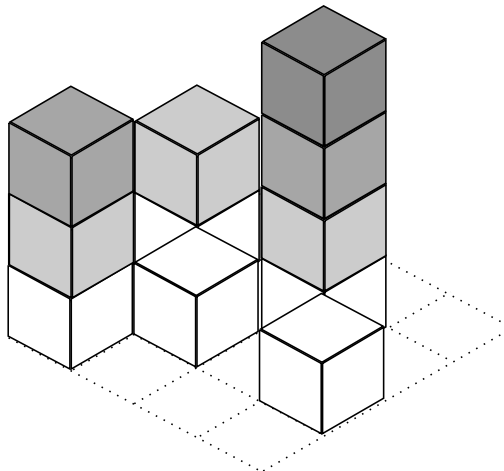


Matematiikkaa tiedekerhoihin II

Kiehtovaa geometriaa

Vesa-Matti Sarenius

Versio 1.0



Sisältö

1 Kochin lumihiutale (1h)	2
1.1 Välipala-1, helppo ja vaikea vaakatehtävä	4
2 Laatoituksia (1–2h)	5
2.1 Välipala-2: yksipuolinen paperi	8
2.2 Paradokseja	9
3 Tetrominot (1h)	10
4 Puolisäännöllisiä monitahokkaita (1–2h)	12
4.1 Välipala-3: Noppaventti	14
5 Rakennelmia kuutioista (2h)	15
6 Kaaria viivoittimella (1h)	16
7 Kirjallisuutta	18
A Monistepohjia	19
B Rakennelmia-kappaleen tehtävät	35

Johdatus matematiikan maailmaan

Kädessäsi on toinen Matematiikkaa tiedekerhoihin -opas. Tällä kertaa teemaksi on valittu geometria, jota käsitellään monelta eri kantilta. Mukana on tasogeometriaa, fraktaaleja ja kolmiulotteista geometriaa. Geometria valittiin teemaksi siksi, että sitä on koulumatematiikassa varsin vähän ja oppaassa esiteltäviä erikoisempia aiheita koulutunneilla tehdään harvoin. Ohjelmat ovat sellaisia, että ne painottavat kerholaisen omaa tekemistä ja havaitsemista. Ohjelmat sopivat hyvin myös oppitunneille.

Kaikki oppaan ohjelmat ovat kirjoittajan ja monen muun kerhonohjaajan todellisessa kerho- tai luokkatilanteessa testaamia ja toimiviksi havaitsemia. Ohjelmiin on kerätty ideoita eri lähteistä, joita on lueteltu oppaan lopusta löytyvässä lähdeluettelossa. Oppaassa oleva materiaali on kirjottajan toteuttamaa ja siihen on vapaat kopiointioikeudet. Ohjelmiin tarvittavat materiaalit on ilmoitettu yhtä oppilasta kohden. Lisäksi yleensä tarvitaan saksia, kyniä, liimapuikkoja ja viivainta.

Monet oppaan ohjelmista on laadittu niin, että jos ne käy kokonaisuudessaan läpi, aikaa saattaa hyvinkin mennä tunti tai kaksikin. Ajateltu toteutusaika on merkattu otsikkoon sulkuihin ja se on ajateltu nelosluokkalaisen tietotaidoille sopivaksi. Mikäli aikaa tuntuu olevan liikaa, opas sisältää kolme välipalatehtävää, jotka eivät tarvitse juurikaan materiaalia. Välipalatehtävät löytyvät sivuilta 4, 8 ja 14.

Jälleen kerran haluan kiittää Mariaa, Allia, Eveliinaa, Kanervaa, Ansa, Riikkaa, Emiliaa, Hannaa, Meeriä, Tiinaa, Anna-Maijaa, Jarnaa, Virpiä, Saria, Benjamia ja Tarjaa. Ilman teitä tätä opasta ei olisi koskaan kirjoitettu. Teidän ja monien muidenkin henkilöiden kanssa minulla on ollut onni pitää kerhoja ja leirejä ja suunnitella ohjelmia, joista osan esittelen oppaassani tai sitten muuten vain keskustella aiheesta. Erityiskiitos Hintan koululle, jossa olen monet oppaan ohjelmista saanut testata.

Matematiikka odottaa seuraavalla sivulla. Käännä sivua ja hämmästy, mitä kaikkea mielenkiintoista ja kaunista matematiikka onkaan.

1 Kochin lumihiutale (1h)

Fraktaalit ovat äärettömän paljon yksityiskohtia sisältäviä geometrisia objekteja. Se tarkoittaa sitä, että mentiinpä kuinka lähelle tahansa, aina löytyy uusia yksityiskohtia.

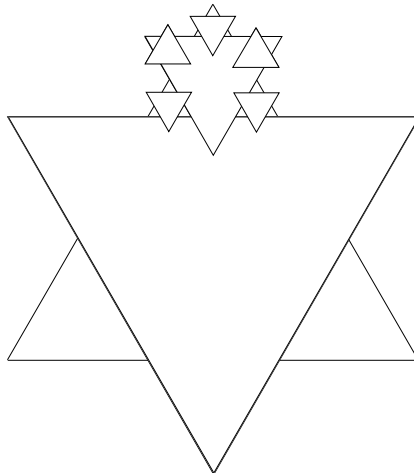
Fraktaalia ei pystytä kokonaan koskaan piirtämään, mutta fraktaalien idea voidaan tuoda esille tekemällä esimerkiksi osa niin sanotusta Kochin lumihiutaleesta.

Materiaali

- A4-kokoinen kartonki, jolle lumihiutale kasataan.
- Sivua 20 kopiaituna jokaiselle oppilaalle. Kopiot voi tehdä myös värillisille papereille.

Toteutus

Kaikki sivulla olevat kolmiot leikataan irti, jonka jälkeen ne liimataan isoimmista alkaen kartongille alla olevan kuvan tavalla. Kuvassa 1.1 on toteutettu vain ylin kolmio loppuun saakka, sama tehdään kaikille kulmille.



Kuva 1.1: Kochin lumihiutaleen kasaaminen kolmioista

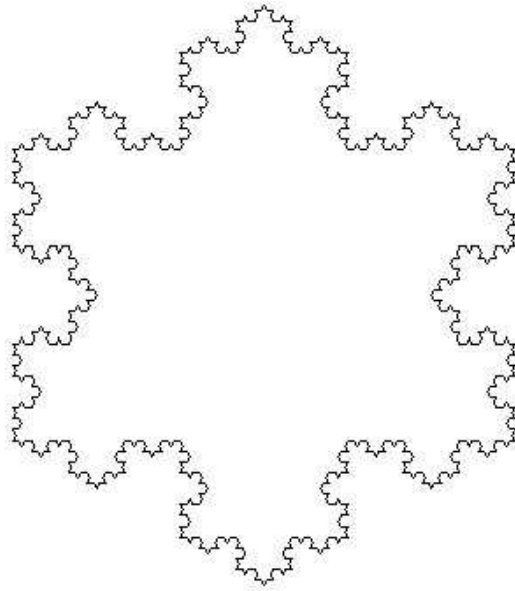
Kuvion kasaamisen jälkeen kerholaiset vahvistavat esimerkiksi värikynällä kuvan reunaviivan. Reunaviivaa vahvistaessa huomataan, miten pitkäksi se on muodostunut. Kochin lumihiutale on juuri tämä reunaviiva. Kuvassa 1.2 on piirrettynä Kochin lumihiutaletta hieman kolmiomallia pidemmälle.

Pohdiskeltavaa

1. Miksi kuvion nimi on Kochin **lumihiutale**?
2. Jos menetelmää jatkettaisiin vielä pienemmillä ja pienemmillä kolmioilla loputtomiin, minkälainen kuviosta tulisi?
3. Kuinka pitkä kuvion reunaviiva olisi, jos menetelmää jatkettaisiin loputtomiin?

Vastauksia pohdiskelukysymyksiin

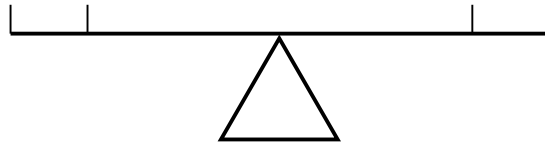
1. Koska mitä pidemmälle kuviota tehdään, sitä enemmän se näyttää lumihiutaleelta.
2. Todella "rypyläreunainen".
3. Äärettömän pitkä.



Kuva 1.2: Kochin lumihiutale

1.1 Välipala-1, helppo ja vaikea vaakatehtävä

Vaakatehtäviä on olemassa kymmeniä, ellei satoja. Vaakatehtävissä pyritään aina etsimään eripainoista kappaletta käyttämällä kuvan 1.3 kaltaista kuppivaakaa.



Kuva 1.3: Kuppivaaka

Helppo vaakatehtävä

Pinossa on yhdeksän yhden euron kolikkoa. Niistä yksi on väärennetty ja siksi **kevyempi** kuin muut kolikot. Käytössäsi on kuppivaaka. Kuinka monta punnitusta tarvitset, että voit paljastaa väärennetyn kolikon.

Vastaus: Kolme punnitusta

Vaikea vaakatehtävä

Sinulle annetaan kaksitoista kuulaa, joista yksi on eripainoinen kuin muut, siis kevyempi tai painavampi. Tehtäväsi on kolmella punnituksella selvittää mikä kuulista on eripainoinen, kuin muut ja lisäksi, onko kuula kevyempi vai painavampi. Kuinka teet tämän?

Vinkkejä: Tässä tehtävässä oleellista on, että punnitut kuulat pystytään merkitsemään punnituksen jälkeen. Myöskään jo punnittuja kuulia ei kannata laittaa sivuun.

Vastaus: Koska tehtävä on mielenkiintoinen opettajallekin, vastausta ei anneta tässä.

2 Laatoituksia (1–2h)

Laatoitus tarkoittaa äärettömän tason täyttämistä aukottomasti samanlaisilla tai erilaisilla palasilla. Laatoitus voi olla säännöllinen tai epäsäännöllinen. Säännöllinen laatoitus on sellainen, että taso voidaan täyttää millä tahansa osalla, joka on otettu laatoituksesta.

Materiaali

- sivujen 31–34 monistepohja joka oppilaalle
- kartonkia

Toteutus

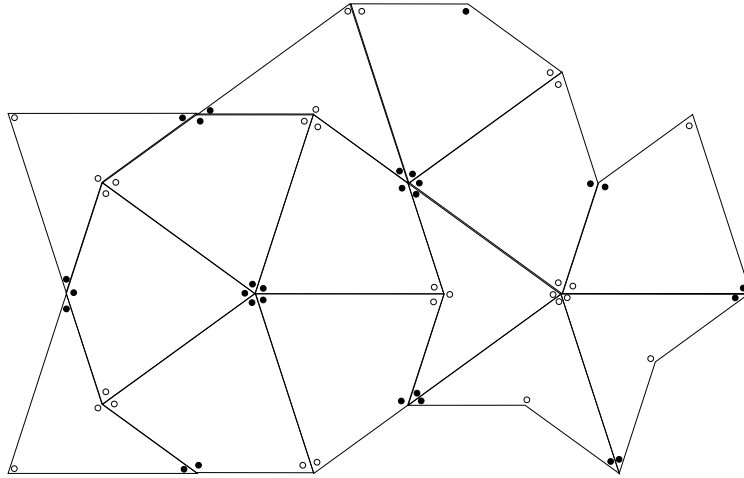
Tunnin aluksi oppilaiden kanssa voi keskustella ja etsiä laatoituksia koulurakennuksesta, pihalta, ja niin edelleen. Lisäksi jo ennakkoon voi miettiä, minkämuotoisia laattoja on olemassa ja minkämuotoisilla laatoilla laatoitus voisi onnistua. Kannattaa keskustella myös siitä, löytyykö laatoituksia luonnosta.

Jokainen oppilas liimaa kopionsa kartongille ja leikkaa yhdenlaiset palaset kerrallaan irti. Tarkoituksena on tutustua millä palasilla tason voi täyttää. Tätä varten ovat sivujen 31 ja 32 laatat. Sivun 33 laatoilla voi kokeilla laatoittamista monenmuotoisilla laatoilla. Väritettyjä laatoituksia voi liimata kartongille kauniiksi taideteoksiksi.

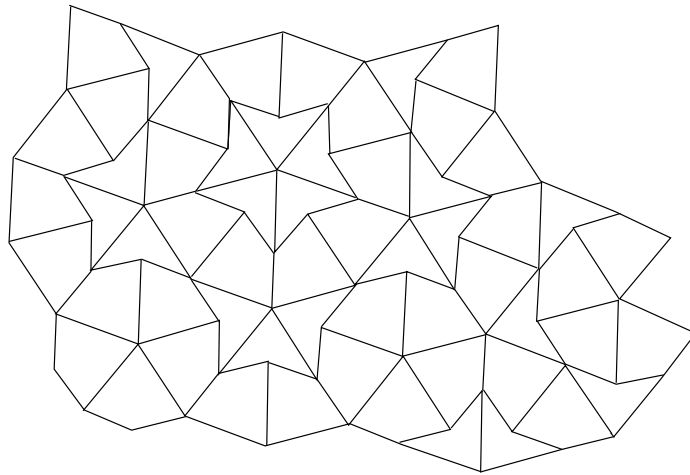
Penrose-laatoitus

Penrose-laatoitus on saanut nimensä keksijänsä Roger Penrosen mukaan. Se on epäsäännöllinen laatoitus.

