

Guide för reduktion av betongkonstruktioners klimatpåverkan

- Samhällsbyggandet står för en väsentlig del av Sveriges sammanlagda klimatpåverkan. Den härrör främst från tillverkningen av byggmaterial som cement och stål.
- **Betongbranschen driver ett omfattande förbättringsarbete inom klimatområdet.** Idag kan man, genom medvetna val under byggprocessen, avsevärt minska betongkonstruktioners klimatpåverkan jämfört med tidigare.
- **För att man ute i projekten på ett enkelt sätt ska kunna tillgodogöra sig denna kunskap** tar nu Betongföreningen fram ett stöd för planering- och projektering.
- Målgruppen är konstruktörer, entreprenörer, projektledare, miljö- och hållbarhetsspecialister, arkitekter, byggherrar, studerande med byggteknisk inriktning m.fl.



Arbetsgrupp

- Nadja Al-Ayish IVL
- Johan Hofstedt ELU
- Ingemar Löfgren Thomas Concrete Group
- Anders Mattsson Strängbetong
- Richard McCarthy Betongföreningen
- Nilla Olsson NCC
- Mats K. Öberg Projektledare



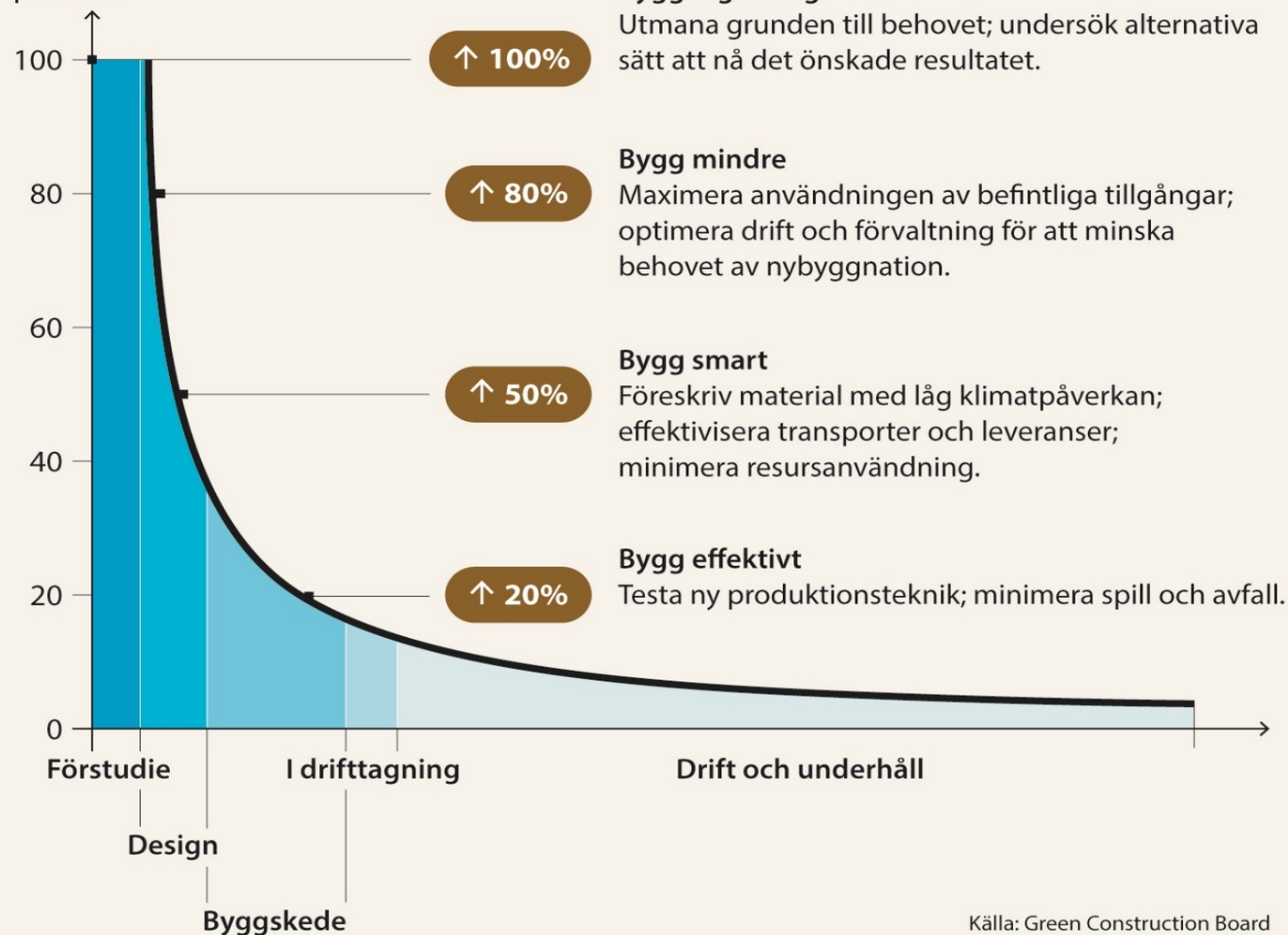
När, vem, hur....

I alla skeden av bygg- och förvaltningsprocessen tas beslut som berör byggnadsverkets klimatpåverkan.

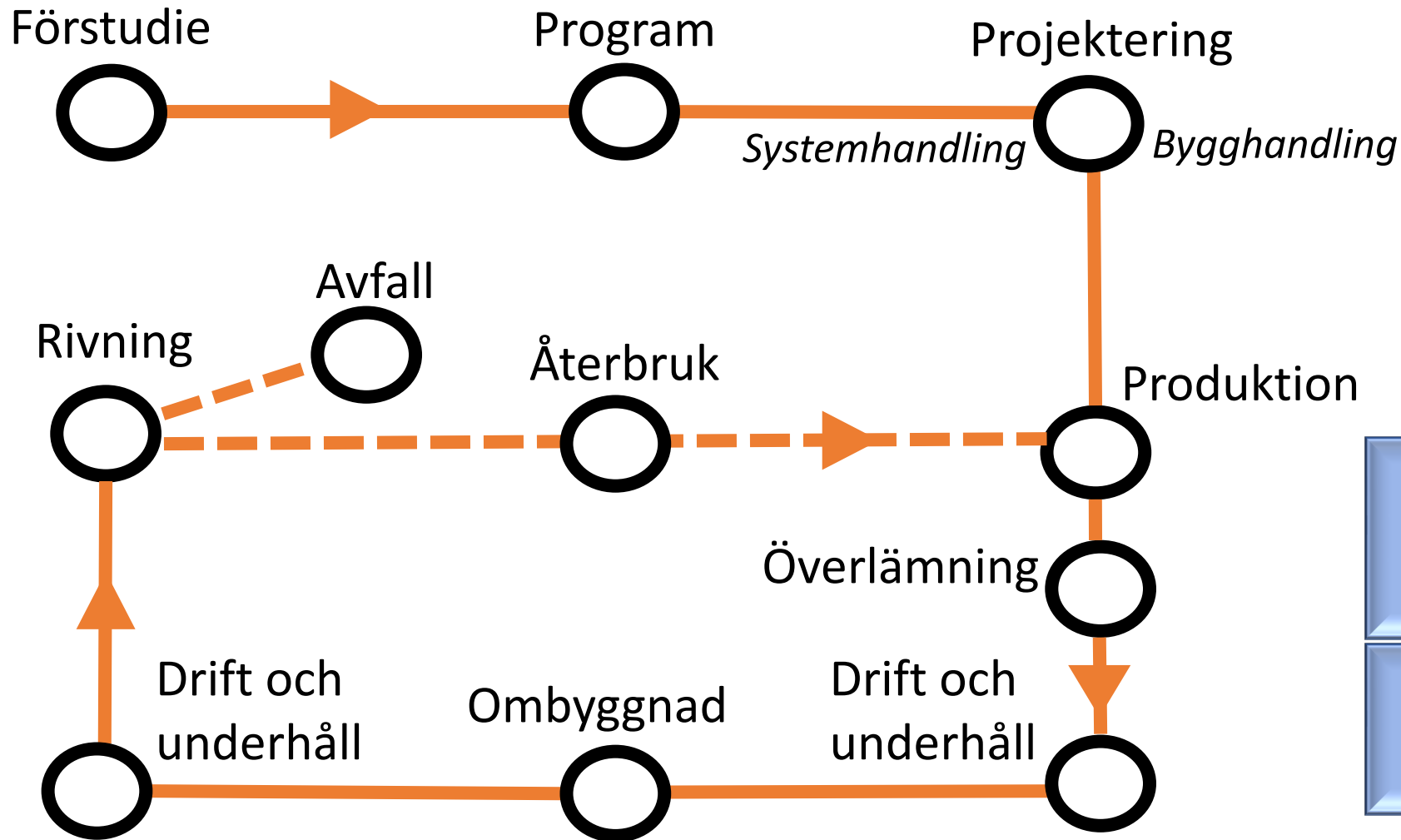
Om klimatfrågan *tas upp från projektets start* och *om berörda aktörer involveras tidigt i processen* finns *goda möjligheter att minska klimatpåverkan*. Därför är byggherrens tidiga arbete särskilt viktigt. Då bestäms ambitioner och krav avseende klimatpåverkan.

Reduktion av koldioxidutsläpp

Potential till minskade koldioxidutsläpp, procent



Guide för reduktion av betongkonstruktioners klimatpåverkan



Faktablock

Klimatmedveten konstruktion	Beräkning av klimatpåverkan
Begrepp och definitioner	Tekniska regelverk

○ Projektering - Systemhandling

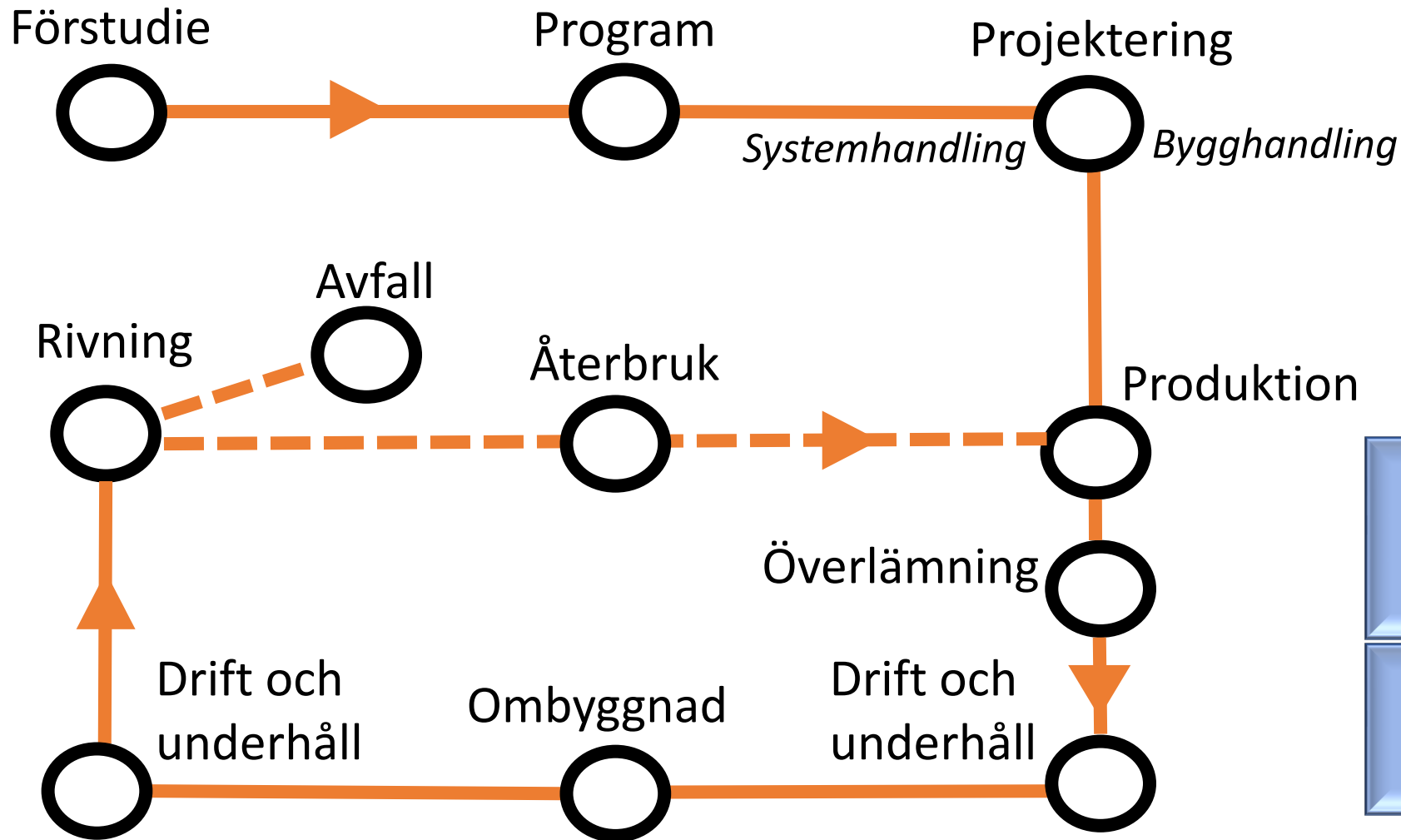
- Systemskedet inleder projekteringen av byggnadsverket och för det så kopplas vanligtvis flertalet tekniska specialister in i, projektörerna. Skedet syftar till att beskriva byggnadsverket i allt väsentligt tex huvudmått, installationslösningar och kritiska snitt. Övergripande beräkningar och dimensioneringar utförs och bekräftar funktionerna och andra kravst. **Några ord om skedet** programskedet. Systemhandlingen ska vara samordnad och klarlägga de olika systemlösningarna. Här gäller det att ha klimatpåverkan med som en aspekt i de beslut som tas. Slutligen är det ett underlag för att projekteringen av bygghandlingsskedet helt ska kunna fokusera på detaljlösningarna.
- Som för alla andra områden är det viktigt att arbeta vidare utifrån de ramar som givits i föregående skeden. Dock kan det inte nog poängteras, **hur viktigt det är att arbeta med relevanta funktionskrav där så är möjligt istället för detaljstyrning**. Samverkan mellan discipliner är viktig för att klarlägga hur ett vägval påverkar klimatbelastningen i projektet som helhet.
- Det är viktigt att följa upp och **Några allmänna råd** klimatpåverkan och ha med denna faktor vid alla systemval som görs. För att göra korrekta jämförelser är det här av **yttersta vikt att jämföra system som uppfyller samma tekniska krav**. Ett exempel är att en stomme i ett hus som klarar både bärrighet, brand och ljudkrav bör jämföras med andra stommar som uppfyller samma funktion och krav.

○ Projektering – Systemhandling, fortsättning



- För att minska klimatpåverkan är det viktigt att minimera volymer och använda materialen effektivt, oavsett vilket material som väljs. Detta innebär att man behöver ha fokus på att inte föreskriva för höga hållfasthetsklasser, att ha relativt höga utnyttjandegrader i alla delar och göra väl avvägda val avseende exponeringsklass. Klimatarbetet **Betongrelaterade råd** vidare under projektet, men för att möjliggöra det är det viktigt att rätt förutsättningar ges från systemhandlingsskedet. Tidigt samarbete med materialleverantörer kan ofta underlätta.
- Inom husbyggande är det även viktigt att vara varsam vid val av golvmaterial och system för golv- och bjälklagsuppbyggnader då vissa lösningar leder till höga krav på uttorkning av underliggande material. Höga uttorkningskrav ger antingen ökad klimatpåverkan eller längre byggtid, och därmed ökade kostnader. Det är även viktigt att **se över krav på ingjutna installationer i väggar och golv**. Detta leder ofta till **ökade tjocklekar** och ökad klimatpåverkan.
- Svensk Betong har utvecklat en **klassning inkl. klimatdata för [Klimatförbättrad betong](#)** i tre steg, jämfört med en branschreferens motsvarande dagens normalbetong. Dessa data är tillgängliga i [Boverkets kalkylmodell](#).
- Inom husbyggnad finns även stora möjligheter att **öka [upptaget av CO₂](#)** under byggnadens livslängd genom att underlätta karbonatisering. Upptaget ökar om ytor är obehandlade och för betong med låg hållfasthetsklass.

Guide för reduktion av betongkonstruktioners klimatpåverkan

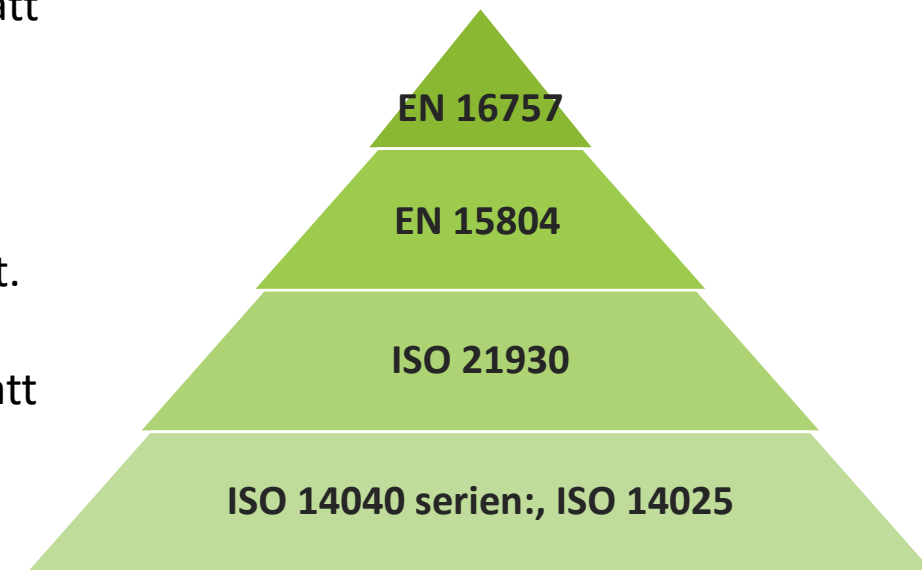


Faktablock

Klimatmedveten konstruktion	Beräkning av klimatpåverkan
Begrepp och definitioner	Tekniska regelverk

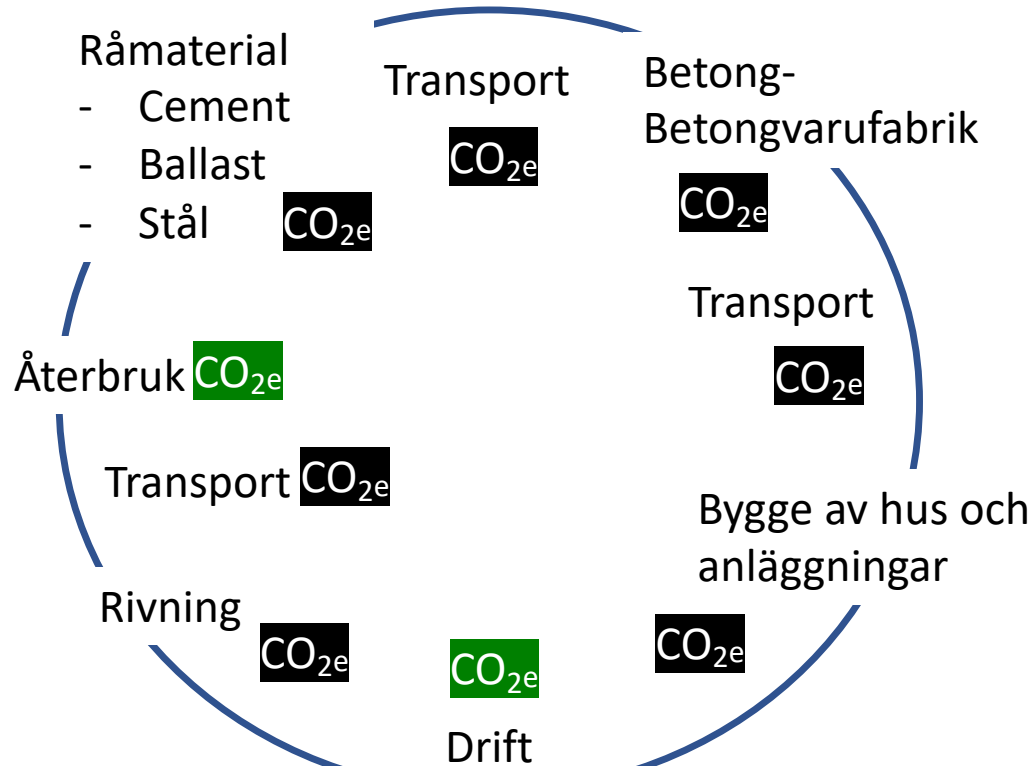
Faktablock: Beräkning av klimatpåverkan

- Eftersom olika växthusgaser har olika förmåga att absorbera energi och stannar olika länge i atmosfären har man valt att använda koldioxid som indikator för växthusgasernas påverkan på klimatet. Det innebär att koldioxid har värdet 1 och övriga växthusgaser relateras till dess förmåga att värma jorden. Indikatorn för klimatpåverkan är, **GWP**, (Global Warming Potential, eller global uppvärmningspotential) och mäts i **CO₂e, koldioxidekvivalenter**.
- Klimatpåverkan för en produkt bestäms genom att ta hänsyn till in- och utflöden av resurser och emissioner från produktens "system". Detta görs genom en så kallad livscykelanalys (LCA)
- Utöver detta tillkommer **produktspecifika regler, PCR**, för att räkna på miljöpåverkan för olika produktgrupper vid framtagning av **miljövarudeklarationer, EPD**, där EN 15804 är huvud-PCR för byggprodukter. Den standarden har varit betydande för klimatarbetet och har inneburit att produkter räknas på liknande sätt. Inom Svensk Betong har man sedan några år tillbaka erbjudit sina medlemmar ett EPD-verktyg i syfte att ta fram EPD:er men även för att internt klimatoptimera sina processer. EPD:er används alltmer vid upphandling, miljöcertifieringssystem, hos Trafikverket samt hos Boverket vid införande av klimatdeklarationer.

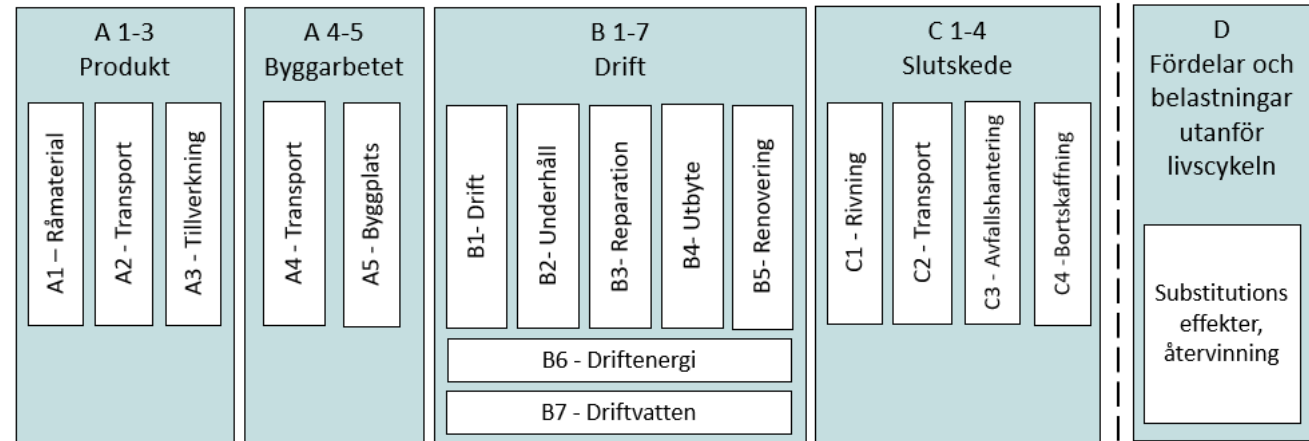


Faktablock: Beräkning av klimatpåverkan

En byggprodukts livscykel delas enligt EN 15804 in i 4 skeden: Produkt (A1-A3), Byggarbetet (A4-A5), Drift (B1-B7) och Slutskede (C1-C4).



Benämningar på skedena skiljer sig något från vår praxis

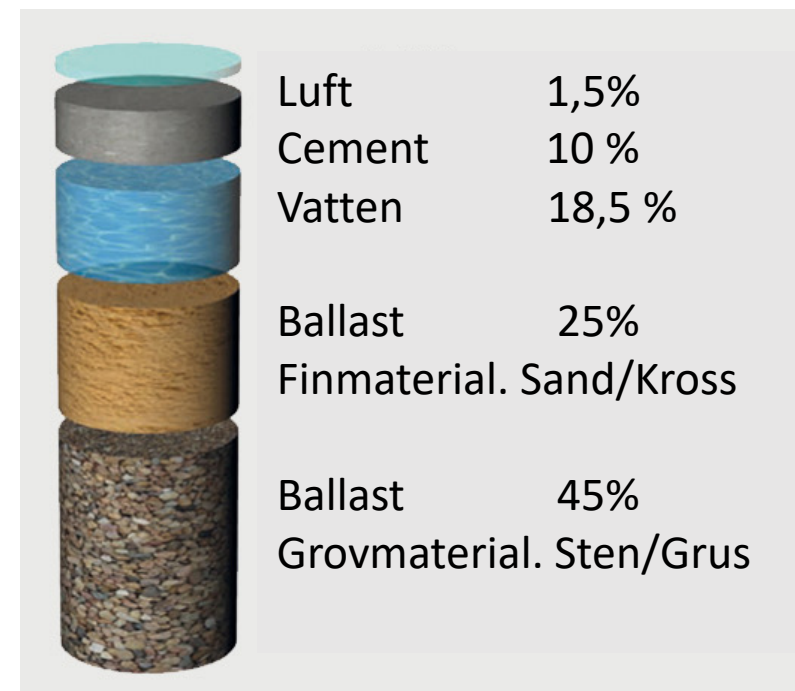


För att räkna på en betongprodukts klimatpåverkan under 'produktskedet' (A1-A3) behövs:

- Betongprodukts **materialsammansättning** per deklarerad enhet.
 - **Transportavstånd och transportslag** av råmaterial till fabrik.
 - Betongfabrikens **energi- och resursanvändning** (annat än produktens sammansättning) samt avfallsflöden.
 - Information om möjliga bi-och samprodukter.
 - En LCA databas över klimatpåverkan för ingående resurser.
- Detta kan göras översiktligt för att uppskatta en produkts klimatpåverkan men om en LCA-studie ska tas fram skall det göras genom en LCA-specialist.

Faktablock: Beräkning av klimatpåverkan - betong

Betong består av ballast (sten och grus/sand), vatten, bindemedel (cement och tillsatsmaterial), tillsatsmedel och luft, i viktandelar enligt figuren. Den största miljöbelastningen står normalt cementet för, och det motsvarar mer än 90 %. Emellertid har de andra delmaterialen en indirekt påverkan då t.ex. ballasten påverkar vattenbehovet och mängden cement som behövs och där tillsatsmedel kan användas för att förbättra betongens egenskaper (t.ex. arbetbarhet) och leda till lägre cement- och vattenhalt.



Betong

Cement

**Tillsats-
material**

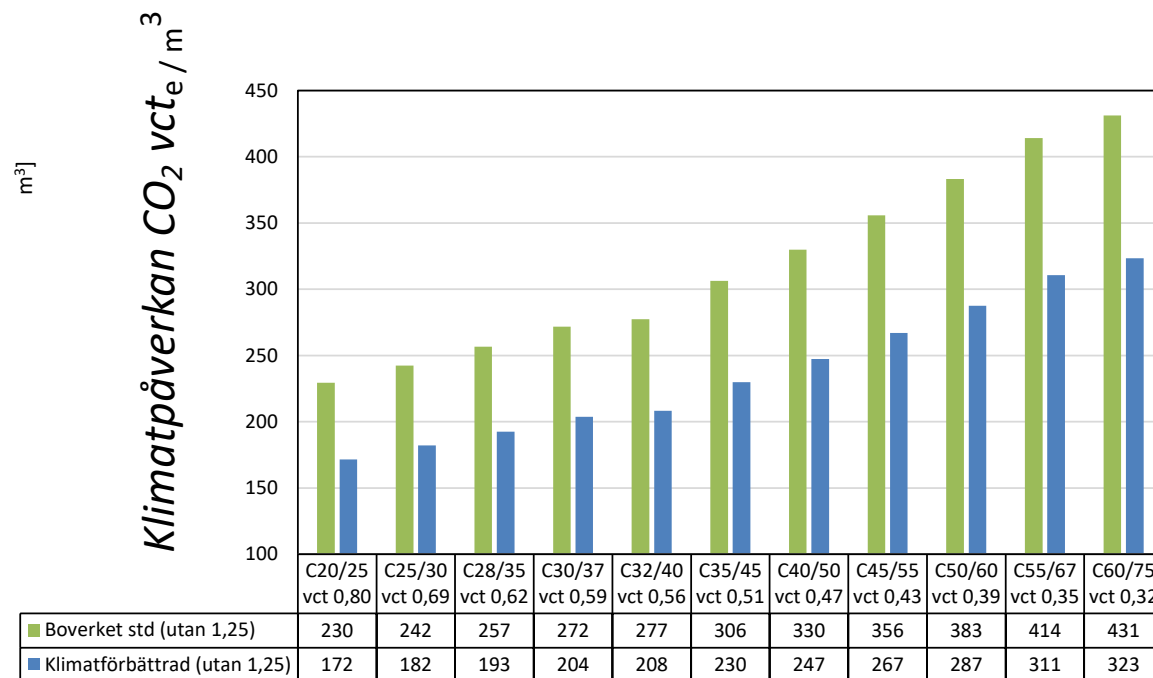
Tillsatsmedel

Armering

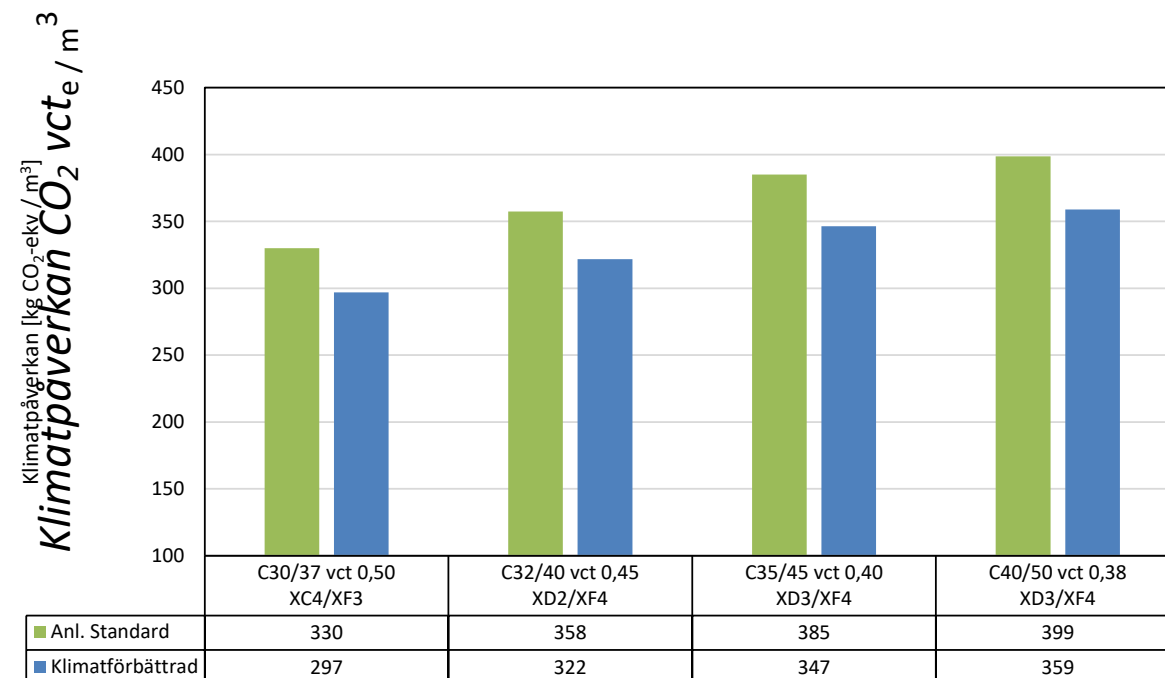
[Rekommendationer](#)

Faktablock: Beräkning av klimatpåverkan - betong

Betongs klimatpåverkan beror på ställda funktionskrav i aktuella avseenden. I [Boverkets klimatdatabas](#) samt i [Svensk Betongs vägledning för klimatförbättrad betong](#) finns värden för husbyggnadsbetong som baseras på ett för svenska marknaden representativt betongrecept samt bindemedelsmix. Vid behov av specifik miljödata hänvisas till betongleverantörens EPD.

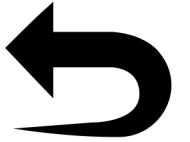


Indikativ miljöpåverkan för husbyggnadsbetong, standard (referens) och klimatförbättrad steg 2, enligt Boverkets klimatdatabas (från september 2021), men utan faktor 1,25 för konservativa värden. Värdena baseras på CEM II/A



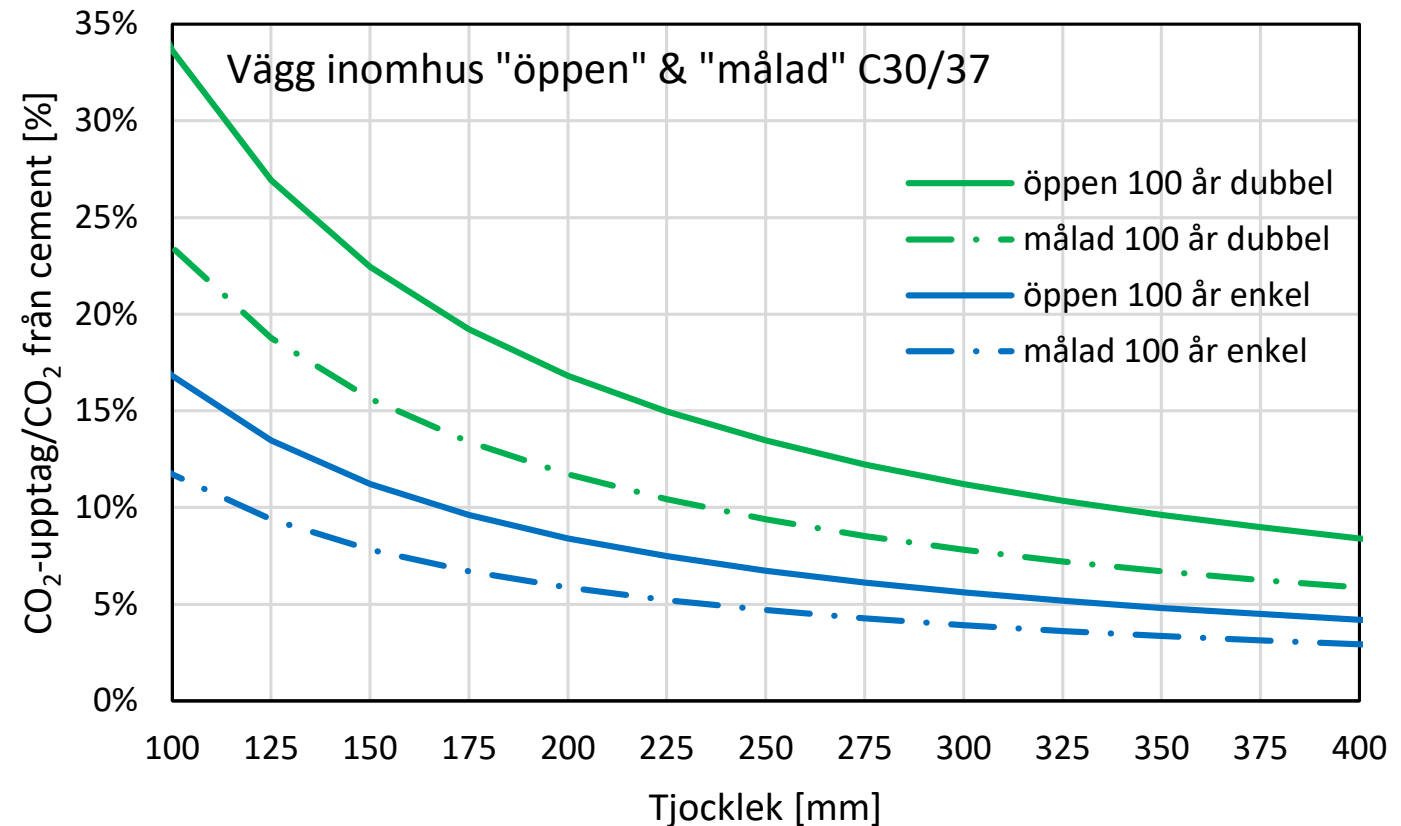
Indikativ miljöpåverkan för anläggningsbetong, standard (referens) och klimatförbättrad steg 1.

Faktablock: Beräkning av klimatpåverkan - betong



Karbonatisering – Upptag av CO₂

- Klimatpåverkan från betongkonstruktioner är även kopplad till dess förmåga att ta upp koldioxid från atmosfären genom karbonatisering. Maximalt kan den mängd CO₂ som frigörs i den kemiska reaktionen vid cementtillverkningen, då kalksten övergår till cementklinker tas upp. För portlandcement är det 0,49 kg CO₂ per kg cement.



Faktablock: Beräkning av klimatpåverkan - cement

Cement - Klimatdata

- Ett cements miljöpåverkan beror dels på vilken miljöpåverkan som framställningen av portlandklinkern har och hur stor andel portlandklinker som finns i cementet. Vid klinkerframställningen kommer cirka 2/3 av koldioxidutsläppen från kalcinering av kalkstenen och resterande 1/3 kommer från bränslet.
- Med en energieffektiv och modern klinkerframställning och en hög andel biobränslen så kan miljöbelastningen minskas, men utsläppen från kalcineringen kvarstår.
- Data på utsläpp (CO₂e) för klinkerframställning finns bl.a. att tillgå hos Global Cement and Concrete Association. För den mest effektiva tillverkningsprocessen ligger utsläppen på 770-840 kg CO₂e/ton klinker. Se <https://gccassociation.org/gnr/>

Faktablock: Beräkning av klimatpåverkan - cement

Cement - Klimatdata

När det gäller olika cements miljöbelastning så kommer detta påverkas av vilken cementtyp som används och hur stor andel av portlandklinker som har ersatts med tillsatsmaterial. De cementtyper som finns är definierade i SS-EN 197-1 och dessa är:

- Portlandcement CEM I, med minst 95 % portlandcementklinker.
- Sammansatta portlandcement CEM II, där CEM II/A innehåller 80-94 % portlandklinker och CEM II/B 65-79 % portlandklinker.
- Slaggcement CEM III, där CEM III/A innehåller 35-65 % slagg, CEM III/B innehåller 66-80 % slagg och CEM III/C med 81-95 % slagg.
- Puzzolancement CEM IV, där CEM IV/A innehåller 11-35 % puzzolant material och CEM IV/B med 36-55 %.
- Kompositcement CEM V, som består av slagg i kombination med puzzolant material. CEM V/A består av 18-30 % slagg och 18-30 % puzzolaner och CEM V/B består av 31-49 % slagg och 31-49 % puzzolaner.

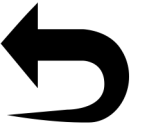
Faktablock: Beräkning av klimatpåverkan - cement



Cement - Klimatdata

- För att få de mest tillförlitliga värdena på cement så bör detta vara baserat på EPD-data för de cement som är aktuella att använda. Observera att alla cementtyper enligt SS-EN 197-1 inte finns att tillgå i Sverige och Norden.

Produkt	Cementtyp	Företag	Giltig till	EPD system	kg CO ₂ e/kg
Snabbcement, Skövde	CEM I 52,5 R	Cementa	2024-11-20	IBU Tyskland	0,824
Snabbcement, Slite	CEM I 52,5 R	Cementa	2024-11-20	IBU Tyskland	0,775
Cementa Velox	CEM I 52,5 N	Cementa	2024-05-05	IBU Tyskland	0,769
Industricement	CEM I 52,5 R	Norcem	2025-08-07	EPD NO	0,716
Rapidcement	CEM I 52,5 R	Schwenk	2025-05-11	EPD NO	0,740
Aalborg White	CEM I 52,5 R SR5	Aalborg Portland	2023-02-12	EPD International	1,100
Anläggningscement, Slite	CEM I 42,5 N SR3 MH/LA	Cementa	2024-05-05	IBU Tyskland	0,873
Anläggningscement, Brevik	CEM I 42,5 N SR3 MH/LA	Norcem	2025-08-25	EPD NO	0,741
Infracement	CEM I 42,5 N SR3 MH/LA	Schwenk	2025-05-11	EPD NO	0,817
Anläggning FA	CEM II/A-V 42,5 N NSR MH/LA	Cementa	2021-12-15	IBU Tyskland	0,678
Byggcement	CEM II/A-LL 42,5 R	Cementa	2024-05-05	IBU Tyskland	0,759
Bascement	CEM II/A-V 52,5 N	Cementa	2024-11-20	IBU Tyskland	0,699
Kompositcement	CEM II/A-M (S-LL) 52,5 N	Schwenk	2021-10-09	IBU Tyskland	0,689
Miljöcement	CEM II/B-S 52,5 N	Schwenk	2025-05-11	EPD NO	0,512
Lavvarmesement (Norge)	CEM III/B 42,5 L LH/SR (na)	Schwenk	2025-05-19	EPD NO	0,223



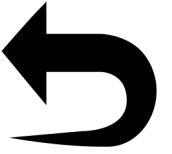
Faktablock: Beräkning av klimatpåverkan - armering

Armering - Klimatdata

- På världsmarknaden finns leverantörer som erbjuder armering med olika klimatpåverkan. Det skiljer sig stort mellan olika leverantörer. Enligt tabellen kan armering ha GWP-värden mellan 413 och 2010 kg/ton.
- GWP-relationen armering/betong kan påverka den GWP-optimala utformningen av t.ex. en anläggningskonstruktion. På den svenska marknaden erbjuds normalt armering med ett GWP-tal på ca 700 kg/ton.

Källa	GWP A1-A3 CO2ekv/ton
Celsa Green (EPD 2020-08-19)	413
Trafikverkets klimatkalkyl 7.0	700
Boverkets generiska data (2021-05-06)	745
Worldsteel association, Life Cycle assessment methodology report 2011	2010

Rekommendationer



- Lokal tillgänglighet av material, vilka typer av cement och tillsatsmaterial finns att tillgå och vilka leverantörer (fabriksbetong och prefab) kan vara aktuella. Tänk på att långa transportavstånd kan leda till en ökad miljöbelastning.
- Identifiera lämpliga applikationer/konstruktionsdelar och beakta eventuella kostnads- och tidsimplikationer.
- Sök information från tillverkare/leverantörer för att bedöma om det behövs mer tekniskt underlag (t.ex. materialegenskaper) och/eller om det krävs en teknisk utvärdering och provning (t.ex. beständighetsegenskaper).
- Sök erfarenheter från tidigare genomförda projekt för att få information om kritiska aspekter.
- Om ett långsamt hårdnande bindemedel används undersök om hållfastheten vid 56 eller 90 dygn kan användas.
- Bedömning om att använda återvunna rivningsmaterial (t.ex. krossad betong) bör göras baserat på lokal tillgång och en LCA.
- Tänk igenom och välj noga armeringsprincip. Antingen nyanserat efter momentkurva och motsvarande ELLER överstarkt med tanke på framtida ändringar.

Faktablock: Klimatmedvetet konstruktionsarbete

- I en konstruktörs vardag ingår att utforma betongkonstruktioner. Det omfattar övergripande geometrier som styr statiska system, dimensioner på enskilda konstruktionselement, till hur konstruktionerna skyddas mot yttre faktorer som väder och vind och andra nedbrytande faktorer. Att bestämma vilka livslängds- och exponeringsklasser som ska gälla ingår i arbetet. Det omfattar även bestämning av belastningar och beskrivning materialkrav. Slutligen är det konstruktören som i tidiga skeden ansvarar för materialoptimeringar och som en konsekvens därmed även klimatoptimeringar.
- Klimatmedvetet konstruktionsarbete fördjupning med modellprojektering m.m.

Faktablock: Klimatmedvetet konstruktionsarbete

Allmänt

Genom att genomföra konstruktionsarbetet med hållbarhet i fokus kan klimatpåverkan begränsas. Exempel på indikativ klimatpåverkan i GWP beroende på betongens exponeringsklass.

