

Klimatfärdplan Uppsala

Bilaga 2 – Översiktliga reduktionsåtgärder inom bygg och anläggning



Byggnation

Nedan följer en fördjupad beskrivning av möjliga reduktionsåtgärder för byggnation. Dessa har nedan delats upp i två kategorier: kvantitativa och kvalitativa åtgärder.

Kvantitativa åtgärder

Kvantitativa åtgärder är beskrivna utifrån tre kategorier, Byggarbetsplats/logistik, materialoptimering och materialutbyte. Tabell 1 visar åtgärder övergripande och därefter beskrivs åtgärdskategorierna.

Tabell 1: Kvantitativa åtgärder kopplat till byggnation

| Byggarbetsplats/logistik | Materialoptimering | Materialbyte |
|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Fossilfri byggarbetsplats | Klimatförbättrad betong | Ökad andel trä/förnybart |
| Energieffektiv byggarbetsplats | Klimatförbättrat stål | Återbrukat byggmaterial |
| Minimerat antal transporter | Slimmade konstruktioner | Återvunnet byggmaterial |
| Minimerat spill | Minskad byggplats | Nya material-innovation |
| Avfallshantering | | |

Åtgärder kopplat till Byggarbetsplats/logistik

För att minska klimatpåverkan från byggarbetsplatserna behöver arbetsmaskinernas drivmedel i de fall de är fossila bytas mot biodrivmedel eller så behöver fordonen elektrifieras. Bygglogistiken kan optimeras via t.ex. logistikcenter och vi kan öka energieffektiviteten/hybridiseringen.

Åtgärder kopplat till Materialoptimering

Stål- och cementbaserade produkter står idag för en betydande del av klimatpåverkan vid nyproduktion. Genom att klimatförbättra dessa kan utsläppen minskas mycket. För betong finns det idag klimatförbättrade alternativ där cementklinker byts ut mot andra bindemedel och produktionen drivs med annat än fossila bränslen. Enligt leverantörer för "grön betong" går det att minska klimatpåverkan med 50 % för innerväggar, 40 % för bjälklag och 15 % för garage. Forskning pågår kring återbruk av betong samt CCS-teknik kopplat direkt till cementtillverkningen. För stål är det bästa alternativet att använda återvunnet stål. Även här finns alternativa bränslen för tillverkningen och forskning pågår kring helt fossilfritt stål bl.a. genom indirekt elektrifiering via vätgas.

Åtgärder kopplat till Materialutbyte

Öka andel trä/förnybart: För att nå våra mål behöver vi öka andelen trä och andra förnybara byggmaterial. I LCA-underlaget för modelleringen bygger alla typlösningar för klimatförbättrade alternativ på en trästomme med klimatförbättrad betong i

grundplattan. Utvecklingen på betongsidan går fort men när denna färdplan skrivs är det tydligt att ytterligare utsläppsminskningar kan nås med en ökad andel trä i våra byggnader.

Övrigt: För att klara högre målsценarion krävs också att vi byter ut byggdelar från nyproducerade till återbrukade. Detta är ett utvecklingsområde som måste växa i snabb takt med sikte på en återbruksmarknad i industriell skala. Utöver det vi idag känner till pågår stor innovation kring nya byggmaterial och även nya sätt att använda material som leasas istället för att köpas för att lättare kunna cirkulera på sikt.

Kvalitativa åtgärder

Kvalitativa åtgärder är svårare att beräkna men besitter samtidigt störst potential till verklig effekt. Dessa har vi delat in i Planeringsstrategier och Design och Struktur.

Planeringsstrategier

Tabell 2 visar åtgärder övergripande och därefter beskrivs en majoritet av åtgärderna.

