymykset vaihe 1

Kysymys 1.1 (0–5 pistettä) Seuraavassa on lista yliopiston kurssi-ilmoittautumisjärjestelmää koskevia vaatimuksia. Valitse kustakin, onko se toiminnallinen vai ei-toiminnallinen. Merkitse lisäksi, onko se tarkka ja onko se ymmärrettävä. Valitse kaikki oikeat vaihtoehdot.

Pisteytys: Kustakin kohdasta 1/2 pistettä, jos on valittu oikeat vaihtoehdot toiminnallisesta/ei-toiminnallisesta vaatimuksesta; ja 1/2 pistettä, jos tarkkuudesta ja ymmärrettävyydestä on valittu kaikki oikeat vaihtoehdot eikä yhtään väärää; muuten kustakin näistä 0 pistettä.

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

	toimin- nallinen	ei-toimin- nallinen	tarkka	ymmär- rettävä
Yksittäinen opiskelija ei pääse näkemään muiden opiskelijoiden henkilötietoja.	☐	☐	☐	☐
Järjestelmän näyttämien tekstien taustaväri on valkoinen.	☐	☐	☐	☐
Kurssin ilmoittautumistiedot näytetään opettajalle 0,5 sekunnissa melkein aina.	☐	☐	☐	☐
Käyttäjä voi valita, käyttääkö järjestelmää suomeksi, ruotsiksi vai englanniksi.	☐	☐	☐	☐
Ilmoittautumisjärjestelmä sisältää kaikki opiskelijoiden tarvitsemat toiminnot.	☐	☐	☐	☐

Kysymys 1.2 (0–5 pistettä) Yritys X on kehittämässä elektroniikkaa myyvää verkkokauppaa. Verkkokauppaan ollaan kehittämässä uutta hakutoimintoa, jonka avulla käyttäjät voivat hakea tuotteita eri hakusanojen ja muiden hakukriteerien (esimerkiksi hinta, saatavuus, valmistusmaa jne.) perusteella. Alla on esitetty viisi haulle toteutettavaa ominaisuutta. Valitse jokaisen ominaisuuden kohdalla, mihin seuraavista laatuvaatimuksista ne liittyvät:

- käytettävyys
- tietoturva
- suorituskyky
- skaalautuvuus
- stabiilius
- laajennettavuus.

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

Pisteytys: Kunkin vaatimuksen kohdalla jokainen valittu oikea ”liittyy” tai ”ei liity” antaa 1/6 pistettä ja väärä $-1/6$ pistettä; valinta ”en vastaa” antaa 0 pistettä. Kunkin ominaisuuden kohdalla minimipistemäärä on 0 pistettä.

1. Järjestelmän toteutuksen tulee mahdollistaa uudentyyppisten hakuehtojen lisääminen myöhemmin.

	liittyy	ei liity	en vastaa
käytettävyys	☐	☐	☐
tietoturva	☐	☐	☐
suorituskyky	☐	☐	☐
skaalautuvuus	☐	☐	☐
stabiilius	☐	☐	☐
laajennettavuus	☐	☐	☐

2. Jos haussa käytettävä tietokanta ei toimi, tulee hakutoiminnon ohjata käyttäjä muille sivuston sivuille.

	liittyy	ei liity	en vastaa
käytettävyys	☐	☐	☐
tietoturva	☐	☐	☐
suorituskyky	☐	☐	☐
skaalautuvuus	☐	☐	☐
stabiilius	☐	☐	☐
laajennettavuus	☐	☐	☐

3. Haku-ominaisuuden pitää olla toteutettuna 15.6. mennessä.

	liittyy	ei liity	en vastaa
käytettävyys	☐	☐	☐
tietoturva	☐	☐	☐
suorituskyky	☐	☐	☐
skaalautuvuus	☐	☐	☐
stabiilius	☐	☐	☐
laajennettavuus	☐	☐	☐

4. Kirjautunut käyttäjä näkee aikaisemmin itse käyttämänsä hakusanat, mutta ei muiden käyttämiä.

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

	liittyy	ei liity	en vastaa
käytettävyys	☐	☐	☐
tietoturva	☐	☐	☐
suorituskyky	☐	☐	☐
skaalautuvuus	☐	☐	☐
stabiilius	☐	☐	☐
laajennettavuus	☐	☐	☐

5. Tuotehaun tulee palauttaa lista hakuehdot toteuttavista tuotteista alle 2 sekunnissa riippumatta käyttäjien määrästä.

	liittyy	ei liity	en vastaa
käytettävyys	☐	☐	☐
tietoturva	☐	☐	☐
suorituskyky	☐	☐	☐
skaalautuvuus	☐	☐	☐
stabiilius	☐	☐	☐
laajennettavuus	☐	☐	☐

Kysymykset vaihe 2

Kysymys 1.3 (0–4 pistettä) Seuraavassa on joukko edellisen tekstin sisältöön liittyviä väitteitä. Tarkastele niitä tekstin valossa ja ilmoita kustakin väitteestä, onko se tosi vai epätosi.

