

Denna handbok är en kondenserad beskrivning av de regler som ges i SS-EN 1991-1-6, vilken omfattar beskrivning av ett antal laster som ska bestämmas och tas hänsyn till under byggskedet. Handboken är tänkt att användas som en hjälp för att kontrollera att kraven i SS-EN 1991-1-6 uppfylls ute på byggarbetsplatsen. Standarden omfattar däremot inte regler för beräkning av bärförmågan under byggskedet. För den informationen hänvisas man till andra standarder.

LAST UNDER BYGGSKEDET

Handboken ger inledningsvis en beskrivning av laster och dimensionering i allmänhet med fokus på de regler som gäller under byggskedet. Sedan ges en beskrivning av de laster som enligt SS-EN 1991-1-6 ska kontrolleras under byggskedet. I tillägg till de regler som gäller för nyproduktion ges också en beskrivning av vilka regler som gäller vid ändring, renovering och/eller rivning.

Slutligen summeras reglerna i SS-EN 1991-1-6 i en ”checklista” som kan användas som kontroll på att allt har tagits i beaktande.

LAST UNDER BYGGSKEDET

EN VÄGLEDNING TILL SS-EN 1991-1-6

© ProDevelopment AB
Grafisk formgivning: kingston.se/Anna Tribelhorn
Tryck: AB Danagårds Grafiska, Ödeshög 2010

www.prodevelopment.se

Last under byggskedet – En vägledning till SS-EN 1991-1-6
har tagits fram av ProDevelopment AB med stöd från SBUF
och Sveriges Byggindustrier FoU-Nord.



ProDevelopment
Teknisk utveckling & expertstöd



INNEHÅLL

INNEHÅLL

BEGREPPSFÖRKLARING

4

VIKTIGT ATT VETA

8

Om last under byggskedet

8

Om ansvar och entreprenadform

10

Om Eurokoderna

12

LASTER OCH DIMENSIONERING

14

Hur man klassificerar laster

14

Dimensioneringssituationer

15

Partialkoefficientmetoden och gränstillstånd

16

Lastkombinationer

18

LASTER UNDER BYGGSKEDET

22

Allmänt

22

Last under hantering

23

Geoteknisk last

23

Förspänning

24

Fördeformationer

24

Temperatur, krympning och härdning

25

Vind och snö

27

Vatten

31

Nedisning

32

Bygglaster

33

Olyckslaster

39

Last vid ändring, rivning eller renovering

43

Checklista för laster under byggskedet

44

Tabeller

47

BEGREPPS- FÖRKLARING

BEGREPPSFÖRKLARING

ARBETSOMRÅDE

Hela området som entreprenören har till förfogande.

ARBETSPLATS

Del av arbetsområdet.

AVSEDD LIVSLÄNGD

Antagen tidsperiod för vilken ett bärverk eller en del av det skall användas för sitt avsedda ändamål med förväntat underhåll men utan att större reparationer är nödvändiga.

BYGGLAST

Last under byggskedet som orsakas av byggverksamheten men som inte verkar efter färdigställandet.

BYGGNADSVERK

En byggnad eller annan anläggning (definition enligt PBL). Eurokoderna definierar byggnadsverk som allting som uppförs eller som är resultat av någon byggverksamhet.

BYGGSKEDET

Tiden från etablering av byggarbetsplatsen fram till godkänd slutbesiktning.

BÄRVERK

Ordnad kombination av sammanfogade delar dimensionerad för att bära laster och ge tillräcklig styvhet.

BÄRVERKSDEL

Fysiskt urskiljbar del av ett bärverk, t. ex. pelare, balk, platta.

DIMENSIONERINGSSITUATIONER

Ett antal tänkta situationer som representerar de verkliga tillstånden som man dimensionerar utifrån. Dimensioneringssituationerna uppkommer under en viss tidsperiod, t. ex. hela byggnadens livslängd eller tillfälligt.

HJÄLPKONSTRUKTION

Varje konstruktion under byggskedet som inte behövs efter det att den använts och den byggprocess som den är avsedd för avslutats och därför kan tas bort, t. ex. stödställning, byggnadsställning, stämp, fångdamm, stagning, lanseringsnos. Fullständiga bärverk för tillfälligt bruk, t. ex. en tillfällig bro, betraktas inte som hjälpkonstruktion.

BEGREPPSFÖRKLARING

LASTEFFEKT

Lasteffekt på bärverksdelar, t. ex. inre krafter, moment, spänning, töjning eller på hela bärverket, t. ex. nedböjning, rotation.

NOMINELLT VÄRDE

Värde som inte fastställs på statisk grund utan baseras på t. ex. förvärvad erfarenhet eller fysiska tillstånd.

PRINCIP

En princip är det samma som en föreskrift, ett krav som ska uppfyllas. Eurokoderna använder genomgående ordet princip för s. k. ”skall”-krav.

RÅD

Rekommendationer som ges i Eurokoderna som bör uppfyllas.

TEMPERATURLAST

Temperaturlast på ett bärverk eller en bärverksdel är sådan last som orsakas av ändringar i temperaturfälten inom ett visst tidsintervall.

VIKTIGT ATT VETA

VIKTIGT ATT VETA

Om last under byggskedet

I SS-EN 1991-1-6 ges föreskrifter och råd för de laster som ska kontrolleras under byggskedet och i samband med ändringar så som renovering och/eller rivning.

SS-EN 1991-1-6 är indelad i tre kapitel som behandlar:

- Klassificering av laster,
- Dimensioneringssituationer och gränstillstånd,
- Beskrivning av laster.

Därutöver finns det normativa och informativa bilagor i SS-EN 1991-1-6 som redovisar:

- Tilläggsregler för byggnader, bilaga A1,
- Tilläggsregler för broar, bilaga A2,
- Last på bärverk vid ändring, renovering eller rivning, bilaga B,
- Nationellt valda parametrar, bilaga NA.

SS-EN 1991-1-6 innehåller hänvisningar till en mängd andra standarder t. ex. beträffande vindlast, snölast och egentyngd, och även till delar som ger föreskrifter och råd för bärförmåga för betong-, stål- och träkonstruktioner, geoteknik och

grundläggning, olyckslaster osv., vilka framförallt är viktiga vid dimensionering under byggskedet.