Penrose laattojen kaaviot löytyvät sivulta 34. Kun laattoja yhdistellään kuvan 2.1 tavalla mustalla pikkuympyrällä merkityt kulmat vastakkain ja valkoisella ympyrällä merkityt kulmat vastakkain, saadaan aikaan kuvan 2.2 kaltaisia laatoituksia.



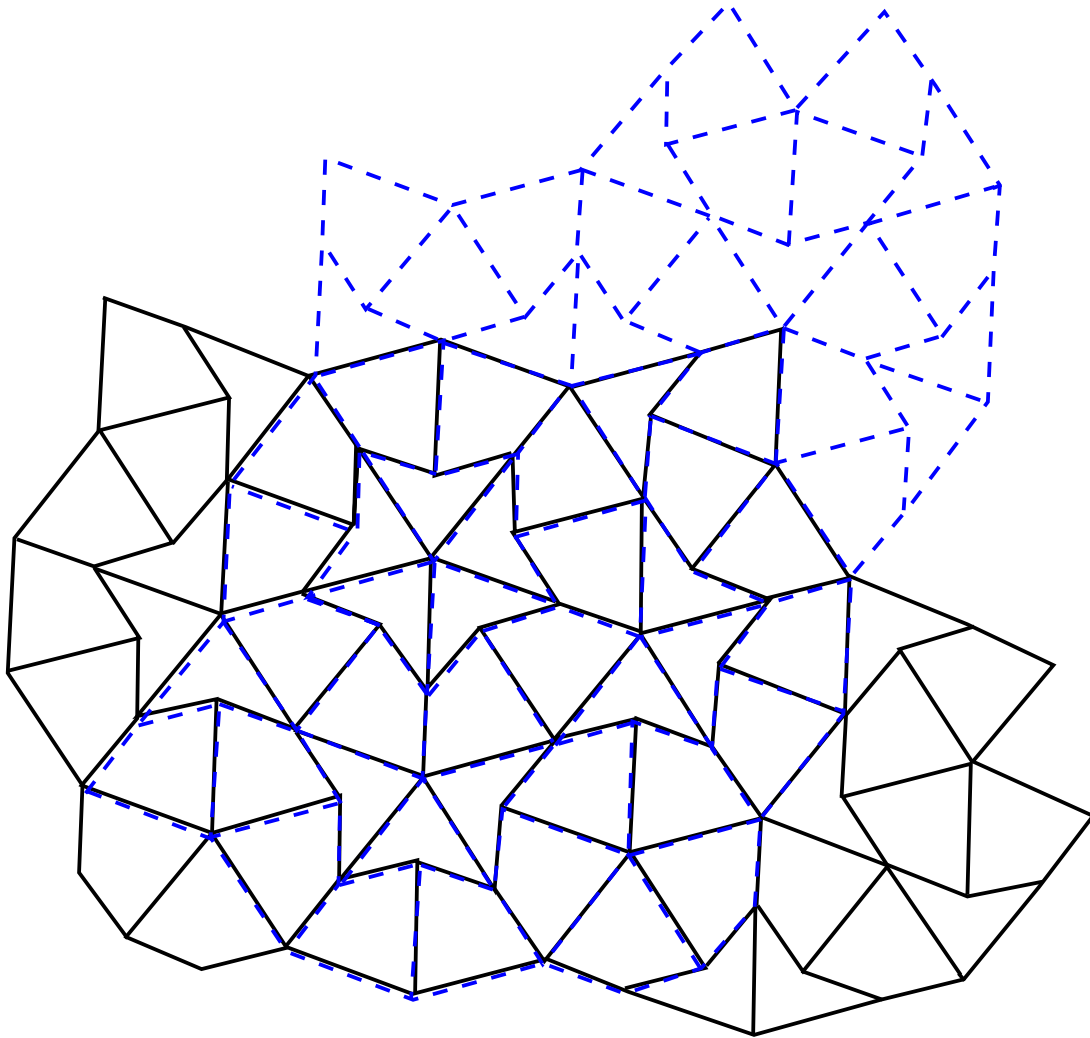
Kuva 2.1: Penrose-laatoituksen teko-ohje



Kuva 2.2: Eräs Penrose-laatoitus

Pohdiskeltavaa

- Tuliko luokassa Penrose-laatoista samanlaisia laatoituksia?
- Kopioi jokin Penrose-laatoitus kalvolle ja kokeile pyörittää kalvoa alkuperäisen laatoituksen päällä. Mitä huomaat? Seuraavan sivun kuvassa 2.3 on tehty tämä.
- Voiko Penrose-laatoilla täyttää tason säännöllisesti, jos unohtaa mustat ja valkoiset pikkuympyrät?

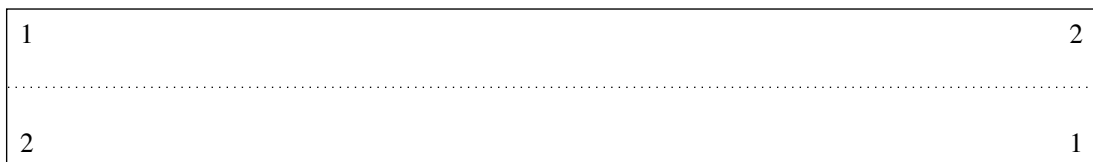


Kuva 2.3: Penrose-laatoituksen kääntäminen

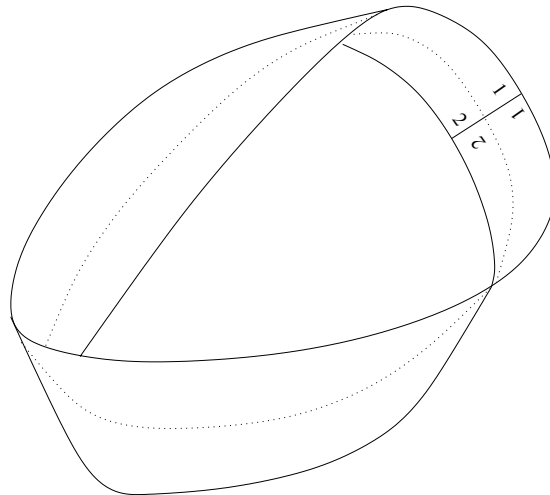
2.1 Välipala-2: yksipuolinen paperi

Paperiarkissa on aina kaksi puolta. Jotta paperin molemmille puolille voisi piirtää viivan, täytyy kynää nostaa välillä ja siirtää se paperin toiselle puolelle. Vuonna 1858 saksalaiset matemaatikot August Ferdinand Möbius ja Johann Benedict Listing kehittivät toisistaan riippumatta tavan taittaa paperisuikale niin, että saadulla paperikappaleella on vain yksi puoli ja yksi reuna. Tällaista kappaletta kutsutaan Möbiuksen nauhaksi ja se tehdään seuraavalla tavalla.

Leikataan paperista sopivanlevyinen suikale. Liimataan suikaleen päät yhteen kääntäen toista päätä 180° . Siis yhdistetään kuvassa 2.4 ykköset keskenään ja kakkoset keskenään. Näin saadaan kuvan 2.5 näköinen Möbiuksen nauha.



Kuva 2.4: Paperinauha



Kuva 2.5: Möbiuksen nauha

Möbiuksen nauhan yksipuolisuuden voi todeta esimerkiksi piirtämällä kynällä viiva nauhan keskiviivaa pitkin. Näin tullaan piirtäneeksi kynää nostamatta alkuperäisen suikaleen molemmille puolille.

Möbiuksen nauha kannattaa myös kokeilla leikata halki keskiviivaa pitkin ja katsoa, mitä syntyy. Kannattaa kokeilla myös tehdä sellainen nauha, jossa toista

päätä käännetään 360° tekovaiheessa ja leikata näin syntynyt nauha keskeltä halki.

Möbiuksen nauhalla on myös vain yksi reuna, jonka voi todeta kuljettamalla sormea reunaa pitkin.

Möbiuksen nauhoja voidaan käyttää moottoreissa hihnoina, jolloin hihnat saadaan kestävämmiksi, kun kulutus pintaa on kaksinkertaisesti normaaliin hihnaan verrattuna.

2.2 Paradokseja

Paradoksit ovat lausumia, jotka ovat yhtä aikaa sekä tosia että epätosia. Paradokseihin törmää usein ja monesti ne johtuvat kielestä. Alla muutamia paradokseja mielen virkistämiseksi.

Jos sanon:”Minä valehtelen!”, puhunko silloin totta vai valehtelenko?

Kerrostalossa asuu miesparturi, joka ajaa kaikkien niiden miesten parrat, jotka eivät aja partaansa itse. Ajaako parturi oman partansa?

Kirjoita paperilapun toiselle puolelle lause:”Paperin toisella puolella oleva lause on totta.” ja toiselle puolelle:”Paperin toisella puolella oleva lause ei ole totta.” Kääntelee paperia ja mieti tarkkaan, mitä tulit kirjoittaneeksi.

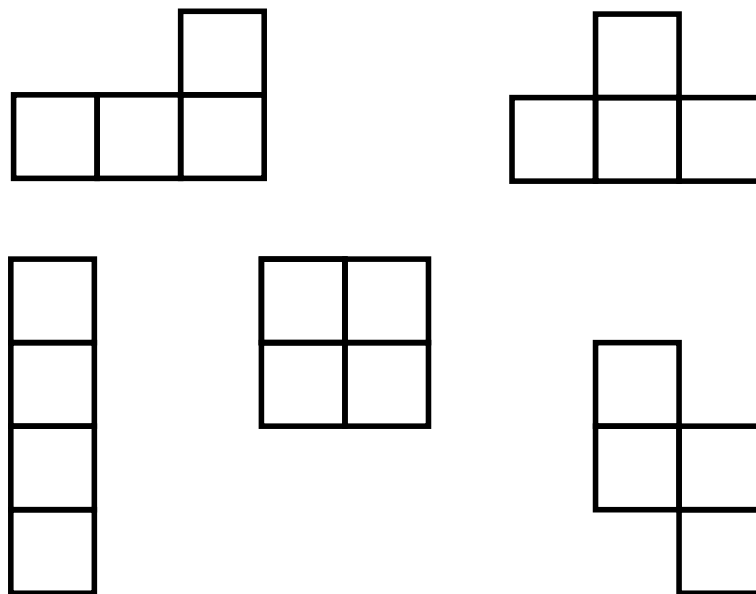
Älä lue tätä lausetta!

Seuraava ei varsinaisesti ole paradoksi, mutta mietityttää varmasti siltikin kummallisuudellaan.

Jos koolla on 23 sattumanvaraisesti valittua ihmistä, on todennäköisempää, että kahdella on sama syntymäpäivä (päivä ja kuukausi), kuin että kaikilla on eri syntymäpäivä.

3 Tetrominot (1h)

Tetrominot ovat neljästä samankokoisesta neliöstä muodostuvia monikulmioita. Neliöt asetellaan tetrominon niin, että vähintään kaksi neliötä on aina sivuistaan kiinni toisissaan ja niin, että sivut ovat kokonaan kiinni toisiinsa. Mahdollisia tetrominoja ovat näin muodostaen siis kuvan 3.1 viisi monikulmiota.



Kuva 3.1: Tetrominot

Materiaali

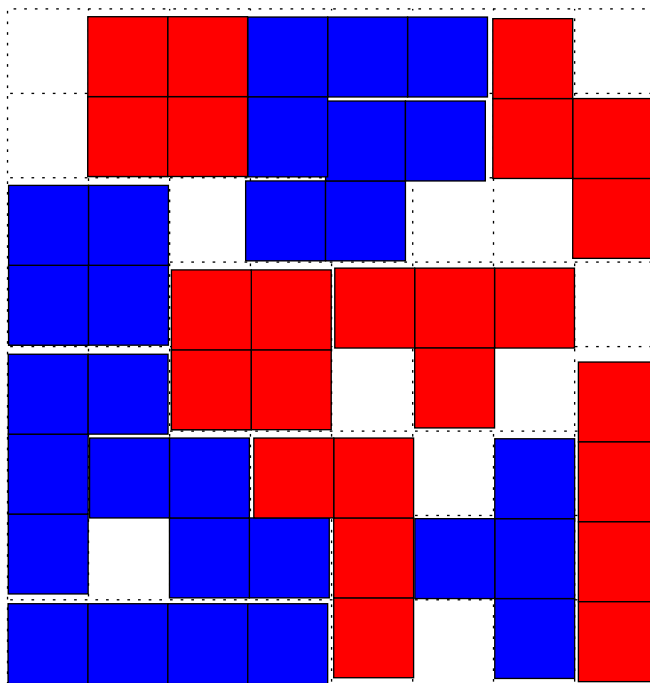
- Jokaiselle oppilaalle kaksi sarjaa tetrominoja (kopio sivulla 21). Nuoremmille lapsille mallia kannattaa suurentaa, mutta peliä pelatessa täytyy muistaa suurentaan myös sivun 22 pelilautaa samassa suhteessa.
- Kartonkia.