Pisteytys: Kussakin kohdasta 1/2 pistettä oikeasta valinnasta ja $-1/2$ pistettä väärästä; en vastaa -valinnasta 0 pistettä.

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

	tosi	epätosi	en vastaa
Vaatimukset tulee koko vaatimusmäärittelyn ajan kuvata käyttäen samaa täsmällisesti määritettyä esitysmuotoa.	☐	☐	☐
Vaatimuksia ei pidä enää muuttaa, kun ohjelmiston toteuttaminen on alkanut.	☐	☐	☐
Lainsäädännöllisten vaatimusten huomioonottaminen on osa vaatimusmäärittelyä.	☐	☐	☐
Vaatimusten validointiin kuuluu sen varmistaminen, että vaatimukset ovat toteutettavissa.	☐	☐	☐
Ohjelmiston tilaajan tulee toimittaa vaatimusmäärittely, joka kuvaa kaikki ohjelmiston halutut ominaisuudet.	☐	☐	☐
Myös ei-toiminnallisten vaatimusten pitää olla todennettavia.	☐	☐	☐
Vaatimusmäärittelyn aikana selvitetään, minkälaisessa toimintaympäristössä kehitettävän ohjelmiston on tarkoitus toimia.	☐	☐	☐
Ohjelmiston tulevien käyttäjien haastatteleminen on eräs tapa saada selville vaatimuksia.	☐	☐	☐

Vastaa kysymykseen 1.4 sekä tekstin että omien tietojesi pohjalta.

Kysymys 1.4 (0–6 pistettä) Kuvittele tilanne, jossa ravintola hankkii ohjelmiston tukemaan ruoka-annosten tilaamista ja toimittamista. Ohjelmiston avulla asiakas voi tilata ruoka-annoksen haluamaansa osoitteeseen, ja ruokalahetti toimittaa sen perille. Tarkastelemme kolmea käyttäjäroolia:

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

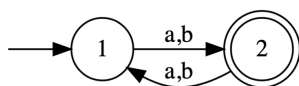
asiakas, ruokalähetti ja kokki. Esitä kunkin käyttäjäroolin näkökulmasta yksi toiminnallinen vaatimus kehitettävälle ohjelmistolle. Esitä ohjelmistolle lisäksi kolme ei-toiminnallista vaatimusta. Eri vaatimusten tulee olla selvästi toisistaan poikkeavia. Esitä kukin vaatimus noin yhdellä virkkeellä. Vaatimusten tulee noudattaa tekstissä esitettyjä hyvän vaatimuksen ominaisuuksia.

Pisteytys: Kustakin vaatimuksesta saatava pistemäärä on 1, 1/2 tai 0 sen mukaan, kuinka hyvin esitetty vaatimus vastaa tehtävänantoa ja noudattaa hyvän vaatimuksen ominaisuuksia

Tehtävä 2: Äärelliset automaattit

Äärelliset automaattit ovat laskennan malleja, joiden avulla voidaan mm. määrittellä merkkijonojen joukkoja. Yksinkertaistaen, äärellistä automaattia voidaan ajatella abstraktina koneena, joka on aina yhdessä *tilassa*, ja joka käsittelee syötteenä olevaa *merkkijonoa* (esim. **ab**, **abaa**) merkki kerrallaan. Kone valitsee seuraavan tilan merkin ja tämänhetkisen tilan perusteella. Esimerkiksi merkkijonot joissa on pariton määrä merkkejä voidaan erotella muista automaattilla, jossa on kaksi tilaa, ① ja ②: automaatti on aluksi tilassa ①, ja siirtyy tilasta toiseen kunkin syötteen merkin kohdalla. Tämä automaatti voidaan esittää kaaviona seuraavasti:

Esimerkkiautomaatti 1



Kaaviossa automaatin *alkutila* on merkitty tyhjästä osoittavalla nuolella ja *hyväksyvä tila* ympyröity kahdesti. Jos tämä automaatti on syötteen loputtua hyväksyvässä tilassa ②, syötteessä oli pariton määrä merkkejä.