SS-EN 1991-1-6 ger även regler för att bestämma de laster som får användas vid dimensionering av hjälpkonstruktioner som behövs under byggskedet. Dimensionering av hjälpkonstruktioner sker enligt tillämpliga standarder eller anges för aktuellt projekt. Vägledning kan finnas i relevant Europastandard, t. ex. SS-EN 12812 som ger dimensioneringsregler för formar och stödställningar.

Om ansvar och entreprenadform

Utmärkande för *utförandeentreprenader* är att beställaren genom ritningar och beskrivningar har gjort eller låtit göra en produktbestämning. I entreprenörens åtagande ingår att utföra denna ”produkt” samt att, om inte annat föreskrivits, anskaffa allt som behövs för entreprenadens utförande (AB 04 kap 1 § 9).

Beställaren beskriver slutresultatet och det är entreprenörens uppgift att nå fram till detta resultat. Det innebär att entreprenörens åtagande även omfattar allmänna hjälpmedel och allmänna arbeten, såsom ställningar och transporter. Det normala i en utförandeentreprenad blir därmed att entreprenören ansvarar för beräkningar och bedömningar av laster under byggskedet.

I en *totalentreprenad* redovisar beställaren sina krav i form av föreskrift om funktion eller viss teknisk lösning. Entreprenörens åtagande omfattar då såväl projektering som utförande. Även i totalentreprenader ingår, om inte annat föreskrivits, att anskaffa allt som behövs för entreprenadens utförande (ABT 06 kap 1 § 10) och ansvaret för laster under byggskedet åligger normalt entreprenören även i en totalentreprenad.

Ett särskilt problem uppstår vid *delade entreprenader*. Även här beskriver beställaren slutresultatet men det är då uppdelat i olika fackområden. Beställaren sluter avtal med flera entreprenörer vilka sinsemellan inte har någon avtalsrelation. Varje entreprenör måste beakta vilka laster som kan förekomma under den aktuella delentreprenaden. Detta kan i sin tur kräva information om sidosubentreprenörernas bedömningar och beräkningar. Beställaren bör i sina avtal med de olika entreprenörerna införa en skyldighet för dessa att lämna erforderlig information till övriga sidosubentreprenörer om lastförutsättningar under olika skeden av entreprenaden.

Om Eurokoderna

1975 antog dåvarande EG-kommissionen ett arbetsprogram för byggområdet som baserades på artikel 95 i Romfördraget. Målsättningen var att ta bort tekniska handelshinder samt att harmonisera tekniska specifikationer. Inom arbetsprogrammet tog EG-kommissionen initiativet till att utarbeta harmoniserade tekniska regler för dimensionering av byggnadsverk, vilka skulle vara ett alternativ till medlemsländernas regler och i ett senare skede ersätta dessa.

Under 15 år ledde EG-kommissionen genomförandet av Eurokodprogrammet med hjälp av en styrgrupp med representanter från medlemsländerna. Under 1980-talet ledde detta fram till den första generationen av europeiska beräkningsregler. 1989 överfördes utarbetandet och publiceringen av Eurokoderna till CEN för att ge dem en framtida status som Europastandard (EN).

Eurokoderna är i sin helhet ett sammanhängande system av ett sextiotal standarder som innehåller bindande principer (föreskrifter) och allmänna råd för dimensionering av byggnader och anläggningar, och som även täcker utförandeskedet och tillfälliga konstruktioner.

Eurokoderna innehåller ett antal parametrar där det enskilda landet får välja, så kallade nationellt valda parametrar (Nationally Determined Parameter, NDP). Det innebär att ländernas föreskrivande myndigheter i sin författning anger vad man väljer. För att underlätta användningen av Eurokoderna nationellt och ge den eftersträlvade transparensen för de internationellt verkande företagen, har man kommit överens om att de nationellt valda parametrarna ska återges i en informativ bilaga (bilaga NA) till respektive nationellt implementerade Eurokod.

För Sveriges räkning är Boverket föreskrivande myndighet när det gäller byggnader och Trafikverket när det gäller broar. För sitt ansvarsområde ger Boverket en samlad information om nationellt valda parametrar i EKS, Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2008:8) om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder). EKS utges i nya versioner allt eftersom omständigheterna föranleder detta.

LASTER OCH DIMENSIONERING

Hur man klassificerar laster

Man klassificerar laster med hänsyn till deras variation i tiden och delar in dem enligt följande:

- Permanenta laster, G
t. ex. bärverkens egentyngd, tyngd av fast utrustning samt indirekta laster orsakade av krympning och ojämna sättningar,
- Variabla laster, Q
t. ex. nyttig last på bjälklag, balkar och yttertak samt vindlast och snölast,
- Olyckslaster, A
t. ex. last från explosion eller påkörning från fordon.

Utöver lasternas variation i tiden klassificerar man dem också med hänsyn till:

- deras ursprung, som direkta eller indirekta,
- deras variation i rummet, som bundna eller fria,
- deras natur eller bärverkets reaktion, som statiska eller dynamiska.

I tabelldelen längst bak finns en sammanställning över hur det rekommenderas att lasterna under byggskedet klassificeras vid dimensionering.

Dimensioneringssituationer

Med dimensioneringssituation menar man ett antal tänkta situationer som representerar de verkliga tillstånden. De uppkommer under en viss tidsperiod för vilken dimensioneringen görs och väljs så att bärverket uppfyller sina funktioner under aktuella omständigheter. Varaktig dimensioneringssituation är aktuell under den tidsperiod som är den samma som bärverkets avsedda livslängd.

Dimensioneringssituationerna ska täcka in alla förhållanden som man förutser kan uppkomma. För byggskedet ska varje vald dimensioneringssituation överensstämma med valda byggmetoder och även ta hänsyn till alla eventuella avvikelser från det planerade utförandet.

Under byggskedet ska man identifiera och kontrollera följande dimensioneringssituationer:

- ***Tillfälliga dimensioneringssituationer***
Dimensioneringssituation som är aktuell under en mycket kortare tidsperiod än bärverkets totala livslängd och som inträffar med stor sannolikhet. Avser tillfälliga förhållanden för bärverket, de som råder under utförandeskedet eller vid

reparation. Varje tillfällig dimensioneringssituation bör tilldelas en nominell varaktighet som är lika med eller större än den aktuella byggetappens planerade varaktighet.