Toteutus

Ensimmäisenä kannattaa selittää oppilaille tetrominon periaate ja pyytää oppilaita piirtämään kaikki mahdolliset tetrominot ruutupaperille.

Kun oppilaat ovat tehneet itselleen kaksi settiä tetrominoja, pelataan pareittain tetromino-peliä. Pelilauta löytyy sivulta 22. Pelin säännöt ovat seuraavat. Kumpikin pelaaja laittaa vuorotellen pelilaudalle tetrominopalan. Pelin voittaa se, joka saa laitettua pelilaudalle viimeisen palan.

Tetrominoilla voi myöskin testata laatoituksia (katso kappale 2).



Kuva 3.2: Esimerkkipeli, jonka sininen voittaa

4 Puolisäännöllisiä monitahokkaita (1–2h)

HUOM! Tämä ohjelma soveltuu huonosti alle 3-luokkalaisille, koska taittelu vaatii sorminäppäryyttä.

Oppaan ykkösosassa käsiteltiin Platonin kappaleita. Tässä kappaleessa taitellaan pahvista niinsanottuja Arkhimedeen kappaleita. Arkhimedeen kappaleita on 13 kappaletta. Ne ovat sellaisia puolisäännöllisiä kappaleita, jotka koostuvat kahden- tai useammanlaisesta säännöllisestä monikulmiosta. Arkhimedeen kappaleiden kärjet ovat aina keskenään samanlaisia ja särmit yhtä pitkiä.

Arkhimedeen kappaleet ominaisuuksineen on lueteltu allaolevassa taulukossa. Kirjoittaja on suomentanut nimet parhaaksi katsomallaan tavalla.

Kappale	tahkoja	särmiä	kärkiä
kuboktaedri (kaava sivulla 23)	14	24	12
ikosidodekaedri (kaava sivulla 24)	32	60	30
rombikuboktaedri (kaava sivulla 25)	26	48	24
rombi-ikosidodekaedri	62	120	60
rombitypistetty kuboktaedri	26	72	48
rombitypistetty ikosidodekaedri	122	240	120
pullistettu kuutio	38	60	24
pullistettu dodekaedri	92	150	60
typistetty kuutio	14	36	24
typistetty dodekaedri	32	90	60
typistetty ikosaedri	32	90	60
typistetty oktaedri	14	44	28
typistetty tetraedri	8	18	12

Taulukko 4.1: Arkhimedeen kappaleet

Eräitä Arkhimedeen kappaleita kartongista taiteltuna

Materiaali

- Kopioita sivujen 23–27 kaavakuvista suurennettuna mahdollisimman isoksi (suositeltavinta on suurentaa ne A3-paperille),
- kartonkia
- nappi tai helmi ja naru ripustamista varten.

Toteutus

Valmiita kappaleita voi tutkia aivan kuten Platonin kappaleitakin. Kappaleita voi luokitella tahkojen muodon mukaan ja oppilaat voivat kustakin kappaleesta kertoa, mitkä monikulmiot muodostavat aina kärjen.

Kuvassa 4.1 on vasemmalta lukien typistetty tetraedri, ikosidodekaedri, kubboktaedri, rombikuboktaedri ja typistetty oktaedri.



Kuva 4.1: Arkhimedeen kappaleita

4.1 Välipala-3: Noppaventti

Noppaventti on erinomainen tapa kehittää yhteen- ja vähennyslaskutaitoa. Peli soveltuu myös ekaluokkalaisille, jos käytetään normaaleja noppia. Noppaventillä voi opettaa myöskin todennäköisyyskäsitettä.

Materiaali

Jokaiselle oppilaalle kuusi tavallista noppaa tai multinoppasetti (4-, 6-, 8-, 10-, 12- ja 20-tahkoiset nopat).

Toteutus

Tavoitteena pelissä on päästä mahdollisimman lähelle 21:tä. Pelaajat heittävät vuorotellen noppaa ja laskevat tulokset yhteen. Se, joka pääsee lähimmäs 21:tä on voittaja. Kaikkia noppia ei tarvitse käyttää. Jos käytössä on multinopat, pelaaja saa valita käyttämänsä nopan aina ennen heittoa.

Toinen tapa pelata on heittää edelleenkin vuorotellen, mutta nyt kaikki heittävät kaikki nopat ja päättävät aina ennen heittoa vähennetäänkö vai lisätäänkö nopan tulos edellisiin.

Multinoppia käytettäessä voi oppilaiden kanssa pohtia myös sitä, millä nopalla kannattaisi aloittaa ja miksi.

5 Rakennelmia kuutioista (2h)

Rakennelmien kokoaminen perspektiivikuvista ja kaavioista kehittää spatiaalista hahmotuskykyä. Spatiaalisilla kyvyillä on suuri merkitys erityisesti modernissa, teknologisesti suuntautuneessa yhteiskunnassa. Aiemmin spatiaalisten kykyjen hyöty nähtiin lähinnä sellaisille ammattiteille, joissa tarvitaan suoraan varsinaista avaruudellista hahmottamista, esimerkiksi lentäjille, insinööreille ja teknisille piirtäjille. Myöhemmin useissa tutkimuksissa on havaittu hyvien spatiaalisten kykyjen auttavan ongelmanratkaisussa, matematiikassa, fysiikassa, kemiassa, maantiedossa, biologiassa, tähtitieteessä ja jopa lukutaidon kehittämisessä.

Tämä ohjelma on muita vaativampi, koska se tarvitsee enemmän esitöitä. Esityöt voi hyvin tehdä lasten kanssa vaikka edellisellä kerralla. Jokainen kolmenneljän hengen ryhmä tarvitsee 15–20 kpl samanlaisia kartonkikuutioita, joten jokaisen oppilaan pitää tehdä ryhmälleen 5 kpl kuutioita. Myös valmiita, esimerkiksi puukuutioita voi käyttää. Sivulla 28 on sopivan kokoisen kuution kaavio, josta kartongille liimaamalla ja taittelemalla saa käyttöön sopivia kuutioita. Koska kuutioita käytetään yhdessä sivun 29 kuvan kanssa, niitä ei kannata pienentää tai suurentaa kopioidessa.

Tehtävät soveltuvat mainiosti ykkösluokalta eteenpäin.

Materiaali

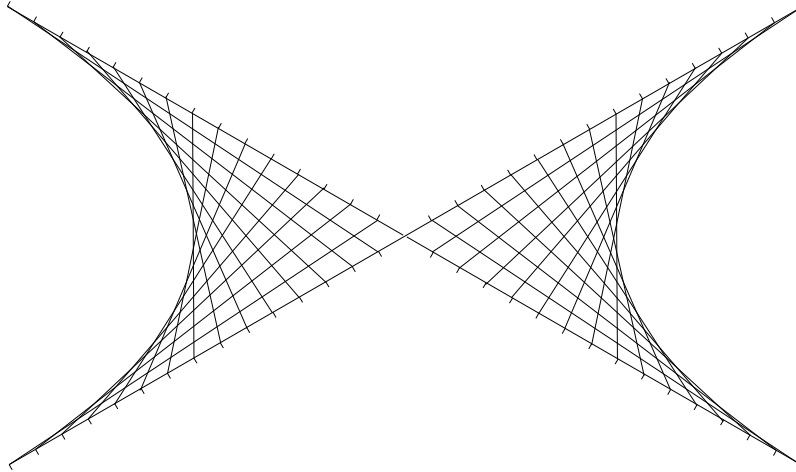
- Sivun 28 kaavakuvien kokoisia kuutioita noin 15-20 kpl ryhmää kohti.
- Liitteen B (alkaa sivulta 35) tehtävät kopioituna jokaiselle ryhmälle. Lisäksi sivulla 29 oleva rakentelualusta kopioituna jokaiselle ryhmälle.

Toteutus

Ohjelma kannattaa toteuttaa niin, että ohjaaja kertoo ensin esimerkiksi piirtoheitintä käyttäen mitä perspektiivi-, etu-, sivu- ja yläkuva tarkoittavat. Tämän jälkeen voidaan alkaa tehdä tehtäviä yksi kerrallaan. Tehtävät kannattaa myös jakaa ryhmille yksi kerrallaan ja tarkastaa edellisen tehtävän lopputulos ennen uuden antamista. Monet tehtävät vaativat myös luokan töiden vertailua, joten kaikkien ryhmien pitää pysyä suunnilleen samassa tahdissa.

Vaikka rakentelu ja kaavioiden luku saattaa vaikuttaa vaikealta, niin ykkösluokkalaiset pystyvät hyvin tekemään annetut tehtävät.

6 Kaaria viivoittimella (1h)



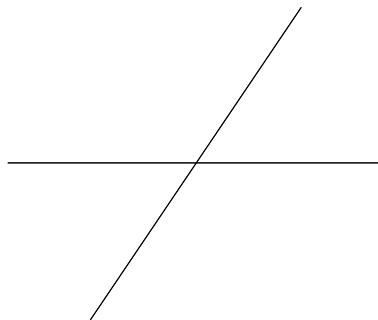
Ylläolevassa kuvassa näkyvät kaksi kaarta on tehty käyttäen pelkästään janoja.

Materiaali

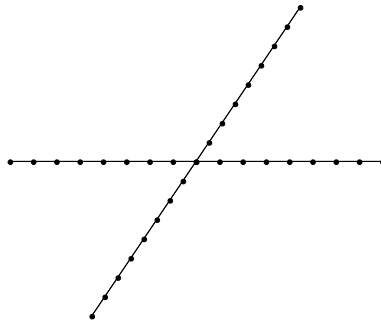
- Paperia, kynä, viivain

Toteutus

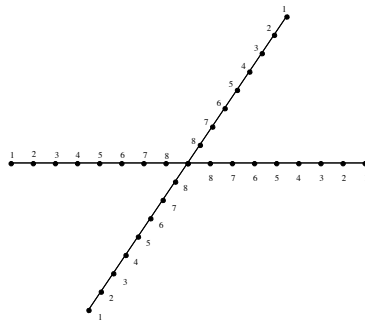
- 1) Piirrä kaksi yhtä pitkä (esim. 16 cm) janaa niin, että ne leikkaavat keskeltä.



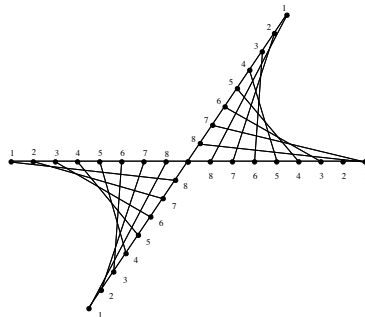
2) Merkkää janoille pisteet 1 cm:n välein.



3) Kirjoita jokaisen pisteen kohdalle luku alla kuvatulla tavalla.



4) Yhdistä luvut janalla niin, että saat aina saman summan. Tässä tapauksessa yhdistetään siis 1 ja 8, 2 ja 7 ja niin edelleen.



Vastaavalla tavalla voi toteuttaa muitakin taideteoksia. Kannattaa kokeilla esimerkiksi, minkälainen kuvio syntyy, kun sivun 30 kuvan pisteet yhdistää ohjeen mukaan.

Yhdistelemisen jälkeen kuvat voi leikata paperista, värittää ja liimata kartongille, näin saadaan aikaan hienoja taideteoksia. Vastaavia teoksia voi tehdä myös piirtämällä edelläkuvatun kuvion laudanpätkälle ja käyttämällä pisteiden kohdilla pieniä nauloja ja yhdistämiseen lankaa.