Yleisemmin, siirtymät voidaan erotella sen perusteella, mikä merkki syöttestä luetaan. Esimerkiksi allaolevalla automaattilla voidaan tunnistaa merkeitä **a** ja **b** koostuvista merkkijonoista ne, jotka loppuvat vähintään kahteen **a** merkkiin.

Käytämme automaatin määrittelyssä seuraavaa merkintätapaa:

Merkintä	Selitys
$\rightarrow x$	$\otimes x$ on automaatin alkutila
$x \overset{i}{\rightarrow} y$	Automaatti siirtyy tilasta $\otimes x$ tilaan $\otimes y$ merkillä i
$x \overset{i}{\rightarrow} y^*$	Automaatti siirtyy tilasta $\otimes x$ hyväksyvään tilaan $\otimes y$ merkillä i

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

Automaatin alla olevien nuolien avulla voi tarkastella automaatin toimintaa kentässä **Syöte** annetulle syötteelle:

- **>**: ota osa-askel (valitse siirtymä, siirry, mene tilaan)
- **>>**: ota animoidusti yksi askel
- **>>>**: käy animoidusti läpi koko syöte
- **>|**: käy suoraan läpi koko syötejono

Painikkeet **<**, **<<**, **<<<**, ja **|<** toimivat vastaavasti taaksepäin.

Syötejono muuttuu vihreäksi mikäli syöte hyväksytään, muuten punaiseksi.

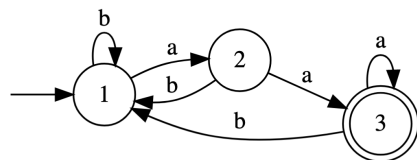
Huomaa, että koko syöteen läpi käymisen jälkeen osa-askeleen ottaminen eteenpäin aiheuttaa virheen.

Esimerkiautomaatti 2

```
->1  
1 a-> 2  
1 b-> 1  
2 a-> 3*  
2 b-> 1  
3 a-> 3  
3 b-> 1
```

Syöte | babaa

babaa



|< <<< << < > >> >>> >|

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

Tämän automaatin toimintaa voidaan havainnollistaa seuraavasti: automaatti on aluksi tilassa ①, ja palaa tähän tilaan aina kun syötteestä luetaan merkki **b**. Jos syötteestä luetaan merkki **a**, automaatti siirtyy tilaan ② jos se on tilassa ①, ja hyväksyvään tilaan ③ jos se on tilassa ② tai ③. Esimerkiksi syötteelle **babaa** automaatti päättyy hyväksyvään tilaan seuraavien siirtymien kautta:

$$\textcircled{1} \xrightarrow{\text{b}} \textcircled{1} \xrightarrow{\text{a}} \textcircled{2} \xrightarrow{\text{b}} \textcircled{1} \xrightarrow{\text{a}} \textcircled{2} \xrightarrow{\text{a}} \textcircled{3}$$

syötteelle **aabb** automaatti päättyy ei-hyväksyvään tilaan:

$$\textcircled{1} \xrightarrow{\text{a}} \textcircled{2} \xrightarrow{\text{a}} \textcircled{3} \xrightarrow{\text{b}} \textcircled{1} \xrightarrow{\text{b}} \textcircled{1}$$

Tässä tehtävässä käsitellään sellaisia automaatteja, joissa tämänhetkinen tila ja syötteestä luettu merkki määrittelevät seuraavan tilan yksiselitteisesti. Tämä rajoitus sulkee pois esimerkiksi sellaiset automaattit, joissa tilasta ① voi merkillä **a** siirtyä joko tilaan ② tai tilaan ③. Lisäksi jokaisesta tilasta tulee olla siirtymä jokaisella merkillä.

Formaalimmin määriteltynä, kullakin automaatilla on

- äärellinen *aakkosto*, jonka merkeistä sen syötteet koostuvat,
- äärellinen joukko *tiloja*, joista yksi on alkutila ja jokin alijoukko hyväksyviä tiloja, sekä
- *siirtymäfunktio*, joka määrittelee seuraavan tilan tämänhetkisen tilan ja syötteen merkin perusteella.

