

## Kuormat

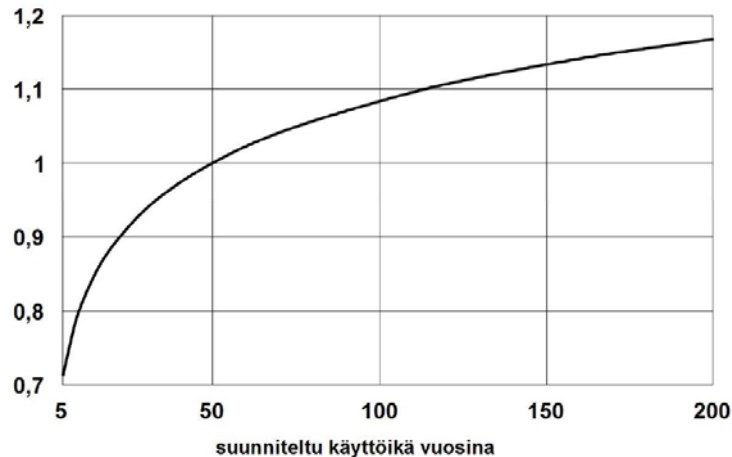
Eurokoodin mukaan kuormat tulee luokitella pysyviin (G), muuttuviin (Q) ja onnettomuuskuormiin (A).

Kuormat luokitellaan myös:

- välittömiksi tai välillisiksi
- kiinteiksi tai liikkuviksi
- staattisiksi tai dynaamisiksi

Tällöin esimerkiksi hyötykuormat ovat kokonaan liikkuvia eikä niillä ole siis kiinteää osuutta.

Eurokoodissa ja niiden kansallisissa liitteissä esitetyt ilmastosta aiheutuvat kuormat on määritetty 50 vuoden käyttöikää vastaavasti. Mikäli rakenteen käyttöikä on yli 50 vuotta, tulee käytettäviä luonnonkuormia kasvattaa.



Ilmastosta johtuvien kuormien ominaisarvon likimääräinen riippuvuus suunnitellusta käyttöiästä

### EN1991-1-1 Rakenteiden omapaino ja hyötykuormat:

EN1991-1-1 antaa ohjeet rakenteiden omapainon määrittämiseen. Omanpainon laskenta ei poikkea nykyisestä käytännöstä. Mikäli omassa painossa on merkittävää vaihtelua, voidaan käyttää omanpainon ylä- tai alaraja-arvoa sen mukaan onko omasta painosta haittaa vai hyötyä. Rakenteiden omapaino tulkitaan yhdeksi kuormaksi ja sille käytetään vain yhtä varmuuskerrointa STR tarkastelussa (eli eri kentissä on aina sama kerroin).

Hyötykuormat ovat liikkuvia muuttuvia kuormia. Hyötykuormien vähimmäisarvot Suomessa on määritetty EN1991-1-1:n kansallisessa liitteessä (kansallinen liite päivitetään syksyllä 2010, esitetyt tiedot ovat uuden version mukaisia).

Rakennusten välipohjien, parvekkeiden ja portaiden vähimmäishyötykuormat

Kuormitettujen tilojen luokat	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]			Q <sub>k</sub> [kN]
	Välipohjat	Portaat	Parvekkeet	
Luokka A (asuin ja majoitustilat)	2,0	2,0	2,5	2,0
Luokka B (toimistotila)	2,5	3,0	2,5	2,0
Luokka C (kokoontumistilat)				
– C1 (tilassa pöytiä)	2,5	3,0	2,5	3,0
– C2 (tilassa kiinteät istuimet)	3,0	3,0	3,0	3,0
– C3 (ei liikkumista raj. esteitä)	4,0	3,0	4,0	4,0
– C4 (liikuntatilat)	5,0	3,0	5,0	4,0
– C5 (tungoskuorma yleisötilassa)	6,0	6,0	6,0	4,0
Luokka D (myymälätilat)				
– D1 (vähittäiskaupat)	4,0	3,0	4,0	4,0
– D2 (tavaratalot)	5,0	6,0	5,0	7,0

Pistekuorman Q<sub>k</sub> kuormitusalueena käytetään 50 x 50 mm<sup>2</sup>, kun Q<sub>k</sub> ≤ 2,0 kN, muutoin 100 x 100 mm<sup>2</sup>.

Hyötykuormista voidaan tehdä vaakarakenteita mitoitettaessa vähennys, jos rakenteen kuormituspinta-ala on suuri. Kuormituspinnan ollessa suuri ei ole todennäköistä, että todellisuudessa koko kuormitusalueella vaikuttaisi täysi hyötykuorma. Hyötykuormaa voidaan pienentää tällöin kertoimella α<sub>A</sub>.

Pienennystekijä α<sub>A</sub> luokkia A ... D varten määritetään seuraavan yhtälön avulla:

$$\alpha_A = \frac{5}{7}\psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$$

kuitenkin vähintään 0,8

missä

ψ<sub>0</sub> on standardin EN 1990 kansallisen liitteen taulukon A1.1 (FI) mukainen kerroin,

A<sub>0</sub> on 10,0 m<sup>2</sup> ja

A on kuormitusalue

Muissa luokissa pienennystekijä α<sub>A</sub> = 1,0.

Eurokoodin mukaisesti pienennystekijää α<sub>A</sub> voi soveltaa vain palkki- ja laattarakenteelle. Pienennystekijää ei saa kuitenkaan soveltaa yhteen suuntaan kantaville laatoille tai rakenteissa, joissa pysty- ja vaakarakenne liittyvät toisiinsa jäykästi kiinnitetyinä. Jatkuvilla vaakarakenteilla kuormitusalue A lasketaan kenttäkohtaisesti. Pysty- ja vaakarakenteen liitos mitoitetaan aina ilman pienennystekijää.

Pienennystekijää α<sub>A</sub> ei sovelleta onnettomuustilanteessa (koskee myös palotilannetta). Käyttörajoissa pienennystekijää α<sub>A</sub> voidaan käyttää vain ominaisyhdistelmällä.

