

## Beregningsgrundlag for understøtning af trægulve

### Krav

Iht. EN 14342 punkt 5.4, se boksen, skal den karakteristiske bæreevne  $F_{Rk}$  for punktlast ved den største tilladte understøtningsafstand deklareret i CE-mærket for selvbærende gulve. Bæreevnen bestemmes efter EN 1533. For at gulvet kan bruges som bærende gulv, skal det kunne optage punktlasten  $Q_k$  for den pågældende anvendelse (bolig, kontor, butik etc.), som angivet i det danske nationale annekst til EN 1991-1-1 om egen- og nyttelaster.

#### **EN 14342 punkt 5.4 - Breaking strength**

If breaking strength of the wood and parquet flooring product is required, it shall be tested for the installation required according to EN 1533 depending on the risk, if any. The result shall be expressed and declared in terms of maximum load characteristic value, determined by using a static point load. The span of the product, as given in EN 1533 and associated with breaking strength, shall be declared in the marking (see Clause 7).

NOTE This characteristic is only relevant for the self supporting floorings

Trægulve lagt direkte på bjælkelag er bærende. Teksten "... depending on the risk, if any." tolkes sådan, at det (nationalt) kan defineres, at styrkekravet ikke er væsentligt for strøgulve, hvor der jo er et bærende undergulv nedeunder.

CE-mærkningen stiller ingen krav til stivhed og stødlast, egenskaberne omtales slet ikke, selvom det forekommer rimeligt at stille samme krav som til undergulve.

Trægulve og eventuelle strøer er i Danmark traditionelt dimensioneret for stivhed. Kravene sikrer, at gulvet ikke føles for eftergiveligt, at inventar som reoler og skabe ikke hælder og at der ikke forekommer generende rystelser, fx gængende skabe, ved færdsel på gulvet. Disse krav bør fortsat opfyldes for både strøgulve og gulve på bjælkelag.

### *Prøvningsmetode for punktlast*

Prøvningsmetoden er beskrevet i EN 1533. En punktlast påføres på midten af 3 brædder, der spænder over 3 fag. Hvis flyvestød er tilladt, placeres det i det midterste bræt forskudt lidt fra midten. For brædder, der skal stødes over underlag, placeres et stød i det midterste bræt over den nærmeste understøtning.

Der udføres mindst 6 forsøg. Den karakteristiske styrke beregnes efter særlige formler, der afviger lidt fra både sædvanlig praksis for træ og fra EN 1990. Det har ikke væsentlig betydning.

I den gældende version fra 2000 påføres punktlasten med en Ø 25 mm dorn. Prøvningen udføres - efter sædvanlig praksis for træ - med en forbelastning til 40 % af forventet styrke inden den endelige prøvning. Deformationen måles under prøvningen.

I et forslag fra 2010 påføres punktlasten med en 50 x 50 mm dorn, i overensstemmelse med definitionen for punktlast i EN 1991-1-1. Forslaget foreskriver ikke måling af deformationer.

Styrken vil oftest blive mindre, når den måles med en mindre dorn, hvor meget vil afhænge af brudformen. Forskellen er størst, når bruddet sker ved evt. flyvestød eller ved gennemlokning (for lamelbrædder), mens den er lille, hvis der er tale om bøjningsbrud.

For træplader kan man iht. EN 12871 dividere styrken målt med Ø 25 mm dornen med  $k_{dis} = 0,65$ , ved sammenligning med kravet fra EN 1991-1-1, der foreskriver en kvadratisk dorn med sidelængde 50 mm. Faktoren anvendes i det følgende, af mangel på bedre.