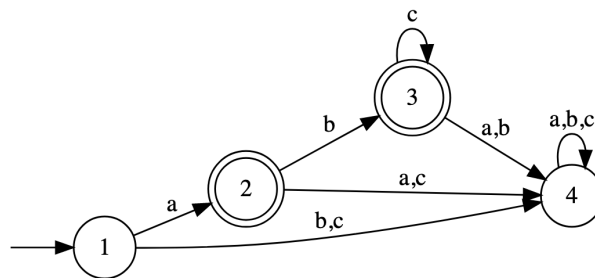
Automaatti *hyväksyy* (“accept”) merkkijonon jos alkutilasta päädytään siirtymäfunktia noudattaen merkkijonon loppuessa hyväksyvään tilaan. Jos näin ei ole, automaatti *hylkää* (“reject”) merkkijonon. Tarkastellaan esimerkkinä seuraavaa automaattia:

Esimerkkiautomaatti 3

```
->1
1 a-> 2*
1 b-> 4
1 c-> 4
2 a-> 4
2 b-> 3*
2 c-> 4
3 a-> 4
3 b-> 4
3 c-> 3
4 a-> 4
4 b-> 4
4 c-> 4
```

Syöte | abcc

abcc



Tämän automaatin aakkosto on $\{a, b, c\}$, tilojen joukko $\{①, ②, ③, ④\}$, alkutila ①, ja hyväksyvien tilojen joukko $\{②, ③\}$. Huomaa että tilasta voidaan siirtyä toiseen useammalla kuin yhdellä merkillä, jolloin merkit erotellaan kaaviossa pilkulla (esim. b, c tilasta ① tilaan ④). Automaatin siirtymäfunktio voidaan esittää taulukkona seuraavasti:

tila	merkki		
	a	b	c
①	②	④	④
②	④	③	④
③	④	④	③
④	④	④	④

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

Taulukko määrittelee seuraavan tilan tämänhetkisen tilan (rivi) ja syötteen merkin (sarake) perusteella. Esimerkiksi jos tämänhetkinen tila on ② ja merkki b, seuraava tila on toisen rivin b -sarakkeen mukaisesti ③.

Automaatin tilasiirtymiä seuraamalla voidaan todeta että se hyväksyy mm. merkkijonot a, ab, abc, ja abcc, ja hylkää mm. merkkijonot b, ac, ja abca. Esimerkiksi merkkijonoille abcc ja abca:

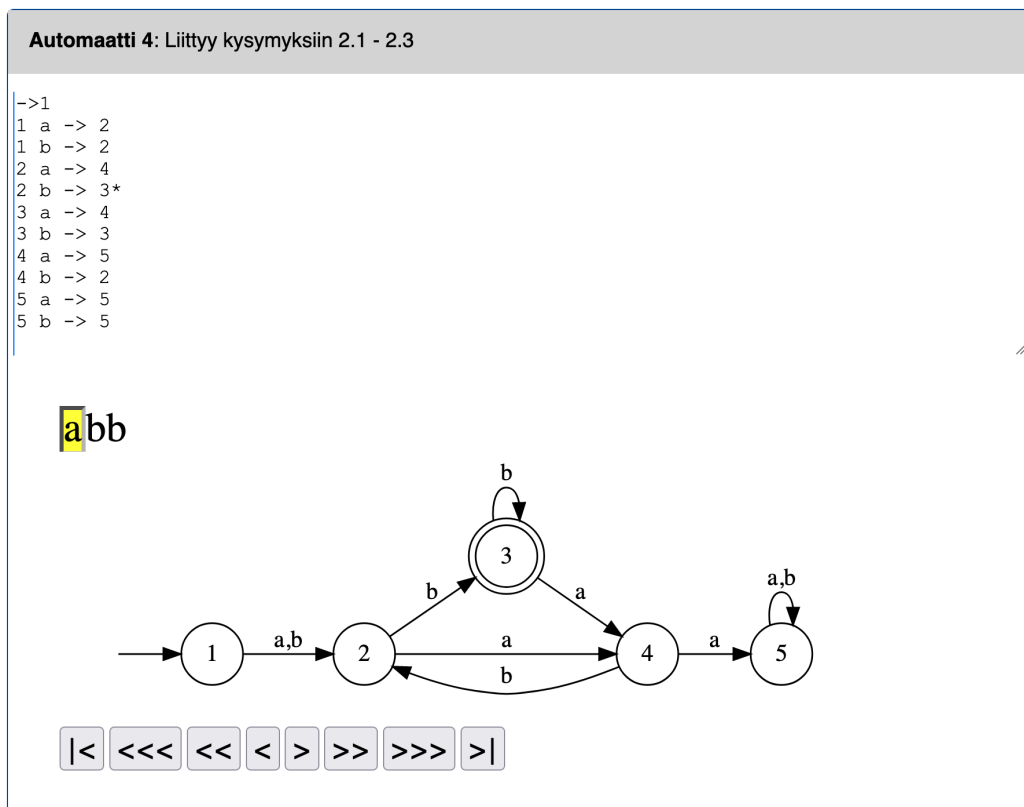
① $\xrightarrow{a}$ ② $\xrightarrow{b}$ ③ $\xrightarrow{c}$ ③ $\xrightarrow{c}$ ③