7 Kirjallisuutta

Björklund, Jenni, Lehto, Saara, Pasanen, Sampo ja Viljanen, Meeri. 2002. **Sukkia ja muuta matematiikkaa**. MFKA-Kustannus. Vantaa

Boyer, Carl. 2000. **Tieteiden kuningatar, matematiikan historia, osat I ja II**. Bookwell. Juva

Kelly, Gwen; Ewers, Tim ja Proctor, Lanna. 2002. **Developing Spatial Sense: Comparing Appearance with Reality**. *Mathematics Teacher*, 95, 702–704

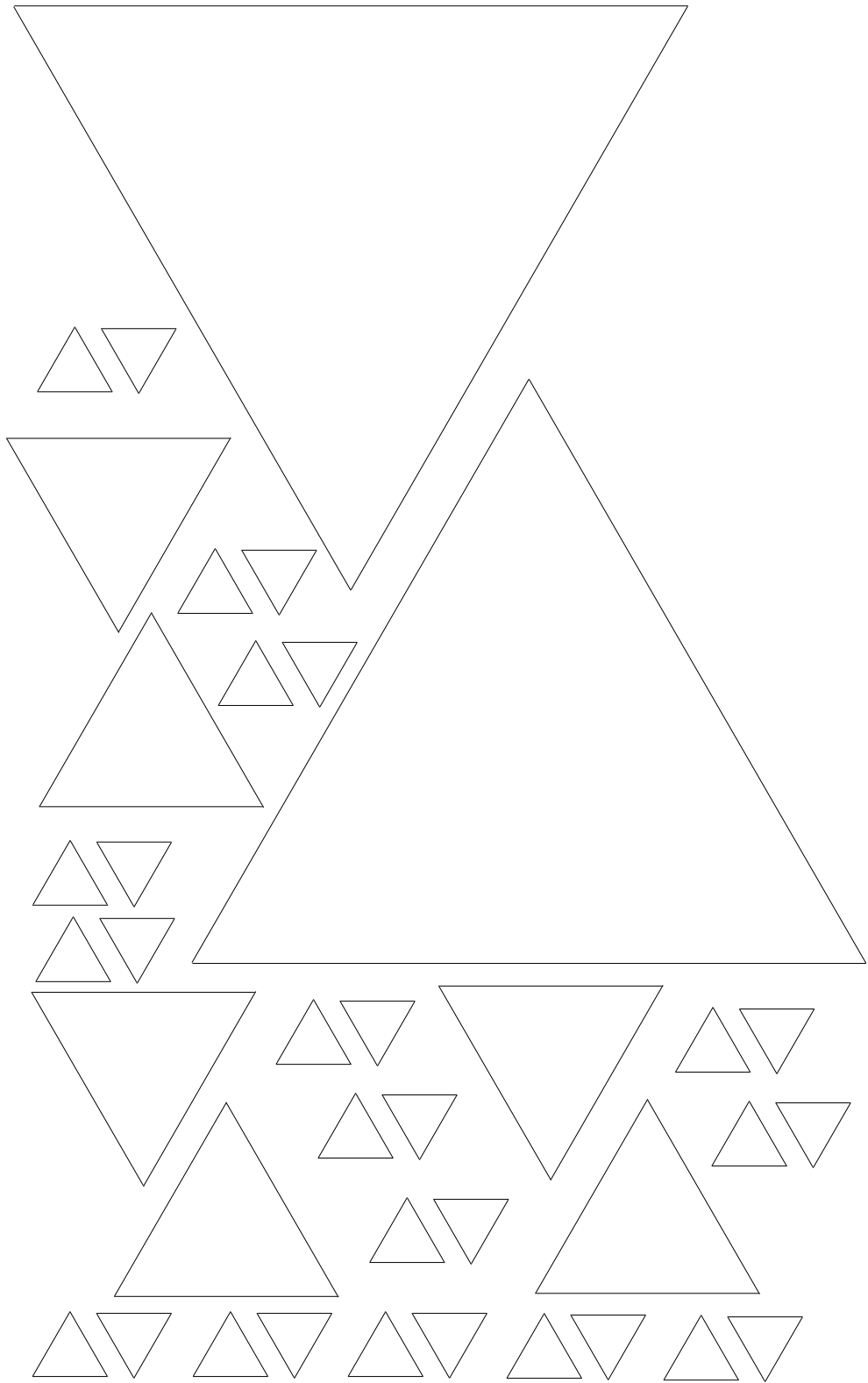
Pappas, Theoni. 1999. **Matematiikan ilot**. Terra Cognita. Helsinki

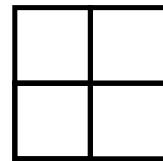
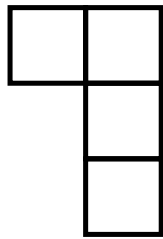
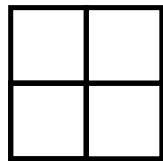
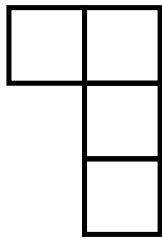
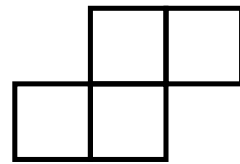
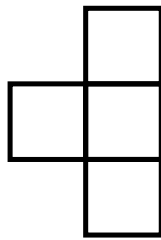
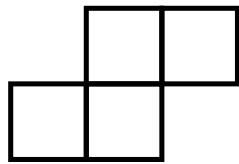
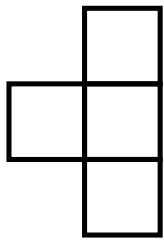
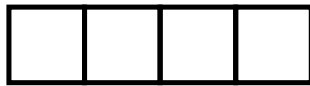
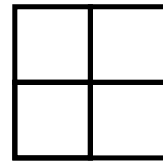
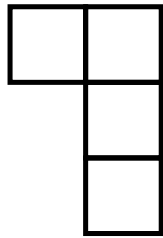
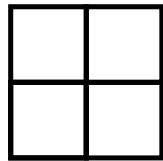
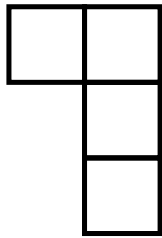
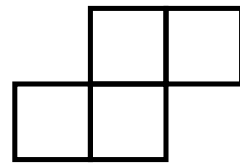
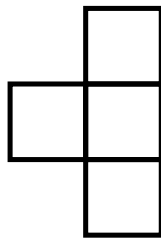
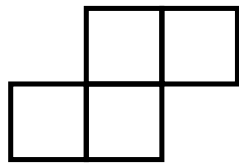
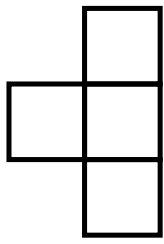
Pappas, Theoni. 2001. **Lisää matematiikan iloja**. Terra Cognita. Helsinki

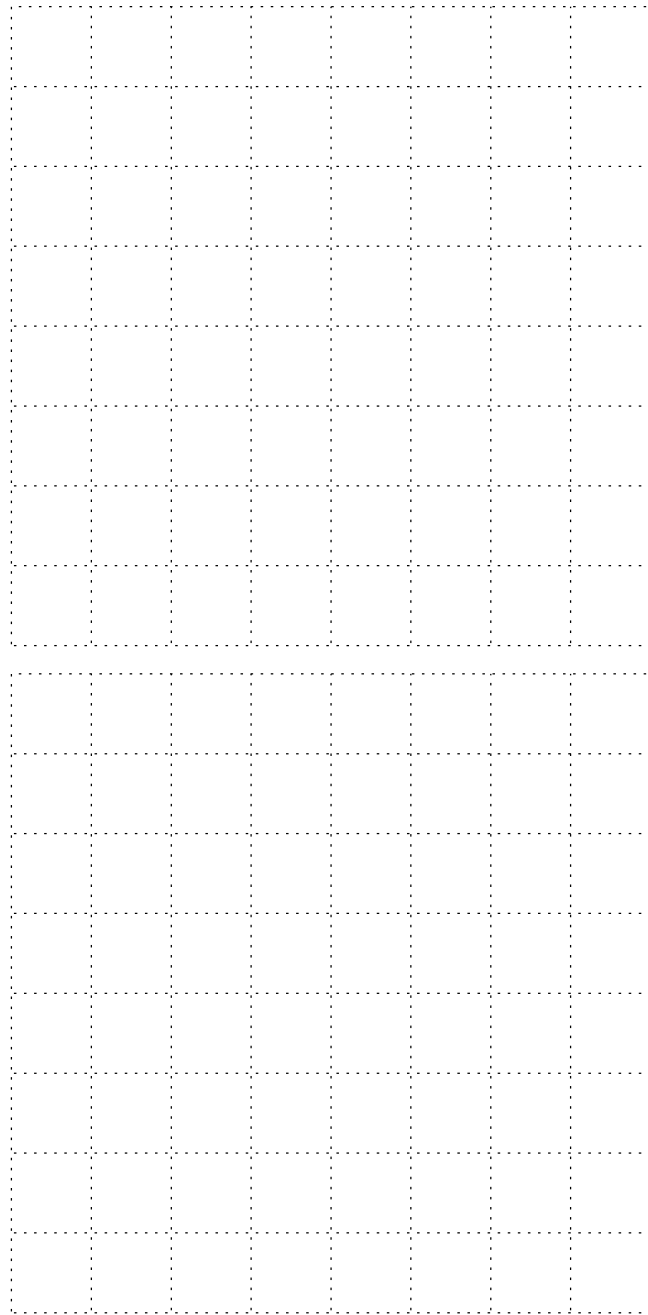
Monitahokkaista.

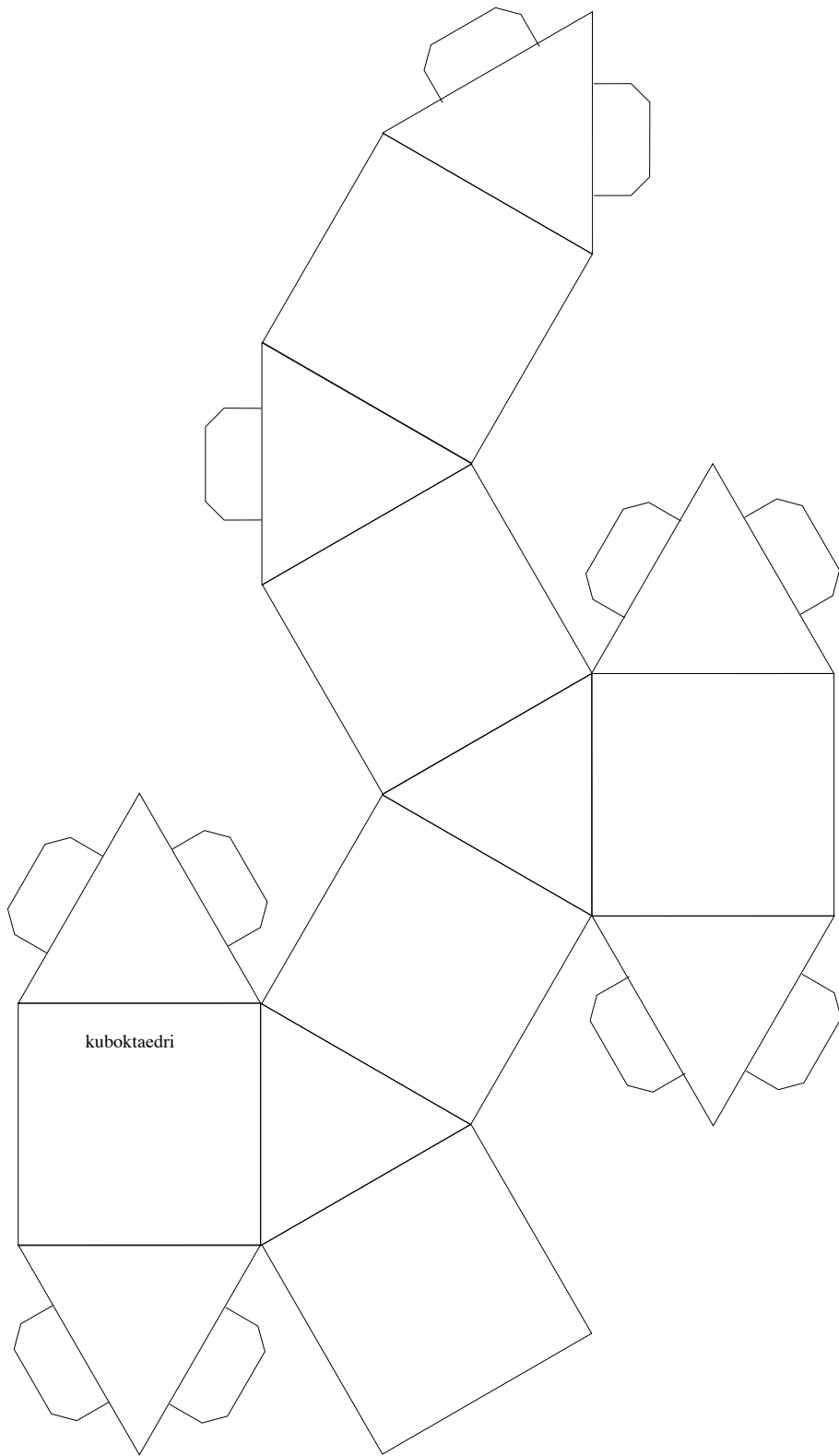
<http://www.scienceu.com/geometry/facts/solids/>

