

InfraLIGHTer Awards

Lättviktskonstruktioner för tillfälliga eller permanenta gång- och cykelbroar

Tekniskt Underlag

Dokumentet definierar tekniska begränsningar och kriterier som InfraLIGHTer Awards tävlande ska jobba mot i sin framtagning av ett koncept för en bro.

Hur varje koncept kommer att bedömas samt vilka dokument deltagarens bidrag ska innehålla finns också beskrivet här.

Innehåll

1. Introduktion	2
2. Tre representativa scenarier att välja mellan:.....	2
A. Allmän kravspecifikation:	2
B. Kravspecifikation för scenario 1:	3
C. Kravspecifikation för scenario 2:	3
D. Kravspecifikation för scenario 3:	4
3. Huvudmaterial som kan användas	5
A. Betong.....	5
B. Trä	5
C. Kompositer av fiberförstärkt plast (FRP)	6
D. Stål/Aluminium	6
4. Bedömningskriterier	7
5. Bedömningsprocess.....	9
6. Det deltagarna ska leverera.....	10

1. Introduktion

Många av de material som används vid konstruktion av broar har en stor klimatpåverkan. Den ökande medvetenheten om hur byggaktiviteter påverkar miljö och klimat kräver därför ett omtag kring våra traditionella design- och byggprocesser. Det kan handla om användning av nya material, innovativa materialkombinationer, smartare användning av befintliga traditionella material och krav på ökad resurseffektivitet i hela värdekedjan, från materialutvinning till när bron tas ur bruk.

Konstruktörer och arkitekter kan ge betydande bidrag till byggsektorns hållbarhet genom "medveten design" (Conscious Design) som tar itu med några av de mest överhängande utmaningarna inom byggsektorn. Framför allt bör bidragen beakta "2040 koldioxidneutral vision" och FN:s Globala Mål nr 9 (Hållbar industri, innovation och infrastruktur), 11 (Hållbara städer och samhällen) och 12 (Hållbar konsumtion och produktion). Detta medvetna konstruktionsarbete spänner över ett brett spektrum från materialval, till designmetoder och socialt engagemang.

Denna tävling söker innovativa lättviktsidéer (bättre resursutnyttjande) med positiv effekt på hållbarhet vid upphandling och byggande av gångbroar. Förslagen kan ha spekulativ eller verklig karaktär så länge de uppfyller konkurrenskriterierna. Bidrag uppmuntras att inkludera modeller, prototyper, konstverk och visuella medier.

2. Tre representativa scenarier att välja mellan:

InfraLIGHTer Awards innovationstävling fokuserar på innovativa gång- och cykelbroar. Inom tävlingen ska deltagare välja **ett scenario** av de tre olika scenarier som är representativa för typiska gång- och cykelbroar i Sverige. Dessa tre scenarier beskrivs nedan i form av kravspecifikationer. För varje scenario gäller att stödpunkterna, som redan finns, har en bärförmåga som kan antas vara tillräcklig för att inte vara begränsande. Konzepten som tas fram ska följa allmänna kravspecifikationer samt den specifika kravspecifikation som gäller för det valda scenariot:

A. Allmän kravspecifikation:

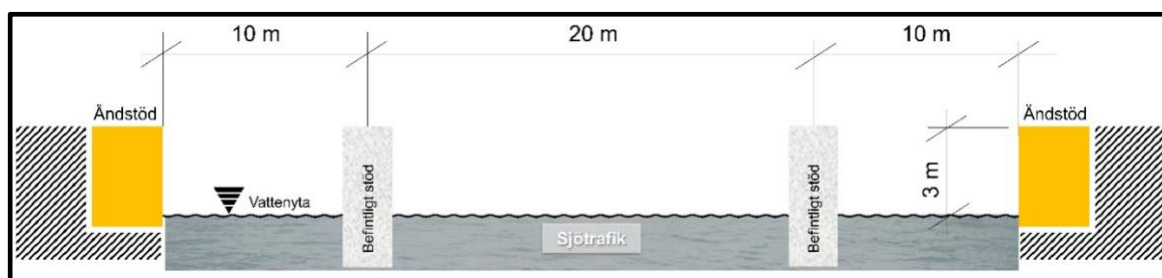
Nedanstående allmänna kravspecifikation gäller för alla scenarier. Samtliga allmänna krav ska uppfyllas.