- **Exceptionella dimensioneringssituationer**

Omfattar förhållanden som är exceptionella för bärverket eller dess exponering t. ex. brand, explosion, påkörning, lokalt brott eller onormal koncentration av utrustning eller byggmaterial. Även seismisk dimensioneringssituation ska kontrolleras men för svenska förhållanden kan man i normalfallet helt bortse från den om inget annat anges.

Dimensioneringssituationerna bör även ta hänsyn till sannolikheten för variabla lasters återkomsttid. Förhållandet mellan karakteristiskt värde och återkomsttid för klimatlaster (t. ex. vind och snö) finns beskrivet på sidan 27, och för andra variabla laster i relevant del av SS-EN 1991.

Partialkoefficientmetoden och gränstillstånd

De grundläggande reglerna för tillämpning av Eurokoderna ges i SS-EN 1990, Eurokod – Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk. Reglerna baseras på principen om gränstillstånd som används tillsammans med partialkoefficientmetoden.

Med partialkoefficientmetoden omvandlas grundvariabler (dvs. laster, bärförmågor och geometriska storheter) till dimensioneringsvärden genom tillämpning av partialkoefficienter, γ , och reduktionsfaktorer, ψ , och en verifiering utförs för att kontrollera att inget aktuellt gränstillstånd passeras.

Med gränstillstånd menas det tillstånd som, om det överskrids, leder till att bärverket inte längre uppfyller det aktuella dimensioneringskriteriet.

Brottgränstillståndet är förenat med kollaps eller liknande former av brott i bärverket och **bruksgränstillståndet** med att angivna bruksvillkor inte uppfylls, t. ex. nedböjningskrav.

Under byggskedet ska alla tillfälliga, exceptionella och seismiska dimensioneringssituationer kontrolleras och verifieras i brottgränstillstånd. Vid verifieringen ska man ta hänsyn till den aktuella geometrin och bärförmågan hos det delvis färdiga bärverket i de valda dimensioneringssituationerna.

Kontroll av bruksgränstillståndet under byggskedet ska göras i de fall där man bedömer att det är nödvändigt för de valda dimensioneringssituationerna. De bruksgränskriterier som

används för byggskedet bör beakta de krav som gäller för det färdiga bärverket.

Generellt bör man under byggskedet undvika all verksamhet som kan orsaka omfattande sprickbildning eller tidiga deformationer som negativt kan påverka beständighet, användbarhet eller det färdiga byggnadsverkets utseende.

Man bör också bestämma projektspecifika bruksgränskrav för hjälpkonstruktioner, t. ex. betongformar, för att undvika oavsiktliga deformationer och förskjutningar som påverkar bärverkets användbarhet eller utseende, skadar ytbehandlingen eller icke bärande delar.

Lastkombinationer

De samtidigt verkande enskilda lasterna ger upphov till lasteffekter, E_d , som belastar bärverket, t. ex. en hjälpkonstruktion. I bilaga NA till SS-EN 1990 föreskrivs hur de enskilda lasterna ska kombineras ihop, s. k. lastkombinationer, till lasteffekter i brott- och bruksgränstillstånd och vilka partialkoefficienter som ska användas vid tillämpning av Eurokoderna i Sverige.

Brottgränstillstånd

Brottgränstillstånd definieras i SS-EN 1990 som gränstillstånd som berör människors säkerhet och/eller bärverkets säkerhet. De brottgränstillstånd som enligt SS-EN 1990 ska verifieras är:

- Förlorad jämvikt hos bärverket eller någon del av det när det betraktas som en stel kropp.
- Brott genom att bärverket eller någon del av det övergår till en mekanism, materialbrott, förlorad stabilitet hos bärverket eller någon del av inklusive upplag och geokonstruktion eller brott genom för stor deformation (deformationer hör normalt till bruksgränstillstånd, men i detta fall menas situationer som t. ex. att deformationen blir så stor att en balk ramlar av upplagen).
- Brott orsakat av utmattning eller andra tidsberoende effekter eller brott genom för stor deformation.

I SS-EN 1990 föreskrivs även vilka lastkombinationer som ska användas för att bestämma dimensioneringsvärden för lasteffekter i brottgränstillstånd för olika kritiska lastfall (gränstillstånd). För laster under byggskedet ska lastkombinationer för tillfälliga respektive för exceptionella dimensioneringssituationer tillämpas. I brottgränstillstånd tar man även hänsyn till konsekvenserna av ett eventuellt brott genom att tillämpa olika säkerhetsnivåer för

bärverkets bärförmåga. Det grundläggande säkerhetstänkandet i Eurokoderna är något annorlunda än det vi är vana vid i Sverige och man har därför i den nationella bilagan till SS-EN 1990 infört föreskrifter som gör att vi i praktiken kan fortsätta med samma system som tidigare med indelning i säkerhetsklasser.

Indelningen i säkerhetsklasser baseras på omfattningen av de personskador som kan befaras uppkomma vid brott i en bärverksdel och praktiskt hanteras detta genom partialkoefficienten γ_d , som läggs in i den aktuella lastkombinationen. Det innebär att indelningen i säkerhetsklasser får effekt på lastsidan istället för som i tidigare svenska standarder på bärförmågesidan.

- Säkerhetsklass 1 ($\gamma_d = 0,83$) gäller för fall där brott innebär liten risk för allvarliga personskador.
- Säkerhetsklass 2 ($\gamma_d = 0,91$) gäller för fall där brott innebär någon risk för allvarliga personskador.
- Säkerhetsklass 3 ($\gamma_d = 1,0$) gäller för fall där brott innebär stor risk för allvarliga personskador.

Anvisningar för val av säkerhetsklass i det enskilda fallet återfinns i bilaga NA till SS-EN 1990.

Man kan läsa mer om säkerhetsklasser i BKR 2010 avsnitt 2:115 där det även ges ett antal exempel.

Bruksgränstillstånd

Bruksgränstillstånd definieras som gränstillstånd (s. k. brukbarhetskriterium) som berör bärverkets eller bärverksdelarnas funktion vid normal användning, människors välbefinnande och/eller byggnadsverkets utseende. I detta sammanhang skiljer man på reversibla och irreversibla bruksgränstillstånd.

Med utseende menas i detta fall kriterier kopplade till stora nedböjningar och omfattande sprickbildning snarare än till estetik. I praktiken sätts ofta krav i bruksgränstillstånd för varje enskilt byggprojekt och de berör normalt sådana aspekter som deformationer, vibrationer och svängningar etc.

I bruksgränstillståndet verifieras att lasteffektens dimensioneringsvärde (bestämd från aktuell lastkombination enligt SS-EN 1990) inte överskrider det dimensionerande gränsvärdet för aktuellt brukbarhetskriterium.

LASTER UNDER BYGGSKEDET

Allmänt

I det här kapitlet beskrivs de laster som enligt SS-EN 1991-1-6 ska kontrolleras under byggskedet samt hänvisningar och metoder för att fastställa dess värden. Representativa värden på laster under byggskedet kan avvika från dem som gäller vid dimensionering av det färdiga bärverket. Karakteristiska och andra representativa lastvärden bestäms enligt SS-EN 1990, SS-EN 1991, SS-EN 1997 och SS-EN 1998.

Om delar av bärverket är stagat eller stöttat av andra delar av bärverket, t. ex. ett bjälklag som stämpas vid gjutning, ska man kontrollera lasterna som uppstår på grund av detta. Här bör man vara uppmärksam på att stödjande delar av bärverket kan utsättas för större laster under byggskedet än vad som gäller för den färdiga byggnaden. Man ska också vara uppmärksam på att t. ex. bärande plattor inte har uppnått sin fulla bärförmåga under byggskedet.

Lasteffekterna under byggskedet kan minskas eller elimineras genom lämplig utformning, anordnande av hjälpkonstruktioner eller genom skydds- eller säkerhetsutrustning, vilket man kan ha i åtanke vid produktionsplaneringen.

Last under hantering

Under hantering bör man ta hänsyn till egentyngden av bärande och icke bärande delar, vilket även inkluderar dynamiska effekter eller tröghetseffekter av bärande och icke bärande delars massa. Beroende på upplagslägen och förhållanden vid lyftning, transport och lagring bör man bestämma lasteffekterna på både bärande och icke bärande delar. Detta gör man med hänsyn tagen till aktuella upplagsförhållanden och dynamiska effekter eller tröghetseffekter orsakade av vertikal och horisontell acceleration.

Utöver detta bör även last på fästanordningar för lyftning av element och material kontrolleras och för detta hänvisas man till SS-EN 1991-3.

Geoteknisk last

Med geoteknisk last menas de laster som överförs till bärverket från mark, fyllnadsmassor eller grundvatten. Rörelser i grundläggningen av bärverk och hjälpkonstruktioner, t. ex. tillfälliga stöd under byggskedet, bör bedömas utifrån resultat från geotekniska undersökningar. Sådana undersökningar bör utföras för att ge information om rörelsernas absoluta och relativa värden, deras tidsberoende och om möjligt även deras spridning.

Karakteristiska värden på geotekniska parametrar, jord och jordtryck, och gränsvärden för rörelser (sättningar eller förskjutningar) i grundläggningar ska bestämmas enligt SS-EN 1997, Dimensionering av geokonstruktioner.

Förspänning

Vid förspänning bör man kontrollera lasten från förspänningen, inklusive inverkan av interaktionen mellan bärverket och hjälpkonstruktioner (t. ex. stödställning). Lasten från förspänningen bör betraktas som permanent under byggskedet och den kan bestämmas enligt kraven i SS-EN 1992 till SS-EN 1999 eller enligt eventuella särskilda krav för aktuellt projekt. Man bör även beakta lasten på bärverket som uppkommer från domkrafter vid uppspanning. Den bör klassificeras som variabel last när området kring förankringen ska dimensioneras.

Fördeformationer

Fördeformationer kan vara ett resultat av t. ex. stödförskjutning (som lossade vajrar eller kablar, inklusive hängare och justering av lager) och ska överensstämma med relevant Eurokod, SS-EN 1992 till SS-EN 1999.

Man bör kontrollera och ta hänsyn till lasteffekter som uppkommer från byggprocessen, framförallt med hänsyn till krav på säkerhet och brukbarhet. Det gäller särskilt om fördeformationerna är påtvingade i syfte att åstadkomma lasteffekter som förbättrar bärverkets slutliga beteende.

Under byggskedet bör man, genom mätning av krafter och deformationer, kontrollera lasteffekterna av fördeformationerna mot uppsatta dimensioneringskriterier.

Temperatur, krympning och härdning

Under byggskedets all faser ska man ta hänsyn till inverkan av temperatur, krympning och härdning.

- Klimatrelaterade temperaturlaster bestäms enligt SS-EN 1991-1-5 som ger råd och föreskrifter för att bestämma temperaturlast på byggnader, broar och andra bärverk. Där anges karakteristiska värden på temperaturlaster som är avsedda att användas vid dimensionering av bärverk som är exponerade för dagliga eller årstidsberoende klimatiska förändringar. Måttligt exponerade bärverk behöver inte dimensioneras för temperaturlast. Temperaturlastens storlek beror på lokala klimatförhållanden tillsammans med bärverkets orientering, dess totala massa och ytskikt.

- Temperaturlaster orsakade av betongens härdning bestäms enligt SS-EN 1992, SS-EN 1994 samt SS-EN 1995. I massiva betongbärverk kan temperaturen stiga väsentligt efter gjutning med termiska effekter som följd. Extremvärden på min- och maxtemperaturen som ska beaktas vid projekteringen kan variera beroende på årstiden.
- Inverkan av byggmaterialens krympning bestäms enligt tillämplig Eurokod, SS-EN 1992 till SS-EN 1999.

Laster orsakade av temperatur och krympning har normalt ingen betydelse för byggnader vid lämplig detaljutformning för den vanliga dimensioneringssituationen. Dessa laster bör man ha tagit hänsyn till redan vid projekteringen och ha begränsat genom lämplig utformning där det är möjligt.

Last som orsakas av betongens krypning och krympning bestäms utifrån förväntade tidpunkter och varaktigheter i den aktuella dimensioneringssituationen.

Man kan också behöva ta hänsyn till tvång på grund av friktion i lager där horisontala krafter som orsakas av friktion beräknas med relevanta värden på friktionskoefficienten.

Vind och Snö

Allmänt

Om det vid dimensioneringen har förutsatts begränsade klimatiska villkor för en etapp under byggskedet bestämmer man den karakteristiska klimatlasten genom att ta hänsyn till:

- Den planerade varaktigheten för aktuell byggetapp,
- Tillförlitligheten hos de meteorologiska prognoserna,
- Den tid som krävs för att kunna vidta skyddsåtgärder.

Återkomsttid

Sannolikheten att de karakteristiska värdena för vind- och snölast överskrids under ett år är 2 %. Det motsvarar en återkomsttid på i medeltal 50 år, den s. k. 50-årslasten. Beroende på byggetappens varaktighet kan man få använda sig av en kortare återkomsttid vid beräkning av klimatlast under byggskedet.

Tabellen på nästa sida ger rekommendationer för klimatlasters återkomsttid beroende på byggetappens varaktighet. För alla etapper som varar längre än 1 år är återkomsttiden 50 år och lasten betraktas då på samma sätt som för det färdiga byggnadsverket.

LASTER UNDER BYGGSKEDET

Dimensioneringssituationens nominella varaktighet	Återkomst-tid (år)
< 3 dagar	2
< 3 månader	5
< 1 år	10
> 1 år	50

En nominell varaktighet på tre dagar, som kan väljas för en kort byggetapp, motsvaras av en betydligt längre återkomsttid för att ge en tillförlitlig meteorologisk bedömning för byggplatsens läge. Man kan också välja återkomsttiden 2 år om s. k. ”lämpliga organisatoriska åtgärder” vidtas.

För en varaktighet på upp till tre månader får man bestämma lasten genom att även ta hänsyn till betydelsefulla årstids- och korttidsvariationer i klimatet, t. ex. beror vattenföringen i en älv på aktuell årstid och sannolikheten för snö i juli kan betraktas som försumbar.

Regler för kombination av snö- och vindlast med bygglast, Q_c , bör bestämmas för respektive projekt.

LASTER UNDER BYGGSKEDET

Vindlast

Vindlasten varierar med tiden och verkar direkt på slutna byggnadsverk som tryck eller sug på yttre ytor men också indirekt på inre ytor på grund av otätheter i det yttre skalet. Under byggskedet kan otätheter vara t. ex. icke monterade portar eller fönster, vilka kan medföra vindlaster på inre ytor under relativt lång tid. I byggnadsverk med öppningar kan vindlasten även verka direkt på inre ytor vilket man framförallt bör tänka på för delar av bärverket som efter färdigställandet kommer att vara inre delar, t. ex. innerväggar, då dessa oftast inte är dimensionerade för vindlast. Om inget annat anges klassificerar man vindlasten som en variabel bunden last.

Ibland finns behov av dimensionering med hänsyn till vindlastens dynamiska inverkan. Den bestäms för byggskedets olika etapper där man också tar hänsyn till graden av färdigställande och stabiliteten hos bärverket och dess delar. Av risk för utmattning i t. ex. slanka bärverksdelar bör man också ta hänsyn till svängningar orsakade av virvelavlösning, galloping, fladder eller liknande. Man bör även ta hänsyn till eventuella aerodynamiska effekter från passerande fordon eller tåg som kan orsaka utmattning i bärverksdelar under byggskedet.

Rekommenderat värde på vindhastighetens grundvärde under byggskedet för varaktigheter upp till tre månader är 20 m/s enligt SS-EN 1991-1-4. Alternativt kan man dock ange en minsta vindhastighet för aktuellt projekt.

För vindlast under exceptionella förhållanden, t. ex. cyklon eller orkan, bör man använda exceptionell dimensioneringssituation.

För arbetsmoment med kort varaktighet, t. ex. lyft eller transport, bör man bestämma en högsta tillåtna vindhastighet.

Snölast

Under byggskedet ska snölasten bestämmas på samma sätt som för det färdiga bärverket för de förhållanden som råder på aktuell plats dvs. enligt SS-EN 1991-1-3, Snölast. För återkomsttiden använder man de rekommenderade värdena för klimatlaster som gavs i tabellen på föregående sida. Beroende på återkomsttiden kan snölastens värde få reduceras. Information om hur sambandet mellan snölasten på mark och återkomsttiden ska beaktas hittar man i SS-EN 1991-1-3 Bilaga D.

För broar gäller att om ett visst projekt kräver daglig snöröjning (även under veckoslut och semester) och säkerhetsåtgärder har

vidtagits för att detta genomförs, kan snölastens karakteristiska värde få reduceras med 30 % jämfört med vad som anges i SS-EN 1991-1-3 för det färdiga byggnadsverket.

Vatten

Laster som orsakas av vatten, inklusive grundvatten, Q_{wa} , beskrivs i allmänhet som den mest ogynnsamma inverkan av statiskt tryck eller tryck orsakat av hydrodynamiska effekter. Normalt beror dessa på:

- Strömmande vatten mot nedsänkta hinder,
- Vågkrafter,
- Vattenrörelser orsakade av jordbävning (tsunamis).

I lastkombinationer betraktas laster som orsakas av vatten som permanent eller variabel last beroende på vilka förutsättningar som råder i det aktuella fallet.

Laster orsakade av vatten p g a strömning mot konstruktioner under vatten antas verka vinkelrätt mot kontaktytan. Lasternas storlek bestäms utifrån vattenhastighet, vattendjup samt konstruktionens form för de projekterade byggetapperna. I SS-EN 1991-1-6 ges detaljerade beräkningsregler för att bestämma

storleken på den totala horisontella kraften, F_{wa} , orsakad av strömning mot en vertikal yta. F_{wa} kan användas för att kontrollera stabiliteten hos bropelare, fångdammar etc.

Inverkan av möjlig anhopning av bråte beskrivs med kraften, F_{deb} , och i SS-EN 1991-1-6 ges ekvationer för att bestämma F_{deb} . Ekvationen i SS-EN 1991-1-6 kan också anpassas till aktuellt projekt med hänsyn till förutsättningarna för den aktuella situationen.

Last orsakad av is, inklusive drivis, bör också beaktas under byggskedet. Normalt kan man betrakta den som utbredd verkande i strömriktningen för det vattendjup som ger den mest ogynnsamma inverkan.

Last orsakad av regnvatten kontrollerar man på ställen där ansamling är möjlig, t. ex. vid dålig dränering, ojämna ytor, nedböjningar eller fel på avvattningsutrustningen.

Nedisning

Man ska också beakta nedisning av ytor och de laster som det kan medföra. Representativa värden för last från nedisning kan anges

för det aktuella projektet. Man kan finna viss vägledning i SS-EN 1993-3, Dimensionering av stålkonstruktioner: Torn, master och skorstenar och i SS-ISO 12494.

Bygglaster

Allmänt

Med bygglast, Q_c , menar man last under byggskedet som orsakas av byggverksamheten men som inte verkar efter färdigställandet och dess representativa värden bestäms utefter deras variation i tiden.

Bygglaster beskrivs antingen som en enda variabel last eller av olika slags bygglaster som grupperas till en enda verkande variabel last. Enskilda eller grupperade bygglaster ska antas verka samtidigt med andra laster under byggskedet.

Bygglasternas karakteristiska värden, inklusive vertikala och horisontala komponenter, ska man bestämma enligt de tekniska kraven för utförande och enligt reglerna i SS-EN 1990. Horisontala krafter som orsakas av bygglast ska bestämmas och beaktas vid dimensioneringen av det delvis färdiga lika väl som för det helt färdiga bärverket. Om bygglasten orsakar dynamiska effekter ska man även beakta dessa.

Bygglast orsakad av kranar, utrustning eller hjälpkonstruktioner klassificeras som bunden eller fri beroende på dess möjliga lägen vid användning.

- Om bygglasten klassificeras som bunden bestämmer man toleranser för möjliga avvikelser från den teoretiska placeringen.
- Om bygglasten klassificeras som fri bestämmer man gränserna för den area inom vilken lasten kan röras eller placeras.

Bygglaster som bör kontrolleras under hela byggskedet sammanfattas nedan. Tänk på att man kan behöva kontrollera andra typer av bygglaster och dessa kan anges för aktuellt projekt.

Q_{ca} , Personer och handverktyg

Alla personer som vistas på arbetsplatsen med eller utan handverktyg eller annan lätt utrustning. Lasten modelleras som jämnt utbredd last, q_{ca} , placerad på mest ogynnsamma sätt. Rekommenderat karakteristiskt värde för den jämnt utbredda lasten, $q_{ca,k}$, är 1,0 kN/m².

Q_{cb} , Lagring av flyttbara föremål

Last från tillfällig lagring av material och utrustning. Klassificeras som fri last och bör modelleras som jämnt utbredd last eller koncentrerad last. För broar rekommenderas minimivärdena $q_{cb,k} = 0,2$ kN/m² och $F_{cb,k} = 100$ kN. SS-EN 1991-1-1 ger tungheter på byggmaterial.

Q_{ccv} , Icke permanent utrustning

Last från icke permanent utrustning:

- statisk, t. ex. formluckor, ställningar, maskiner, containrar
- rörlig, t. ex. rörlig form, lanseringsbalkar, motvikter

Klassificeras som fri last och bör modelleras som jämnt utbredd last, q_{cc} . Lasterna kan anges baserat på information från leverantören. Om noggrannare information saknas kan man använda rekommenderat minsta karakteristiskt värde, $q_{cc,k} = 0,5$ kN/m².

Q_{cd} , Rörliga tunga maskiner och rörlig utrustning

T. ex. kranar, hissar, fordon, truckar, el-utrustning, domkrafter, tung lyftutrustning. Bör modelleras och klassificeras efter relevanta delar av SS-EN 1991 om inget annat anges. Om last av fordon inte anges i bygghandlingarna kan de hämtas från SS-EN 1991-2. Information om kranlaster finns i SS-EN 1991-3.

Q_{ce} , Anhopning av byggavfall

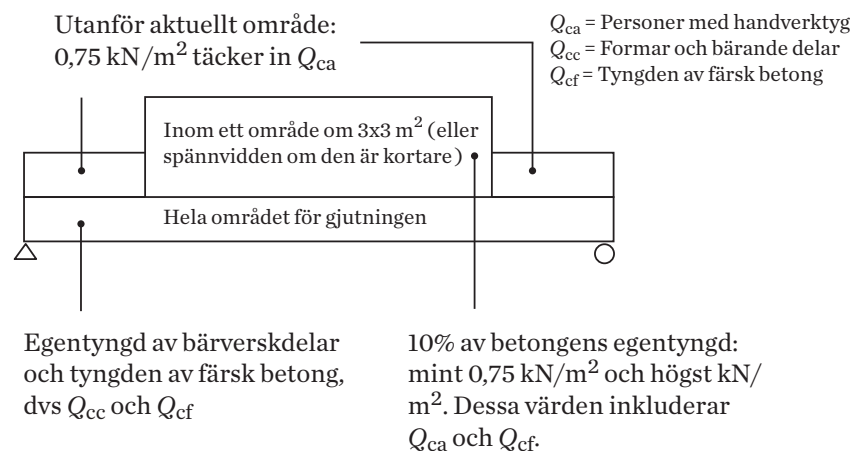
Anhopning av byggavfall t. ex. överskott av byggmaterial, schaktmassor eller rivningsmaterial. Möjligt tryck mot horisontella, lutande eller vertikala delar ska beaktas. Lasternas storlek kan variera betydligt i både tid och rum beroende på t. ex. typ av material, klimatiska förhållanden och hastighet med vilken bygget fortskrider.

Q_{cf} , Last från delar av bärverket som befinner sig i ett övergångsstadium

Last från delar av bärverket som under uppförande befinner sig i ett övergångsstadium innan de slutliga dimensionerande lasterna börjar verka, t. ex. last vid lyftning. Se även tilläggslast från färsk betong.

Bygglast vid betonggjutning

Vid en betonggjutning finns en rad laster som verkar samtidigt och som man tar hänsyn till tillsammans. Det kan omfatta byggnadsarbetare med handverktyg eller annan lätt utrustning, Q_{ca} , formar och bärande delar, Q_{cc} , och tyngden av färsk betong, Q_{cf} .



I figuren ovan visas rekommenderade värden på bygglast vid betonggjutning (från tabell 4.2 i SS-EN 1991-1-6). Över hela

området för gjutningen verkar lasten från formar, bärande delar samt tyngden av färsk betong. Inom ett område om $3 \times 3 \text{ m}^2$ räknar man med en tillkommande last som är 10 % av betongens egentyngd, dock minst $0,75 \text{ kN/m}^2$ och högst $1,5 \text{ kN/m}^2$. Utanför det här området räknar man med lasten $0,75 \text{ kN/m}^2$. Dessa tre laster ska kombineras och placeras på ogynnsammaste sätt, vilket kan vara symmetriskt eller osymmetriskt. Utöver rekommendationerna i figuren ska man också ta hänsyn till horisontell last av färsk betong.

Egentyngden för normal betong är 24 kN/m^3 vilken ska ökas med 1 kN/m^3 för icke hårdnad betong samt ökas med 1 kN/m^3 vid normalt innehåll av ospänd eller spänd armering, se tabell A.1 i SS-EN 1991-1-1.

Egentyngder för lättballastbetong, tung betong samt olika typer av murbruk återfinns i tabell A.1 i SS-EN 1991-1-1. Man kan behöva använda andra värden än de tabellerade vid t. ex. användning av flytbetong eller förtillverkade betonelement.

För bjälklag som stämpas vid gjutning bör man kontrollera lasterna som uppkommer till följd av detta och planera stämningen därefter. Detta ska göras utifrån den hållfasthet som

betongen har uppnått vid den aktuella tidpunkten. Full betonghållfasthet uppnås efter 28 dygn. Betongens hållfasthetsutveckling beror på en rad olika faktorer, t. ex. betongkvalitet och lufttemperatur vid härdning, vilket innebär att det inte finns generella standardvärden för betongens hållfasthetsutveckling utan den måste bedömas från fall till fall.

Likväl som bjälklag kan behöva stämpas innan de har uppnått full hållfasthet, uppnår t. ex. bärande plattor inte sin fulla bärförmåga direkt utan kan behöva tid innan de kan ta full belastning.

Bygglaster speciellt för byggnader

I bilaga A1 i SS-EN 1991-1-6 finns några tilläggsregler som gäller bygglaster för byggnader. Horisontell last orsakad av t. ex. vindlast och inverkan av snedställning och svaj ska också beaktas. För byggnader gäller också att nominella horisontala laster F_{hn} , dvs. laster som baseras på t. ex. erfarenhet eller på fysiska tillstånd, bara får användas i enskilda fall då det motiveras vara lämpligt. I dessa fall placeras de bestämda nominella lasterna på mest ogynnsamma sätt, vilket inte alltid är samma som de vertikala lasternas placering. Det rekommenderade värdet på karakteristisk ekvivalent horisontell last är 3 % av vertikallasterna i den mest ogynnsamma lastkombinationen.

Bygglaster speciellt för broar

I bilaga A2 i SS-EN 1991-1-6 finns några tilläggsregler som gäller bygglaster för broar. Vid lansering av broar ska horisontalkrafterna orsakade av friktion bestämmas och placeras mellan bron, lagren och det stödjande bärverket med hänsyn tagen till dynamiska effekter. Den resulterande horisontalkraftens dimensioneringsvärde bör utvärderas men inte sättas till lägre än 10 %.

För varje brostöd bestämmer man de horisontala friktionskrafterna med tillhörande friktionskoefficienter där det rekommenderade värdet är $\mu_{\min}=0$ och $\mu_{\max}=0,04$.

Olyckslast

Alla typer av olyckslast som kan tänkas uppkomma under byggskedet och som kan orsaka kollaps av bärverksdelar ska kontrolleras och beaktas. Exempel på olyckslaster kan vara stöt från fordon, kranar, byggutrustning eller material i rörelse, t. ex. tömning av färsk betong, eller lokalt brott i permanent eller tillfälligt stöd. Onormal anhopning av byggutrustning eller material på bärverksdelar betraktar man inte som olyckslast utan som en bygglast, se föregående avsnitt. Brand och dess konsekvenser kontrolleras också under byggskedet.

LASTER UNDER BYGGSKEDET

Man bör även bedöma olyckslastens dynamiska effekter där förstoringfaktorns rekommenderade värde är 2. Last som orsakas av fallande föremål på eller från ett bärverk, inklusive de dynamiska effekterna, bör också kontrolleras.

Där det bedöms vara relevant ska stöt som orsakas av människor betraktas som olyckslast och klassificeras då som en delvis statisk vertikal last. Rekommenderade värden är:

- 2,5 kN utbredd på arean 200x200 mm som beaktar inverkan av en person som snubblar.
- 6,0 kN utbredd på arean 300x300 mm som beaktar inverkan av en person som faller.

All inverkan från de beskrivna olyckslasterna ska utvärderas för att bedöma risken för att bärverket utsätts för påtvingade rörelser. Bedömningen ska inkludera rörelsernas omfattning och vilken inverkan de har, samt risken för fortskridande ras.

Tänk på att de olyckslaster som används i alla dimensionerings-situationer måste kontrolleras vid alla typer av förändringar. Åtgärder ska vidtas under arbetets gång för anpassning till rådande förhållanden.

Last vid ändring, rivning eller renovering

I Bilaga B till SS-EN 1991-1-6, Last på bärverk vid ändring, renovering eller rivning, ges råd om förutsättningar i samband med ändrings-, rivnings- och renoveringsarbeten. När det gäller laster (inklusive bygglaster), lastkombinationer och partialkoefficienter rekommenderas det att samma principer och råd som ges för byggskedet används men vissa bygglaster kan ha andra karakteristika än vad som anges för byggskedet.

När det gäller all renovering (hel eller delvis renovering) ska säkerheten för resten av bärverket eller dess delar stämma överens med vad som gäller för det färdiga bärverket eller dess delar enligt Eurokoderna. Man ska också ta hänsyn till bärverkets faktiska tillstånd, dvs. med hänsyn till nedbrytning, när man verifierar olika faser under renovering och rivning. Bärverkets tillstånd undersöks så att bärförmågan kan bestämmas för att undvika oförutsägbara beteenden under renoveringen och rivningen.

Om delar av byggnaden används under renovering eller rivning tar man hänsyn till all typ av nyttig last (inklusive trafiklast) och man ska vara medveten om att dessa kan variera under de olika byggfaserna. Trafiklasten reduceras inte i förhållande till vad som gäller för det färdiga bärverket om det inte övervakas och kontrolleras regelbundet.

Bygglaster som är specifika för renovering och rivning ska bestämmas med hänsyn tagen till t. ex. metoder för lagring av material, använd metod vid renovering och rivning etc. Bygglaster vid renovering eller rivning kan också inkludera inverkan av lagring av rivningsmassor eller borttaget material eller demonterade element inklusive horisontala laster. Man ska också tänka på att bygglasten inte får skada närbelägna bärverk, t. ex. genom att last som tas bort eller påförs orsakar instabilitet.

Checklista för laster under byggskedet

- 1 Identifiera vilka olika byggetapper som byggskedet kan delas upp i för det aktuella projektet.
- 2 För varje byggetapp ska de tre olika dimensioneringssituationerna tillfällig (T), exceptionell (E) respektive seismisk (S) beaktas. För svenska förhållanden kan man i normalfallet helt bortse från den seismiska dimensioneringssituationen.
- 3 För varje byggetapp och dimensioneringssituation ska de beskrivna lasterna kontrolleras. På nästa sida ges ett förslag till hur en checklista kan se ut för att underlätta kontrollen.
- 4 Alla laster kontrolleras i brottgränstillstånd för alla dimensioneringssituationer. Kontroll av bruksgränstillståndet görs i de fall där det bedöms vara nödvändigt för de valda dimensioneringssituationerna. De bruksgränskriterier som används under byggskedet ska ta hänsyn till de krav som gäller för det färdiga bärverket.
- 5 Bygglast orsakad av kranar, utrustning eller hjälpkonstruktioner klassificeras som bunden eller fri beroende på möjliga lägen vid användning.
 - Om bygglasten klassificeras som bunden bestämmer man toleranser för möjliga avvikelser från den teoretiska placeringen.
 - Om bygglasten klassificeras som fri bestämmer man gränserna för den area inom vilken lasten kan röras eller placeras.
- 6 Utöver kontroll av laster under byggskedet ska alla hjälpkonstruktioner, t. ex. ställningar och formar, vara ordentligt dimensionerade och kontrollerade.
- 7 Kontrollera bilagorna i SS-EN 1991-1-6 om det finns några speciella regler som ska beaktas för byggnader respektive broar.
- 8 Kontrollera att alla antaganden för byggskedet som konstruktören har gjort i beräkningarna stämmer för det aktuella projektet.
- 9 Vid större förändringar under pågående produktion bör man informera konstruktören för att säkerställa att förutsatta antaganden fortfarande gäller.
- 10 Vid renovering och/eller rivning bör man kontrollera att upplagsplatsen för rivningsmaterial är dimensionerad för den tyngden.
- 11 Vid t. ex. borttagning av väggar eller andra bärande delar bör man kontrollera hur bärverkets närliggande delar påverkas.

	Byggetapper									
	Schaktning		Grundläggning		Stomme		Tak		Osv.	
	T	E	T	E	T	E	T	E	T	E
Last under hantering										
Geoteknisk last										
Förspänning										
Fördeformationer										
Temperaturlaster										
Vindlast										
Snölast										
Vatten										
Nedisning										
Bygglaster:										
Personer och handverktyg										
Lagring av flyttbara föremål										
Icke permanent utrustning										
Rörliga tunga maskiner										
Anhopning av byg-gavfall										
Bärverk i ett över-gångsstadium										
Bygglast vid be-tonggjutning										
Olyckslast										

Tabeller

Klassificering av laster under byggskedet

Last	Klassificering				Anmärkning
	Variation i tiden	Klassifice-ring/ Ursprung	Variation i rummet	Typ	
Egentyngd	Permanent	Direkt	Bunden/ Fri	Statisk	Fri under trans- port/lagring. Dynamisk vid fallande last.
Markrörelse	Permanent	Indirekt	Fri	Statisk	
Jordtryck	Permanent/ variabel	Direkt	Fri	Statisk	
Förspänning	Permanent/ variabel	Direkt	Bunden	Statisk	Variabel vid lokal dimensio- nering (förank- ring).
Fördeforma- tioner	Permanent/ variabel	Indirekt	Fri	Statisk	
Temperatur	Variabel	Indirekt	Fri	Statisk	
Krympning och inverkan av hydratisering	Permanent/ variabel	Indirekt	Fri	Statisk	
Vindlast	Variabel/ olyckslast	Direkt	Bunden/fri	Statisk/ dynamisk	
Snölast	Variabel/ olyckslast	Direkt	Bunden/fri	Statisk/ dynamisk	
Laster orsakade av vatten	Permanent/ variabel/ olyckslast	Direkt	Bunden/fri	Statisk/ dynamisk	Permanent/ variabel enligt bygghandlingar. Eventuellt dyna- misk för ström- mande vatten.
Nedisning	Variabel	Direkt	Fri	Statisk/ dynamisk	
Olyckslast	Olyckslast	Direkt/ indirekt	Fri	Statisk/ dynamisk	
Seismisk last	Variabel/ olyckslast	Direkt	Fri	Dynamisk	

Tabeller

Klassificering av bygglaster

Last	Klassificering				Anmärkning
	Variation i tiden	Klassificering/ Ursprung	Variation i rummet	Typ	
Personer och handverktyg	Variabel	Direkt	Fri	Statisk	
Lagring av flyttbara föremål	Variabel	Direkt	Fri	Statisk/ dynamisk	Dynamisk vid fallande last
Icke permanent utrustning	Variabel	Direkt	Bunden/fri	Statisk/ dynamisk	
Rörliga tunga maskiner och rörlig utrustning	Variabel	Direkt	Fri	Statisk/ dynamisk	
Anhopning av byggavfall	Variabel	Direkt	Fri	Statisk/ dynamisk	Kan även ge last på vertikala ytor
Last från delar av bärverket som befinner sig i ett övergångsstadium	Variabel	Indirekt	Fri	Statisk	Inga dynamiska effekter