

Tampereen ammattikorkeakoulu, rakennustekniikka
Aikuiskoulutuksen pääsykoe 26.5.2008

Yleisohjeita

Valintakoe on kaksiosainen:

1. Lue oheinen teksti huolellisesti. Lukuaikaa on 15 minuuttia. Voit tehdä merkintöjä artikkeliin.
2. Ennen tehtävien suorittamista artikkeli kerätään pois. Tämän jälkeen jaetaan tekstiosioon liittyvät tehtävät ja samalla kerta myös toinen osio, jossa on matematiikan ja loogisen päättelyn tehtävät.

Aikaa molempien osioiden tehtävien tekoon on yhteensä 2 tuntia 45 minuuttia.

Osion 1 teksti ja tehtävä

Merja Kihl ja Ari Mononen

Matalaenergiarakentaminen lisääntyy Suomessa

EU tiukentaa Energiämääräyksiä

Euroopan Unioni edellyttää jäsenmailtaan, että rakennusten energiankäyttöä tehostetaan. Ympäristöministeriössä valmistellaan rakentamisen energiamääräysten olennaista tiukentamista. Uudet määräykset on tarkoitus saattaa voimaan vuoden 2010 alusta.

Rakennusten kokonaisenergiankulutus on Suomen energiankäytöstä tätä nykyä noin 40 prosenttia. Kasvihuonepäästöistäkin 30 prosenttia aiheutuu rakennusten energiankulutuksesta.

EU:n jäsenmaana Suomi on sitoutunut ilmakehän kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen vuoden 1990 tasosta 20 prosentilla vuoteen 2020 mennessä. Komissio esittää 23.1.2008 ilmasto- ja energiapaketissa Suomelle 16 prosentin vähennystä päästökaupan ulkopuolisten toimialojen hiilidioksidipäästöihin vuoteen 2020 mennessä vuoden 2005 päästötasosta. Uusiutuvan energian osuus pitäisi Suomessa nostaa vuoteen 2020 mennessä 38 prosenttiin.

Energiapaketin mukaan jäsenmaatasolla päätettävät ilmastopoliittiset toimet kohdistetaan erityisesti päästökaupan ulkopuolisille sektoreille, kuten kiinteistökohtaiseen lämmitykseen, liikenteeseen ja jätehuoltoon.

Viimeksi Suomen rakentamismääräyksiä kiristettiin merkittävästi vuonna 2003. Silloin tavoitteena oli vähentää uudisrakennusten energiankulutusta 25 – 30 prosenttia. Tähän on päästykin, mutta tavoite on jo osoittautunut riittämättömäksi.

Asuntonministeri Jan Vapaavuori arvioi marraskuussa 2007 Kiinteistö- ja rakentamisfoorumissa, että laajamittaiseen matalaenergiarakentamiseen voidaan päästä vain säädöksiä tiukentamalla. Käytännössä tarkoituksena on kiristää energiatehokkuuden vaatimuksia merkittävästi ja ohjata tuotantoa kohti matalaenergiarakentamista.

Vapaavuori muistutti, että Suomi on aikaisemmin ollut edelläkävijä rakennusten energiatehokkuuden kehittämisessä. Viime vuosina maahan on kuitenkin rakennettu vain muutamia satoja matalaenergiataloja. Lisäksi esimerkiksi Ruotsissa ja Norjassa on tullut voimaan määräyksiä, jotka ovat selvästi Suomen nykyisiä vaatimuksia tiukempia.

Energiatehokkuus paranee uusissa asuinrakennuksissa

Suomessa tuli voimaan myös vuoden 2008 alussa rakentamisen energiatehokkuutta ja lämmöneristämistä koskevia uusia rakentamismääräyksiä, jotka liittyvät EU:n energiatehokkuusdirektiiviin toimeenpanoon.

– Näissä määräyksissä ei kuitenkaan tullut olennaisia muutoksia rakennusten energiankulutusta koskevaan vaatimustasoon, mainitsee ympäristöministeriön korjausrakentamisen tulosryhmän päällikkö, rakennusneuvos Erkki Laitinen.

– Uudisrakentamiseen on asuntorakentamisen lämpöhäviöiden osalta 30 – 40 prosentin energiansäästötavoite. Muutos on tarkoitus toteuttaa siten, että vielä vuoden 2008 aikana vahvistetaan uudet määräykset, jotka tulevat voimaan vuonna 2010. Valmistelussa selvitetään matalaenergiarakentamiseen liittyvät tekniset, taloudelliset ja toiminnalliset epävarmuustekijät.

Ympäristöministeriö on käynnistänyt uusien määräysten valmistelun. Määräykset ovat lähdessä lausuntokierrokselle alkukesästä 2008.