1. Spännvidd beroende på scenario.
 - Spännvidd: brolängd mellan stödpunkter.
2. Bredd: minst 3 meter och max 4 meter
 - Bredd: Total horisontal längd mellan konstruktionens yttre sidokanter.
3. Max dimensioner (max höjd: beroende på scenario)
 - Höjd: Total vertikal längd mellan konstruktionens lägsta punkt och konstruktionens högsta punkt.
4. Lastkrav: enligt relevanta standarder för gång och cykelbroar, praxis i Sverige
5. Tillgänglighet ska finnas för personer med nedsatt rörelse- och eller orienteringsförmåga
6. Räcknen ska finnas (enligt relevanta standarder, praxis i Sverige)

B. Kravspecifikation för scenario 1:

Nedanstående kravspecifikation gäller för scenario 1 där det behövs skapa en gång- och cykelbro över ett vattendrag utanför stadsmiljön. Befintliga stödpunkter har en överkant 3 m över vattenytan när vattennivån är som högst. Samtliga av nedanstående krav ska uppfyllas om scenario 1 väljs. En visualisering av kraven visas i Figur 1 nedan.

1. Spännvidd: 10-20-10 m (kant-vattenstödpunkt-vattenstödpunkt-kant)
2. Stödpunkt i vatten finns redan.
3. Båttrafik (mindre båtar, kajaker...) ska vara möjligt att tillåta genom att lämna en minsta fri höjd på 2 m.
 - Fri höjd: Total vertikal längd mellan konstruktionens lägsta punkt och vattenytan när vattennivån är som högst.
4. Inga föroreningar av vattnet under konstruktion och bruk (underhåll) accepteras.
5. Begränsningar vid installation gäller i form av att påverkan på omgivningen ska vara minimal. Tungt kranbilar kan därför inte användas.



Figur 1 – Visualisering av specifika krav för scenario 1, gång- och cykelbro över ett vattendrag utanför stadsmiljö.

C. Kravspecifikation för scenario 2:

Nedanstående kravspecifikation gäller för scenario 2 där det behöver skapas en gång- och cykelbro över en järnväg. Samtliga av nedanstående krav ska uppfyllas om scenario 2 väljs. En visualisering av kraven visas i Figur 2 nedan.

1. Spännvidd: 20 m.
2. Konstruktion och installation av den nya gång- och cykelbron ska inte leda till störningar i tågtrafiken.
3. Max konstruktionshöjd: 3 meter
4. Speciell hänsyn ska tas gällande risk för elektrisk påverkan på konstruktionen och brukare.

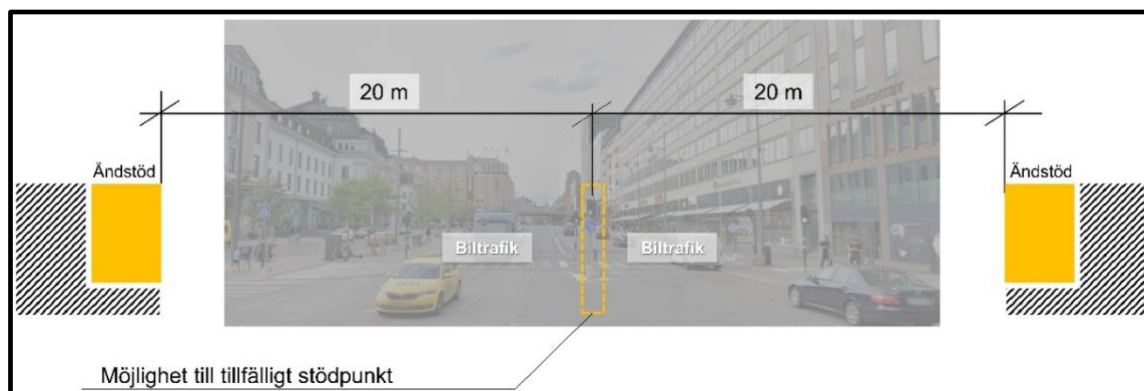


Figur2 – Visualisering av specifika krav för scenario 2, gång- och cykelbro över en järnväg

D. Kravspecifikation för scenario 3:

Denna kravspecifikation gäller för scenario 3 där det behöver skapas en gång- och cykelbro över en bilväg i stadsmiljö. Plats för tillfällig stödpunkt finns mellan körfält. Samtliga av nedanstående krav ska uppfyllas om scenario 3 väljs. En visualisering av kraven visas i Figur 3.