Användning	Exponeringsklass	GWP (kg CO ₂ e/m ³)
Hus invändigt. Inga krav på uttorkning, t.ex väggar	X0, XC1	255
Hus invändigt. Uttorkningskrav RH 90%, t.ex bjälklag	X0, XC1	305
Hus utomhus. Frost, ej salt	XC3, XF3	270
Hus utomhus. Frost och salt	XD3, XF4	340
Anläggning utomhus. Salt och frost	XD3/XS3, XF4	385

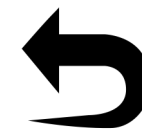
Beständighet och livslängd

- Dimensionering med avseende på beständighet har mycket stor påverkan på konstruktionens klimatpåverkan. Beständigheten garanteras genom rätt val av livslängdsklass och exponeringsklass.
- För anläggningskonstruktioner är valet av exponeringsklass en av de starkaste faktorerna som påverkar konstruktionens klimatpåverkan. Exponeringsklass styr alla ingående faktorer i GWP-beräkningen.

Viktad klimatnytta

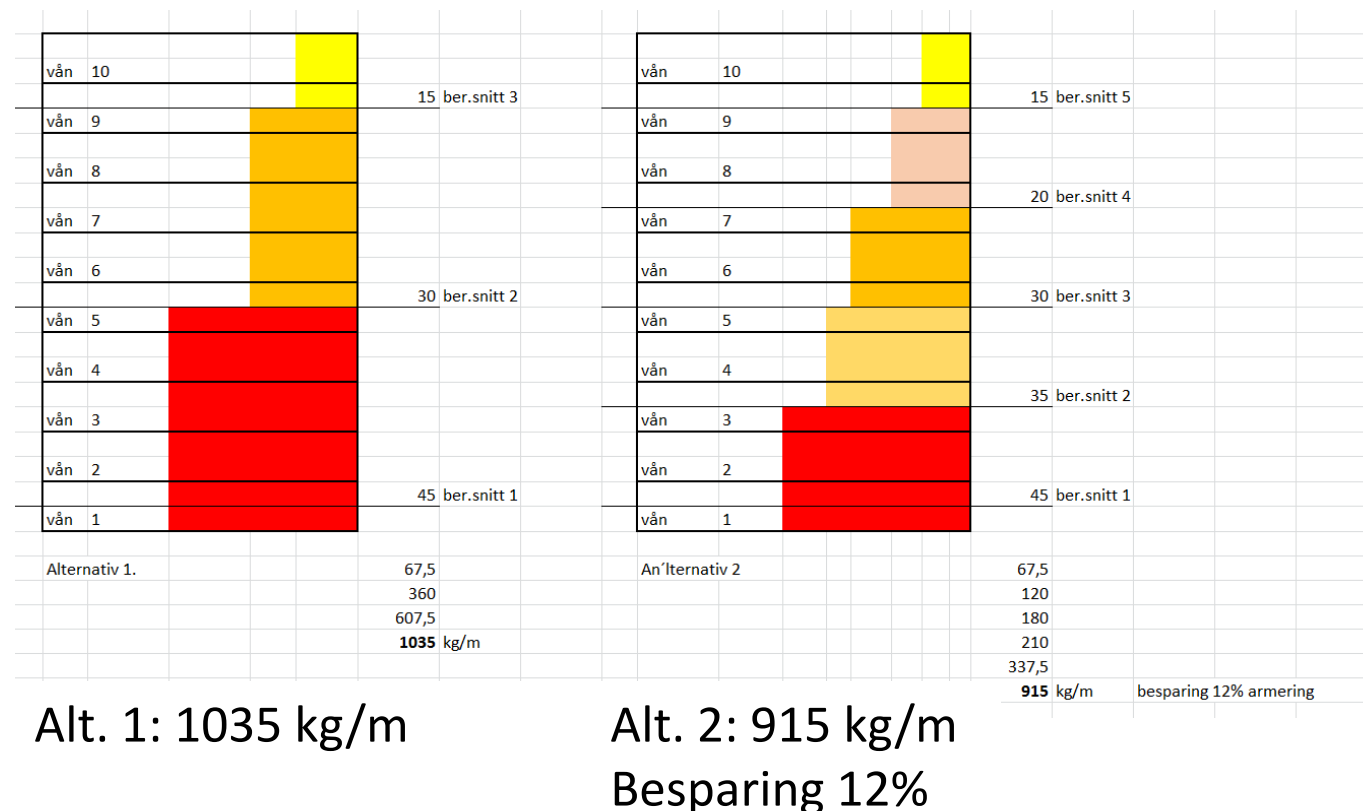
Åtgärd	Betydelse Anlägg.	Betydelse Hus
Bidra till att placera och utforma konstruktionen så att gynnsamma exponeringsklasser kan väljas	3	1
Välja en rimlig livslängdsklass i relation till den livslängd konstruktionen förväntas användas	2	1
Välja så låg frostklass (XF) som möjligt	2	1
Välja så snäll exponeringsklass som möjligt med hänsyn till hur utsatt konstruktionen är och livslängdskraven	2	1
Välja så högt vct_{ekv} som möjligt	1	1
Välja så låg klinkerandel som möjligt (utifrån vad som är/kan vara tillgängligt)	2	1
Slå fast vilket bindemedel som kan användas och slå fast dess GWP (EPD-data)	1	2
Slå fast vilken armering som ska användas in och dess GWP (EPD-data)	2	1
Prova olika konstruktionshöjder för betongen och iterativt ta fram den mest klimatsmarta konstruktionshöjden	2	2
Avkorta armeringen snålt	1	1
Verka för att utföra bjälklag med låga uttorkningskrav	-	3
Välja en stomstabilisering med låg klimatpåverkan	-	2

Faktablock: Klimatmedvetet konstruktionsarbete



Förfinad armeringsavkortning

Anläggningskonstruktioner med armering i flera lager kan armeras på olika vis. Ett aspekt är avvägningen mellan valet att utforma armeringen så materialsnålt som möjligt och valet att förenkla armeringen med få unika armeringslittera. Valet att utforma armeringen materialsnålt leder till lägre klimatpåverkan men till mer mantimmar.



Några av guidens egenskaper

- Ger effekt i närtid
- Effekten är mätbar
- Uppdateringar och tillägg kan göras löpande
- Bred målgrupp



Klimat-
guiden



Varmt tack till finansiärerna!

Betongföreningen

Betongindustri

Byggvesta

Cementa

COWI

Einar Mattsson

ELU

Energiforsk

Fortifikationsverket

Kåver & Melin

NCC

Ramböll

Riksbyggen

RISE

Schwenk

Stockholms stad, Trafikkontoret

Strängbetong

Sweco

Thomas Concrete Group

Trafikverket

Tyrens

WSP