- Aikataulu on erittäin kireä ja säästötavoite samalla hyvin haasteellinen. Muiden kuin asuinrakennusten osalta energiankulutusta on myös tarpeen alentaa. Näiden osalta toimenpiteet tulee kuitenkin valita eri tavalla.
 - Toimistorakennuksissakin varmasti haetaan merkittävästi energiatehokkaampaa rakentamista. Keinot tulee kuitenkin valita siten, ettei rakennusten jäähdytystarve samalla lisäännä. Vuonna 2010 on odotettavissa muutoksia erityisesti rakentamismääräyskokoelman C- ja D-osioihin, jotka koskevat rakennusten lämmöneristystä ja energiatehokkuutta.
 - Keskeiset keinot vaatimustason saavuttamiseksi ovat laadukas rakentaminen ja suunnittelu, hyvä lämmöneristys ja lämmön talteenotto ilmanvaihdosta sekä ulkovaipan ilmanpitävyys. Hyvän sisäilmaston tulee olla kaiken suunnittelun lähtökohtana. Lisäksi jatkossa korostuvat kokonaisuuden hallinta ja uudet innovatiiviset ratkaisut, Laitinen toteaa.
- Vaikka EU:n energiapaketti julkistettiin vasta tammikuussa 2008, sitä oli valmisteltu jo pitkään ja sen sisällöstä oli jo ennakkotietoa Suomessa.
- Hallitusohjelmaankin on kirjattu tavoite energiansäästöohjelman laatimisesta Suomessa vuoden 2008 loppuun mennessä. Hallituksen pyrkimyksenä on muun muassa lisätä rakennusten energiatehokkuutta ja erilaisia energiansäästösopimusmenettelyjä sekä tehostaa koneiden ja laitteiden energiankäyttöä.

Lämmitysmuodot erityistarkkailuun

Ympäristöministeriössä on käynnistetty myös maankäyttö- ja rakennuslain muutoshanke. Lainmuutoksen jälkeen olisi mahdollista määrätä, että uudisrakennukset pitäisi liittää kaukolämpöverkkoon sellaisen alueen asemakaavassa, jolla on olemassa kaukolämpöverkko tai jolle sellainen on suunniteltu rakennettavaksi.

Tämäntyyppisiä asemakaavamääräyksiä onkin jo käytössä rakennusvalvontaviranomaisten päätöksillä joillakin paikkakunnilla, esimerkiksi Salon uusilla pientaloalueilla.

Suoraa sähkölämmitystä uudisrakennuksissa ei olla kieltämässä. Ilmeisesti uusille sähkölämmitystaloille on kuitenkin Ruotsin mallin mukaisesti tulossa vaatimuksia uusiutuvista lisälämmönlähteistä tai muilla tavoin lämmitettäviä taloja paremmasta lämmöneristyksestä. Tämänkin asian valmistelu on jo aloitettu ympäristöministeriössä.

- Yksi kysymys on, miten pientalojen sähkö- ja öljylämmitysjärjestelmiä voitaisiin jatkossa kehittää ja muuttaa. Pientalojen lämmitysmuotojen muuttamiseen on myönnetty energia-avustuksia muutaman vuoden ajan.
- Kaiken kaikkiaan on perusteltua, että uusiutuvaan energiaan pohjautuvia lämmitysmuotoja lisätään. Tosin nekään eivät ole aivan ongelmattomia. Vaikka puun pienpoltto onkin muutoin ympäristön kannalta myönteistä, niin siitäkin voi päästä ilmaan haitallisia pienhiukkasia.
- On haettava ratkaisuja, joilla ongelmia voidaan merkittävästi vähentää. Puu- ja pellettilämmitystäkin on mahdollista keskittää alueellisiin lämpökeskuksiin, jolloin päästöt saataisiin paremmin hallintaan.

Korjausrakentaminen asialistalle myöhemmin

Korjausrakentamisen ohjausta arvioidaan Laitisen mukaan tarkemmin vasta tuonnempana.

- Vuosittainen uudisrakentaminen vastaa noin yhtä prosenttia rakennuskannasta. On selvää, että pelkästään uudisrakentamiseen puuttamalla ei ole mahdollista päästä EU:n edellyttämiin energiansäästötavoitteisiin, Laitinen arvioi.
- Vaikka kaikki uudet kiinteistöt rakennettaisiin energiatehokkaasti, niin lyhyellä tähtäimellä niiden vaikutus energiansäästöön olisi rajallinen. Olisi keskeistä parantaa myös jo olemassa olevien rakennusten energiatehokkuutta, joskin siihen pääseminen on vielä paljon haasteellisempaa kuin uudisrakentamisessa.