1. Spännvidd: 40 m.
2. Inga krav på max höjd.
3. Krav gällande trafikstörning: bilvägen får inte stängas dagtid (kl. 6-20) under byggtiden.



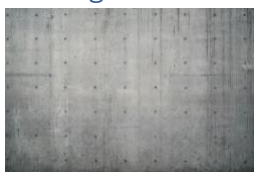
Figur 3 – Visualisering av specifika krav för scenario 3, gång- och cykelbro över en bilväg i stadsmiljö

3. Huvudmaterial som kan användas

Inom InfraLIGHTer Awards innovationstävlingen kommer deltagarna att kunna tävla om ett pris för bästa gång- och cykelbrokoncept utifrån de kriterier som presenteras längre fram. De material som tävlingen fokuserar på är betong, trä, komposit av fiberarmerad plast (FRP), stål och aluminium. Huvuddelar av brokonceptet som deltagarna ska leverera måste bestå av ett, eller en kombination av flera, av dessa material.

Nedan finns kortare beskrivningar av dessa material tillsammans med de definitioner och kriterier som bör beaktas av tävlanden under materialvalsprocessen.

A. Betong



Betong är det mest använda byggmaterialet i världen på grund av sitt låga pris, enkla formgivning samt goda mekaniska egenskaper. Den höga efterfrågan är främst relaterad till det extraordinära förhållandet mellan prestanda och pris på grund av tillgången på råvaror (aggregat, vatten och cement), men det orsakar samtidigt ett enormt miljöavtryck. Framstegen inom bindemedelskemi, betongteknik, konstruktionsdesign samt tillverkning av betong och betongkonstruktioner har idag medfört ett mycket större utbud av olika cementbaserade material, vilket erbjuder många variationer av betongkvalitet och prestanda som kan minska förbrukningen av andra råvaror. Betongens egenskaper kan förbättras på många sätt, så som med inblandning av fibrer för ökad draghållfasthet och seghet, polymera tillsatser för att förbättra färska egenskaper, hållbarhet och reducerad krympning, samt ersättning av cement med kompletterande cementmaterial (SCM) för att minska betongens koldioxidavtryck. Betong kan också göras lätt genom tillsats av skum eller lättviktsaggregat. Vidare medför införandet av nya icke järnhaltiga material, såsom plaster utan eller med fiberförstärkning (glas, kol, aramid, basalt) som ersättning för eller komplettering till traditionell stålarmering möjligheter att nå lättare och slankare strukturer, en minskad betonganvändning på grund av bättre mekaniska prestanda och tunnare täcksikt med bibehållen eller förbättrad hållbarhet.

B. Trä



Trä är ett naturligt och förnybart byggnadsmaterial. Det betraktas som en kolsänka och med låg inbyggd energi på grund av den låga mängd energi som behövs för att omvandla trä till konstruktionsmaterial. Tack vare sin relativt låga densitet har trä en mycket hög hållfasthet i förhållande till sin vikt. Detta kan utnyttjas för lätta strukturella lösningar, vilket resulterar i minskad belastning på fundament samt enklare transport och montering av prefabricerade element. Beroende på trätyp kan virket även ha goda hållbarhetsegenskaper. Materialet kan också enkelt formas och modifieras och avfallet kan återvinnas. Barrträ används ofta för träkonstruktioner eftersom det är relativt billigt, lättillgängligt, lättbearbetbart och hälsosammare att arbeta med. Hårda träslag används vanligtvis för utsatta strukturer, där hållbarhet och särskilda estetiska egenskaper, såsom färg eller ådring, krävs. Deltagare i tävlingen InfraLIGHTer Awards kan välja mellan olika trämaterial, inklusive massivt virke och konstruerade träprodukter som limträ, LVL, etc. (EWP-produkter).