Kuormia ei tule kuitenkaan pienentää ilman tilaajan hyväksyntää.

Pystyrakenteilla voidaan tehdä myös hyötykuormista vähennys. Pienennystekijä α<sub>n</sub> määritetään seuraavasti:

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n}$$

missä

n on kuormitettujen kantavien osien yläpuolella olevien samaan luokkaan kuuluvien kerrosten lukumäärä (> 2).

ψ<sub>0</sub> on standardin EN 1990 kansallisen liitteen mukainen hyötykuorman yhdistelykerroin

Kerrosvähennystä α<sub>n</sub> voi soveltaa vain pilari- ja seinärakenteelle sekä niiden perustuksille. Kerrosvähennystä α<sub>n</sub> ei sovelleta yhdessä yhdistelykertoimen ψ tai pienennystekijän α<sub>A</sub> kanssa.

Osan EN1991-1-1 kansallinen liite määrittelee myös varastojen ja pysäköintitalojen vähimmäiskuormat sekä kaiteiden ja väliseiniin vaakakuormat.

Varastoinnista aiheutuvat välipohjien vähimmäishyötykuormat

Kuormitettujen tilojen luokat	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]		$Q_k$ [kN]
	Välipohjat	Portaat	
Luokka E1	7,5	3,0	7,0

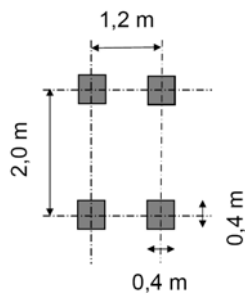
Huom: Tavarakuorman suuruus osoitetaan sopivaan paikkaan asetetulla, selkeästi näkyvällä ja pysyvällä kuormakilvellä. Kuormakilvessä esitetään hyötykuorma kg/m<sup>2</sup>.

Autotallien ja ajoneuvojen liikennöintialueiden vähimmäishyötykuormat \*)

Liikennöintialueen luokka	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]		$Q_k$ [kN]
	Välipohjat	Portaat	
Luokka F Ajoneuvon kokonaispaino: ≤ 30 kN	2,5	3,0	20
Luokka G 30 kN < ajoneuvon kokonaispaino ≤ 160 kN	5,0	3,0	90

\*) Kohdan 6.3.3.1(1)P mukaisesti luokkien F ja G liikennöintialueet on varustettava kuormakilvellä.

Mikäli kuormakilpeä ei laiteta, tulee alueet mitoittaa akselikuorman lisäksi alla olevan kaavion mukaiselle telikuormalle  $Q_k$ , jonka suuruus on 190 kN. Kuorma  $Q_k$  jakautuu tasan kaikille kuormitusalueille.



Rakennusten vieressä olevat paikoitus- ja kattotasot suunnitellaan tarpeen mukaan myös sammutus- ja pelastusajoneuvojen kuormille sekä nostolava- ja konetikasajoneuvojen tukijalan pistekuormalle.

Väliseinien ja kaiteiden vaakakuormat:

Kuormitettu tila	$q_k$ tai $Q_k$
Luokka A	0,5 kN/m
Luokka B	0,5 kN/m
Luokat C1 ... C4 ja D	1,0 kN/m
Luokka C5	3,0 kN/m
Luokka E	1,0 kN/m
Luokka F	katso EN1991-1-1 liite B *)
Luokka G	katso EN1991-1-1 liite B *)

Huom: Luokan E tiloissa vaakakuormat riippuvat käyttöasteesta. Tämän vuoksi kuorman  $q_k$  arvo määritellään vähimmäisarvona ja tarkistetaan kyseisen käyttöasteen mukaan.

\*) Liitettä B sovelletaan niille kaiteille ja suojaseinille, jotka ovat ajokäytävien ja ramppien välittömässä läheisyydessä ja joihin ajoneuvo voi törmätä ajokäytävällä käytettävällä ajonopeudella. Muille kaiteille ja suojaseinille, joihin on mahdollista törmätä pysäköitäessä, voidaan käyttää ekvivalenttia staattista kuormaa, jonka suuruudeksi oletetaan luokassa F vähintään 5 kN ja luokassa G vähintään 25 kN.

Tämän lisäksi standardissa EN1991-1-1 on esitetty trukkien aiheuttamia kuormia, vesikattoja koskevia hyötykuormia sekä ohjeita huoltotöiden aiheuttamista hyötykuormista (esim. kattopinnat ja huoltoreitit). Kuormien vähimmäisarvoissa tapahtuneiden muutosten lisäksi merkittävimpiä muutoksia on parvekkeiden kuormitus, jossa kaiteen viereen aiemmin oletettu viiva-kuorma on poistunut.

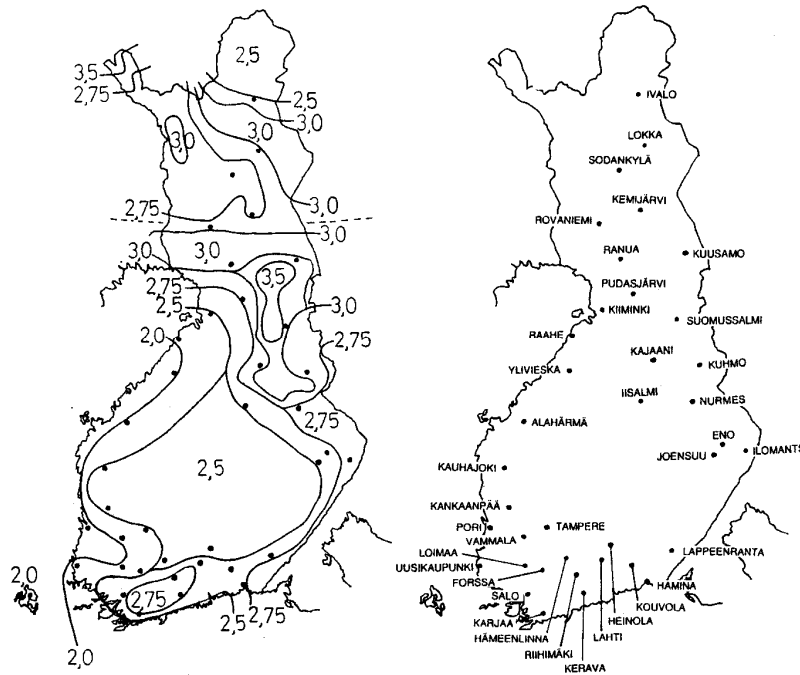
#### EN1991-1-2 Palolle altistettujen rakenteiden rasitukset