- Olisi pyrittävä löytämään sellaisia keinoja, joilla korjausrakentamista voitaisiin ohjata mahdollisimman järkevällä, kustannustehokkaalla tavalla. Ei pitäisi toimia niin, että samalla aiheutettaisiin ongelmia jonnekin muualle, esimerkiksi sisäilman tasoon. Korjausrakentamista on Laitisen mukaan muutenkin lisättävä lähiaikoina, koska rakennuskanta ikääntyy ja korjaustarpeet kasvavat.
 - Samalla rakennusten toiminnalliset ja tekniset vaatimukset monimutkaistuvat. Energiakysymyksistä tulee sitten lisää haasteita.
 - Kun rakennuksia korjataan, voitaisiin myös parantaa niiden energiataloutta. Ei ole poissuljettua, että jollakin tavalla ohjattaisiin korjausrakentamista energiatehokkaammaksi myös rakentamismääräysten kautta. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että määräyksiä väistämättä olisi tulossa, Laitinen muotoilee.
 - Harvoin taloissa tehdään irrallisia korjauksia energiatehokkuuden parantamiseksi. Esimerkiksi julkisivun lisäeristäminen ei yleensä ole kannattavaa erillisenä remonttina. Jos julkisivua on joka tapauksessa korjattava vaurioiden takia, niin samassa yhteydessä olisi järkevää harkita myös lisäeristämistä.
- Yleistä rahallista tukea energiansäästökorjauksiin ei Laitisen mukaan varmaankaan ole odotettavissa. Korjausinvestoinnit ovat siis jatkossakin paljolti kiinteistönomistajien omalla vastuulla.
- Toisaalta, kun energian hinta nousee, korjaukset tulevat elinkaarinäkökulmasta joka tapauksessa kannattavammiksi. Uudisrakentamisessa on se ongelma, että elinkaariajattelun kannalta kannattavia investointeja helposti karsitaan investointivaiheessa pois. Pitkällä tähtäimellä investoinnit kuitenkin olisivat taloudellisia ja järkeviä, Laitinen korostaa.

Rakennusosillekin uusia vaatimuksia

- Nykyisten rakentamismääräysten mukaan rakennuksen kokonaisuutena pitäisi täyttää tietyt energiatehokkuusvaatimukset. Jos jokin rakennusosa on vähän huonompi, sitä voidaan vastaavasti kompensoida jollakin toisella rakennusosalla. Jos ikkunoiden eristyskyky ei ole huippuluokkaa, se voidaan hyväksyä, jos samassa talossa on esimerkiksi erityisen hyvä ulkoseinäeristys.
- Tällä tavoin rakentamiseen voidaan saada myös kustannustehokkuutta. Lopputulokseen pääseminen on oleellisempaa kuin se, että yksittäinen rakennusosa täyttää jonkin tietyn vaatimustason, Laitinen perustelee kompensatiopykälää.
- Jo nykyisin markkinoilla olevilla tuotteilla on mahdollista toteuttaa 30 – 40 prosentin tiukennus rakennusten energiatehokkuustasoon. Silti erillisten rakennusosien vaatimuksia tiukennetaan vuonna 2010.
- Rakennustuotepuolellakin tulee siis muutoksia. Ne ovat varmaankin melkoinen haaste rakennusosien valmistajille ja muillekin rakennus- ja kiinteistöalan toimijoille.
 - Olemme jo käyneet joitakin keskusteluja rakennusteollisuuden kanssa, Laitinen kertoo.

Teollisuudella tiukka tilanne

- Jaostopäällikkö, DI Juha Luhanka Rakennustuoteteollisuus RTT ry:stä toteaa, että vuonna 2003 voimaan tulleet energiatehokkuusmääräykset olivat teollisuuden kannalta varsin merkittävä – ja kallis – uudistus.
- Esimerkiksi harkkoteollisuuden muotit piti vaihtaa. Harkkorakenteet ja betonielementtiteollisuuden tuotteet menivät uusiksi kaikissa asuinrakennuksissa. Eristysvillaakin oli lisättävä, Luhanka muistelee.
 - Suurin muutos vuoden 2003 rakentamismääräyspaketissa oli se, että lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhde tuli mukaan määräyksiin. Lisäksi joissakin rakenteissa jouduttiin muuttamaan mitoitusta – esimerkiksi elementtirakenteisiin kivitaloihin ryhdyttiin valmistamaan aiempaa paksumpia seiniä. Toisaalta puutalorakentamisessa ei jouduttu juuri rakenteita muuttamaan.