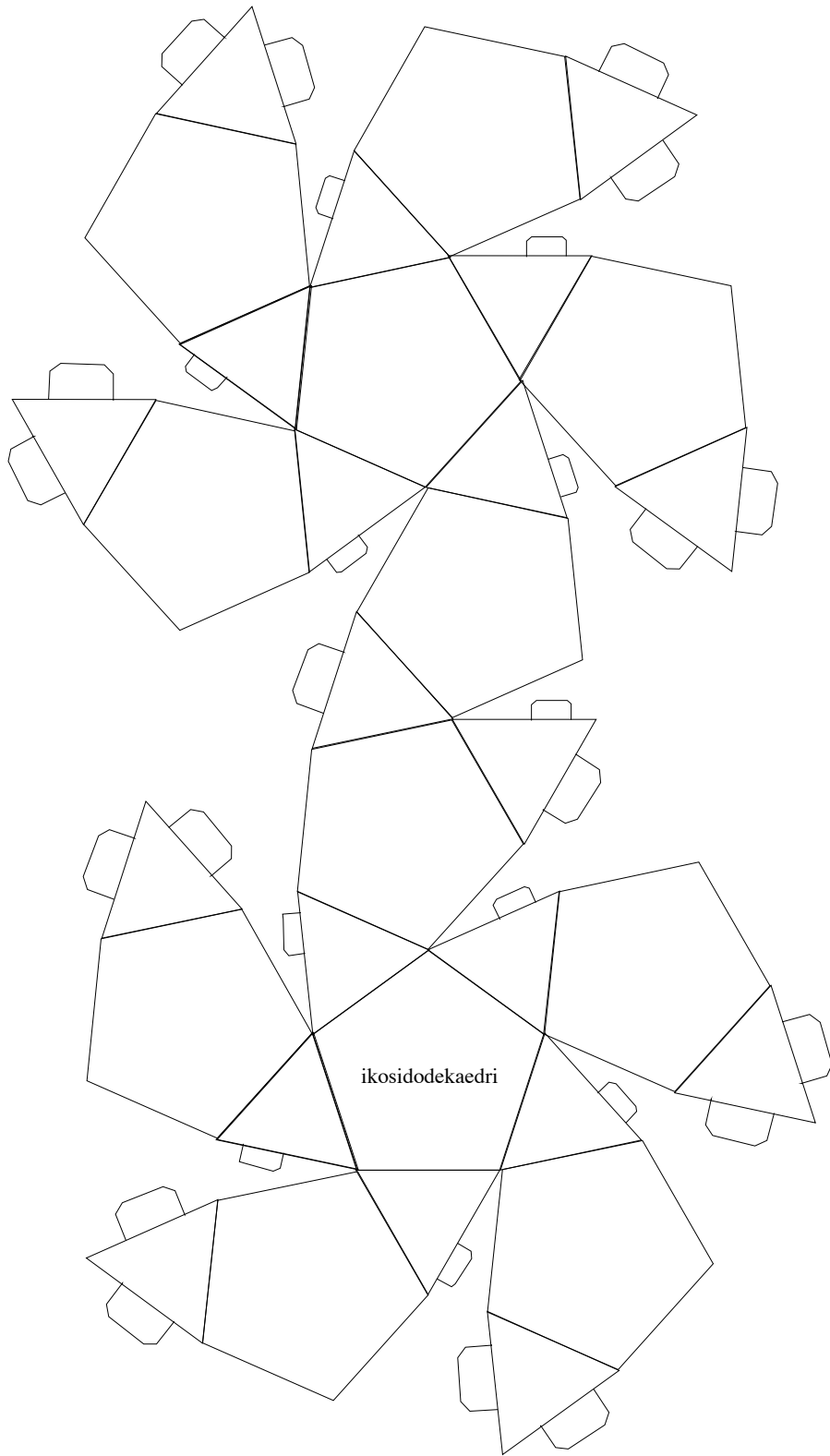
Liite **A** Monistepohjia

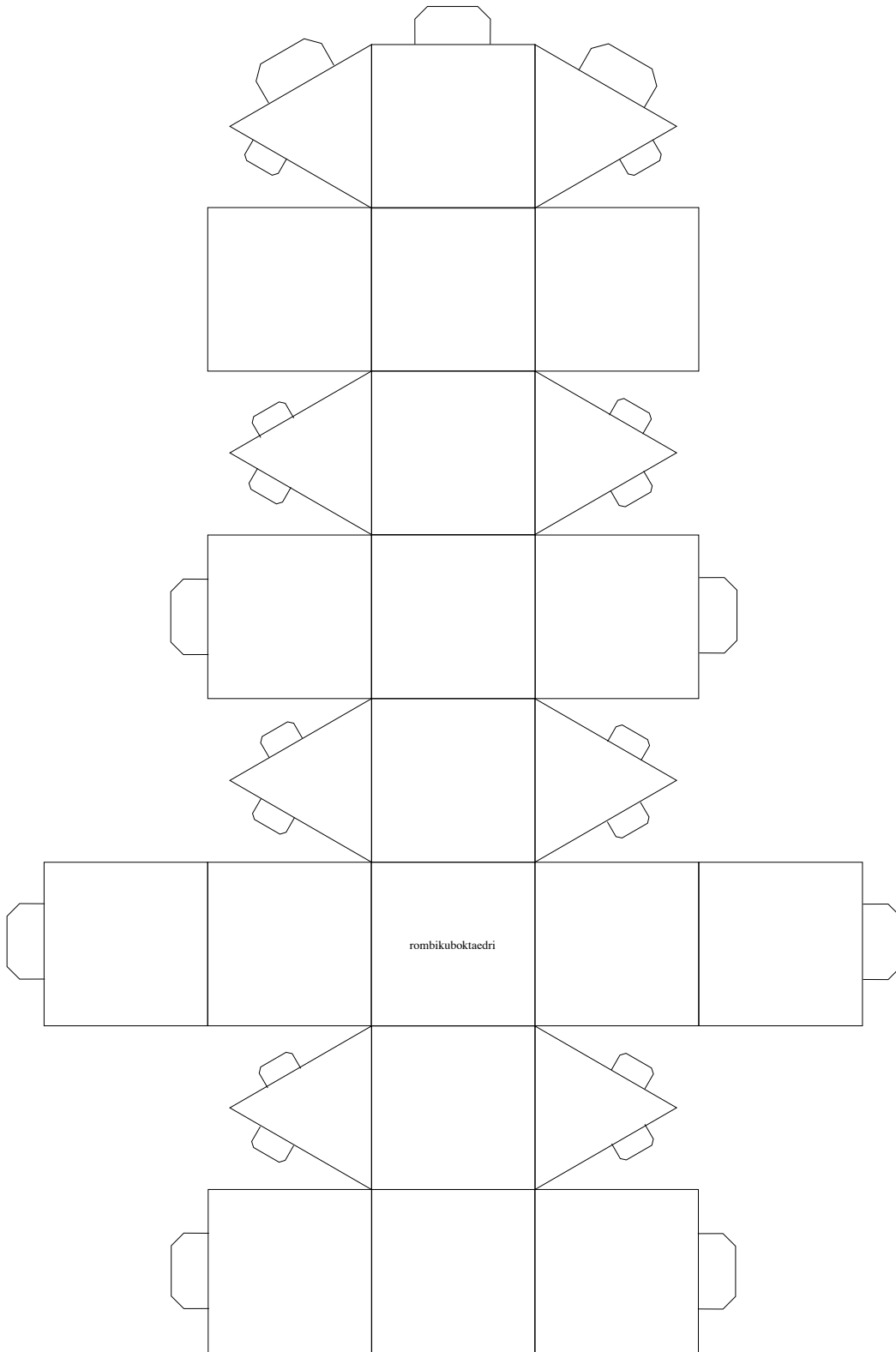


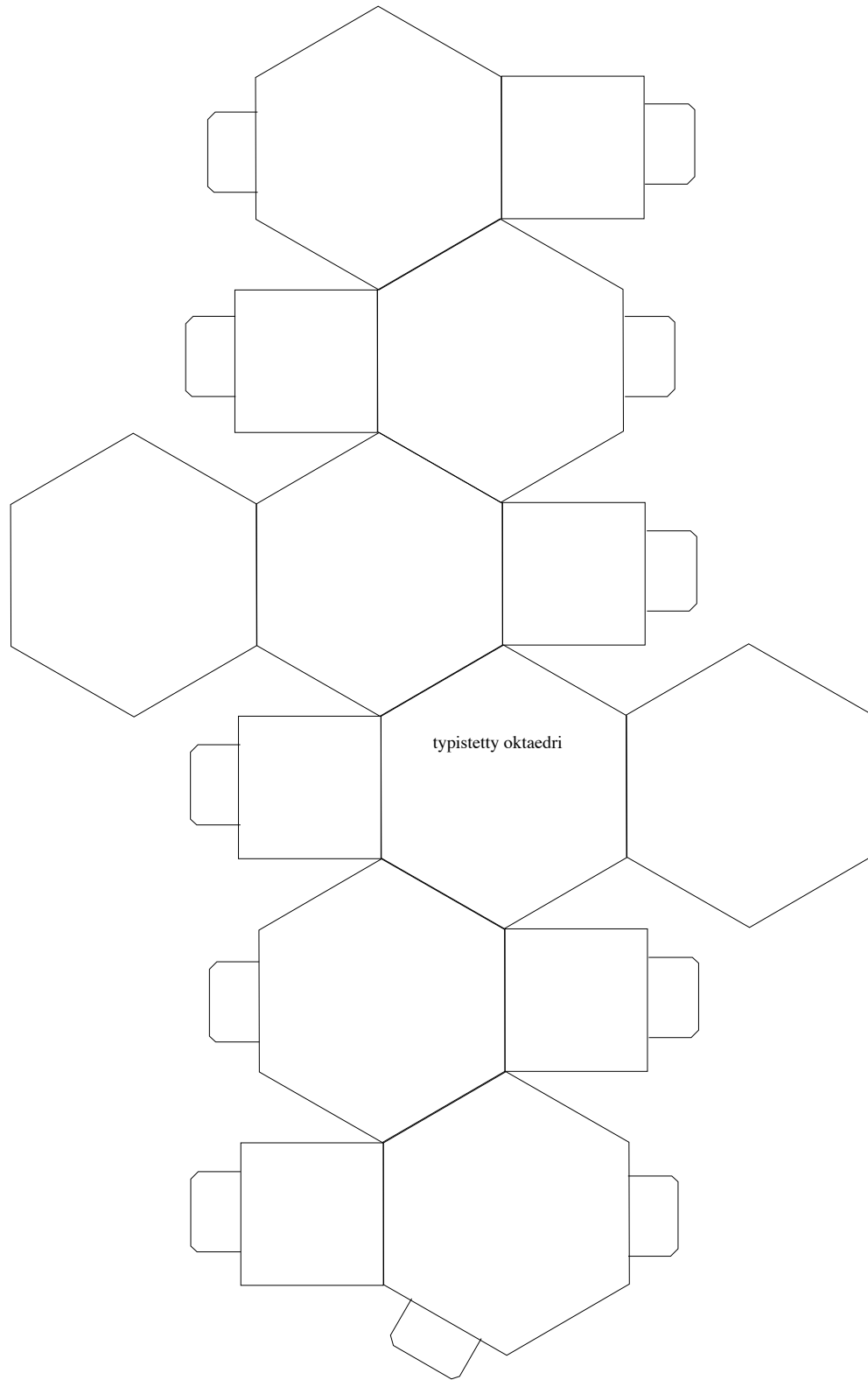


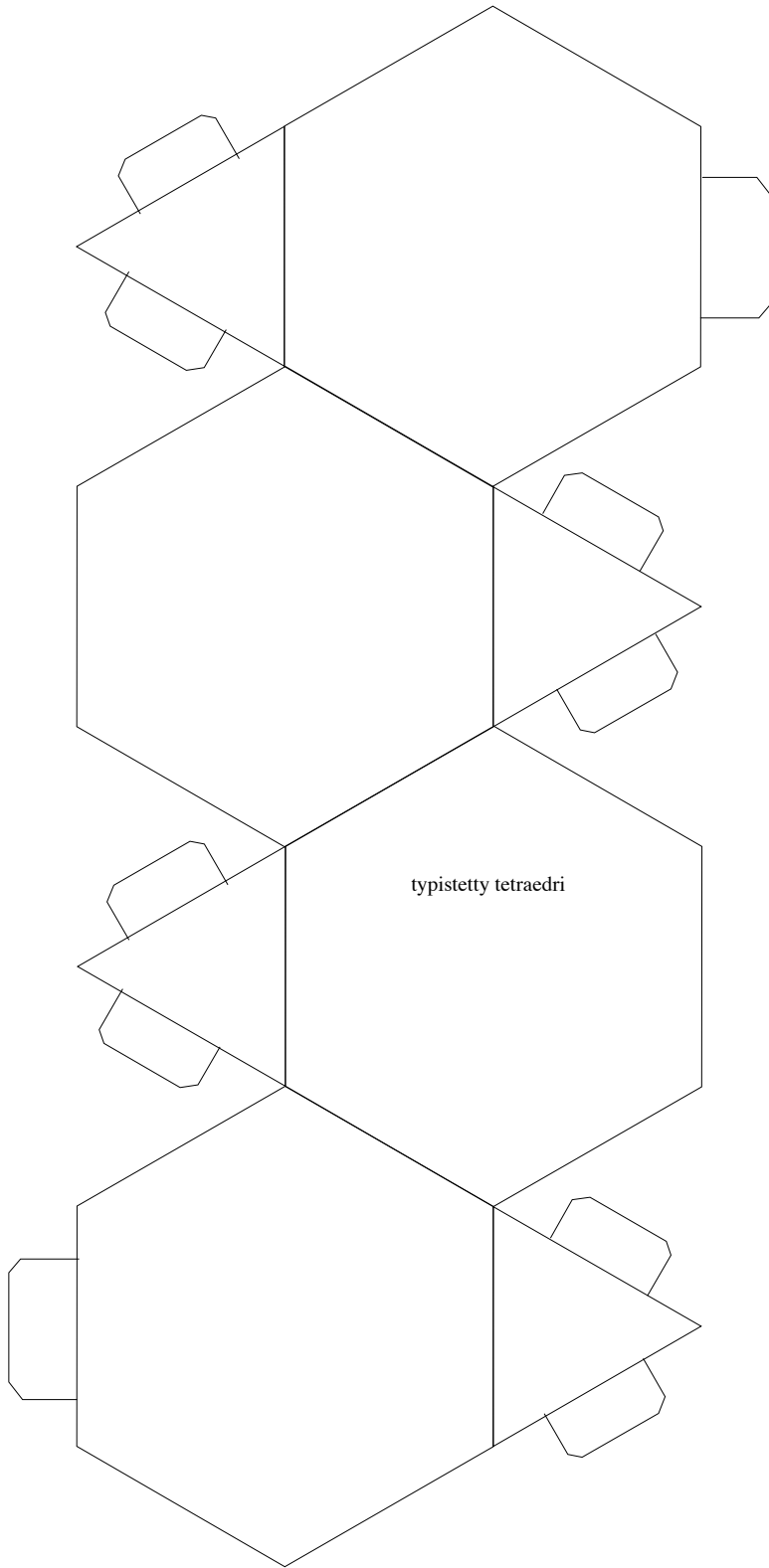


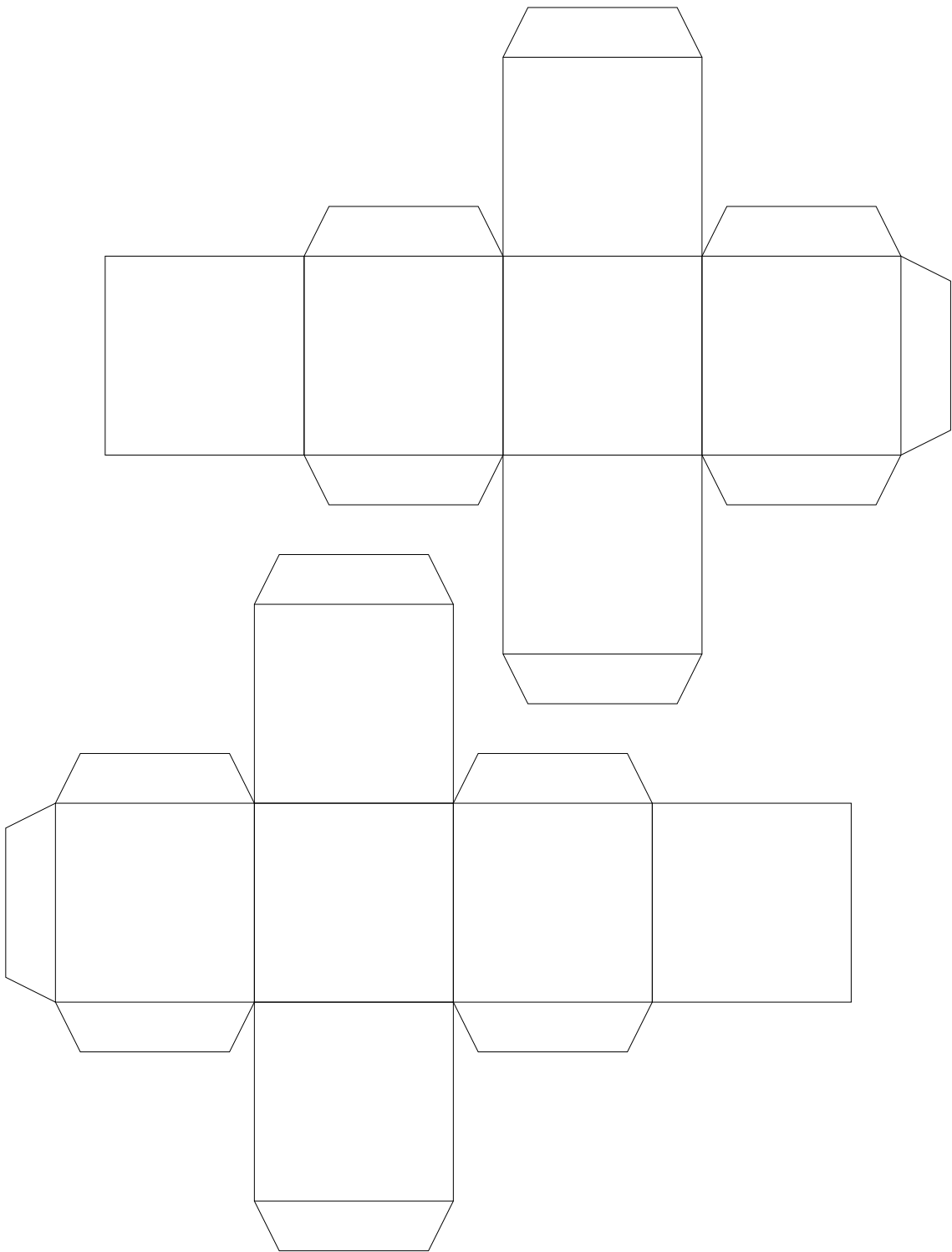








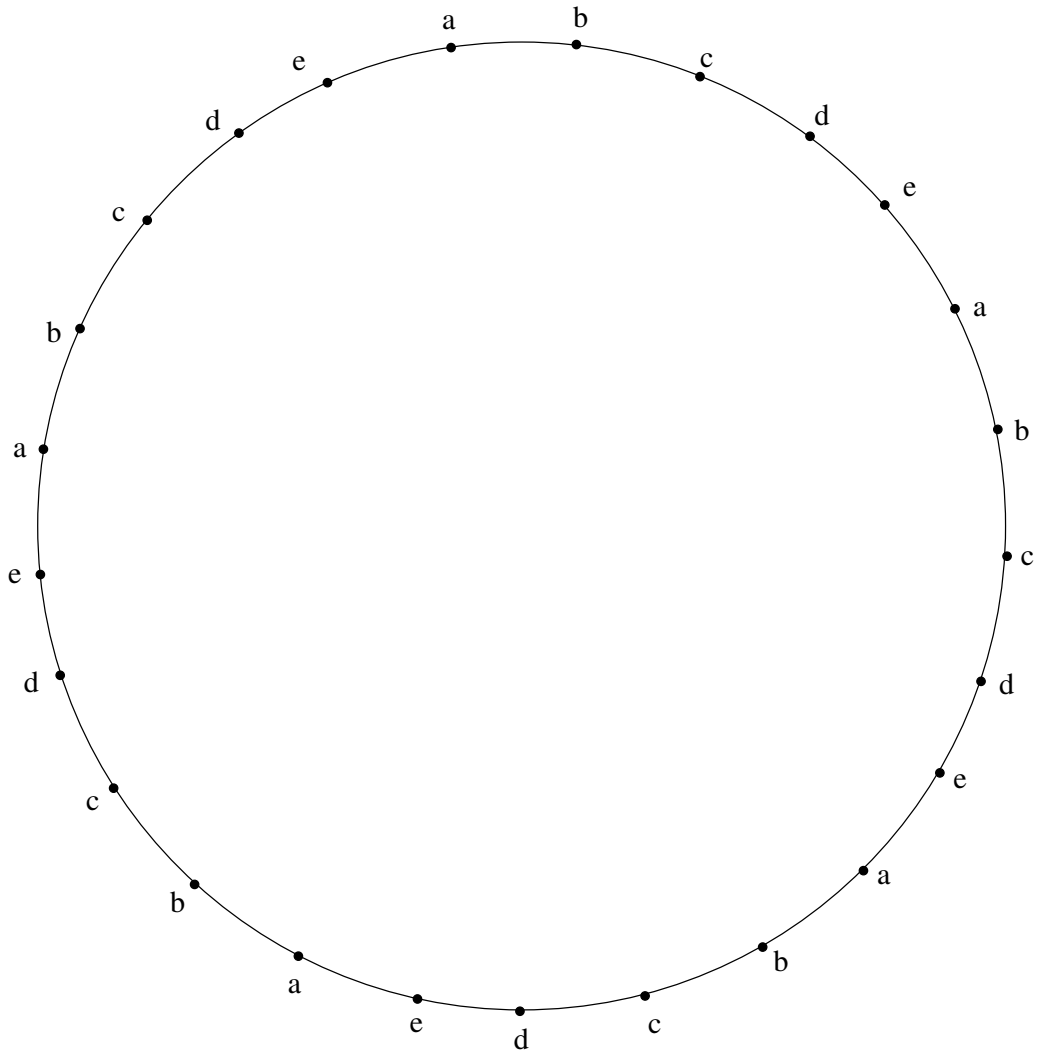


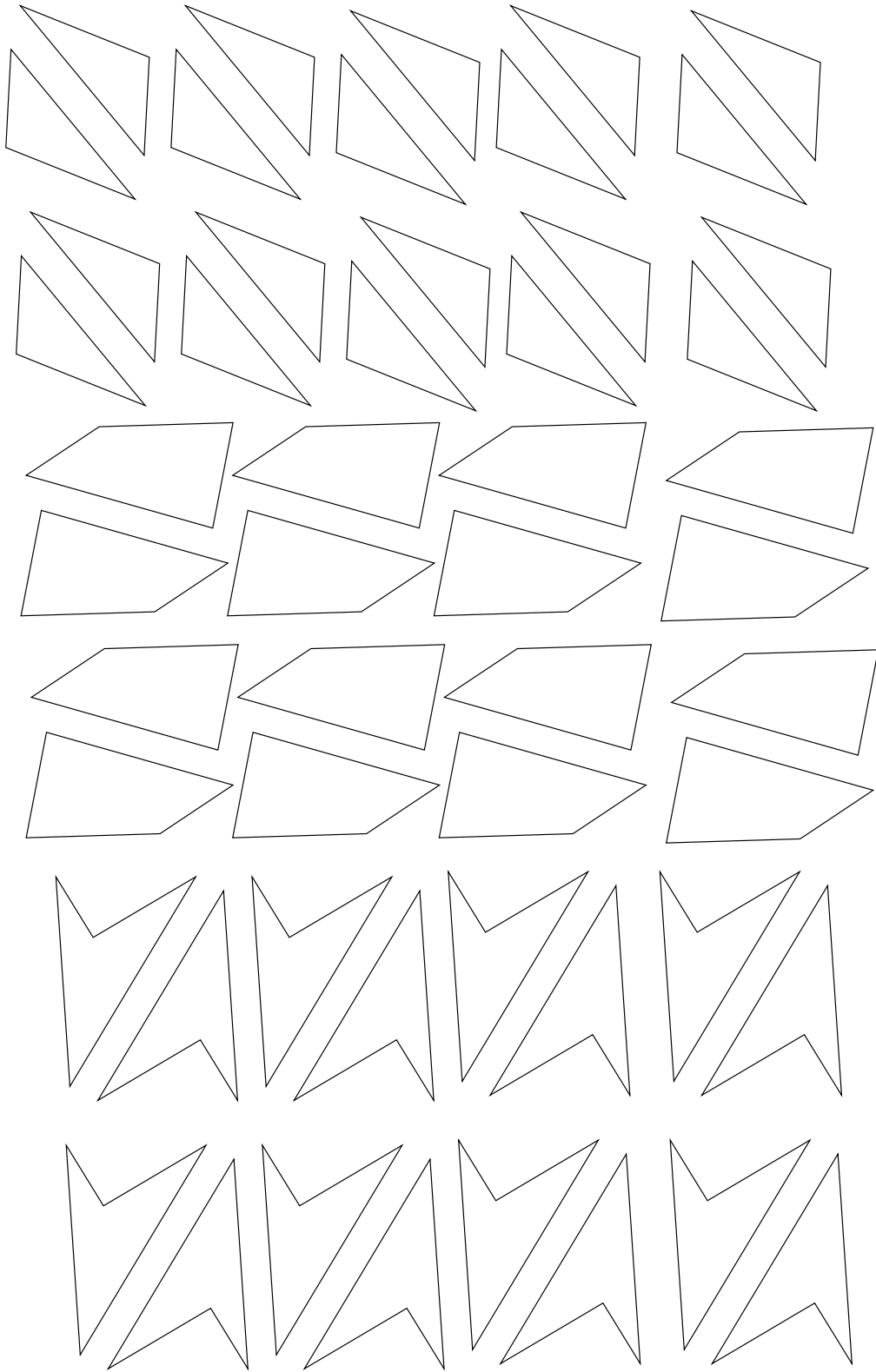