Tabell 2: Åtgärder kopplat till planeringstrategier

| Byggarbetsplats/logistik | |
|---|---|
| Minskat behov av nyproduktion | Skapa förutsättning för hållbar mobilitet |
| Effektiv resursanvändning/delningspotential | Förutsättningar för transporter/leveranser |
| Planera med stöd av 4-stegsprincipen ¹ | Funktionsblandning - 15-minutersstad |
| Renovering av befintligt bestånd | Förutsättningar för infrastruktur och teknisk försörjning |
| Lokalisering av ny bebyggelse | Grön- och blåstruktur (ekosystemtjänster) |
| Grundläggningsförutsättningar | Skapa förutsättningar för alternativa byggmaterial |
| Skapa förutsättningar för klimatsmart livsstil | Skapa förutsättningar för klimatsmart driftskede |
| Frikoppla bilparkering - ej underbyggda garage | Återbruksinventering vid rivning och ombyggnation |

Minskat behov av nyproduktion: Nybyggnation genererar klimatutsläpp och en strategi är att hitta en bättre nyttjandegrad av den bebyggelse som redan finns för att minska behovet av nyproduktion

Effektiv resursanvändning/delningspotential: Genom att skapa funktioner som innebär att fler kan dela på ytor/resurser kan klimatpåverkan minska.

¹ <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/fyrstegsprincipen/>

Renovering av befintligt bestånd: Vid renovering av befintligt bestånd kan lösningar implementeras som innebär ökade möjligheter till delande även i befintliga byggnadsbeståndet.

Lokalisering av ny bebyggelse: Var ny bebyggelse lokaliseras är av betydelse för klimatpåverkan. Planeringen ger förutsättningar för att minska energianvändningen både i form av minskad användning av fossila bränslen och minskade resurser för att anlägga och underhålla bilvägar och parkeringsytor.

Grundläggningsförutsättningar: Förutom de transportbehov som bebyggelsen genererar har markens förutsättningar betydelse. Fast mark kräver mindre grundläggning än grundläggning på lera, där grundläggningen kan ge upphov till betydande klimatpåverkan. Markens varierande förmåga att binda CO₂ är också en aspekt att ta hänsyn till där naturtyper med hög förmåga att binda CO₂ bör undvikas att exploateras.

Åtgärder:

- skapa förutsättningar för klimatsmart livsstil;
- frikoppla bilparkering - ej underbyggda garage
- skapa förutsättning för hållbar mobilitet
- förutsättningar för transporter/leveranser
- funktionsblandning - 15-minutersstad

En viktig förutsättning är att planera så att människor kan leva och verka med lägre klimatpåverkan. Det ska vara nära till det viktigaste i vardagen, så som skola, förskola och livsmedelsaffär men även möjlighet för en aktiv fritid för att minska behovet av transporter med bil.

Förutsättningar för infrastruktur och teknisk försörjning: Infrastruktur och teknisk försörjning är viktiga system som behöver stödja klimatsmålsystem.

Grön- och blåstruktur (ekosystemtjänster): Tekniska system behöver ge förutsättningar för att sluta kretsloppen och stödja de blå-gröna strukturerna genom exempelvis dagvattenhantering.

Design och struktur

Tabell 3 visar åtgärder övergripande och därefter beskrivs vissa av åtgärderna.

Tabell 3: Åtgärder kopplat till design och struktur

| Design och struktur | |
|---|--|
| Regenerativt tankesätt – utgå från det som finns på platsen | Tidig LCA samt analys av de mest klimatpåverkande byggdelarna |
| Orientering/placering | Möjlighet att använda byggdelar och material som framtida materialbank |
| Byggnadsstruktur – långsiktig flexibilitet, genom flexibla rumsmått och våningshöjder för en varierad användning över tid | Minskad materielmängd och spill |
| Formfaktor – optimerad byggnadsform | Långsiktighet genom minskat behov av underhåll och utbyte |
| Optimering av ytor för förnybar energiproduktion | |

Regenerativt tankesätt: Det regenerativa begreppet utgår från att de resurser som används måste återföras och cirkulera i det givna systemet. Genom att utgå från en plats befintliga resurser, potential och förutsättningar kan ett helt nytt perspektiv skapas där nytillskottet bidrar till att områden blir självorganiserade och också förstärker ekosystemtjänster och biologisk mångfald.

