

Sallittu kirjallisuus: tentissä jaettava kaavakokoelma.

Merkitse jokaiseen paperiin:

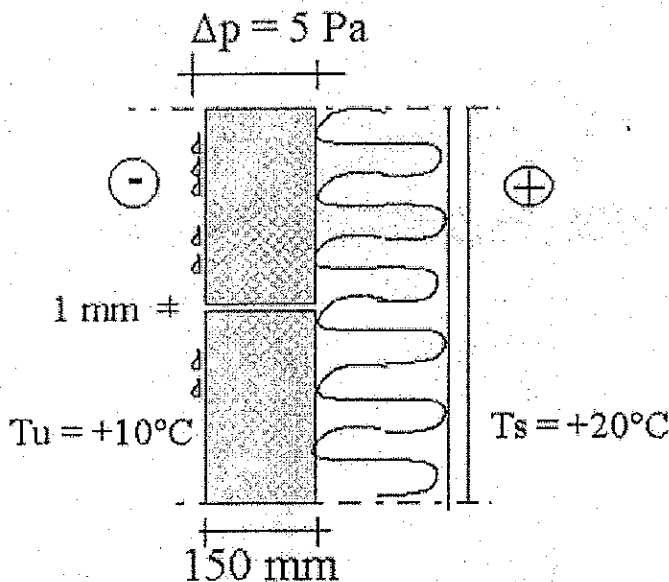
- Opintojakson nimi, koodi ja päivämäärä
- Oma nimi, opintokirjan numero ja osasto
- Luentojen kuunteluvuosi, monesko yrityskerta tai "korotus"

1. Osallistutuksikerroksisen teollisuusrakennuksen, jossa on lämpimiä ja kylmiä tiloja suunnitteluun. Suunnittelukokouksessa sinulta kysytään mm.