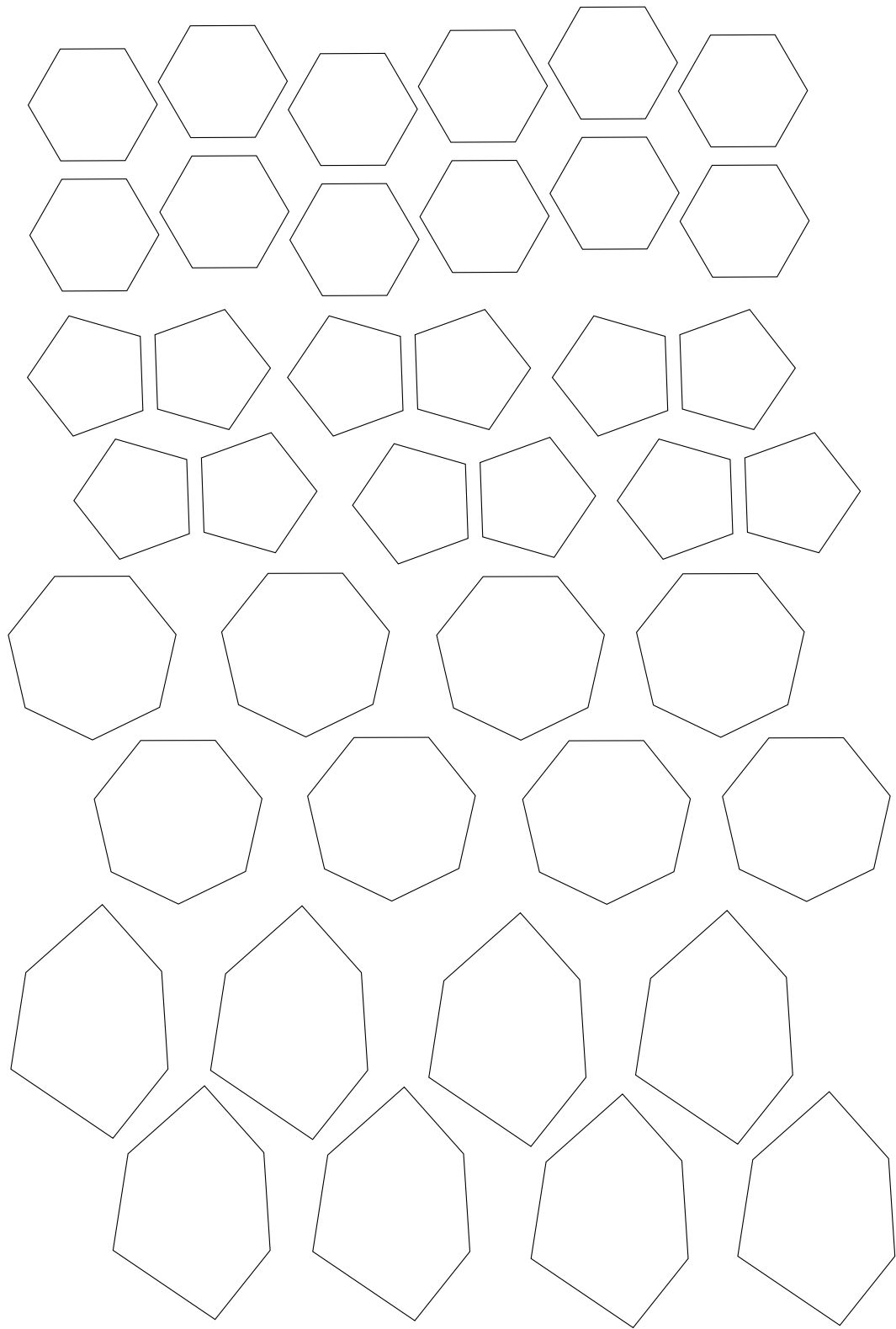
Sivu

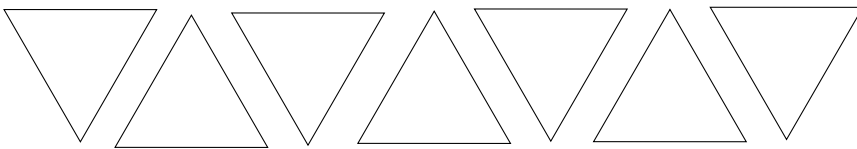
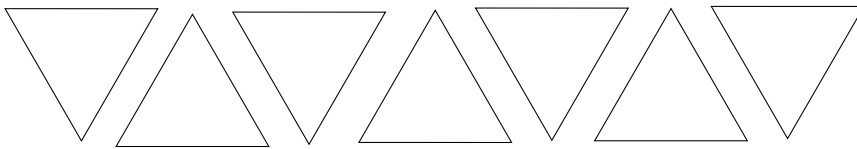
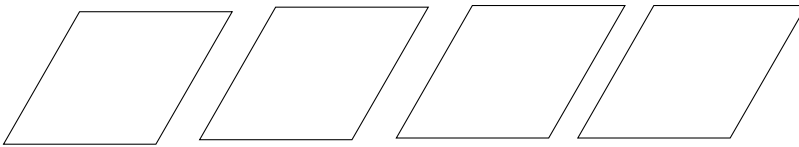
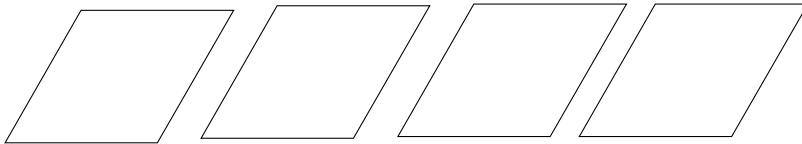
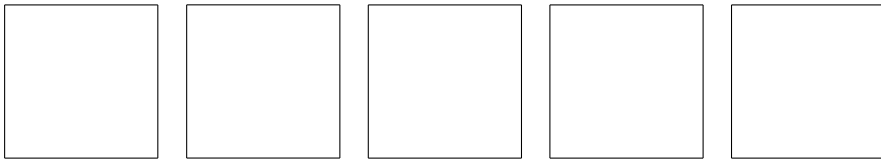
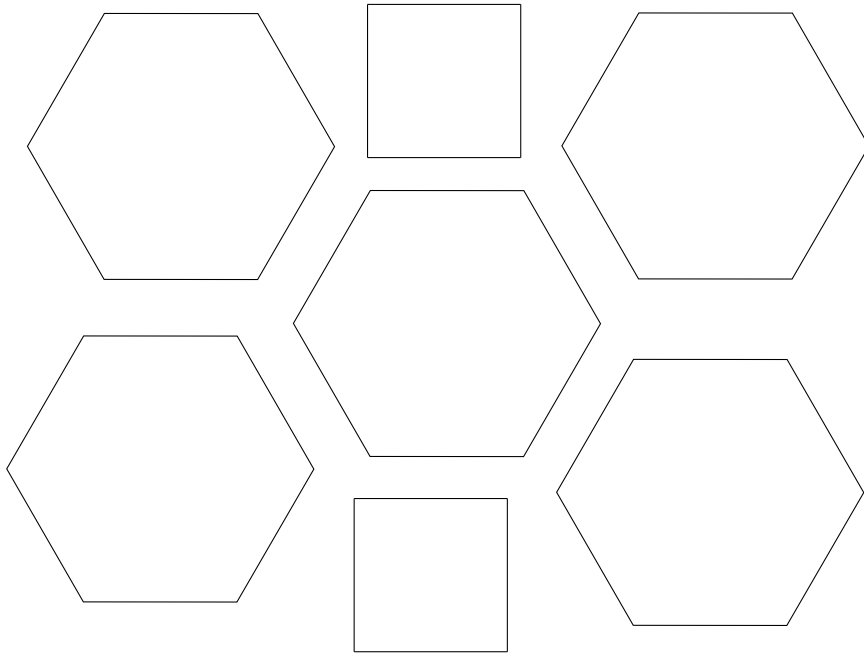
Etupuoli

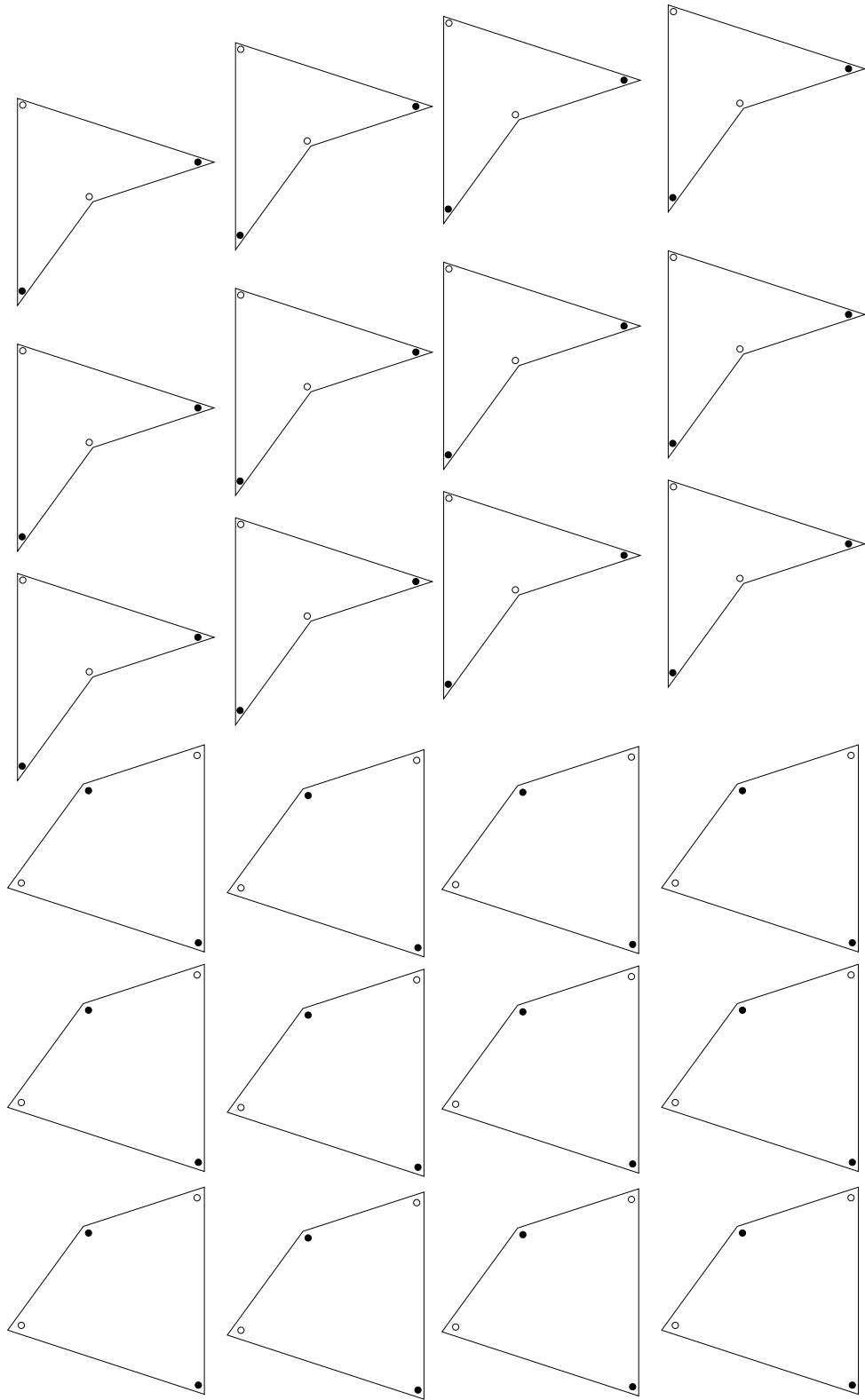