- Jos vuonna 2010 määräyksissä edellytetään 30 – 40 prosentin säästöjä rakennusten lämmitysenergian kulutukseen, niin se vaikuttaa paljon rakennustuoteollisuuteen. Luhanka arvioi, että rakennusten lisääntyvät tiivisyvaatimukset aiheuttavat lisätyötä muun muassa talotekniikan suunnittelijoille. Työmaillakin on noudatettava erityistä huolellisuutta.
- Jos tehdään todella tiivis talo, niin silloin rakennuksen vaipan ja talotekniikan pitää toimia moitteettomasti yhteen. Myös asukkaiden on pystyttävä käyttämään ilmanvaihtojärjestelmää oikein, jotta talossa saavutetaan hyvä sisäilman taso. Edes energiaa säästettäessä ei pidä tinkiä hyvästä sisäilmasta eikä ihmisten terveydestä, Luhanka muistuttaa.
- Ilmanvaihtolaitteisto voi joskus kuluttaa paljon energiaa. Jos tiiviissä talossa yritetään säästää energiaa siten, että kytketään laitteisto pois päältä, niin sen jälkeen huoneistossa on tiivis vaippa ja huono ilmanvaihto. Se on terveyden kannalta varsin huono yhdistelmä.
- Perinteisesti Suomessa on katsottu rakennuskomponentteja ja laitetekniikkaa erikseen. Nyt ollaan siirtymässä siihen, että rakennusta tarkastellaan kokonaisuutena.

Siirtymäaika jää lyhyeksi

Luhangan mukaan uusien rakentamismääräysten aikataulu on varsin haastava.

- Ympäristöministeriö arvioi valmistelewansa seuraavat energiamääräykset muutaman kuukauden sisällä. Sen jälkeen tulee lausuntokierros Brysselissä ja sitten vuoden siirtymäaika. Määräysten arvioidaan siis tulevan voimaan jo 1.1.2010.
 - Yhden vuoden siirtymäaika on varsin lyhyt, kun teollisuuden pitäisi pistää pelikenttää uusiksi. Esimerkiksi ikkunavalmistus, harkot ja betonielementit menevät uusiin puihin. Myös asentajat tarvitsevat varmaankin lisäkoulutusta, Luhanka miettii.
- Rakennusteollisuuden puolella odotetaan ministeriöltä ennen kaikkea yhteistyötä.
- Jos EU:sta tulee joitain uusia määräyksiä, niin niitä olisi hyvä käydä yhdessä läpi teollisuuden ja virkamiesten kesken. Silloin voitaisiin katsoa ja punnita eri vaihtoehtoja ja linjauksia. Yleensä kansalliset näkökohdat pystytään ottamaan jollakin tavalla huomioon, kun EU:n direktiivejä otetaan mukaan jäsenmaiden lainsäädäntöön.
 - Tähän mennessä yhteistyö ympäristöministeriön ja rakennusteollisuuden välillä onkin toiminut hyvin, Luhanka arvioi.

(Suomen Kiinteistölehti 2/2008)

EU tiukentaa Energiämääräyksiä

Vastaa seuraaviin tehtäviin valitsemalla vaihtoehto

OIKEIN, jos väite on tekstin mukainen

VÄÄRIN, jos väite ei ole tekstin mukainen

Arvostelu: 5 oikein 1 p, 6 oikein 2 p, ..., 14 oikein 10 p.

		OIKEIN	VÄÄRIN
1.	Rakennusten kokonaisenergiankulutus on Suomen energiankäytöstä noin 40 %	X	
2.	EU:n jäsenmaana Suomi on sitoutunut pitämään ilmakehän kasvihuonekaasupäästönsä vuoden 1990 tasolla		X
3.	EU:n energiatehokkuusdirektiivi ei vaikuta Suomen rakentamismääräyksiin.		X
4.	Asuntoministeri Jan Vapaavuori uskoo matalaenergiarakentamisen lisääntyvän Suomessa riittävästi ilman säädöstiukennuksia		X
5.	Suomen rakentamismääräykset ovat tällä hetkellä pohjoismaiden tiukimmat		X
6.	Ympäristöministeriössä valmistellaan uudisrakennusten lämpöhäviöiden alentamiseen tähtäviä rakentamismääräyksiä, joiden on määrä astua voimaan vuonna 2010.	X	
7.	Viranomaiset voivat Suomessa jo nyt eräissä tapauksissa määrätä rakennuksen lämmitysmuodon.	X	
8.	Vuosittainen uudisrakentaminen vastaa noin kolmea prosenttia Suomen rakennuskannasta		X
9.	Olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuden parantaminen vaikuttaa energiansäästöön vasta pitkällä tähtäimellä.		X
10.	Olemassa olevan rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen kannattaa yleensä toteuttaa erillisinä korjauksina.		X
11.	Uudisrakentamisessa energiansäästöinvestoinnit karsitaan pois elinkaarilaskelmien perusteella.		X
12.	Nykyiset rakentamismääräykset eivät mahdollista kompensatiota rakennusosien energiatehokkuuksien välillä.		X
13.	Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen ei mainittavasti vaikuta suomalaisen rakennustuoteteollisuuden toimintaan		X
14.	Tiiviissä talossa talotekniikalle asetetaan erityisiä vaatimuksia.	X	
15.	Hyvä sisäilmasto tulee olla rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelun lähtökohtia.	X	

Osion 2 tehtävät:

1. a) Laske lausekkeen $a - a(1 - 3a)$ arvo, kun $a = -\frac{1}{2}$

Sievennetään lauseke ja lopuksi sijoitetaan:

$$a - a(1 - 3a) = a - a + 3a^2 = 3a^2$$

$$3 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)^2 = 3 \cdot \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

vastaus: $\frac{3}{4}$

b) Muunna tulos $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ kuutiosenttimetreiksi.

$$1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$$

$$2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 10^6 \text{ cm}^3 = 2,5 \cdot 10^1 \text{ cm}^3 = 25 \text{ cm}^3$$

vastaus: 25 cm^3

c) Ratkaise suure t kaavasta $v = v_0 + a \cdot t$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$\Leftrightarrow a \cdot t = v - v_0$$

$$\Leftrightarrow t = \frac{v - v_0}{a}$$

vastaus: $t = \frac{v - v_0}{a}$

2. Säästöneuvotteluissa pohditaan alennetaanko kaikkien kuukausipalkkoja 5% vai 180 € Kuinka suuri on Kaisan palkka, kun jälkimmäinen tapa on hänelle 40 € edullisempi?

Merkitään Kaisan palkkaa x :llä.

$$0,05 \cdot x = 180 \text{ €} + 40 \text{ €} \Leftrightarrow x = \frac{220 \text{ €}}{0,05} = 4400 \text{ €}$$

vastaus: Kaisan palkka 4400 €

3. Teknisiltä ja kemiallisilta ominaisuuksiltaan täysin samanlaisten maalien hinnat ovat 5,00 € litra ja 9,00 €/litra.
- a) Jos sekoitat näitä maaleja keskenään suhteessa 4 : 3 (halvempaa maalia enemmän), mikä on sekoitetun maalin litrahinta ?

$$\frac{4}{7} \cdot 5,00 \text{ €/l} + \frac{3}{7} \cdot 9,00 \text{ €/l} = \frac{20 \text{ €/l} + 27 \text{ €/l}}{7} = \frac{47}{7} \text{ €/l} = 6\frac{5}{7} \text{ €/l} = 6,71 \text{ €/l}$$

- b) Kuinka paljon pitää kumpaakin maalia sekoittaa keskenään, jotta saadaan 10 litraa maalia, jonka hinta on 7,50 €/litra?

Merkitään halvemmän maalin määrää x :llä. Tällöin kalliimpaa maalia menee $10-x$ litraa. Saadaan yhtälö:

$$5x + 9(10 - x) = 7,5 \cdot 10$$

$$\Leftrightarrow 5x + 90 - 9x = 75$$

$$\Leftrightarrow 4x = 15$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{15}{4}$$

$$\Leftrightarrow x = 3,75$$

$$10 - 3,75 = 6,25$$

vastaus: halvempaa 3,75 l ja kalliimpaa 6,25 l

4. Pitkävedossa on jokaisessa kohteessa kolme vaihtoehtoa: 1, X tai 2. Henkilöt A, B, C ja D veikkasivat samoja kolmea kohdetta seuraavan taulukon mukaisesti:

	A	B	C	D
Kohde 1	X	2	1	X
Kohde 2	X	2	1	2
Kohde 3	1	1	2	X

Yhdellä heistä oli kaikki kolme kohdetta väärin ja kaikilla muilla täsmälleen kaksi oikein. Mikä oli oikea rivi?

Kohde 1: A:lla ja D:llä sama veikkaus

Kohde 2: B:llä ja D:llä sama veikkaus

Kohde 3: A:lla ja B:llä sama veikkaus

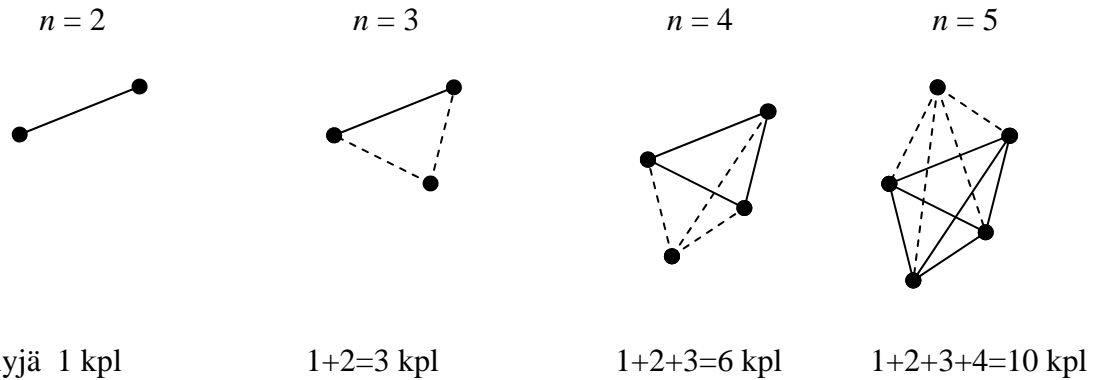
C:llä oltava kaikki väärin.

vastaus: Oikea rivi

Kohde 1	x
Kohde 2	2
Kohde 3	1

5. Kuinka monta kättelyä tapahtuu, jos

a) 5 henkilöä kättelee kaikki toisensa kertaalleen?



vastaus: 10 kättelyä

b) 50 henkilöä kättelee kaikki toisensa kertaalleen?