Betonirakenteet voidaan mitoittaa myös eurokoodijärjestelmässä taulukkomitoituksena. Tällöin osaa SFS-EN1991-1-2 ei käytännössä tarvitse. Mikäli betonirakenteen haluaa kuitenkin mitoittaa laskennallisesti, niin SFS-EN1991-1-2 antaa ohjeita palomitoituksen menettelytavasta, lämpörasituksista ja analyysissä käytettävistä mekaanisista kuormista.

#### EN1991-1-3 Lumikuormat

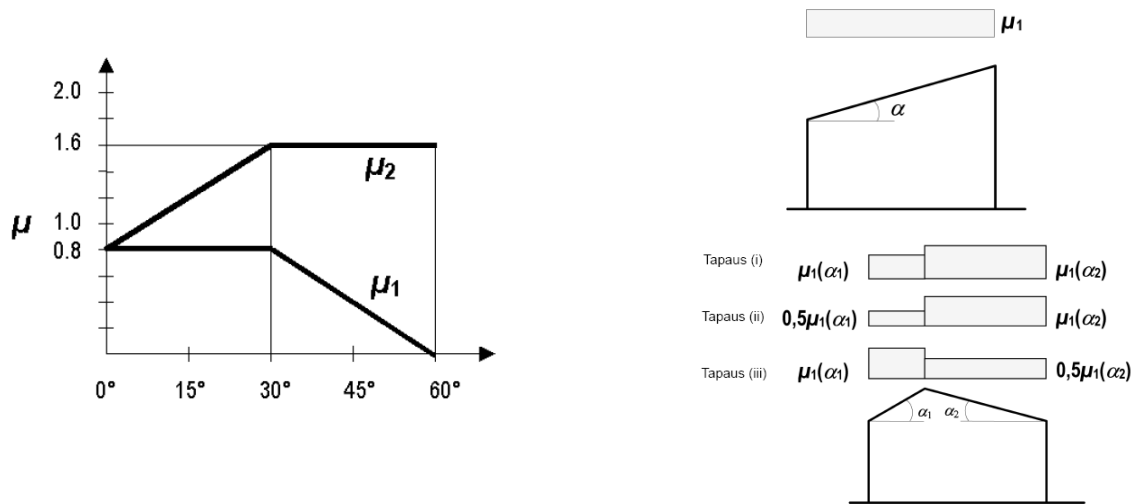
Lumikuorman perusarvo määritetään eurokoodissa maan pinnan lumikuormana. Aikaisemmin Suomen RakMK on antanut lumikuorman arvon katolla. Tämän johdosta kattojen muotokertoimet jäävät pienemmäksi kuin aiemmin. Toinen muutos aikaisempaan käytäntöön on, se että lumikuorma on kiinteä muuttuva kuorma. Tällöin lumi oletetaan vaikuttavan koko kattopinnalla joko kinostumatta tai kinostumiskaavion mukaisesti ja ns. shakkilautatarkastelua ei tarvitse tehdä. Toisaalta epätaiteisen lumenpoiston mahdollisuus on kuitenkin syytä ottaa huomioon.

Lumikuorman ominaisarvot maan pinnalla on esitetty alla olevassa kuvassa. Arvot ovat  $\text{kN/m}^2$ . Kuvassa esitetyt arvot ovat minimiarvoja. Tapauskohtaisesti voidaan sopia suurempien arvojen käytöstä.



Lumen ominaisarvot maan pinnalla Suomessa

Katon lumikuorma saadaan normaalissa tapauksessa kertomalla maan pinnalla vaikuttava lumikuorman ominaisarvo katon muotokertoimella. Harja- ja pulpettikattojen kuormituskaaviot ja muotokertoimet on esitetty alla olevissa kuvissa ja taulukoissa.



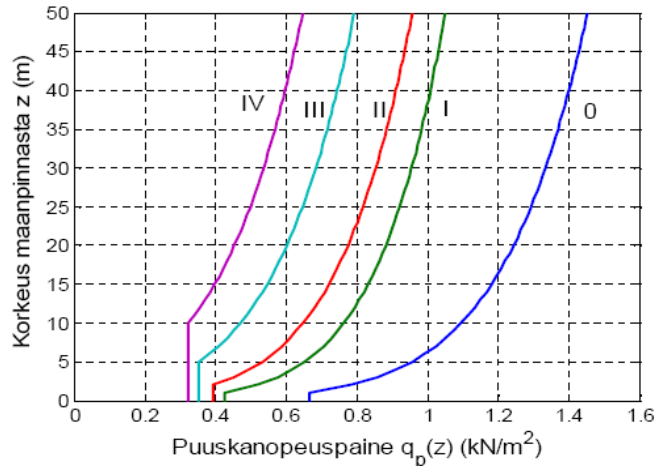
Pulpetti- ja harjakaton kuormituskaaviot ja muotokertoimet

Tasoerokattojen lumikuorma määritetään melko samalla tavalla kuin aiemminkin kinostuvan lumen ja mahdollisesti ylempältä katolta putoavan lumen perusteella. Kinostumiskuorman yläraja poikkeaa kuitenkin aiemmasta, sillä ennen yläraja koski sekä tuulen aiheuttamaa ja putoavan lumen aiheuttamaa kinostumaa ja nyt se koskee vain tuulen aiheuttamaa kinostumaa. Kansallisessa liitteessä on myös annettu ohjeet pienten katosten kinostumiskuormista tasoerokohdissa.