Yhdistä kirjain lähimpiin samanlaisiin kirjaimiin.







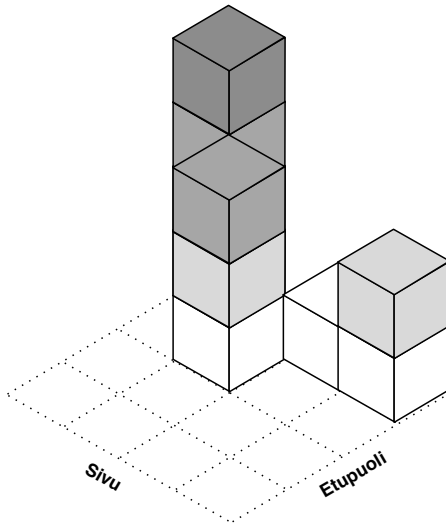




Liite **B** Rakennelmia-kappaleen tehtävät

Huomaa kopioidessa, että tehtävät 1. ja 2. ovat kaksipuoleisia.

Tehtävä 1.



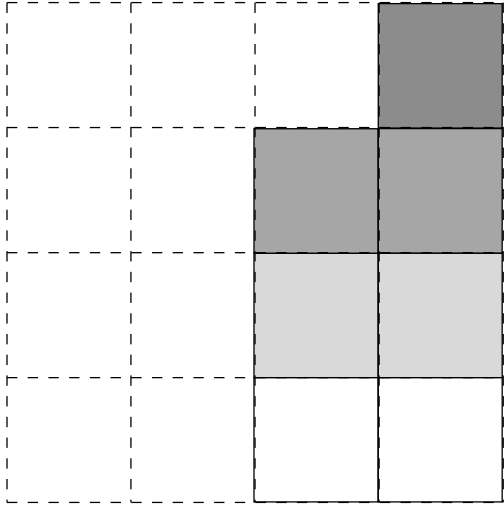
Tehtävänänne on rakentaa kuvan mukainen rakennelma käyttämällä samankokoisia kuutioita.