Byggnad som materialbank: En förutsättning för att nå lägre klimatpåverkan är tidiga studier och utvärdering av byggmaterialval och stomlösningar.

Åtgärder Byggnadsstruktur:

- långsiktighet genom minskat behov av underhåll och utbyte
- minskad materielmängd och spill

Långsiktig användning av våra byggnader kräver generella och flexibla rumsmått och våningshöjder för en varierad användning över tid. De material vi bygger in måste också vara möjliga att demontera och återbruka igen när strukturen förändras. Goda lösningar som säkerställer minimerat underhåll och utbyte minskar renoveringsbehov och risk för byggfel.

Anläggning

Åtgärder för reducerad klimatpåverkan som är relevanta specifikt inom anläggning kan härledas till två olika perspektiv: behovsbild och byggnadsskede

Behovsbild

Det ena relaterar till behovsbilden av anläggningsdelarna, så som behov av vägar och gator, hårdgjorda ytor och markhöjande åtgärder, eller behov av en viss placering, och därmed exempelvis placeringar av anläggningar på mark som kräver omfattande grundläggningsåtgärder.

Här ingår åtgärder så som att:

- omdefiniera behovsbilden och därmed undvika att bygga
- bygga mindre
- bygga smartare

Byggnadsskede

Det andra perspektivet handlar om att när vi väl väljer att bygga att vi då använder material och energislag som genererar lägre klimatpåverkan än business-as-usual (inga åtgärder tillämpas). Här ingår åtgärder så som att:

- bygga med klimatsmarta tekniker
- bygga med klimatsmarta material
- nyttja drivmedel och energiresurser med lägre klimatpåverkan

Med utgångspunkt från de fyra största utsläppsposterna kopplat till anläggning (se figur 1 i färdplanen) kan reduktionsåtgärderna fördelas och förtydligas enligt tabell 4.

Tabell 4: Reduktionsåtgärder inom de fyra största utsläppsposterna kopplat till anläggning (Mistra Carbon Exit, 2020)

| Område | Andel av total | Åtgärder |
|-------------------------------|----------------|---|
| Byggprocess/tunga transporter | 32 % | Optimering av masshantering/logistik Återanvändning av massor Biodrivmedel Energieffektivisering/hybridisering Elektrifiering/bränsleceller |
| Betong/cement | 25 % | Cementklinkerersättning Optimering av betongrecept Bränslebyte/elektrifiering i tillverkningsprocess Koldioxidinfångning |
| Asfalt | 16 % | Återvinning Sänkt produktionstemperatur Bränslebyte i tillverkningsprocess |
| Stål | 15 % | Ökad andel återvunnet stål Bränslebyte |

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| | | Indirekt elektrifiering med vätgas |
|--|--|------------------------------------|

Skisser av ett urval åtgärder

Tabell 5: Ett åtgärdskort relaterat till asfalt. Siffrorna är framtagna för färdplanens räkning.

| | |
|---|------------------------------|
| Inom sektionen asfalt | |
| <i>Typlösningar vägar och hårdgjorda ytor [m2]</i> | |
| Baseras på Trafikverkets klimatkalkylsmodell 7.0 Kompletteras med belysningspunkter och kantsten | |
| Reduktionsåtgärder | Procentuell reduktion per m2 |
| Alternativ asfalt ² | - 21 % |
| Alternativt drivmedel ³ | - 57 % |

Reduktionsåtgärderna kan inte appliceras på hela sektionens utsläpp utan utgör enbart en åtgärd bland många. Åtgärderna är inte bedömda utifrån ett kostnadsperspektiv.