## Normkrav efter EN 1991-1-1 og EN 1995-1-1

Normerne foreskriver, at den regningsmæssige bæreevne af gulvet skal være større en den regningsmæssige punktlast, det vil sige:

$$\frac{F_{Rk,0.25} k_{mod}}{k_{dis} \gamma_M} \geq \gamma_Q Q_k \Rightarrow \frac{F_{Rk,0.25} 0,8}{0,65 \cdot 1,35} \geq 1,5 Q_k \Rightarrow F_{Rk,0.25} \geq 1,65 Q_k \quad (1)$$

hvor  $Q_k$  er punktlasten i tabel 1,  $k_{mod} = 0,8$  er korrektion for lastvarighed for nyttelaster (M-last) og  $\gamma_M = 1,35$  og  $\gamma_Q = 1,5$  er partialkoefficienter på henholdsvis styrke og last.

Tabel 1. Eksempler på karakteristiske laster på gulve i henhold til dansk nationalt annekst til EN 1991-1-1. Kun punktlasterne har praktisk betydning for trægulve.

Lastkategori	Fladelast $q_k$ , kN/m <sup>2</sup>	Punktlast $Q_k$ , kN
A1 Bolig og interne adgangsveje	1,5	2,0
B Kontor og let erhverv	2,5	2,5
C1 Samlingsrum med bordopstilling	2,5	3,0
C2 Samlingsrum med faste siddepladser	4,0	3,0
C3-C5 Samlingsrum uden faste siddepladser	5,0	4,0
D1 Mindre butikker	4,0	4,0
D2 Større butikker	5,0	7,0
Adgangsveje i kategori B, C og D, op til	5,0	4,0

For boliger kræves således  $F_{Rk,0.25} \geq 3,3$  kN. Det er ikke uden videre givet, at traditionelle gulvbrædder af nåletræ og massive parketbrædder kan klare det. For lamelbrædder er det formentlig nødvendigt, at reducere strøafstanden i forhold til massive brædder med samme tykkelse.

### Stivhed, danske krav

Principielt bør kravet til stivhed formuleres som den største udbøjning  $u$  eller største relative udbøjning  $u/L$  for en vilkårlig placering af en punktlast. I dag bruges oftest referencepunktlasten 1 kN, men tidligere har man i Skandinavien brugt 1,5 kN.

De traditionelle danske krav til stivhed opdeles i:

- krav til bræddernes understøtningsafstand (strø- eller bjælkeafstand), afhængigt af bræddernes stivhed
- krav til strørernes opklodningsafstand, afhængigt af strørernes stivhed.

Ved at betragte de to lastplaceringer, der vil give størst udbøjning, nemlig midt mellem strøopklodningerne henholdsvis lige over en strø og midt mellem to strøer, ses at forenklingen er tilladelig. Når lasten står lige over strøen, vil gulvbrædderne kun i beskedent omfang føre last til nabostrøer. Når lasten står midt mellem to strøer, vil den bredes ud af bræddernes fer og not, så det har mindre betydning, hvor den er placeret ift. opklodningerne.

### Opklodningsafstande

Der er taget udgangspunkt i, at en 45 x 45 mm strø af konstruktionstræ (C18) i boliger skal opklodses pr. 600 mm, og at en 70 x 70 mm strø skal opklodses pr. omkring 1000 mm. Kravet til opklodningsafstanden  $l_{op}$  er formuleret som

$$l_{op} = (120 \text{ mm } E_s I / Q_k)^{0,333} \quad (2)$$

hvor 120 mm er en konstant, der sikrer, at ovennævnte udgangspunkt er overholdt. Der afrundes til hele 10 mm.  $I$  er strøens inertimoment,  $Q_k$  er punktlasten og  $E_s$  er dens effektive stivhed, der bestemmes som funktion af middelstivheden  $E_0$ :

$$E_s = \begin{cases} \sqrt{E_0 12000 \text{ MPa}} & \text{for } E_0 < 12000 \text{ MPa} \\ E_0 & \text{for } E_0 \geq 12000 \text{ MPa} \end{cases} \quad (3)$$

Korrektionen af middelstivheden for  $E_0$  skyldes, at stivheden erfaringsmæssigt er noget større end den normmæssige middelstivhed for de lavere styrkeklasser, mens de mere forarbejdede produkter i højere grad stemmer med de angivne værdier. Uden korrektion til effektiv værdi vil overføring af erfaring fra almindelige strøer til LVL og stål føre til utilfredsstillende stivhed.