Toimintaohje

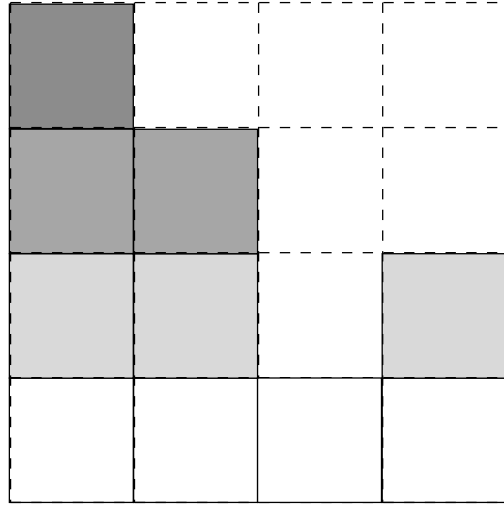
- 1) Rakentakaa kuvan rakennelma ruudukon päälle kuutioista.
- 2) Verratkaa tekemänne rakennelmaa tehtäväpaperin toisella puolella oleviin kaaviokuvaan. Muuttakaa rakennelmaa tarvittaessa.

Pohdittavaa

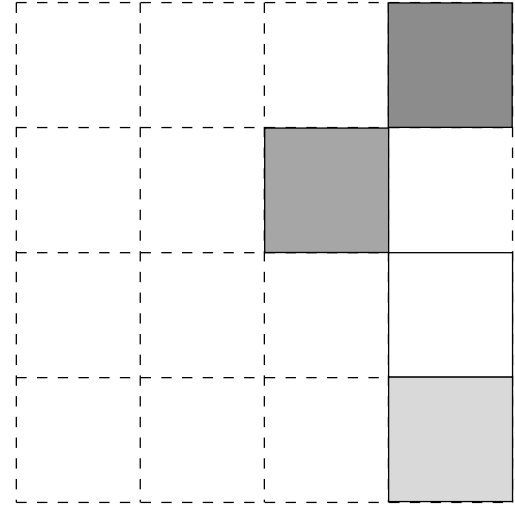
- 1) Oliko tekemänne rakennelma samanlainen, kuin viereisissä pöydissä?
- 2) Muutitteko rakennelmaa sen jälkeen, kun olitte katsoneet kuvan kaavioita?
- 3) Oliko kaavioissa tai perspektiivikuvassa liikaa tietoa? Olisiko vähempi tieto riittänyt rakennelman tekemiseen?



Etupuoli



Sivu



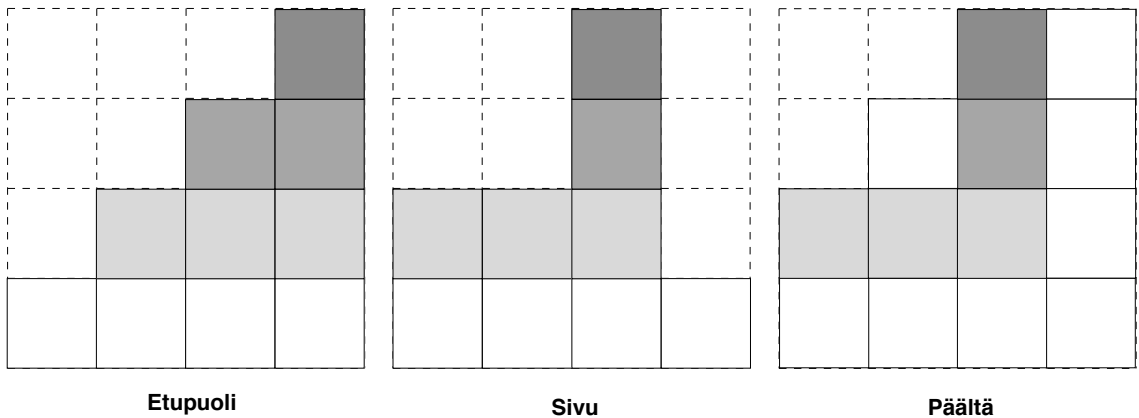
Päättä

Tehtävä 2.

Tehtässä rakennetaan kaaviokuvien mukainen rakennelma.

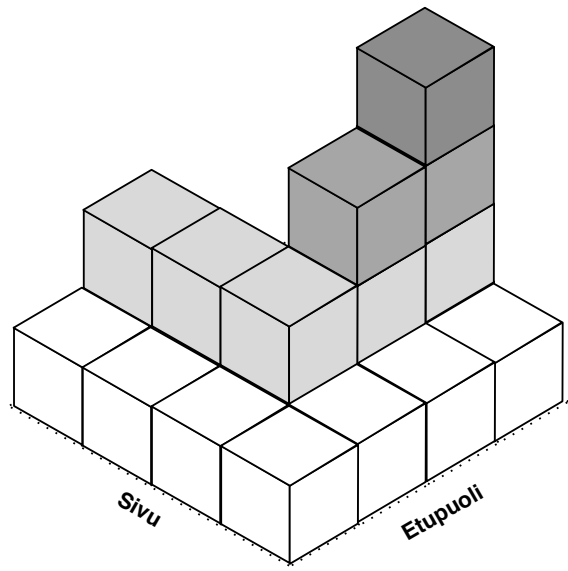
Toimintaohje

- 1) Rakentakaa kuvan kaaviokuvien mukainen rakennelma.
- 2) Verratkaa rakennelmaa kääntöpuolen perspektiivikuvaan.



Pohdittavaa

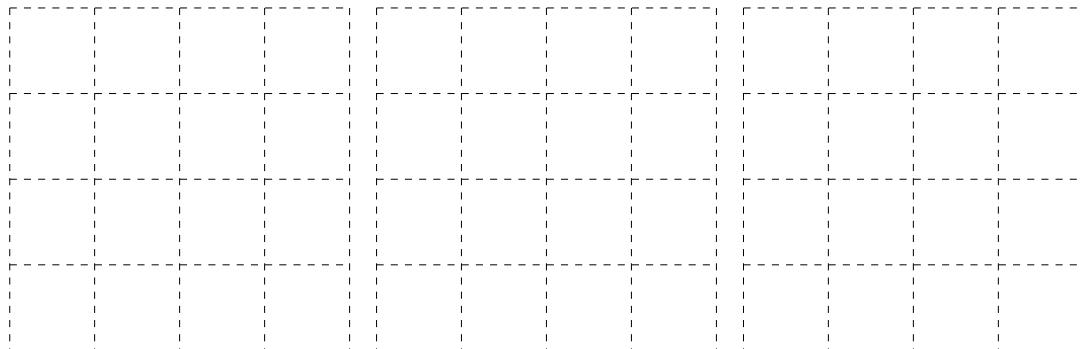
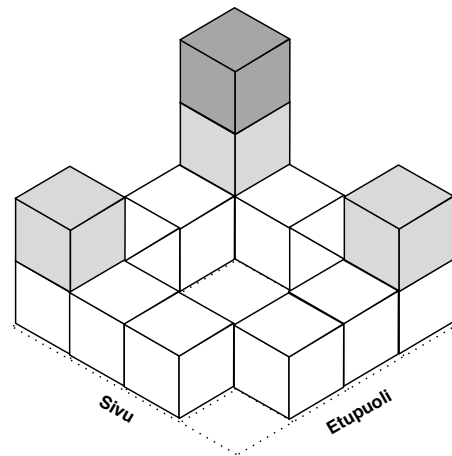
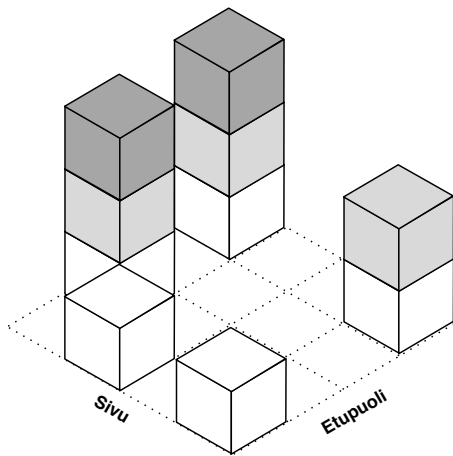
- 1) Oliko kaavioissa tai perspektiivikuvassa liikaa tietoa? Olisiko vähempi tieto riittänyt rakennelman tekemiseen?
- 2) Miksi kaaviokuvassa eri neliöt on piirretty eri harmaan sävyillä? Olisiko kaavion tai perspektiivikuvan voinut piirtää käyttäen pelkästään valkoista?



Tehtävä 3.

Tomintaohje

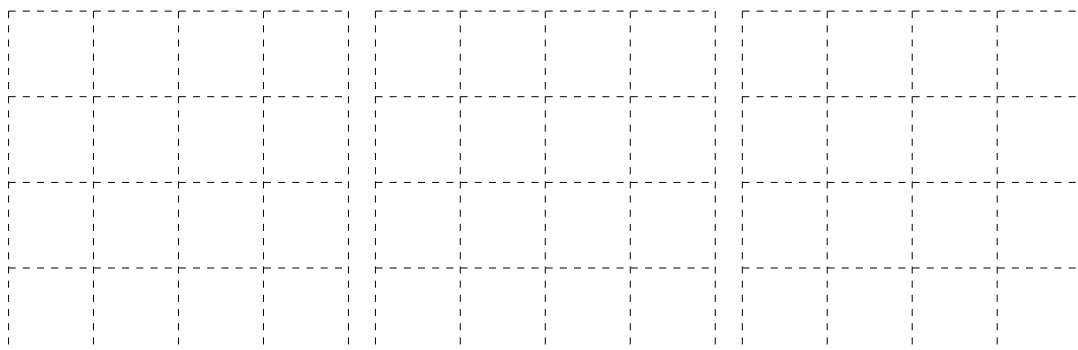
Piirtäkää allaolevat perspektiivikuvat ruudukoihin. Rakentakaa rakennelmat ensin ja käyttäkää valmista rakennelmaa apuna piirtämisessä.



Etuoli

Sivu

Päältä



Etuoli

Sivu

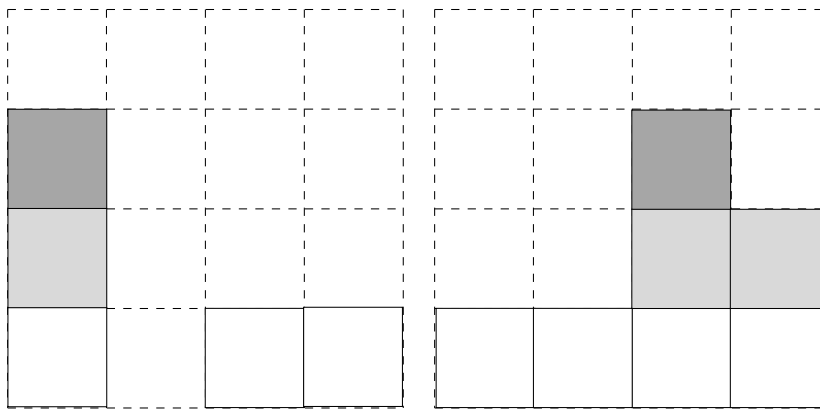
Päältä

Tehtävä 4.

Tässä tehtävässä päätellään päältäpäin katsottava kuva sivukuvien perusteella.

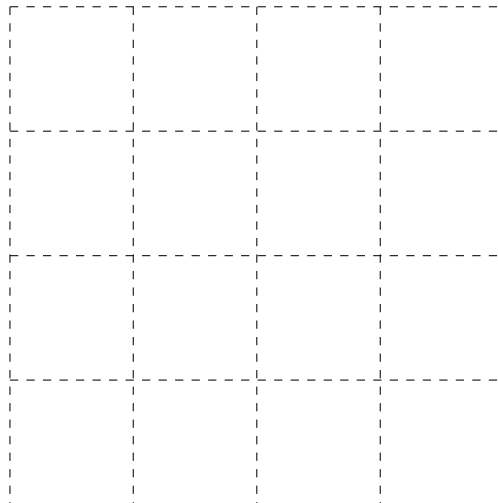
Toimintaohje

- 1) Rakentakaa sivu- ja etukuvan mukainen rakennelma. Verratkaa muiden ryhmien rakennelmiin. Ovatko kaikki samanlaisia?
- 2) Piirtäkää jokin mahdollinen yläkuva allaolevaan ruudukkoon. Merkitkaa eri korkeuksilla olevia palikoita eri numeroilla.
- 3) Kuinka monta erilaista yläkuvaa luokassa syntyi?



Etupuoli

Sivu



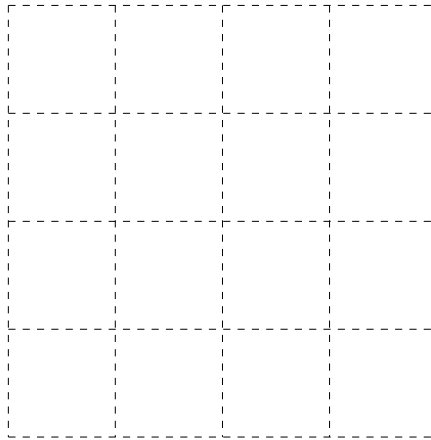
Päältä

Tehtävä 5.

Tässä tehtävässä suunnitellaan oma rakennelma.

Toimintaohje

- 1) Suunnitelkaa ryhmänä oma rakennelma ryhmän kaikista kuutioista.
- 2) Verratkaa rakennelmaa muiden rakennelmiin, tuliko millään muulla ryhmällä samanlaista?
- 3) Piirtäkää rakennelmasta yläkuva allaolevaan ruudukkoon. Merkatkaa eri korkeuksilla olevia palikoita eri numeroilla.



Päältä