$n = 50$

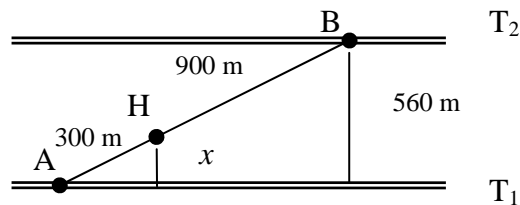
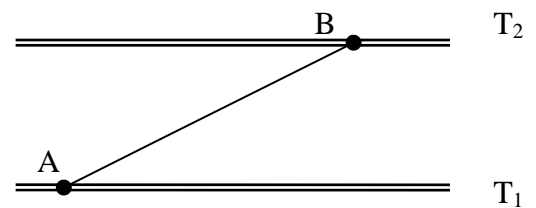
Kättelyjä

$$1 + 2 + 3 + \dots + 48 + 49 = (1 + 49) + (2 + 48) + \dots + (24 + 26) + 25 = 24 \cdot 50 + 25 = 1225$$

$$\text{tai } \binom{50}{2} = \frac{50!}{2!48!} = \frac{49 \cdot 50}{2} = 49 \cdot 25 = 1225$$

vastaus: 1225 kättelyä

6. Yhdensuuntaisten teiden T_1 ja T_2 kohtisuora etäisyys on 560 m. Linjalla AB sijaitsee huoltoasema H siten, että etäisyys $AH = 300$ m ja $BH = 900$ m. Laske huoltoaseman H kohtisuora etäisyys tiestä T_1 ja tiestä T_2 .



Yhdenmuotoisista kolmioista saadaan verranto:

$$\frac{x}{560\text{ m}} = \frac{300\text{ m}}{1200\text{ m}}$$

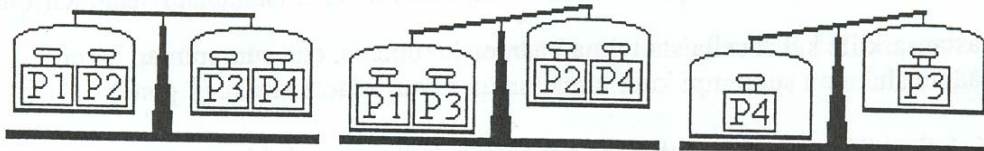
$$\Leftrightarrow \frac{x}{560\text{ m}} = \frac{1}{4}$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{560\text{ m}}{4} = 140\text{ m}$$

Etäisyys tiehen T_2 on $560\text{ m} - 140\text{ m} = 420\text{ m}$

vastaus: Etäisyys tiehen T_1 140 m ja tiehen T_2 420 m.

7. Tasavartisen vaa'an varret ovat yhtä pitkät, joten vaakakupeista painuu alas se, jossa on painavampi kuorma. Luettele painot P1 – P2 painavimmasta keveimpään, kun tiedossasi on seuraavat punnitustulokset:



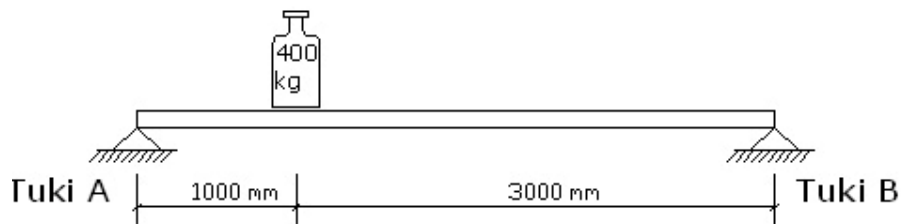
1. kuva: $P1 + P2 = P3 + P4$
2. kuva: $P3 > P2$
3. kuva: $P4 > P3 \Rightarrow P4 > P3 > P2$
4. kuva: $P1 > P4 \Rightarrow P1 > P4 > P3 > P2$

vastaus: Oikea järjestys:

P1
P4
P3
P2

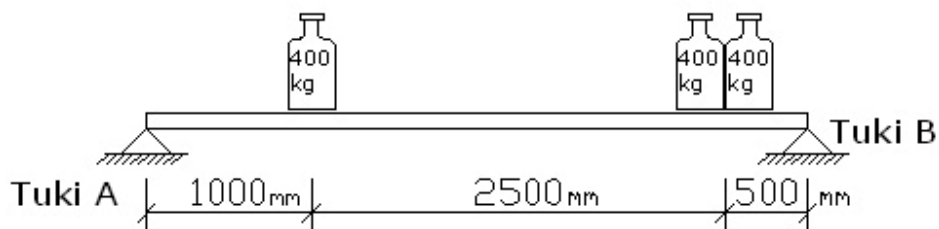
8. Miten paino jakaantuu tuelle A ja B seuraavissa tapauksissa?
Yksi punnus painaa 400 kg

a)