① $\xrightarrow{a}$ ② $\xrightarrow{b}$ ③ $\xrightarrow{c}$ ③ $\xrightarrow{a}$ ④

Koska ③ on hyväksyvä tila mutta ④ ei, automaatti hyväksyy merkkijonon abcc mutta ei merkkijonoa abca.

Kysymykset vaihe 1

Tarkastellaan seuraavaa automaattia:



Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

Kysymys 2.1 (0–2 pistettä) Merkitse jokaiselle seuraavista merkkijonoista, hyväksyykö vai hylkääkö automaatti 4 sen.

Pisteytys: kukin oikea valinta “Hyväksyy” tai “Hylkää” antaa 0.4 pistettä ja väärä -0.4 pistettä; valinta “En vastaa” antaa 0 pistettä.

	Hyväksyy	Hylkää	En vastaa
ababa	☐	☐	☐
bbbbb	☐	☐	☐
abbab	☐	☐	☐
aaabb	☐	☐	☐
bbabb	☐	☐	☐

Kysymys 2.2 (0–2 pistettä) Missä tilassa automaatti 4 on käsiteltyään kunkin seuraavista merkkijonoista?

Pisteytys: kukin oikea valinta antaa 0.4 pistettä ja väärä -0.4 pistettä; valinta “En vastaa” antaa 0 pistettä.

	1	2	3	4	5	En vastaa
aa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aabb	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aabbaa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aabbaabb	☐	☐	☐	☐	☐	☐
bababa	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Kysymys 2.3 (0–2 pistettä) Anna kaksi esimerkkiä kymmenen merkin pituisista sekä a että b merkkejä sisältävistä merkkijonoista jotka automaatti 4 hyväksyy. Kirjoita yksi jono/rivi.

Kysymykset 2.4 - 2.5 Tarkastellaan seuraavasti määriteltyä automaattia:

- Aakkosto: $\{a, b, c\}$
- Tilojen joukko: $\{\textcircled{1}, \textcircled{2}, \textcircled{3}, \textcircled{4}, \textcircled{5}\}$
- Alkutila: $\textcircled{1}$
- Hyväksyvät tilat: $\{\textcircled{4}\}$
- Siirtymäfunktion esitys taulukkomuodossa:

tila	merkki		
	a	b	c
$\textcircled{1}$	$\textcircled{2}$	$\textcircled{3}$	$\textcircled{5}$
$\textcircled{2}$	$\textcircled{4}$	$\textcircled{3}$	$\textcircled{5}$
$\textcircled{3}$	$\textcircled{2}$	$\textcircled{4}$	$\textcircled{5}$
$\textcircled{4}$	$\textcircled{4}$	$\textcircled{4}$	$\textcircled{5}$
$\textcircled{5}$	$\textcircled{5}$	$\textcircled{5}$	$\textcircled{5}$

Voit halutessasi piirtää yllä kuvatun automaatin. Piirrosta ei arvioida. Kuitenkin jos tallennat sen, kerrotaan vastaako se taulukkoa.

Kysymys 2.4 (0–2 pistettä) Valitse seuraavista kaikki merkkijonot, jotka automaatti 5 hyväksyy ja kaikki jotka se hylkää.

Pisteytys: kukin oikea valinta “Hyväksyy” tai “Hylkää” antaa 0.5 pistettä ja väärä -0.5 pistettä; valinta “En vastaa” antaa 0 pistettä.

	Hyväksyy	Hylkää	En vastaa
abaa	☐	☐	☐
abbc	☐	☐	☐
bbab	☐	☐	☐
baba	☐	☐	☐

Kysymys 2.5 (0–2 pistettä) Anna kaksi esimerkkiä kymmenen merkin pituisista vähintään kahta eri merkkiä sisältävistä merkkijonoista jotka automaatti 5 hyväksyy. Kirjoita yksi jono/rivi.