#### EN1991-1-4 Tuulikuormat

Tuulikuorma on kiinteä muuttuva kuorma. Tuulikuorma osa on eurokoodien kuormaosista teoreettisin ja suhteellisen työläs käyttää. Tasaisessa maastossa mitoituksessa käytettävä puuskanopeuspaineen  $q_p(z)$  mitoitussarvon määrittäminen on käytännössä helpointa määrittää esimerkiksi julkaisusta RIL201-1-2008, jossa arvot on esitetty sekä kuvaajina ja taulukkona. Matallisissa rakennuksissa referenssikorkeutena käytetään rakennuksen korkeutta.

Maastoluokat:	
0	Avomeri tai merelle avoin rannikko
I	Järvet tai tasanko, jolla on enintään vähäistä kasvillisuutta eikä tuuliesteitä
II	Alue, jolla on matalaa heinää tai siihen verrattavaa kasvillisuutta ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus
III	Alueet, joilla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä tuuliesteitä, joiden keskinäinen etäisyys on enintään 20 kertaa esteen korkeus (kuten kylät, esikaupunkialueet, pysyvä metsä)
IV	Alueet, joiden pinta-alasta vähintään 15 % on rakennusten peitossa ja niiden keskimääräinen korkeus ylittää 15 m



Puuskanopeuspaine eri maastoluokissa (kuva RIL201-1-2008 lausuntokierrosversio)

Tuulen ulkopuoliselle paineelle ja imulle on annettu sekä katoille ja seinille kaksi kerointa eri pinta-aloille,  $c_{pe,10}$  ja  $c_{pe,1}$  ( $10 \text{ m}^2$  ja  $1 \text{ m}^2$ ). Keroin valitaan tarkasteltavan rakenneosan kuormituspinta-alan mukaan. Sisäpuolisen paineen keroin voidaan laskea vaipan tiiveyden perusteella. Mikäli sisäpuolisen paineen kerointa  $c_{pi}$  ei haluta laskea tiiviissä rakennuksessa, voidaan käyttää kerointa  $+0,2$  tai  $-0,3$  riippuen kumpi niistä on rakenteen kannalta määräävä.

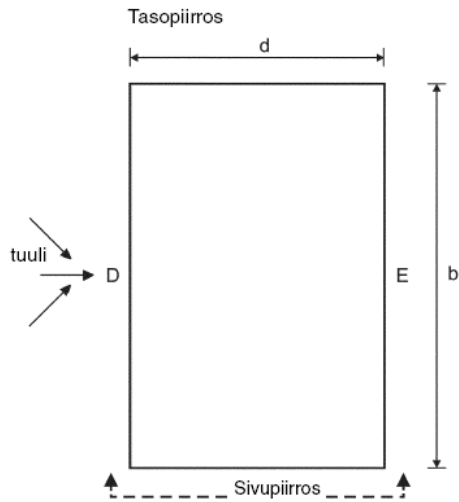
Rakennukseen tai rakennosaan kohdistuva ulkopuolinen kuorma saadaan kertomalla tuulen puuskanopeuspaine tarvittavalla painekertoimella sekä rakennekertoimella. Rakennekertoimen  $c_{scd}$  ottaa huomioon rakenteen koon ja mittasuhteet sekä puuskien dynaamiset vaikutukset. Rakennekertoimen arvo on kuitenkin yksi mikäli:

- rakennuksen korkeus on alle 15 m
- ulkoseinille ja vesikaton rakenteille, joiden ominaistajuus on yli 5 Hz
- rakennuksessa on kantavat seinät, korkeus on alle 100 m ja samalla pienempi kuin 4 kertaa rakennuksen tuulensuuntainen sivumitta

Rakennukseen tai rakennosaan kohdistuva sisäpuolinen kuorma saadaan kertomalla sisäpuolinen painekerroin tuulen puuskanopeuspaineella.

Mikäli rakennuksen tuulensuuntaiset pinnat ovat suuria, tuulen kitkavoima on otettava huomioon. Kitkavoimaa ei tarvitse ottaa huomioon mikäli tuulensuuntaisten pintojen kokonaisala on korkeintaan 4 kertaa tuulta vastaan kohtisuorien pintojen ala.

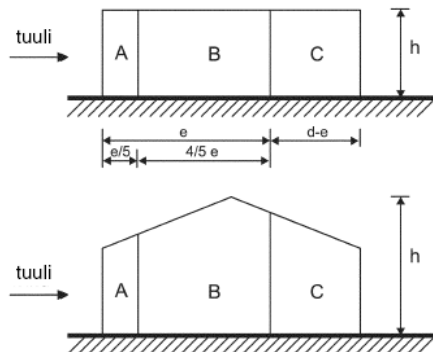
Rakennukseen kohdistuva kokonaistuulikuorma määritetään pääasiassa pintojen painekertoimien avulla. Painekertoimet on annettu vain hyvin yksinkertaisille rakennusten muodoille ja niiden soveltaminen monimuotoiseen rakennukseen vaatii suunnittelijalta tulkintojen tekemistä. Kokonaistuulivoimaa laskettaessa ulkopuolista kuormaa voidaan pienentää, koska paine- ja imuvoimien huippuarvot rakennuksen tuulen- ja suojanpuolella eivät vaikuta yhtä aikaa. Vähennys riippuu rakennuksen mittasuhteista ja on maksimissaan 15%.