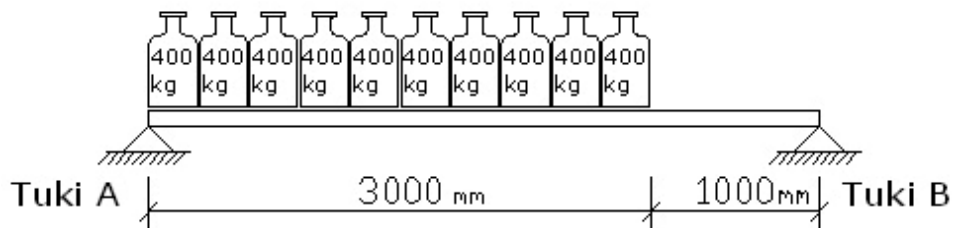
Vastaus: Tuelle A: 300 kg Tuelle B: 100 kg

b)



Vastaus: Tuelle A: 400 kg Tuelle B: 800 kg

c)

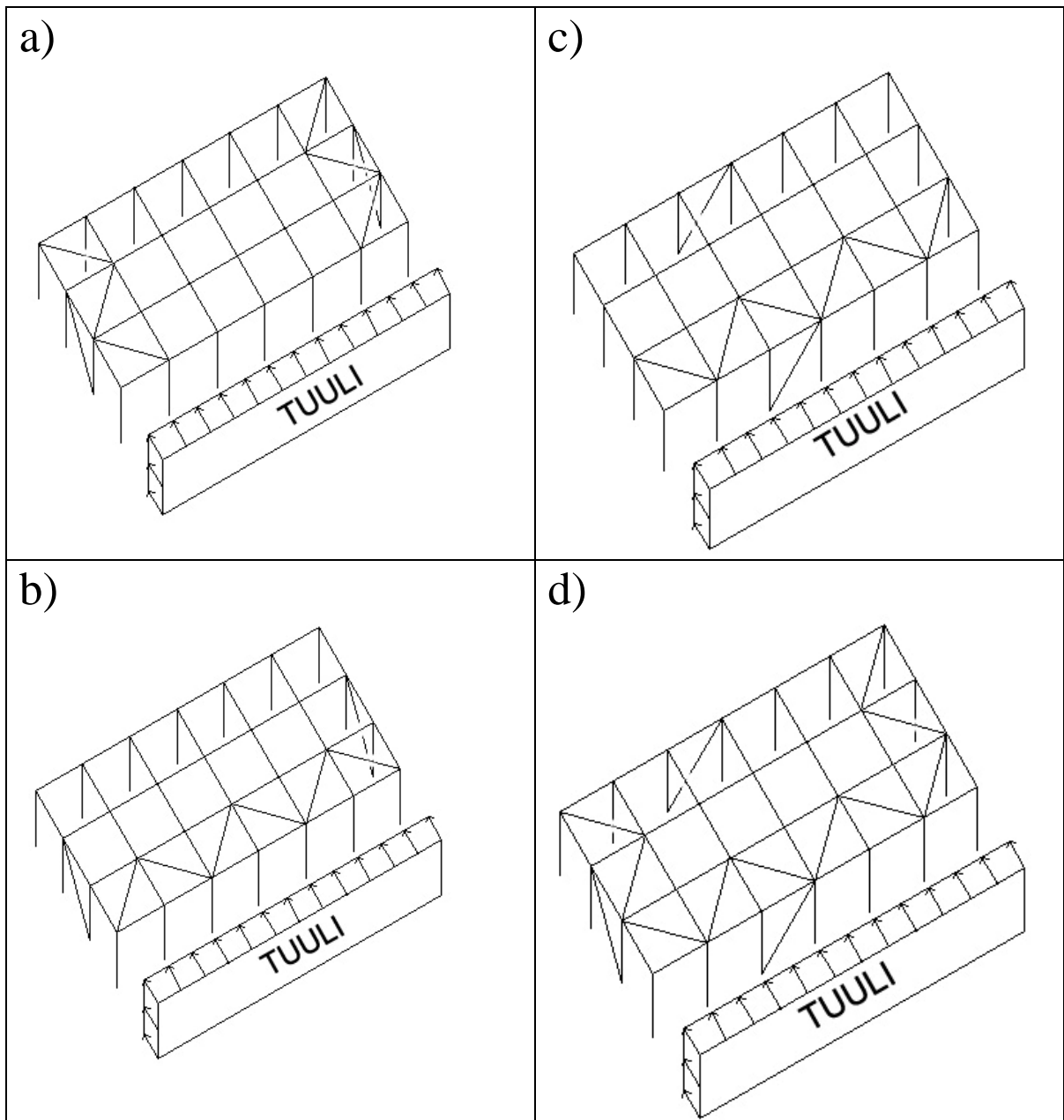


Vastaus: Tuelle A: 2500 kg Tuelle B: 1500 kg

9. Jäljempänä on esitetty rakennuksen kantavan rungon neljä erilaista jäykistysmenetelmää a), b), c) ja d).

Vertaile eri jäykistysmenetelmiä ja aseta ne jäykkyyssjestykseen tuulen suunnassa.