Kysymykset vaihe 2

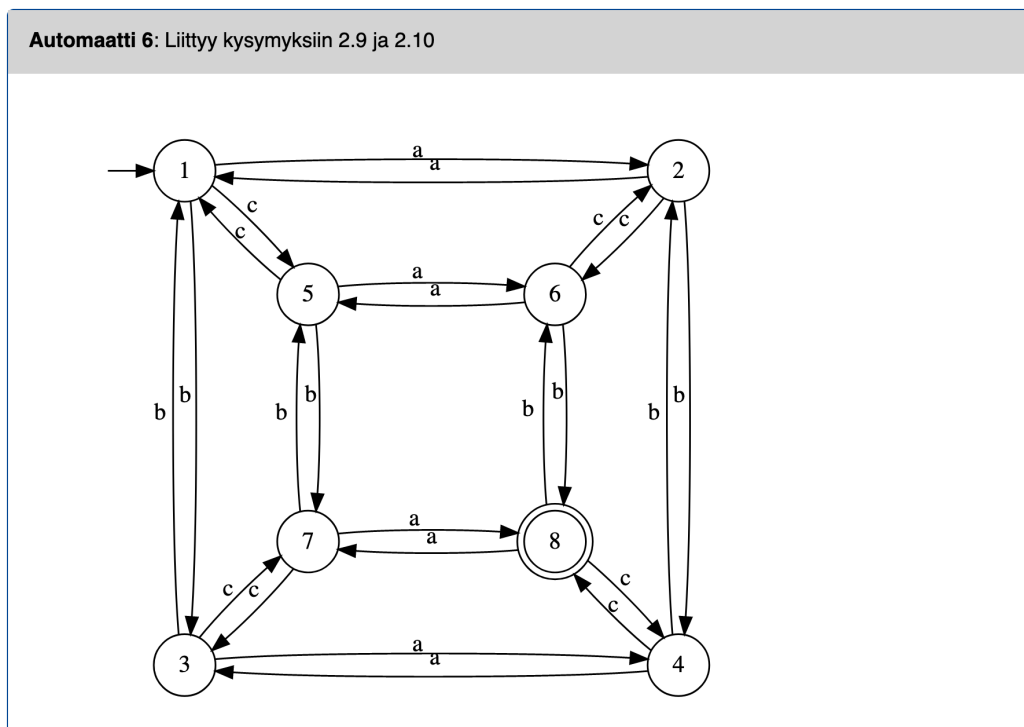
Mikäli syötettä kirjoittaessasi näet tekstin **Laiton jono**, kokeile toisenlaista syötettä.

Kysymys 2.6 (0–2 pistettä) Esitä äärellinen automaatti, jonka aakkosto on $\{a, b\}$ ja joka hyväksyy ne merkkijonot, joissa esiintyy vähintään yksi a sekä vähintään yksi b merkki. Muut merkkijonot hylätään. Automaatti hyväksyy esimerkiksi merkkijonot ab , ba , ja abb , mutta hylkää merkkijonot a , b , ja aa . Määrittele automaatti käyttäen yllä esiteltyä merkintätapaa.

Kysymys 2.7 (0–2 pistettä) Esitä äärellinen automaatti, jonka aakkosto on $\{a, b\}$ ja joka hyväksyy kolmen merkin pituiset merkkijonot, joissa ei esiinny kahta peräkkäistä b merkkiä. Muut merkkijonot hylätään.

Kysymys 2.8 (0–2 pistettä) Esitä äärellinen automaatti, jonka aakkosto on $\{a, b, c\}$ ja joka hyväksyy vähintään kolmen merkin pituiset merkkijonot, jotka alkavat merkillä a tai merkillä b , loppuvat samaan merkkiin kuin millä alkavat, ja joissa ei muuten esiinny sitä merkkiä, jolla merkkijono alkaa ja loppuu. Muut merkkijonot hylätään.

Kysymykset 2.9 - 2.10 Tarkastellaan seuraavaa automaattia:



Kysymys 2.9 (0–2 pistettä) Valitse seuraavista kaikki merkkijonot, jotka automaatti 6 hyväksyy ja kaikki jotka se hylkää.

Pisteytys: kukin oikea valinta “Hyväksyy” tai “Hylkää” antaa 0.4 pistettä ja väärä -0.4 pistettä; valinta “En vastaa” antaa 0 pistettä.

	Hyväksyy	Hylkää	En vastaa
abc	☐	☐	☐
aabbcc	☐	☐	☐
abcabcabc	☐	☐	☐
aaabbbcccabcabc	☐	☐	☐
aaaaaabbbbbbbcccccc	☐	☐	☐

Kysymys 2.10 (0–2 pistettä) Valitse mitkä automaattia 6 koskevat väittämät pitävät paikkansa ja mitkä eivät.