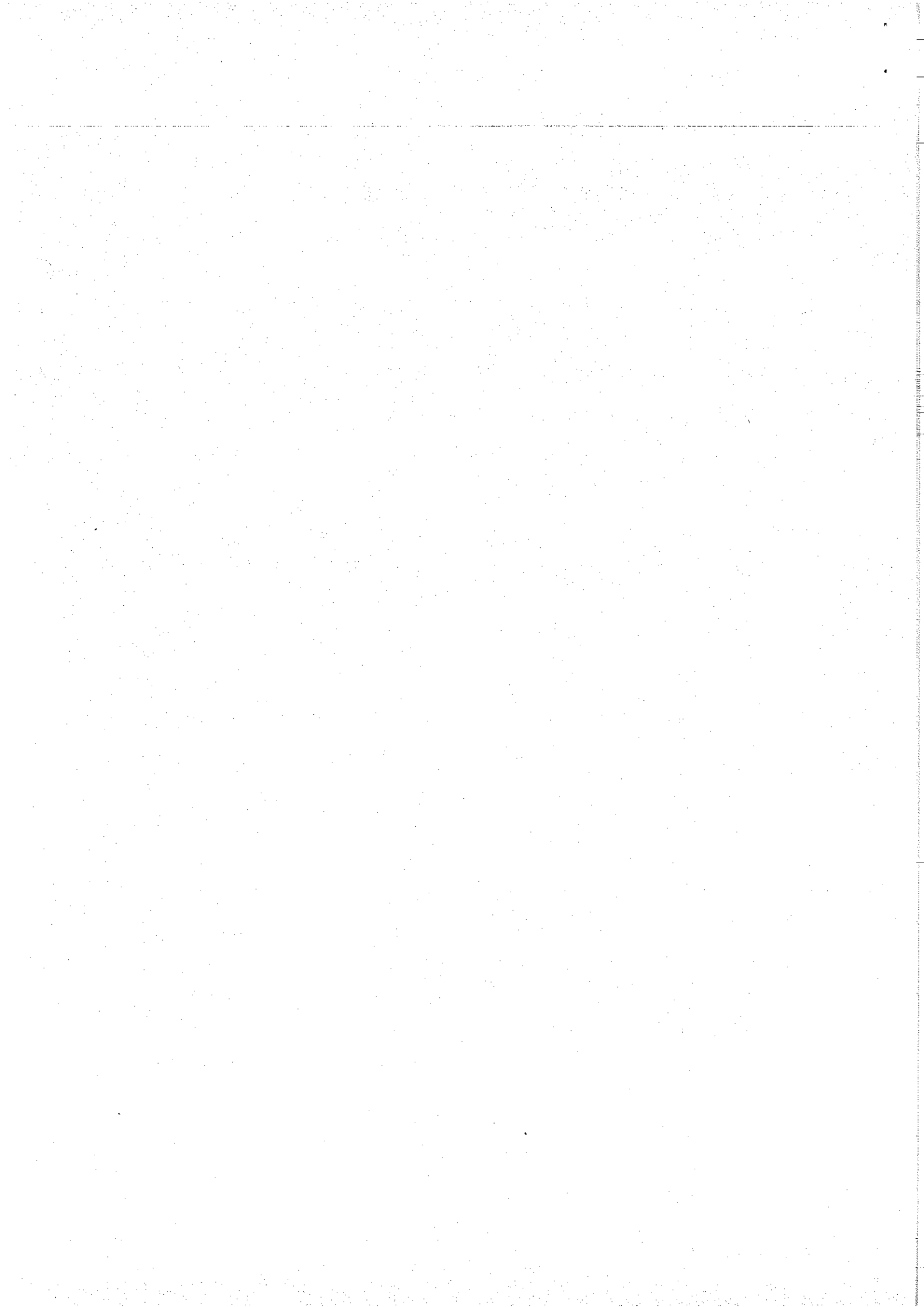
- a) millä periaatteilla suunnitellaan puolilämpimien tilojen routasuojaus esim. ulkoseinälinjalla?
- b) miten salaojien suunnittelussa routasuojaustarve määräytyy?
- c) kattorakenteeksi on suunniteltu lämpimään avointa rakenneratkaisua. Mitä tällä tarkoitetaan ja mikä on sen rakennusfysikaalinen toimintamalli? *- kosteus sisään pain*

2.

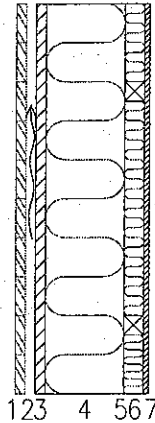
- a) Korjauskohteessa havaitset kellarikerroksen väliseinän alaosassa pinnoitteen irronneen n. 100mm matkalta. Mikä rakennusfysikaalinen ilmiö selittää todennäköisesti ko. ilmiön ja mitkä tekijät vaikuttavat siihen, kuinka korkealle vaurioalue ylettyy.
- b) Teollisuushallin kuvan mukaisessa seinärakenteessa on todettiin tuulenpuoleisessa seinässä elementtien välisissä vaakasaumoissa 1 mm halkeamia. Mittausten mukaan ilmanvaihdon aiheuttaa rakennukseen alipaineen, jolloin paine-ero ulkokuoren yli on 5 Pa. Arvio laskelmin mikä on maksimi vesivirta juoksumetriä kohden (g/s jm) sateen aikana vaakasaumojen halkeamissa. Kuinka paljon kulkee vettä 1 m pituisen halkeaman läpi 50 minuuttia kestävän rankkasateen aikana?



Ohje: Ulkopinnalle oletetaan muodostuvan yhtenäinen vesikalvo



3. Tarkastellaan seuraavaa elektroniikkateollisuuden tuotantorakennuksen seinärakenteen lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa. Rakennus sijaitsee Oulussa. Sisätilan tavoiteolosuhteet ovat: 22°C lämpötila ja 40% suhteellinen kosteus.