Der betragtes en strø, der spænder over flere fag, og hvor midterfagernes længde er  $l_{op}$ , og endefagernes længde er reduceret til  $0,9 l_{op}$ . Når strøen påvirkes af punktlasten  $Q_k$ , og man ser bort fra gulvets bidrag til stivheden, vil den største udbøjning blive:

$$u = 0,011 \frac{Q_k l_{op}^3}{E_s I} \quad (4)$$

og det største moment

$$M = 0,17 Q_k l_{op} \quad (5)$$

Formlerne (4) og (5) gælder også, hvis strøen kun spænder over 2 fag, hver med længden  $0,9 l_{op}$ .

Når formel (2) er opfyldt bliver strøens udbøjning højst 1,32 mm.

### Understøtningsafstand

For boliger er understøtningsafstanden 600 mm traditionelt anvendt både for 22 mm massive gulvbrædder af nåletræ eller løvtræ samt for 22 mm parket af løvtræ. Forsøg viser, at stivheden af gulve udført med 22 mm nåletræsbrædder er stort set identisk med gulve udført af 22 mm parketbrædder af sammenlimede stave og lagt med flyvestød. Dette skyldes, at den større stivhed af løvtræet modsvares af svækkelsen fra de mange samlinger mellem stavene. For 28 mm gulvbrædder af nåletræ er afstanden traditionelt 900 mm.

Disse regler er anvendt til at opstille følgende udtryk til at beregne understøtningsafstanden for massive brædder:

$$l_{un}^2 = 66,5 \text{ kN/mm} \cdot t^3 / Q_k \quad (6)$$

Der afrundes *opad* til hele 10 mm. Formlen giver da 600 mm strøafstand for 22 mm brædder og 860 mm for 28 mm brædder.

Lamelgulve sammenlimet af flere lag, hvor kun finererne i top og bund går i brættets retning, er mindre stive. Der er derfor behov for at dimensioneringsudtrykket ikke kun baseres på bræddetykkelsen. I det følgende søges de traditionelle krav overført til lamelgulve.

De få tilgængelige data tyder på, at stivheden af 22 mm lamelgulve med mindst 3 mm finer på begge sider omtrent kan sidestilles med et gulv af 19 mm massive brædder. Stivhedsreduktionen ved 1 mm nedslibning af oversidefineren er også omtrent den samme, så lamelgulve er ikke mere følsomme for afhøvling end massive gulve.

En teoretisk model for sandwichkonstruktioner er kalibreret ved hjælp af forsøgsresultaterne. Modellen viser - i overensstemmelse med praktisk erfaring - at tykkelsen af undersidefineren er afgørende for stivheden og formentlig også for styrken.

Modellen viser, at understøtningsafstanden for lamelbrædder med 2 mm undersidefiner skal reduceres med knap 10 % i forhold til lamelbrædder med 3 mm undersidefiner.

Modellen er, som nævnt, baseret på meget få data og er derfor ret usikker. En bedre bestemmelse af understøtningsafstanden kan fås ved at bestemme stivheden af 3 gulvbrædder oplagt over 3 fag som beskrevet i EN1533:2000. Proceduren er beskrevet i standardens afsnit 7.2, og fortolkningen er beskrevet i afsnit 8.2.1. Stivheden for linjelast benævnes i standarden  $S_t1$ , hvilket svarer til linjelasten divideret med udbøjningen.  $S_t1$  er typisk 2-3 N/mm<sup>2</sup> (måles i N/mm<sup>2</sup>, ikke N/mm, som der fejlagtigt står i EN 1533). Når afstanden mellem understøtningerne i forsøget betegnes  $l_1$ , bliver den tilladelige understøtningsafstand for gulvet:

$$l_{un}^2 = 1,2 \text{ mm} \cdot l_1^3 \cdot S_t1 / Q_k \quad (7)$$