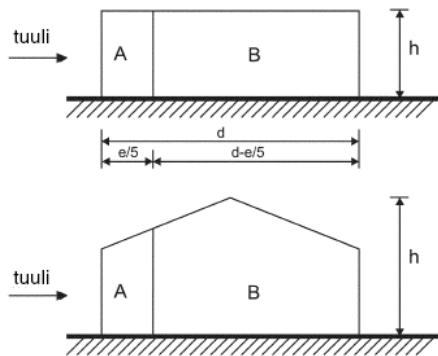
$e = b$  tai  $2h$  sen mukaan, kumpi on pienempi

$b$ : tuulelle poikittais-suuntainen mitta

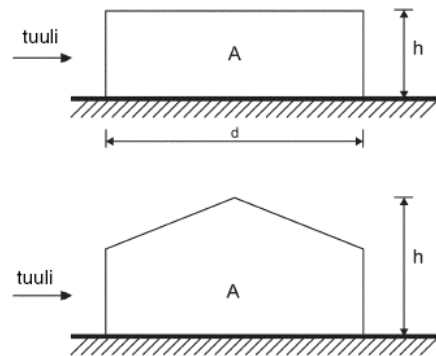
Sivupiirros, kun  $e < d$



Sivupiirros, kun  $e \geq d$



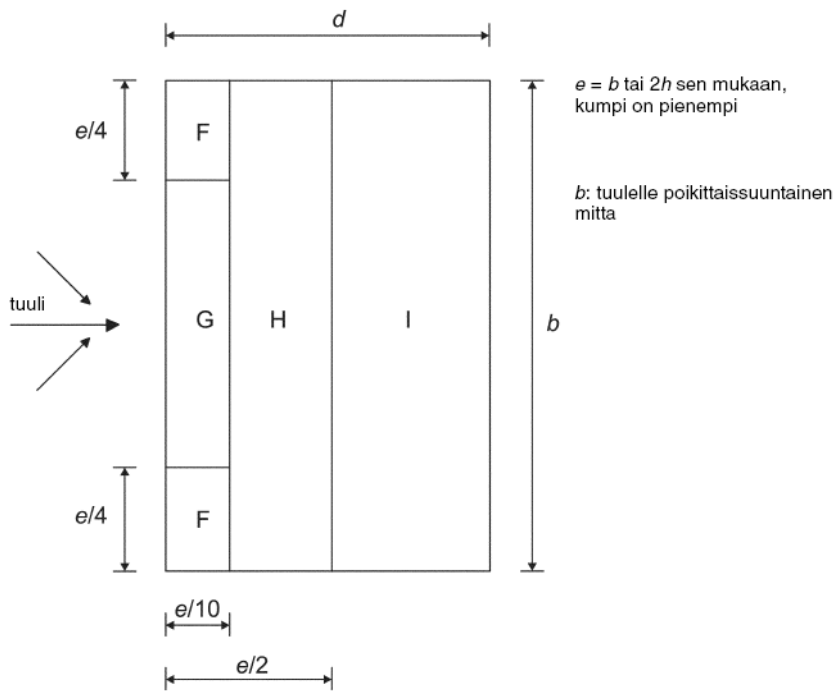
Sivupiirros, kun  $e \geq 5d$



Ulkopuoliseen paineen vaikutusalueet seinille

Vyöhyke	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Ulkopuoliseen paineen kertoimet seinille



Ulkopuolisen paineen vaikutusalueet tasakatoille

Kattotyyppi	Vyöhyke							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Teräväreunaiset räystäät	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2

Ulkopuolisen paineen kertoimet tasakatoille

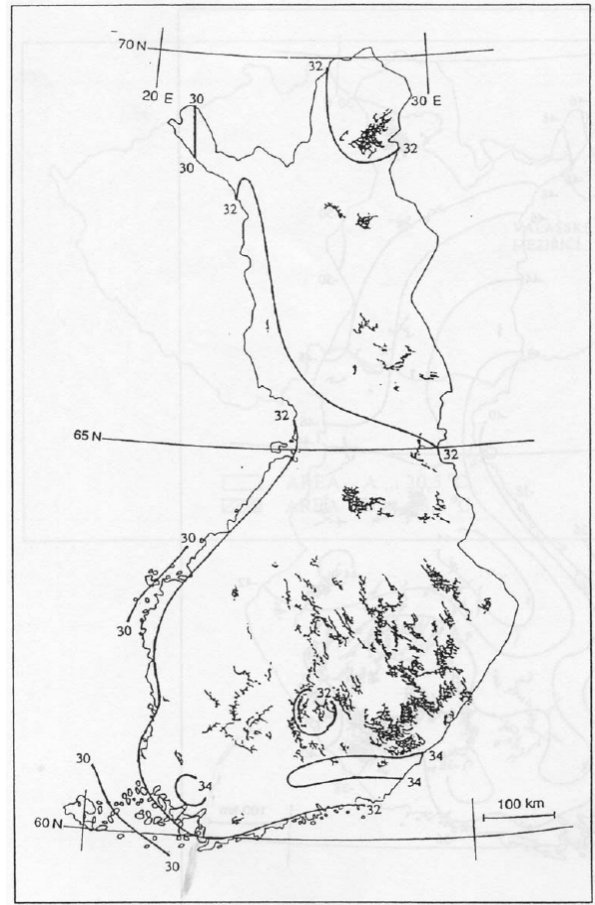
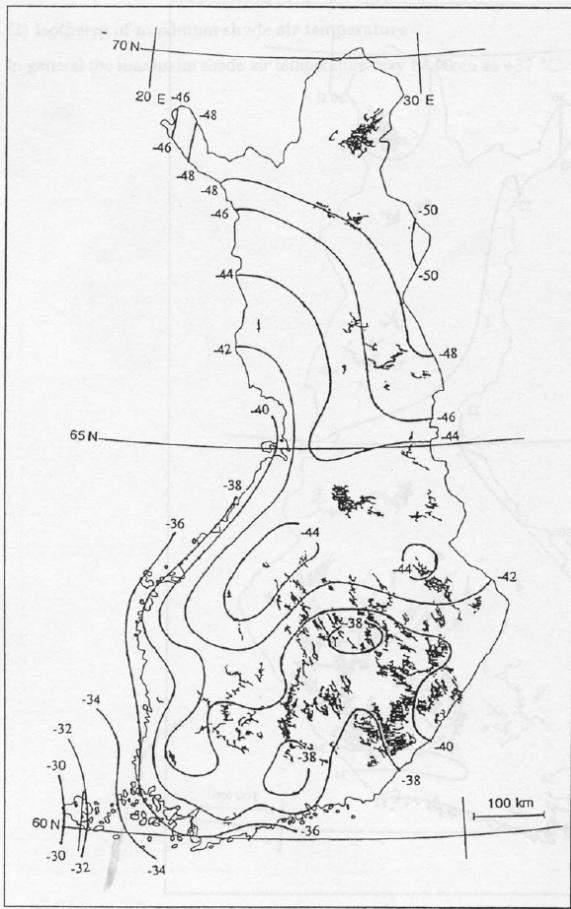
### EN1991-1-5 Lämpötilakuormat