Lähtöoletukset: Rakennuksen kaikki pilarit ja palkit pystyvät ottamaan vastaan sekä puristus- että vetorasitusta. Kaikki pilarit ja palkit liittyvät jokaisessa vaihtoehdossa samalla tavoin toisiinsa. Jokaisessa vaihtoehdossa pilarit liittyvät perustuksiin samalla tavoin.

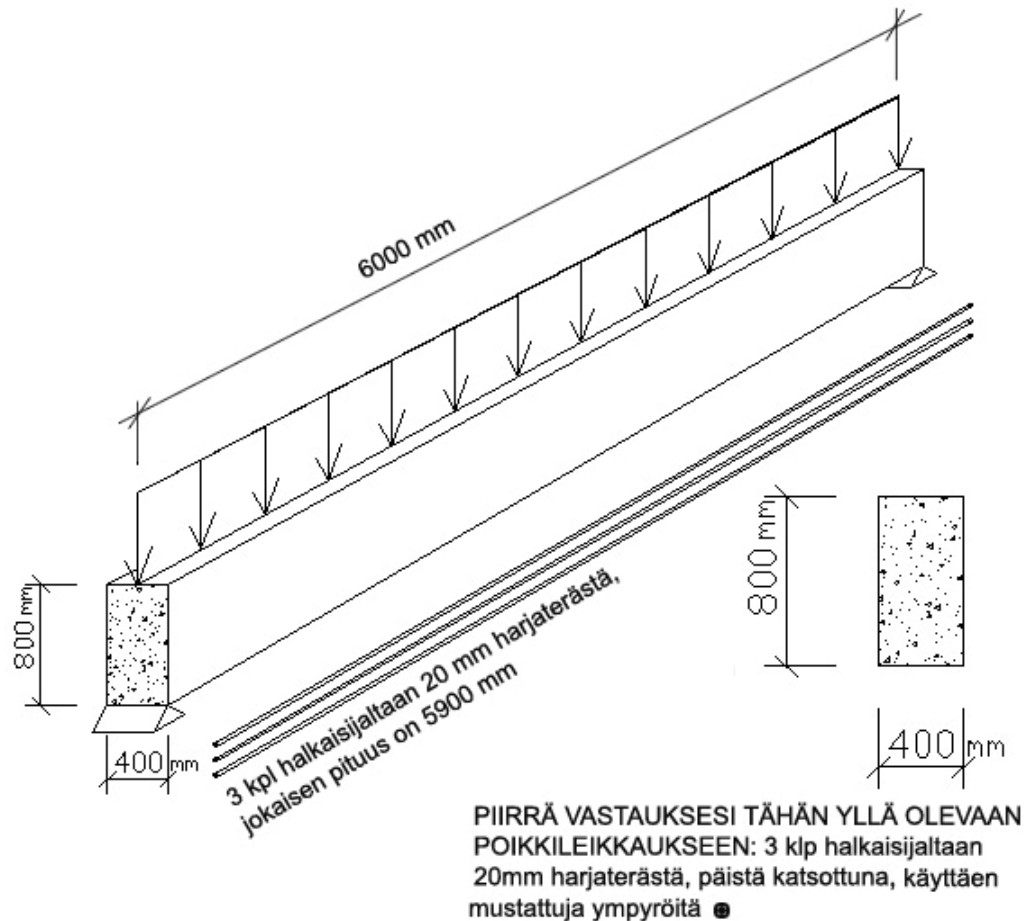


Vastaus:

I jäykin:	b
II jäykin:	d
III jäykin:	a
IV jäykin:	c

10. Kuvan mukaista 6 m pitkää päistään tuettua betonipalkkia tulee valmiina rasittamaan tasainen viivamainen kuorma. Betonia ei ole vielä valettu.
Käytössäsi on betonin lisäksi 3 kpl halkaisijaltaan 20mm harjaterästä, jotka ovat 5900 mm pitkiä. Aseta harjateräkset betonimuottiin siten, että palkki kestää valmiina mahdollisimman suuren kuorman.

Tehtävän lähtöoletus materiaaleille: Betoni pystyy ottamaan vastaan vain puristusrasitusta. Harjateräkset pystyvät ottamaan vastaan vain vetorasitusta.



Vastaus:

