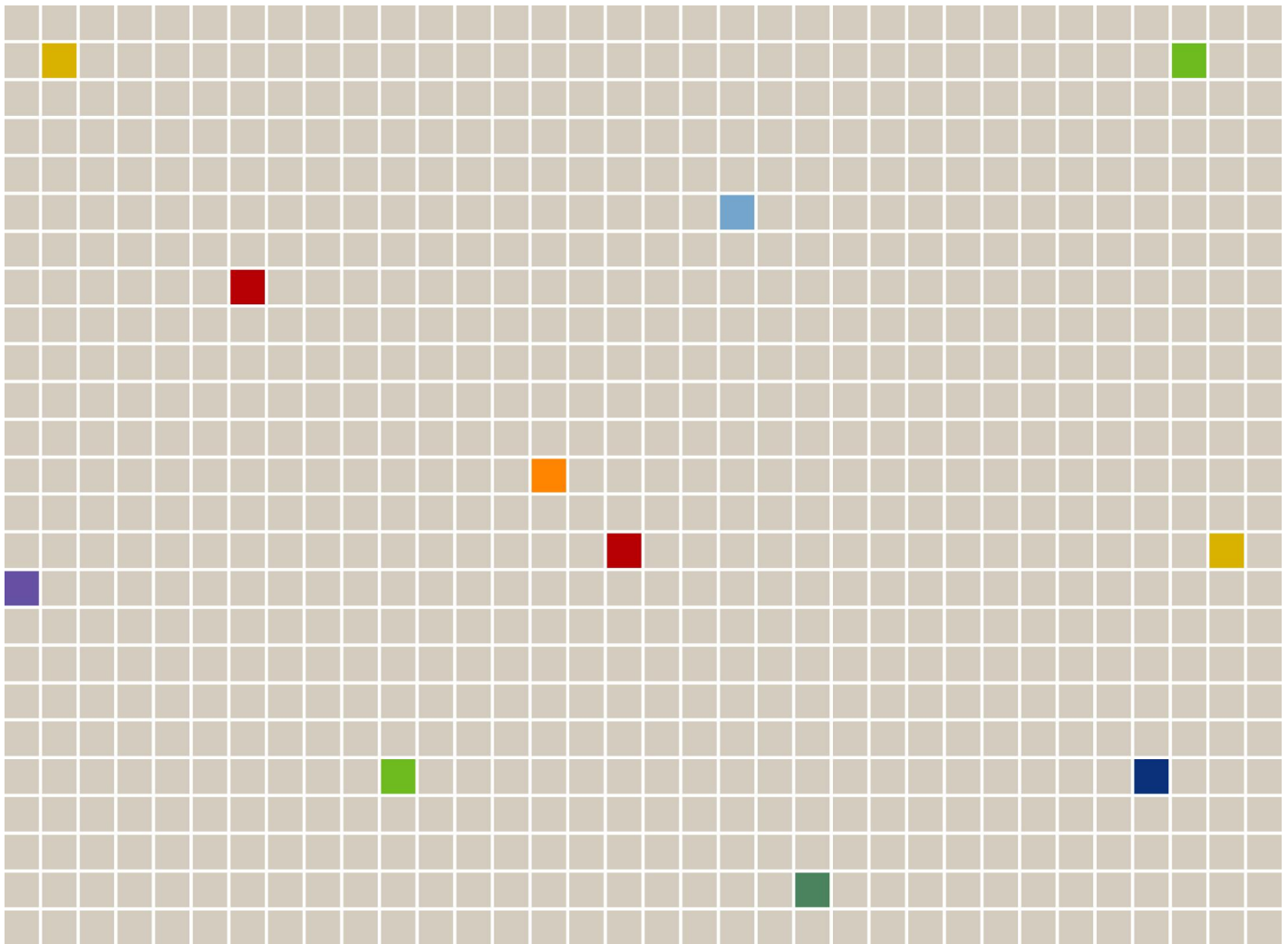




BÄRANDE KONSTRUKTIONER MED EPS – BERÄKNINGSPRINCIPER

Anpassad till Eurokod

BÄRANDE KONSTRUKTIONER MED EPS

Dimensioneringsprocessen

Dimensioneringsprocessen för bärande konstruktioner kan delas upp i lämpliga steg. Dessa är i princip alltid desamma oavsett typ av konstruktion och vilken säkerhetsnorm som tillämpas.

Stegen är följande:

1. Bestämning av förutsättningar för
 - geometri
 - material
 - beständighet
 - laster
2. Val av preliminära dimensioner och materialkvaliteter.
3. Kontroll av bärförmågan i brottgränstillstånd för möjliga brottyper
 - beräkning av respektive lasteffekt
 - beräkning av respektive bärförmåga
 - kontroll av säkerheten för de möjliga brottyperna, det vill säga att bärförmågan alltid överstiger lasteffekten
4. Kontroll av funktioner och beteende i bruksgränstillstånd
 - bestämning av relevanta funktionskrav
 - beräkning av respektive lasteffekt
 - kontroll att funktionskrav uppfylls

Partialkoefficientmetoden

Vid dimensionering med partialkoefficientmetod (PK-metod) beaktas säkerheten med hjälp av särskilda säkerhetsfaktorer eller partialkoefficienter för last respektive bärförmåga.

Laster bedöms efter sannolikhet och varaktighet samt risk för personskada vid ett eventuellt brott medan bärförmågan bedöms efter materialegenskaper.

Detta är den grundläggande dimensioneringsfilosofien i Boverkets konstruktionsstandarder, EKS.

Halvstatistisk metod

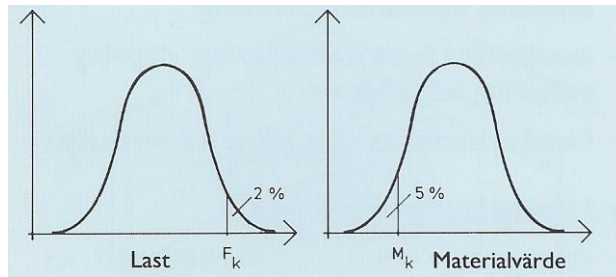
PK-metoden brukar kallas för en halvstatistisk metod. Detta innebär att vissa storheter bestäms statistiskt medan själva *dimensioneringsvillkoret* är enkelt utan statistiska samband.

Karakteristiska värden

Storheter som bestäms på statistisk väg är karakteristiska värden för laster och materialhållfastheter. Även partialkoefficienterna kan sägas vara statistiskt bestämda.

Karakteristiska värden hämtas som regel direkt ur EKS eller tillhandahålls av materialleverantör.

Det karakteristiska värdet för en variabel last skall för byggnader motsvara det värde som med en sannolikhet av 98 % inte överskrids någon gång under ett år, det vill säga 98-procentsfraktilen. För tidsberoende laster motsvarar detta en upprepningstid av 50 år.



Vid bestämning av materialvärde skall osäkerheten mellan värde bestämt genom provning och motsvarande värde i den färdiga konstruktionen beaktas. Det karakteristiska värdet skall därför sättas till den nedre 5-procentsfraktilen, vilket innebär att 95 % av allt tillverkat material minst skall klara angivet värde.

Dimensioneringsvärden

Karakteristiska värden omformas till dimensioneringsvärden med hjälp av partialkoefficienterna γ_f , γ_m och γ_d .

Dimensioneringsvärdet för lasten sammansätts till en dimensionerande lastkombination, som ger en dimensionerande lasteffekt (S_d) i form av tryck-, böj-, skjuvpåkänning, etc.:

$$F_d = \gamma_d \cdot \gamma_f \cdot F_k \Rightarrow S_d$$

Dimensioneringsvärden för materialhållfasthet, geometri och beständighet ger dimensionerande bärförmåga (R_d):

$$M_d = M_k / \gamma_m \Rightarrow R_d$$

där F = allmän beteckning för lastvärde (Force)

M = allmän beteckning för Materialvärde

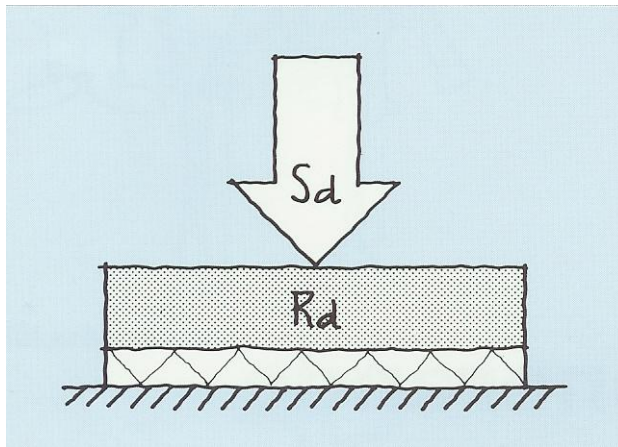
k = index för karakteristiskt värde

d = index för dimensioneringsvärde

f = index för lastvärde

m = index för materialvärde

γ_d = partialkoefficient för säkerhetsklass



Dimensioneringsvillkor: $R_d \geq S_d$

där R = bärförmåga (Resistance)

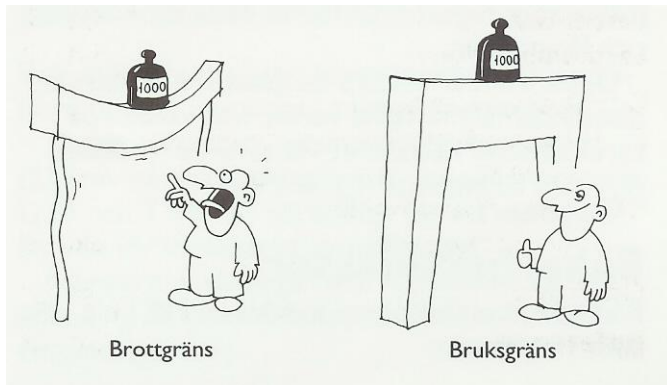
S = lasteffekt (Sollicitation)

Gränstillstånd

Med gränstillstånd avses ett tillstånd där en konstruktion nätt och jämt klarar ställda krav med avseende på materialbrott, instabilitet, deformation, etc.

EKS anger två gränstillstånd som skall analyseras:

- brottgränstillstånd
- bruksgränstillstånd



I brottgränstillstånd ställs krav med avseende på:

- materialbrott på grund av tryck, böjning, skjuvning etc. samt utmattning.
- instabilitet i form av knäckning, vippning, stjälpning och glidning.
- fortskridande ras eller brott vid olyckslast.

I bruksgränstillstånd beaktas:

- skadliga eller besvärande nedböjningar, lutningar eller sättningar.
- skadliga eller besvärande sprickbildningar.
- skadliga eller besvärande svängningar.

Dimensionering i brottgränstillstånd

Bestämning av lastvärden och lasteffekter

I gällande normer anges de laster som skall användas och hur dessa skall kombineras i olika lastkombinationer. EKS föreskriver fyra olika huvudkombinationer av lastfall för brottgränstillstånd med tillhörande partialkoefficienter. Av dessa behöver man normalt bara kontrollera en eller högst två.

Med hjälp av föreskrivna lastvärden och partialkoefficienter beräknas dimensionerande lastvärden enligt följande principuttryck:

$$F_d = \sum \gamma_d \cdot \gamma_{FG} \cdot G_k + \gamma_d \cdot \gamma_{FQ} \cdot Q_k \text{ (en huvudlast)} + \sum \gamma_d \cdot \gamma_{FQ} \cdot \psi \cdot Q_k \text{ (övriga variabla laster)}$$

där G_k = karakteristiskt värde för permanent last.

Q_k = karakteristiskt värde för variabel last.

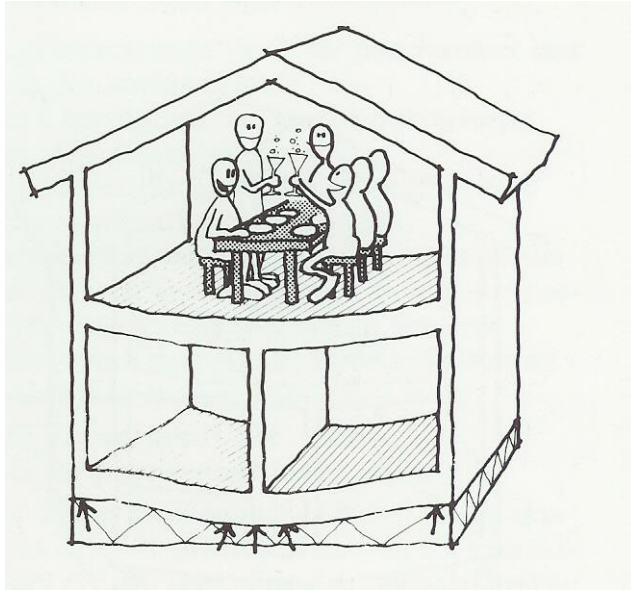
$\psi \cdot Q_k$ = vanligt värde för variabel last.

γ_{FG} = partialkoefficient för permanent last.
Partialkoefficientens storlek bestäms av den aktuella lastkombinationen i EKS.

γ_{FQ} = partialkoefficient för variabel last.
Partialkoefficientens storlek bestäms av den aktuella lastkombinationen i EKS.

γ_d partialkoefficient för säkerhetsklass

Den dimensionerande lasteffekten S_d beräknas för hand eller med hjälp av datorprogram med lämplig beräkningsmodell och med dimensionerande lastvärden insatta.



Bestämning av bärförmåga för olika brottyper

Det dimensionerande materialvärdet för en EPS-konstruktion tecknas i överensstämmelse med EKS med hjälp av följande samband:

$$\left. \begin{aligned} f_d &= \frac{\kappa_r \cdot f_k}{\gamma_m} \\ E_d &= \frac{\kappa_r \cdot E_k}{\gamma_m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow R_a$$

$$\left. \begin{aligned} f_d &= \frac{\kappa_r \cdot f_k}{\gamma_m} \\ E_d &= \kappa_r \cdot E_k \cdot \gamma_m \end{aligned} \right\} \Rightarrow R_b$$

$$\left. \begin{aligned} &\Rightarrow R_a \\ &\Rightarrow R_b \end{aligned} \right\} \Rightarrow R_d \leq R_{a,b}$$

där κ_r = omräkningsfaktor som för en EPS-konstruktion bestäms av varaktigheten för den kortvarigaste lasten i den aktuella lastkombinationen, se [3].

f_k = karakteristiskt värde för EPS-materialets hållfasthet enligt EN 826 definierat som den nedre 5-procentsfraktilen, se [3].

γ_m = partialkoefficient för material, se [3].

E_k = karakteristiskt värde för styvhet definierat som medelvärde.

R_a = bärförmåga med lågt värde på EPS-materialets styvhet.

R_b = bärförmåga med högt värde på EPS-materialets styvhet.

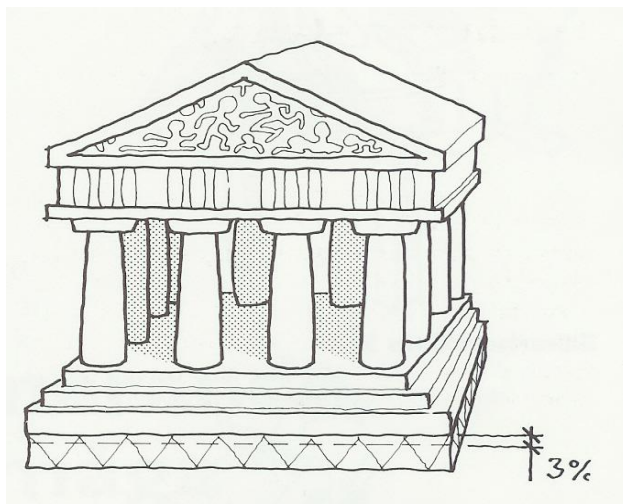
Den dimensionerande bärförmågan R_d beräknas för hand eller med hjälp av datorprogrammet PEPS.

Dimensionering i bruksgränstillstånd

Val av funktionskriterier

Kraven i EKS för bruksgränstillståndet är inte kvantifierade. Det är därför konstruktörens ansvar att formulera relevanta dimensioneringskriterier med hänsyn till konstruktionens verkningsätt och de skador eller olägenheter som kan uppkomma. För konstruktioner med bärande EPS är det enbart deformationskriteriet som är aktuellt att kontrollera för långtidslast.

För EPS bör krypdeformationen begränsas till 2 % alternativt totaldeformationen begränsas till 3 % för lastkombinationer med lång varaktighet.



Bestämning av lastvärden och lasteffekter

I gällande normer anges de laster som skall användas och hur dessa skall kombineras i olika lastkombinationer.

För EPS-konstruktioner där skadeorsaken är långtidslast kan dimensionerande lastvärde beräknas enligt följande principuttryck:

$$F_d = \Sigma G_k + \psi_1 \cdot Q_k \text{ (en huvudlast)} + \Sigma \psi_2 \cdot Q_k \text{ (övriga variabla laster)}$$

där $\psi_{1,2} \cdot Q_k$ = långtidsvärde för variabel last.

Principformeln för dimensionerande materialvärde för EPS i bruksgränstillstånd lyder:

$$E_d = \frac{\kappa_s \cdot E_k}{\gamma_m}$$

- där κ_s = omräkningsfaktor som bestäms av varaktigheten för den kortvarigaste lasten i den aktuella lastkombinationen, se [3].
- γ_m = partialkoefficient för material som får sättas till 1,0.
- E_k = karakteristiskt värde för styvhet definierat som medelvärde, se [3].

Lasters varaktighet

Inverkan av lasters varaktighet på bärförmågan och styvhet skall beaktas vid dimensionering av konstruktioner med bärande EPS. Detta skall ske genom särskilda omräkningsfaktorer κ_r och κ_s . Dessa faktorer skall bestämmas med hänsyn till den lastgruppning som anges i följande tabell.

Lasttyp	Sammanlagd varaktighet	Exempel på lasttyper
Permanent last Lasttyp P	mer än 10 år	Egentyngd av permanenta byggnadsverk.
Variabel last Lasttyp A	mellan 6 månader och 10 år	Den bundna lastdelen av nyttig last av inredning och personer. Snölast med vanligt värde. Övriga nyttiga laster med långtidsvärde enligt EKS.
Lasttyp B	mellan 1 vecka och 6 månader	Den fria lastdelen av nyttig last av inredning och personer. Vindlast med vanligt värde. Snölast med karakteristiskt värde. Last på betongformar och liknande tillfälliga konstruktioner. Trafiklast.
Lasttyp C	mindre än 1 vecka	Vindlast med karakteristiskt värde. Last från dispenstrafik.

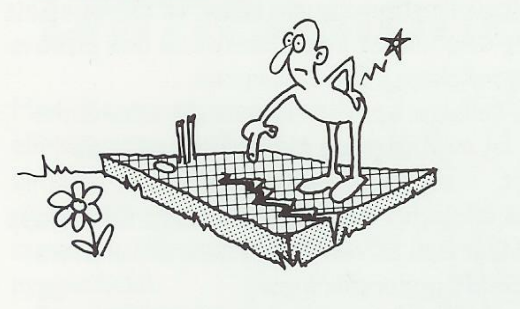
Säkerhetsklasser

Med hänsyn till omfattningen av de personskador som kan befaras uppkomma vid brott i en byggnadsdel skall dessa hänföras till någon av följande säkerhetsklasser:

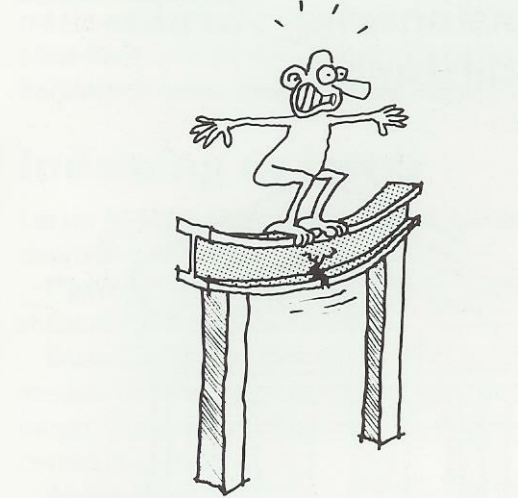
- säkerhetsklass 1 (låg), liten risk för allvarliga personskador
- säkerhetsklass 2 (normal), någon risk för allvarliga personskador
- säkerhetsklass 3 (hög), stor risk för allvarliga personskador

Normalt hamnar bärande konstruktioner med EPS typ platta på mark i säkerhetsklass 1 eftersom brott i sådan byggnadsdel inte leder till kollaps utan enbart begränsad brukbarhet. Högre säkerhetsklass kan vara befogad för exempelvis bärande isolering under grundplatta för stompelare där en alltför stor sammantryckning kan leda till lastomlagringar med konsekvenser för anslutande stomdelar.

Säkerhetsklass 1



Säkerhetsklass 2



Säkerhetsklass 3



Referenser

1. Boverkets byggregler, BBR.
2. Boverkets konstruktionsstandarder, EKS.
3. EPS-Bygg, Konstruktioner med bärande EPS. Plast- & Kemiföretagen 2007.
4. Handboken Plattgrundläggning. AB Svensk Byggtjänst och Statens geotekniska institut, 1993.
5. Hetényi M, Beams on elastic foundation. Eighth printing Ann Arbor, The University of Michigan, 1967.
6. Losberg A, Design methods for structurally reinforced concrete pavements. CTH Handlingar 250, 1961.
7. Vlasov and Leontév, Beams, Plates and Shells on Elastic Foundations. Jerusalem, 1966.