Rakenne ulkoa sisälle

1. Ulkoverhouslauta 25mm
2. Tuuletusrako 25 mm
3. Bitumipitoinen huokoinen puukuitulevy 25 mm
4. Mineraalivilla x mm+ runko x ×50 mm k600
5. Höyrynsulku
6. Mineraalivilla 50 mm + koolaus 50×50 mm k600
7. Kipsilevy 13 mm

- a) Millä kerroksen 4 paksuudella rakenne täyttää SRMK:n C3:n U-arvo vaatimukset?  
 b) Valitse käytettävä höyrynsulun materiaali, jotta rakenteeseen ei tiivisty kosteutta.

4. Tehtävässä 3 olevan tuotantorakennuksen tilavuus on 1500 m<sup>3</sup>. LVI-suunnittelija on arvioinut sisäisen kosteustuoton olevan keskimäärin 1 kg/h ja suunnitellut rakennukseen kostuttavan ilmastointijärjestelmän jonka raitisilmavirta on 750 litraa/s.

- a) kuinka suuri on ilman kostutustarve keskimäärin tammikuussa?  
 b) kuinka paljon ilmankostutus lisää rakennuksen energian kulutusta keskimäärin tammikuussa?

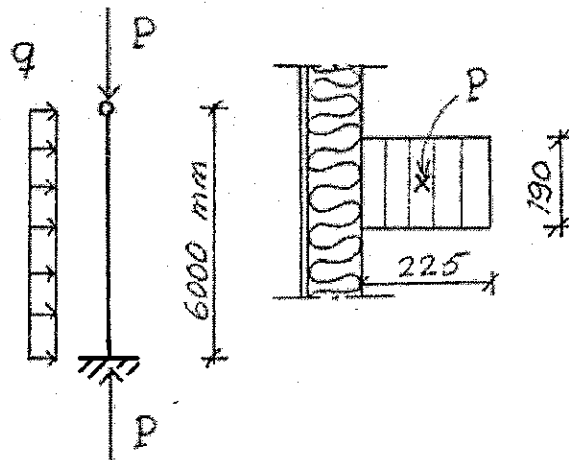
5.

- a) Hoitolaitoksen, jossa on 150 potilaspaikkaa, reunapilarina on lujuusluokan L30 liimapuupilari (b\*h=190\*225mm<sup>2</sup>). Yksikerroksisen hoitolaitoksen osastoimaton pinta-ala on 1000m<sup>2</sup>. Tarkista pilarin kestävyys palotilanteessa. Pilari on jäykästi kiinnitetty alapäästä.

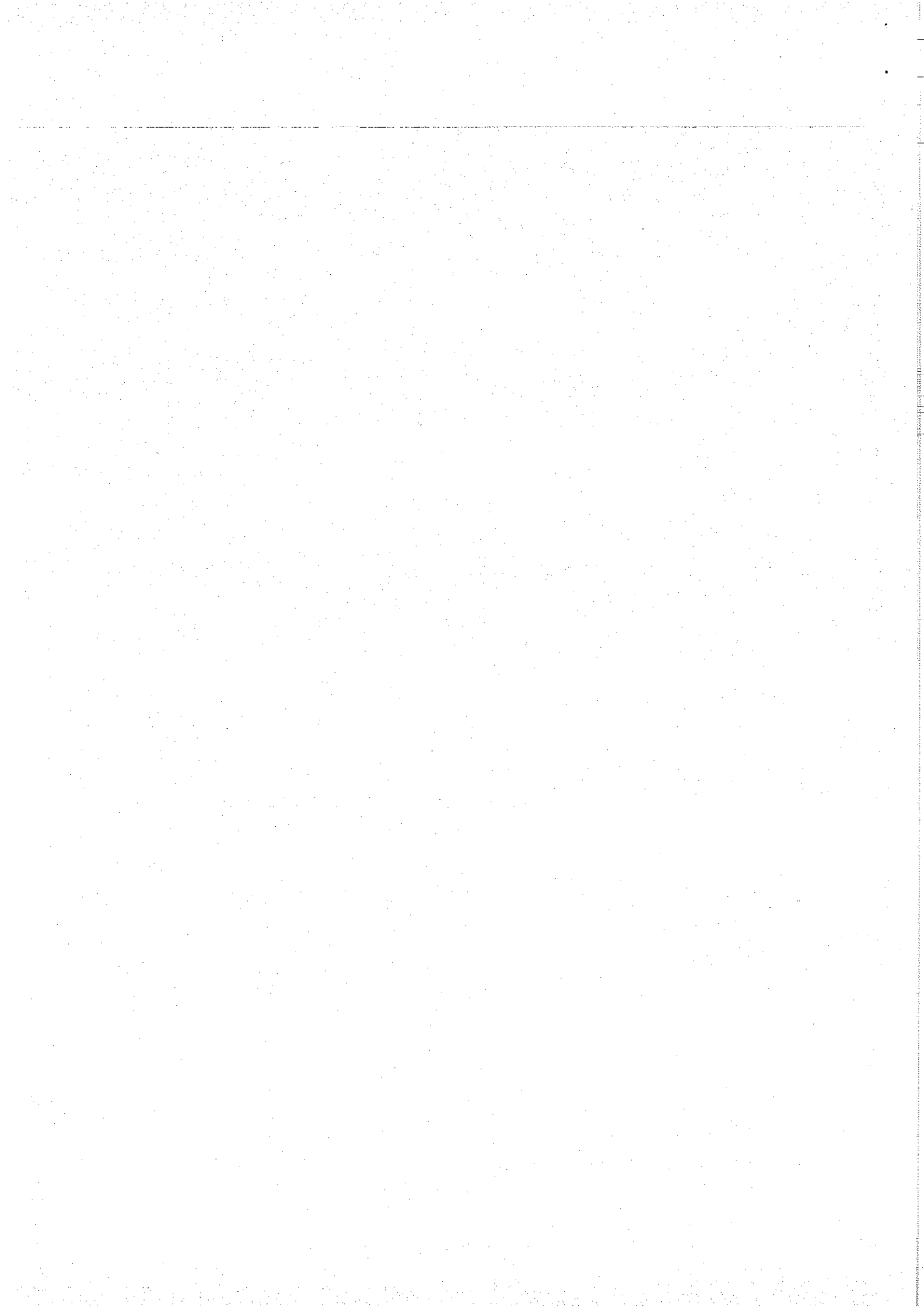
Kuormat:

- pystysuunnassa
  - pysyvä kuorma 35 kN
  - lumi 40 kN
- vaakasuunnassa
  - tuuli ± 2 kN/m
- Palokuorma alle 600 MJ/m<sup>2</sup>

*muut jaksot*



- b) Esitä pääpiirteissään, mitä rakennuksen paloteknisessä suunnittelussa ymmärretään tilojen osastoinnilla ja millä periaatteella osastointi suunnitellaan.



5.1.5 Nurjahdusalttiin sauvan mitoitus

Nurjahdusalttiissa sauvassa tarkistetaan, että

$$\frac{|\sigma_c|}{k_s f_c} + \frac{|\sigma_b|}{f_b} \leq 1 \quad (5.7)$$

jossa

$k_s$  on kuvasta 5.3 saatava kerroin.

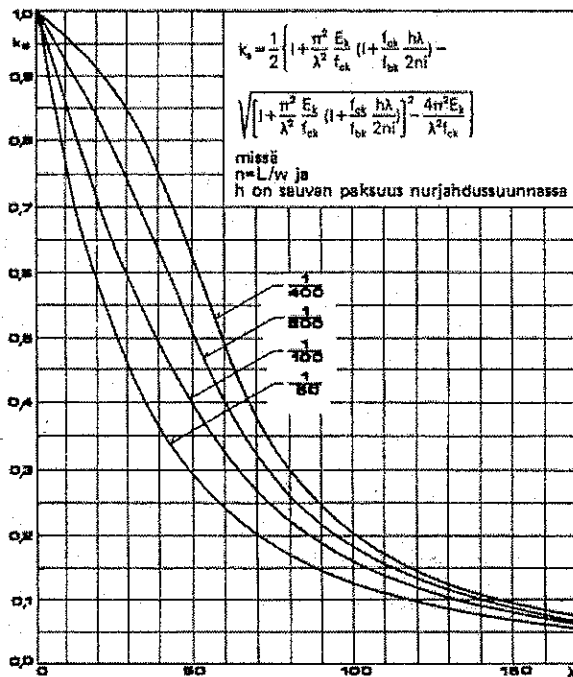
Kuvan 5.3 merkinnät ovat:

$\lambda$  on puristetun rakenteen hoikkuus ( $=L_c/i$ ), enintään 170

$L_c$  on nurjahduspituus, joka tavallisille tuentatapaukselle annetaan taulukossa 5.4

$i$  on poikkileikkauksen jäyhyys säde ( $=\sqrt{I/A}$ )

$k_s$  -kerrointa määritettäessä on otettu huomioon puristusvoiman alkuepäkeskisyyden, joka koostuu sauvan käyryydestä, kuorman epäkeskisyyden ja poikkitaivutuksen aiheuttamasta taipumasta. Sauvan normaaliavoiman epäkeskisyyden aiheuttamaa taivutusjännitystä ei tarvitse erikseen ottaa huomioon. Normaalisti riittää kuvan 5.3 tapauksen  $w = L/400$  alkuepäkeskisyyden.



Kuva 5.3. Nurjahduksen huomioon ottava kerroin  $k_s$ .

TAULUKKO 9.1.

Puun lujuuden arvot syiden suunnassa palotilanteessa. Yksikkö MN/m<sup>2</sup>.

Lujuusluokka	L40	L30	T30 T3	T24 T2	T18 T1
Taivutus	31	25	23	20	16
Veto	21	17	15	13	8
Puristus	30	24	22	19	15
Leikkaus	2,4	2,4	2	2	2

Liimapuupalkin korkeusvähennystä

$$C_F = \left(\frac{300}{h}\right)^{1/9}$$

ei tehdä palotilanteessa.

$\beta = 0.8$  Rakennepuutavara

$\beta = 0.7$  Kerrosliimattu

TAULUKKO 5.4.

Puristus sauvan nurjahduspituudet ( $L_c$ ) eri tukemistapauksille, kun sauvan pituus on  $L$ .

Tuentatapa	Nurjahduspituus $L_c$
Sauva on jäykästi kiinnitetty molemmista päistään	0,7 L
Sauva on jäykästi kiinnitetty toisesta ja nivelellisesti toisesta päistään	0,85 L
Sauva on nivelöity molemmista päistään	1,0 L
Sauva on jäykästi kiinnitetty toisesta päästä ja toisesta päästä kiinnitetty suunnalleen, muttei asemalleen	1,5 L
Sauva on jäykästi kiinnitetty toisesta päistään ja toisesta päistään vapaa	2,5 L