Pisteytys: kukin oikea valinta “Totta” tai “Väärin” antaa 0.4 pistettä ja väärä -0.4 pistettä; valinta “En vastaa” antaa 0 pistettä.

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

	Totta	Väärin	En vastaa
Automaatti hyväksyy vain sellaisia merkkijonoja, joissa esiintyy vähintään yksi kutakin merkkiä a , b , ja c .	☐	☐	☐
Automaatti hyväksyy vain sellaisia merkkijonoja, joissa esiintyy yhtä monta a , b , sekä c merkkiä.	☐	☐	☐
Automaatti hyväksyy vain sellaisia merkkijonoja, jotka päättyvät merkkiin c .	☐	☐	☐
Automaatti hyväksyy vain sellaisia merkkijonoja, joissa on pariton määrä merkkejä.	☐	☐	☐
On olemassa sellainen kokonaisluku n , että automaatti hylkää kaikki merkkijonot, joiden pituus on suurempi kuin n .	☐	☐	☐

Tehtävä 3: Ongelmanratkaisu

Kysymys 3.1. Naapurisi kertoi sinulle seuraavaa: ”Poikani on kolme kertaa niin vanha kuin tyttäreni, vaimoni on seitsemän kertaa niin vanha kuin poikani, minä olen samanikäinen kuin vaimoni, ja juuri 92-vuotispäiviään juhli va isoäitini on yhtä vanha kuin poikani, tyttäreni, vaimoni ja minä yhteensä.”

Kuinka vanha naapurisi on?

Kysymys 3.2. Metsässä on kahdenlaisia peikkoja: hyviä ja pahoja. Hyvät peikot puhuvat aina totta, pahat peikot valehtelevat aina. Valitettavasti et pysty erottaman heitä toisistaan.

Tapaat metsässä kolme peikkoa A, B ja C. Peikko A kertoo sinulle, että peikot B ja C ovat pahoja. Peikko B kieltää olevansa paha. Peikko C väittää peikon B olevan paha.

Kuinka monta paha peikkoa olet tavannut?

Kysymys 3.3. Uusi tuhat huonetta sisältävä hotelli on juuri valmistumassa. Sinun tehtäväsi on merkitä huoneiden oviin niiden numerot 1, 2, ..., 1000 käyttäen yksittäisiä numeromerkkejä esittäviä ”0”-, ”1”-, ”2”-, ”3”-, ”4”-, ”5”-, ”6”-, ”7”-, ”8”- ja ”9”-tarroja. Esimerkiksi huoneen 929 numeron merkitsemiseen kuluu kaksi ”9”-tarraa ja yksi ”2”-tarra.

Kuinka monta ”9”-tarraa yhteensä kaikkien tuhannen huoneen numeroiden merkitsemiseen kuluu?

Kysymys 3.4. Minna, Ville ja Pekka ovat juuri tutustuneet toisiinsa. Pekka, joka pitää arvoituksista, luettelee Minnalle ja Vilelle kymmenen pelikorttia:

hertta 5, hertta 6, hertta 9,
ruutu 7, ruutu 8,
pata 4, pata 6,
risti 4, risti 5, risti 7.

Pekka ajattelee yhtä luettelemistaan korteista ja kertoo sitten Minnalle kyseisen pelikortin maan (hertta, ruutu, pata tai risti) ja Vilelle pelikortin numeroarvon.

Minna ja Ville keskustelevat sitten asiasta:

- Minna: ”En tiedä Pekan ajattelemaa korttia, mutta tiedän, ettei Vilelläkään tiedä.”

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

- Ville: ”Aluksi en tiennyt Pekan korttia, mutta nyt tiedän.”
- Minna: ”Siinä tapauksessa minäkin tiedän nyt.”

Mitä korttia Pekka ajattelee?

Kysymys 3.5. Kaupunkien A ja B välillä on suora rautatieyhteys, jota pitkin kulkee ympäri vuorokauden tasaisin aikavälein junia kumpaankin suuntaan. Kun matkustit junalla kaupungista A kaupunkiin B, huomasit että junasi kohtasi vastakkaisesta suunnasta tulevan junan aina 12 minuutin välein. Kuinka monta junaa kaupungista B saapuu kaupunkiin A yhden vuorokauden aikana? Kaikki junat kulkevat keskenään samaa vauhtia pysähtymättä matkan varrella.

Kysymys 3.6. Yksi lapsi, yksi nuori, yksi aikuinen ja yksi vanhus saapuvat pimeään aikaan joen yli kulkevan huteran sillan luo. Heillä on mukanaan yksi taskulamppu. Siltaa kulkiessa pitää olla taskulamppu mukana, ja sillan voi samanaikaisesti ylittää korkeintaan kaksi henkilöä. Henkilöt päättävät ylittää sillan niin, että kaksi henkilöä menee taskulampun kanssa toiselle puolelle, heistä toinen palaa välittömästi taskulampun kanssa takaisin, ja samantapaista menettelyä toistetaan, kunnes kaikki ovat päässeet yli. Sillan ylittäminen yhteen suuntaan kestää lapselta 5 minuuttia, nuorelta 2 minuuttia, aikuiselta 3 minuuttia ja vanhukselta 9 minuuttia. Jos kaksi henkilöä ylittää sillan samanaikaisesti, he kulkevat käsi kädessä hitaamman henkilön vauhtia. Esimerkiksi lapsi ja vanhus ylittäisivät sillan yhteen suuntaan 9 minuutissa.

Mikä on lyhin mahdollinen aika minuutteina, jonka jälkeen kaikki neljä henkilöä ovat voineet päästä sillan yli?

Kysymys 3.7. Bella-menninkäisellä on syntymäpäivät, ja hän haluaa ostaa seitsemän erilaista syntymäpäiväkakkua. Kakkukaupassa on kahdeksan erilaista kakkua, joista voi valita. Bella tietää, että kaupassa on yksi kakku, jolle kaikki menninkäiset ovat allergisia. Hän on kuitenkin unohtanut, mikä se kakku oli. Kaikki muut kakut ovat sellaisia, että kukaan ei ole niille allerginen.

Jos menninkäiset syövät allergiaa aiheuttavaa kakkua, he saavat sinänsä harmittomia mutta selvästi näkyviä punaisia pisteitä kaikkialle kehoonsa 24 tuntia kakun syönnin jälkeen. Bella ei halua ostaa tätä kakkua juhliinsa, joten hänen pitää seuraavien 24 tunnin aikana selvittää, mitä kakkua hänen täytyy välttää. Onneksi Bellan parhaat ystävät ovat luvanneet auttaa häntä koemaistamaan kakkuja.

Tietojenkäsittelytieteen valintakoe, kevät 2021

Mikä on pienin määrä menninkäisiä, jotka tarvitaan 24 tunnin aikana tutki-
maan, mille kakulle menninkäiset ovat allergisia?

Kysymys 3.8. Pöydällä oli viisi erilaista suklaalevyä. Anna, Leo, Mikko, Sami ja Sofia söivät kukin niistä yhden. Suklaiden hinnat, kaakaoprosentit ja valmistusmaat suuruus-/aakkosjärjestyksissä lueteltuina olivat:

- hinnat: 1,75 €, 1,80 €, 1,85 €, 1,90 €, 1,95 €
- kaakaoprosentit: 45 %, 50 %, 55 %, 60 %, 65 %
- valmistusmaat: Belgia, Ruotsi, Saksa, Suomi, Sveitsi

Huomaa, että edellä annettujen tietojen järjestykset ovat toisistaan riippu-
mattomia. Esimerkiksi ensimmäinen hinta 1,75 €, ensimmäinen kaakaopro-
sentti 45 % ja ensimmäinen valmistusmaa Belgia eivät välttämättä vastaa
samaa suklaata.

Vastaa alla annettujen kahdeksan vihjeen perusteella tehtävän lopussa esi-
tettyihin alakysymyksiin A ja B.

Vihjeet:

1. 50 % kaakaota sisältävä suklaa maksaa 0,15 € enemmän kuin Sofian
syömä suklaa.
2. Mikon syömä suklaa on Belgiasta.
3. 1,90 € maksavassa suklaassa on vähemmän kuin 60 % kaakaota.
4. Annan ja Sofian syömistä suklaista toinen sisältää 65 % kaakaota ja
toinen on Sveitsistä.
5. Leon syömä suklaa maksaa 0,10 € vähemmän kuin sveitsiläinen suklaa.
6. Ruotsalainen suklaa maksaa 1,95 €.
7. 55 % kaakaota sisältävä suklaa maksaa 0,05 € vähemmän kuin Mikon
syömä suklaa.
8. Suomalaisesta suklaasta ja Sofian syömästä suklaasta toinen maksaa
1,75 € ja toisessa on 65 % kaakaota.

A. Kuka söi 1,80 € maksavaa suklaata?

B. Mikä on suomalaisen suklaan kaakaoprosentti?