C. Kompositter av fiberförstärkt plast (FRP)



Kompositter av fiberförstärkt plast (Fibre Reinforced Polymer, FRP), är material där förstärkande fibrer av olika typer, oftast glasfiber eller kolfiber, blandas i en "matris" av plast. Efter härdning av matrisen (plasten) i en form bildas både materialet och produkten samtidigt. Hög styvhet, styrka och beständighet i kombination med låg vikt är egenskaper som gör att användningen har ökat kraftigt de senaste årtiondena, bland annat inom energi, fordon, bygg och infrastruktur. FRP kan vara ett idealiskt material för användning i krävande miljöer (t.ex. marina och korrosiva miljöer) tack vare sin beständighet. Rätt kombination av fibrer och plast kan kräva minimalt underhåll och tåla kontakt med kemikalier, vatten eller andra frätande ämnen. Att använda FRP-prefabricering möjliggör effektivare tillverkning, kvalitetssäkring och enklare och snabbare installation, med minimal störning för trafik eller omgivande miljö. I tävlingen kan deltagare välja att använda nya kompositter eller återanvända delar av uttjänta kompositstrukturer i sitt koncept. Typen av matriser eller fiber (organisk eller oorganisk), samt tillverkningsprocess bestäms också av deltagarna.

D. Stål/Aluminium



Stål är det idag mest använda metalliska konstruktionsmaterialet. Stål avger inga hälsoskadliga ämnen, binder inte fukt, kan ges olika egenskaper och därmed användas i många olika applikationer. Det är ett cirkulärt material, eftersom alla stål kan återvinnas och återanvändas. Pågående forskning, exempelvis Hybritprojektet, utvecklar CO₂-neutral framställning av materialet och det första CO₂-neutrala stålet har redan levererats till en dumpertillverkare.

För att klara den stora variationen av användningsområden finns en mängd olika stålvarianter utvecklade, så kallade stålsorter. De stålsorter som kan användas för denna tävling ska uppfylla krav i Eurocode 3 och EN1090 och vara lämpade för tilltänkta tillverkningsmetoder och applikationen. Om en tävlingsgrupp vill nyttja rejält höghållfasta stål med högre hållfasthet än vad Eurocode 3 tillåter, rekommenderas en kontakt med expertkommittén kopplad till tävlingen eftersom fler stålsorter kommer tas in i en uppdatering av Eurocode 3 och kommittén har kunskap om vilka material som är aktuella för detta. Även dessa "till Eurocode 3 kommande" stålsorter kan alltså användas i tävlingen.



Aluminium är ett lätt och, tack vare sin ytoxid, korrosionståligt material som är energikrävande att framställa men lätt och energieffektivt att återvinna. 75% av allt aluminium som någonsin producerats används fortfarande. Dess specifika vikt är en tredjedel jämfört med stål, men då E-modulen också är en faktor 3 lägre så behöver aluminiumkonstruktioner designas med hänsyn till detta (större utböjning). Förstyvningar kan behövas i större utsträckning, men man kan även arbeta med extruderade profiler där materialet lagts där det gör störst nytta för att öka styvheten i profilen. Olika aluminiumlegeringar används för att förbättra aluminiumets egenskaper för specifika applikationer. De aluminiumlegeringar som kan användas för denna tävling ska uppfylla krav i Eurocode 9 och EN1090 och vara lämpade för tilltänkta tillverkningsmetoder och applikationen.

4. Bedömningskriterier

Tävlingsbidragen till InfraLIGHTer Awards kommer att bedömas utifrån flera kriterier.

Konceptet ska bedömas enligt kategorierna (olika perspektiv): a) Innovation, b) Samhälle, c) Miljö och d) Teknik, se figur 4.

Gemensamma kriterier är kopplade till innovationsgrad, kreativitet, estetik, lättvikt, beständighet, miljöpåverkan, kostnader, cirkularitet, säkerhet, genomförbarhet, tillverkningsmetoder samt hantering vid slutskede. Se tabell 1 nedan.

Alla dessa kriterier är mycket representativa för aspekter på gång- och cykelbroar som en beställare är intresserad av för att kunna fatta sitt beslut.







Figur 4 Bedömningskategorier.