Vapaasti tuettu palkki:  $M_{max} = qL^2/8$

$$\sigma = M/W \quad I = bh^3/12 \quad W = bh^2/6$$

$$\tau_{max} = 3/2 Q_{max}/A$$

TAULUKKO 6.2.1		KANTAVIEN RAKENTEIDEN LUOKKAVAATIMUKSET				
		Rakennuksen paloluokka				
		P1			P2	P3
		Palokuorma MJ/m <sup>2</sup>				
		yli 1200	600–1200	alle 600		
Sarake		1	2	3	4	5
Enintään 2-kerroksinen rakennus yleensä		R 120*	R 90*	R 60*	R 30	—
- jos rakennuksen eristeet eivät ole palamattomia tai lähes palamattomia		<u>R 120</u>	<u>R 90</u>	<u>R 60</u>	R 30	—
- hoitolaitokset, majoitustilat, kellarit		<u>R 120</u>	<u>R 90</u>	<u>R 60</u>	R 30	—
3–8 -kerroksinen rakennus yleensä		<u>R 180</u>	<u>R 120</u>	<u>R 60</u>	■	■
3–4 -kerroksinen asuin- tai työpaikkarakennus						
- kerrokset		<u>R 180</u>	<u>R 120</u>	<u>R 60</u>	R 60*	■
- kellarikerrokset		<u>R 180</u>	<u>R 120</u>	<u>R 60</u>	<u>R 120</u>	■
Yli 8-kerroksinen rakennus		<u>R 240</u>	<u>R 180</u>	<u>R 120</u>	■	■
Ylimmän maanalaisen kellarikerroksen alapuolella sijaitseva kellarikerros		<u>R 240</u>	<u>R 180</u>	<u>R 120</u>	<u>R 120</u>	<u>R 60</u>
Yläpohjan rakenteiden vaatimukset, jos yläpohjan eristeet ovat palamattomia tai lähes palamattomia ja rakennuksessa on						
- enintään 2 kerrosta, ei ullakkoa; rakenteet, jotka ovat rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa		R 60	R 60	R 60	R 30	—
- enintään 2 kerrosta, ei ullakkoa; rakenteet, jotka eivät ole rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa		R 15	R 15	R 15	R 15	—
- 1 kerros, ei ullakkoa, sprinklaus; rakenteet, jotka eivät ole rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa		<u>—</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	—	—
- 1 kerros, tuotanto- tai varastorakennus; ei ullakkoa; rakenteet, jotka eivät ole sen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa		<u>—</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	—	—
Ullakon tai ontelon vesikattorakenteet, jotka eivät ole rakennuksen rungon olennaisia kantavia tai palossa runkoa jäykistäviä rakenteita		—	—	—	—	—
Taulukon huomautukset:	Parvekkeiden palonkestävyysvaatimus on puolet kerroksen kantavien rakenteiden vaatimuksesta. Tuotanto- ja varastorakennuksessa sallitaan lievennyksiä Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E2 mukaisesti.					
Taulukon merkinnät:	<p>* = jos kantavat rakenteet ovat palavasta rakennustarvikkeesta, tulee rakennuksen eristeiden olla palamattomia tai lähes palamattomia</p> <p><u>—</u> = vaaditaan palamatonta rakennustarviketta kantavissa rakenteissa</p> <p>— = ei luokkavaatimusta</p> <p>■ = ei mahdollinen</p>					

## 5.1.3

Rakennukseen, johon sijoitetaan palo- tai räjähdysvaarallinen tila, ei yleensä saa sijoittaa asuntoja, majoitustiloja, hoitotiloja eikä kokoontumistiloja.

## Ohje

Mikäli sijoittaminen erityisestä syystä sallitaan, mainitut tilat eivät välittömästi saa rajoittua toisiinsa, tai tehokain järjestelyin on varmistettava, ettei tästä aiheudu henkilöille vaaraa. Räjähdysvaaraan nähden edellytetään aina erikoissuunnittelua.

## 5.2 Osaston pinta-ala

## 5.2.1

Palo-osaston enimmäisala on esitetty seuraavassa taulukossa:

Käyttötapa	PALO-OSASTON ENIMMÄISALA		
	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
<b>KERROKSET</b>			
Asuinrakennukset	osastointi huoneistoittain	osastointi huoneistoittain	osastointi huoneistoittain
Majoitustilat ja hoitolaitokset			
– majoitustilat	800 m <sup>2</sup>	800 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
– muut tilat	1600 m <sup>2</sup>	1600 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
Kokoontumis- ja liiketilat sekä työpaikatilat	2400 m <sup>2</sup>	2400 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
Tuotanto- ja varastotilat sekä autosuojat	harkinnan mukaan <sup>1)</sup>	harkinnan mukaan <sup>1)</sup>	harkinnan mukaan <sup>1)</sup>
<b>ULLAKOT JA YLÄPOHJAN ONTELOT</b>	1600 m <sup>2</sup>	1600 m <sup>2</sup>	alapuolisten osastojen mukaan <sup>2)</sup>
<b>KELLARIT</b>			
– maanpäälliset	1600 m <sup>2</sup>	1600 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
– maanalaiset	800 m <sup>2</sup>	800 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>

## Taulukon huomautukset:

<sup>1)</sup> Tuotanto- ja varastotilojen ohjeet ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa E2 sekä autosuojien ohjeet osassa E4.

<sup>2)</sup> Asuinrakennuksessa voidaan erityisestä syystä korvata palo-osastoinnilla enintään 200 m<sup>2</sup>:n osastoihin.

## Ohje

Pinta-ala lasketaan niin kuin huoneistoala.

## 5.2.2

Poistumisen turvaamiseksi tai pelastus- ja sammutustoimien helpottamiseksi palo-osastot jaetaan lisäksi osiin:

- majoitustilat ja hoitolaitokset majoitushuoneittain;
- ullakot ja yläpohjan ontelot enintään 400 m<sup>2</sup>:n osiin.

## 5.2.3

Palo-osastoa voidaan suurentaa varustamalla osasto automaattisella paloilmotimella, automaattisella savunpoistolaitteistolla tai automaattisella sammutuslaitteistolla.

TAULUKKO 3.2.1		RAKENNUKSEN KOKOA KOSKEVAT RAJOITUKSET		
Rakennuksen ominaisuus	Rakennuksen paloluokka			
	P1	P2	P3	
<b>KERROSLUKU</b>				
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2	
- asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 4	enintään 2	
- tuotantanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1	
<b>KORKEUS</b>				
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m	
- asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 14 m	enintään 9 m	
- yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m	
<b>KERROSALA</b>				
Kerrosala yleensä				
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m <sup>2</sup>	
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m <sup>2</sup>	
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa				
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta	
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei sallittu	
<i>Selostus</i>	<i>Rakennuksen korkeus on rakennuksen ulkoseinän ja vesikaton leikkauskohdan etäisyys maasta (RakA 151 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.</i>			

## 3.2.2

Enintään kaksikerroksisen rakennuksen henkilömäärää koskevat rajoitukset on esitetty seuraavassa taulukossa:

TAULUKKO 3.2.2		RAKENNUKSEN SUURIN SALLITTU HENKILÖMÄÄRÄ		
Käyttötapa	Kerroksia	Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
Asunnot		ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Majoitustilat	1	ei rajoitusta	paikkaluku 150	paikkaluku 50
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 50	paikkaluku 10
Hoitolaitokset	1	ei rajoitusta	paikkaluku 100	paikkaluku 10
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 25	ei sallittu
Kokoontumis- ja liiketilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	henkilöitä 500
	2	ei rajoitusta	henkilöitä 250	henkilöitä 50
Työpaikatilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	ei rajoitusta	työntekijöitä 150
Tuotanto- ja varastotilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	työntekijöitä 50	ei sallittu
<b>Ohje</b>	Milloin yll kaksikerroksisia rakennuksia saa taulukon 3.2.1 mukaan rakentaa, niissä ei ole henkilömäärärajoituksia.			
	Kaksikerroksisen rakennuksen henkilömäärärajoitukset koskevat tapauksia, joissa mainitun käyttötavan mukaiset tilat on sijoitettu kokonaan tai osaksi rakennuksen toiseen kerrokseen. Jos näitä tiloja on vain ensimmäisessä kerroksessa, voidaan soveltaa yksikerroksista rakennusta koskevia rajoituksia.			
	Mikäli rakennuksessa on eri käyttötaparyhmiin kuuluvia tiloja, rakennuksen turvallisuustaso arvioidaan tarkastelemalla rakennusta kokonaisuutena.			