Lämpötilakuormat ovat muuttuvia välillisiä kuormia. Lämpötilakuormista aiheutuvia rasituksia tarvitaan lähinnä kylmissä ulkorakenteissa, joissa lämpötilan vaihtelu voi olla suuri. Alla olevassa kuvassa on esitetty ulkoilman lämpötilojen ääriarvot varjossa. Rakennuksen sisälämpötilaksi oletetaan kesällä +20 ja talvella +25 astetta. Rakennuksen ulkopinnan lämpötila oletetaan seuraavan taulukon mukaiseksi:

Vuodenaika	Määräävä tekijä	Lämpötila $T_{out}$ [°C]	
Kesä	Suhteellinen absorptiokyky pinnan väristä riippuen	0,5 kiiltävä, vaalea pinta	$T_{max} + T_3$
		0,7 vaaleaksi värjätty pinta	$T_{max} + T_4$
		0,9 tumma pinta	$T_{max} + T_5$
Talvi		$T_{min}$	

Kesällä auringonsäteilyn vaikutusten  $T_3$ ,  $T_4$  ja  $T_5$  arvoina käytetään  $T_3= 5$  °C,  $T_4= 10$  °C ja  $T_5= 15$  °C pohjoiseen ja itään suuntautuville rakenneosille sekä  $T_3= 10$  °C,  $T_4= 20$  °C ja  $T_5= 30$  °C etelään ja länteen suuntautuville tai vaakasuuntaisille rakenneosille.





Minimi- ja maksimivarjolämpötilan isotermit (paikalliset vaihtelut voivat olla merkittäviä)

#### EN1991-1-6 Toteuttamisen aikaiset kuormat

EN1991-1-6 käsittelee rakenteiden kuormia rakentamisen aikana. Elementtirakenteiden kannalta merkittävin asia on laatastion työnaikainen hyötykuorma, jota tarvitaan esimerkiksi reunapalkkien työnaikaisen vääntötuennan suunnittelussa. Saumaamattoman elementtilaatastion hyötykuorman minimiarvo on  $q_{ca,k}=0,5 \text{ kN/m}^2$  ja saumaamisen jälkeen hyötykuorman minimiarvo on  $q_{ca,k}=1 \text{ kN/m}^2$ . Kyseinen eurokoodi antaa ohjeita myös lyhytkestoisten työvaiheiden tuulikuormista, jota voidaan tarvita vaativissa elementtien asennuksissa ja nostoissa.

#### EN1991-1-7 Onnettomuuskuormat

Onnettomuuskuormaosa antaa ohjeita törmäyskuormien ja sisäpuolisesta räjähdyksestä aiheutuvien kuormien määrittämisestä. Osassa annetaan myös ohjeita paikallisen vaurion aiheuttamista kuormista ja jatkuvan sortuman estämiseen tarvittavista menettelytavoista.

#### Törmäyskuormat

Liikenneväylien lähellä olevat rakenteet tulee tarvittaessa mitoittaa ajoneuvojen törmäyskuormille. Taajamien ja teiden ja katujen läheisyydessä olevat rakenteet tulee mitoittaa törmäyskuormille, mikäli ne ovat alle 10 metrin etäisyydellä ajoradasta ajonopeuden ollessa 40 km/h ja alle 20 metrin etäisyydellä ajonopeuden ollessa 80 km/h.

## Suomessa käytettävät törmäyskuorman arvot

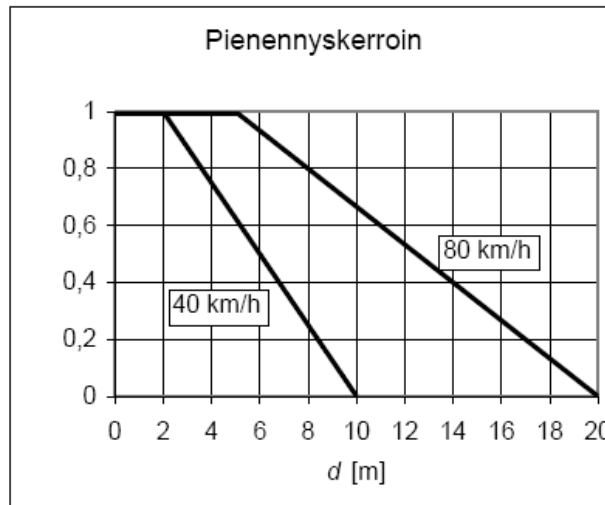
Liikenteen luokka	Kuorma $F_{dx}^a$ [kN]	Kuorma $F_{dy}^a$ [kN]
Moottoritiet sekä valta- ja kantatiet	1000	500
Maantiet	750	375
Taajamien tiet ja kadut	500	250
Pihat ja autotallit, joihin:		
– henkilö- ja pakettiautot pääsevät kulkemaan <sup>b</sup>	25	25
– kuorma-autot <sup>c</sup> pääsevät kulkemaan <sup>b</sup>	75	75

<sup>a</sup> x = normaali liikenteen suunta, y = normaalin liikenteen suuntaa vastaan kohtisuoraan.  
<sup>b</sup> Jos piha-alueen ajoneuvoliikenteelle tarkoitetun osan reunan ja rakenteen vaakasuora välimatka on vähintään 2,0 m, ei rakennetta tarvitse mitoittaa ajoneuvon törmäyskuormalle.  
<sup>c</sup> Termi "kuorma-auto" tarkoittaa ajoneuvoja, joiden suurin bruttopaino on yli 3,5 tonnia.