Tabell 1: Bedömningskriterier inom respektive kategori

Innovation	Samhälle	Miljö	Teknik
Innovationsgrad	Estetik	Beständighet	Genomförbarhet
Kreativitet	Affärsmodeller	Miljöpåverkan	Tillverkning
	Säkerhet	Hantering vid slutskede	Installation
	Kostnader	Cirkularitet	Lättvikt

Tabell 2: Beskrivning av bedömningskriterier inom respektive kategori

Kategori	Kriterier	Beskrivning
Innovation 	Innovationsgrad	- Bidraget presenterar en innovativ lösning som signifikant bidrar till förbättring inom hållbarhet och arbetsprocessen inom infrastrukturbranschen.
	Kreativitet	- Tävlingen vill främja utformning av nya, värdefulla och inspirerande idéer. Bl.a. bör en beskrivning göras av hur lättvikt uppnås jämfört med traditionella koncept.
Samhälle 	Estetik	- Gestaltning av hög kvalitet i design, materialval, geometri och ljussättning. Bidraget ska vara anpassat till omgivningen.
	Affärsmodell	- Tävlade ska visa att bidraget förankras i marknadens verklighet genom att presentera en BMC (Business Model Canvas). BMC mallen används.
	Säkerhet	- Bidraget dimensioneras mot relevanta standarder. Tävlade ska ange bevis/dokumentation som styrker detta. - Om innovativa material används ska materialegenskaper bevisas med referens till tillgänglig vetenskaplig artikel etc. För kompositmaterial kan deltagare använda sig av CUR96, DNV GL eller andra relevanta standarder (nya Eurocode är inte tillgänglig ännu). - Konceptets brandsäkerhet ska också redogöras för.
	Kostnad	- Ange dokumentation/underlag för kostnadsfördelning för materialmängd, produktion och underhållsoperationer. En ekvivalent kostnad per år anges, baserat på en livslängd mellan 80 och 120 år.
Miljö 	Beständighet	- Vad är den beräknade livslängden för designen? Hur beständiga är de tekniska lösningarna? - Ange exponeringsklasser och visa hur hållbarhetskraven möts.
	Miljöpåverkan	- Miljöpåverkan av konceptet redovisas. Valfritt LCA verktyg kan användas. - Ange dokumentation/underlag för beräkningar (materialmängd, konstruktion, underhåll, etc.).
	Hantering vid slutskede	- En plan för möjlig återvinning, återanvändning, eller förstärkning (om förlängd livslängd väljs) presenteras.
	Cirkularitet	- På vilket sätt är bidraget cirkulärt i sin utformning, materialval, produktion och underhåll? Finns det återanvända material i designen? - Har cirkulär design använts i konceptframtagningen för att öka hållbarhet och minska miljöpåverkan? Beskriv.

	Genomförbarhet	- Konceptet kan byggas fullskaligt inom snar framtid och till en marknadsmässigt rimlig kostnad.
	Tillverkning	- Presentera beskrivning av tillverkningen (tid, resurs, metod, utrustning, fordon, miljö) och ritningar anpassade till scenariot.
	Installation	- Tillverkning kan ske i fabrik eller på annan plats men hur minskas störningar i trafik och i omgivande miljö?
	Lättvikt	- Lättvikt ska bedömas som brons vikt per kvm.

5. Bedömningsprocess





Bedömningsprocessen hanteras av en jury som kommer att bestå av representanter från olika industrisektorer och organisationer. Bedömningsprocessen sker genom att juryn studerar samt betygsätter tävlandes bidrag utifrån kravspecifikationen som presenterades i kapitel 1 samt kriterierna som presenterades i kapitel 3.

Bedömningskriterierna är samlade under 4 olika kategorier som visas i Tabell 1.

Kriterierna i InfraLIGHTer Awards tävlingen kommer att bedömas av Juryn enligt bedömningsmatrisen som visas i tabell 3. Det är viktigt att prestera tillräckligt bra i alla kategorier då minst 12.5 poäng, dvs halva maximala poängsumman, från varje kategori krävs för att man ska kunna kvalificera sig vidare till den slutliga bedömningen.

Bidrag som överskrider givna sidbegränsningar skall ges ett poängavdrag på 5 poäng, eller i extrema fall diskvalificeras.