Tabell 6: Ett åtgärdskort relaterat till betong/cement. Siffrorna är framtagna för färdplanens räkning.

| | |
|--|------------------------------|
| Inom sektionen betong/cement | |
| <i>Grundförstärkning [m2]</i> | |
| Grundförstärkning med singulära KC-pelare, avstånd C/C ca 1,3 m, längd 7 m. Pelardimension 700 mm med inblandningsmängd 90kg/m ³ (34,6 kg/m) Baseras på Trafikverkets klimatkalkylsmodell 7.0 | |
| Reduktionsåtgärd | Procentuell reduktion per m2 |
| Alternativa inblandningspelare ⁴ | - 45 % |

² ABS 16 70/100. 0,021 kg CO₂-ekv/kg

<https://portal.environdec.com/api/api/v1/EPDLibrary/Files/9ec6b96a-7d30-4f36-593b-08d90559b7e2/Data>

³ HVO 100. 0,39 kg CO₂-ekv/l

⁴ Multicem. 0,396 kg CO₂-ekv/kg

https://www.cementa.se/en/system/files_force/assets/document/multicem.pdf?download=1

Tabell 7: Ett åtgärdskort relaterat till byggprocessen/tunga transporter. Siffrorna är framtagna för färdplanens räkning.

| Inom sektionen byggprocess/tunga transporter | |
|--|------------------------------|
| Markarbeten | |
| Jordschakt, och fyll, fall A och fall B [kubik]⁵ | |
| Reduktionsåtgärd | Procentuell reduktion per m2 |
| 10% effektivare logistik och handhavande av maskiner ⁶ | - 45 % |
| Alternativa bränslen ⁷ | - 80-86 % |
| Bergschakt och fyll, fall A och fall B [kubik]⁸ | |
| Reduktionsåtgärd | Procentuell reduktion per m2 |
| 10% effektivare logistik och handhavande av maskiner ⁹ | - 4-9 % |
| Alternativa bränslen ¹⁰ | - 62-86 % |

Tabell 8: Ett åtgärdskort relaterat till stål. Siffrorna är framtagna för färdplanens räkning.

| Inom sektionen stål | |
|---|------------------------------|
| Armeringsstål [kg] | |
| Reduktionsåtgärd | Procentuell reduktion per m2 |
| Utbyte av armeringsstål med det generiska värdet 0,7 kg CO ₂ -ekv/kg stål ¹¹ Till EPD-specifikt värde på 0,413 kg CO ₂ -ekv/kg stål ¹² | - 41 % |

⁵ Fall B massor Lastbil regiontransport, 30km enkel resa, tom retur.

Fall A massor Dumper 2 km enkel resa, tom retur.

⁶ Baserat på 10% kortare transportsträckor samt 10% lägre drivmedelsåtgång

⁷ HVO 100. 0,39 kg CO₂-ekv/l

⁸ Berg fyll. Fyllnadsmaterialets klimatbelastning från losshållning och krossning är inkluderad under ingående material. Avlastning och utläggning med hjälp av grävmaskin. Drivmedelsförbrukning (l/m3) för grävmaskinen bygger på en maskinkapacitet på 55 m3/h (10,2 l/h)

Berg schakt. Klimatbelastning från losshållning, lastning och borttransport. Dieseldriven borrhning för sprängmedel 2,52 MJ/m3 fast berg. I all hantering efter losshållning används svällfaktorn 1,5. Lastning med hjälp av grävmaskin. Drivmedelsförbrukningen (l/m3) för grävmaskinen bygger på att den har en maskinkapacitet på 55 m3/h (10,2 l/h).

Fall B massor Lastbil regiontransport, 30km enkel resa, tom retur.

Fall A massor Dumper 2 km enkel resa, tom retur.

⁹ Baserat på 10% kortare transportsträckor samt 10% lägre drivmedelsåtgång

¹⁰ HVO 100. 0,39 kg CO₂-ekv/l

¹¹ Medelvärde av 14 EPD:er från Norge och övriga Europa.

¹² <https://portal.environdec.com/api/api/v1/EPDLibrary/Files/f3f6718e-e8a6-4023-1615-08d8f4cdd50f/Data>