Piha-alueilla huomautuksen b mukaisesti rakenteita ei tarvitse mitoittaa törmäyskuormalle, mikäli ajoväylän ja rakenteen välinen etäisyys on yli 2 metriä.

Taajamien teiden ja katujen törmäyskuormia voidaan pienentää rakenteen ja ajoradan välisen etäisyyden perusteella.

Törmäyskuorman pienennyskerroin (väliarvot voidaan interpoloida)



### Jatkuvan sortuman estäminen

Jatkuvan sortuman estämiseen käytettävät toimenpiteet riippuvat rakennuksen seuraamusluokasta. Onnettomuusrajatilan seuraamusluokittelu poikkeaa hieman normaalisti vallitsevan mitoitusilanteen seuraamusluokittelusta. Toisaalta myös betonieurokoodin sidejärjestelmiä koskevat säännöt tuovat samanaikaisia perusvaatimuksia betonirakenteille. Käytettävät toimenpiteet on kuvattu kansallisen liitteen jäljessä olevalla ristiriidattomassa dokumentissa, joka korvaa standardin opastavan liitteen A.

Rakennusten seuraamusluokat onnettomuustilanteessa:

Seuraamusluokka	Rakennuksen tyyppi ja käyttötarkoituksen mukainen luokitus
1	1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä kuten esim. varastot
2a Melko pienen riskin ryhmä	Rakennukset, joissa on korkeintaan neljä maanpäällistä kerrosta <sup>1)</sup> tai joiden korkeus maanpinnasta on enintään 16 m
2b Melko suuren riskin ryhmä	Kaikki muut rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu seuraamusluokkiin 1, 2a tai 3
3a	9-15 kerroksiset <sup>2)</sup> asuin-, konttori- ja liikerakennukset ja muut 9-15 kerroksiset käyttötarkoitukseltaan ja rungoltaan samantyyppiset rakennukset
3b	Muut yli 8-kerroksiset <sup>2)</sup> rakennukset  Konserttitalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot (yli 1000 henkeä)  Raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset  Erikoisrakenteet tapauskohtaisen harkinnan mukaan

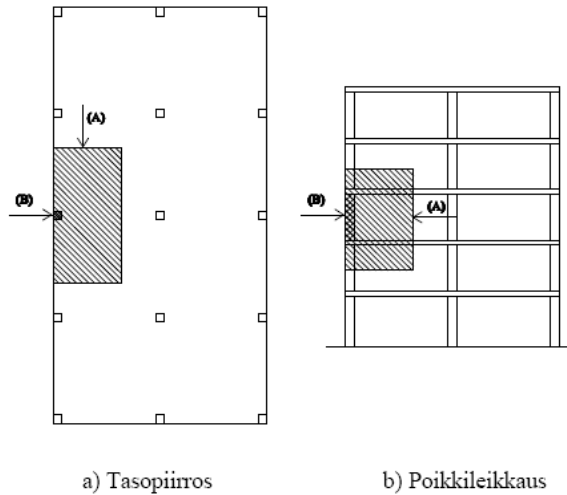
<sup>1)</sup> Asuinrakennukset, joissa on korkeintaan kaksi maanpäällistä kerrosta, voidaan suunnitella kuitenkin onnettomuusrajatilassa seuraamusluokan 1 mukaisesti.

<sup>2)</sup> Kellarikerrokset mukaan luettuina.

Käytännössä seuraamusluokassa 1 ja 2 riittää, kun betonirakenteet on mitoitettu eurokoodin osan EN1992-1-1 mukaisesti. Mikäli rakennuksessa on kantavat seinät, myös betonieurokoodi edellyttää 5-kerroksisissa tai sitä korkeammissa rakennuksissa pystysuuntaisten siteiden käyttöä. Lisävaatimuksena osan EN1991-1-7 kautta luokassa 2b on pilareiden pystysidevaatimus, joka käytännössä yleensä hoituu pilarin pääteräksillä ja pilarikenkäjatkoksilla ilman lisätoimenpiteitä. Betonieurokoodin sidevoimien perusteella lasketut teräsmäärät vastaavat meillä aiemmin käytettyjä rengas- ja saumaraudoituksia. Nämä raudoitteet eivät kuitenkaan riitä luomaan täydellistä korvaavaa köysirakennetta, mikäli joku pystyrakenteista menettää kantokykynsä. Tämän johdosta käytettävät sidevoimat kasvavat seuraamusluokassa 3a, jolloin 15-kerroksisissa rakennuksissa ollaan lähempänä korvaavan systeemin teräsmäärää. Mitoitus perustuu kuitenkin likimääräisiin sääntöihin ja kaikki rauditus voidaan suunnitella vielä yksinkertaisten sääntöjen perusteella.

Seuraamusluokka 3b edellyttää aina riskiarvion laadintaa. Tämän lisäksi on tarkasteltava, että kun mikä tahansa pystyrakenneseosa poistetaan, niin rakennus ei saa menettää stabiliteettiaan eikä vaurioitumien saa ylittää hyväksytyä rajaa. Betoniseinien osalta poistettavaksi oletettava pituus on poikittaisten tukiseinien väli, mutta enintään mitta 2,25 kertaa kerroskorkeus. Mikäli vaurioituminen ylittää hyväksytyyn rajan, tulee kyseinen pystyrakenne mitoittaa avainasemassa olevana rakennosana.

Monikerroksisissa rakennuksissa Suomessa käytettäväksi valittu hyväksyttävän vaurion ala on eurokoodin liitteen A mukainen. Vaurio saa tapahtua periaatteessa kahdessa kerroksessa ja vaurioituneen alueen koko voi olla enintään 15% kerroksen pinta-alasta ja enintään 100 m<sup>2</sup>/kerros. Tällöin on huomattava, että vaurioitunut alue tarkoittaa sitä aluetta, joka sortuu. Muukin osa voi olla vaurioitunut, mutta sen kuormat tulee pystyä kannattamaan korvaavaan systeemin muodostavilla rakenteilla. Käytännössä monikerroksisissa rakennuksissa tarkastelu on tehtävä kerroksittain, koska vaurion rajoittuminen kahteen kerrokseen on yleensä erittäin vaikea osoittaa laskennallisesti. Kahden kerroksen vaurioala eurokoodissa tulee ilmeisesti muurattujen rakenteiden puolelta, koska kantavat muuratut seinät eivät kestä mitoitusta avainasemassa olevana rakennosana ilman riittävää pystykuormaa ja tällöin sortuma on hyväksyttävä ylimmissä kerroksissa (tulee englantilaisesta käytännöstä).



a) Tasopiirros

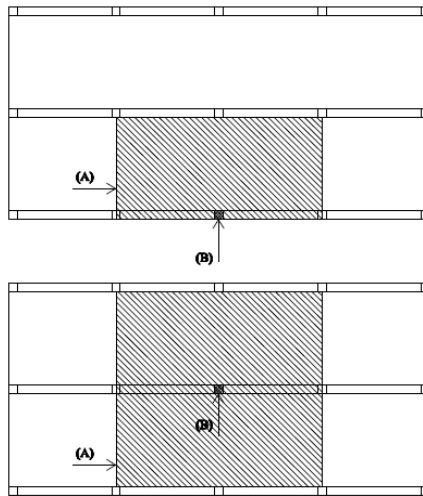
b) Poikkileikkaus

Selite

(A) Paikallinen vaurio

(B) Poistettavaksi ajateltu pilari

Yksikerroksissa hallityypisissä rakennuksissa on erittäin vaikea päästä edellä esitettyihin vaurioaloihin, koska yhden pilarin kannattama alue on hyvin suuri. Jotta nykyinen käytäntö ei muuttuisi kohtuuttomasti, yksikerroksiselle rakennukselle on määritetty omat vaurioalat alla olevan kuvan mukaisesti. Pääkannattajan vaurioituessa vaurion on kuitenkin rajoitettava kyseiseen kannattajaan tukeutuvien kenttien pinta-alaan.



Selite

(A) Paikallinen vaurio

(B) Poistettavaksi ajateltu pilari

Mikäli pystyrakenne joudutaan mitoittamaan avainasemassa olevana rakennusosana, sen tulee kestää vaakaasuuntainen pistekuorma tai viivakuorma, joka vaikuttaa kerroskorkeuden puolessavälissä. Pilareille käytetään pistekuormaa  $A_d=50$  kN ja seinillä kuorma voidaan jakaa metrikuormaksi kolmen metrin leveydelle. Mitoitus tapahtuu tällöin onnettomuustilanteessa.

### EN1991-3 Nosturien ja muiden koneiden aiheuttamat kuormat

Osa EN1991-3 määrittelee nosturiratojen ja niiden tukirakenteiden kuormien määrityksen. Nosturikuormat ovat muuttuvia liikkuvia kuormia, joiden dynaamiset vaikutukset on otettava huomioon. Dynaamiset vaikutukset otetaan huomioon dynaamisilla suurennuskertoimilla alla olevan taulukon mukaisesti.



Nosturikuormien yhdistelykertoimet ja käytettävät kuormien osavarmuusluvut on esitetty poikkeuksellisesti osan EN1991-3 kansallisessa liitteessä. Nämä tiedot siirretään tulevaisuudessa osaan EN1990 ja sen kansalliseen liitteeseen, jossa muiden kuormien vastaavat tiedot on esitetty. Muiden kuormien osalta noudatetaan osan EN1990 ja sen kansallisen liitteen antamia ohjeita.

#### Nosturikuormien osavarmuusluvut ja yhdistely

Normaalisti vallitsevat ja tilapäiset mitoitustilanteet	Pysyvät kuormat		Mikäli nosturikuorma on määräävä muuttuva kuorma	Mikäli nosturikuorma on muuta samanaikaista muuttuvaa kuormaa
	Epäedulliset	Edulliset		
(Yht.6.10a)	$1,35K_{FI}G_{kj, sup}$	$1,0G_{kj, inf}$		
(Yht.6.10b)	$1,15K_{FI}G_{kj, sup}$	$1,0G_{kj, inf}$	$1,35K_{FI}Q_{k,1}$	$1,35K_{FI}\psi_{0,i}Q_{k,i}$

#### Nosturikuormien yhdistelykertoimet

Kuormitus	Merkintä	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Yksittäinen nosturi tai nosturikuormien ryhmä	$Q_r$	1,0	0,9	$\psi_2$

$\psi_2$  = pysyvän nosturikuorman suhde nosturin aiheuttamaan maksimikuormaan.

#### EN1997-1 Geotekniset kuormat

Osassa EN1997-1 esitetään geoteknisten kuormien määrittäminen. Käytössä on kolme menettelytapaa, mikäli tarkastellaan rakenneosia, joiden mitoitukseen geotekniset kuormat ja maapohjan kantavuus vaikuttavat. Talonrakennuksen osalta Suomi on valinnut käyttöön menettelytavan 2 (=DA2), jolloin kuormille käytetään samoja varmuuskertoimia kuin normaalisti vallitsevassa mitoitustilanteessa rakenteiden kestävyyttä tarkasteltaessa (kaavat EN1990 6.10a ja 6.10b). Tällöin esimerkiksi maanpaineen laskennassa käytetään maaparametreille ominaisarvoja ja saatu kuorma kerrotaan kuorman osavarmuusluvulla. Menettelytapa 2 jakautuu vielä kahteen tapaan DA2 ja DA2\*. Menetelmässä DA2 kuormat kerrotaan heti alussa osavarmuusluvulla ja menetelmässä DA2\* voimien vaikutussuunnat ja epäkeskisyydet lasketaan ominaisarvoilla ja vasta tämän jälkeen kuormat kerrotaan osavarmuusluvulla. Käytettävä menetelmä on sovittava tapauskohtaisesti.