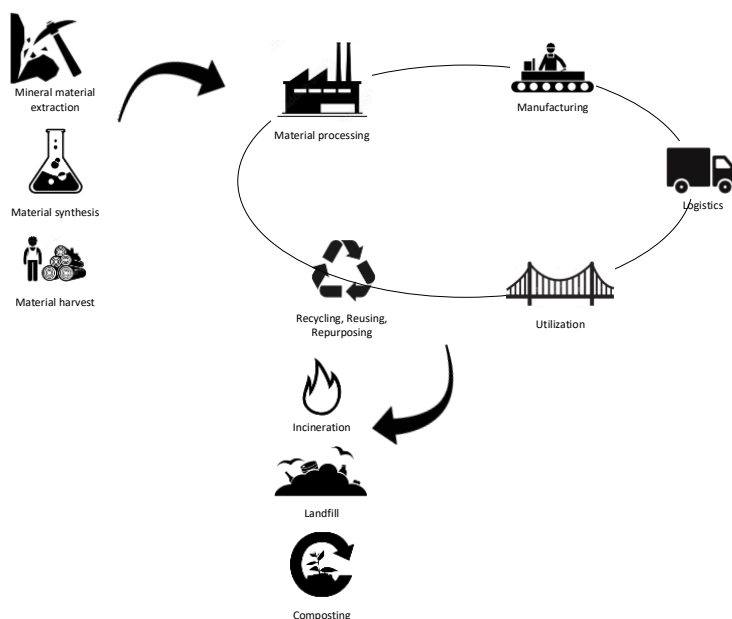
Tabell 3 Bedömningsmatris.

Kategori	Kriterier	Poänggräns
Innovation (25p) 	Innovationsgrad (15p)	12.5
	Kreativitet (10p)	
Samhälle (25p) 	Estetik (5p)	12.5
	Affärsmodeller (5p)	
	Säkerhet (5p)	
	Kostnader (10p)	
Miljö (25p) 	Beständighet (5p)	12.5
	Miljöpåverkan (10p)	
	Hantering vid slutskede (5p)	
	Cirkularitet (5p)	
Teknik (25p) 	Genomförbarhet, tillverkningsmetod och installation (10p)	12.5
	Lättvikt (15p)	
Total (100)		

6. Det deltagarna ska leverera

Vinstförslagen väljs ut utifrån hur väl de uppfyller tävlingskriterierna. Deltagarna måste inkludera dokumentation av sin designprocess genom beräkningar, ritningar, bilder eller korta videor och ett kommenterat livscykel-diagram som visar effekterna av det föreslagna konceptet för att visa hur designen svarar mot de nya klimatrelaterade utmaningar som byggbranschen ställs inför. Förslag inlämnade till tävlingen skall förses med (att införas i bifogad mall):

1. **Koncepttitel och information** om deltagaren.
2. **Egen beskrivning** av den innovativa lösningen och designprocessen. Det rekommenderas att designprocessen illustreras, se exempel nedan i Figur 5. (max 1 A4 inklusive bilder och illustrationer).
3. **En hållbarhetsbeskrivning** (max 1/2 A4) med nödvändiga referenser angående innovativa material eller tillverkningsprocesser/underhållstekniker.
4. Förenklad **LCC analys**/beskrivning som omfattar material- och produktionskostnader samt kostnader för underhåll under förbindelsens tekniska livslängd (80 till 120 år), ange kostnader totalt och per kvm. (max 1/2 A4)
5. Förenklad **LCA-utvärdering** (miljöpåverkan) som omfattar material, produktion och underhåll (uttryckt som kg CO₂-ekvivalenter, totalt och per kvm). (max 1/2 A4)
6. **Ritningar & tekniska beräkningar** – Beräkningar ska redovisas. Beräkningarna ska vara tillräckligt detaljerade för att kunna användas i LCA/LCC samt för vikttestimat. Ritningar enligt ingenjörspraxis kan vara förenklade till en nivå som endast presenterar genomförbarhet (ex. bara relevanta detaljer). (max 2 A4)
7. **Beskrivning av hur konceptet besvarar tävlingens kriterier.** (max 1 1/2 A4)
8. **Ifylld Business Model Canvas (BMC).**
9. **Lättviktsfaktor** (komplettbro vikt per kvm. (Stöd ingår inte)) ska tydligt redovisas.
10. Minst 3 **slutkonceptbilder** (under 3MB). Bilderna måste vara högupplösta.
11. Max 5 stödjande dokument, videor, ritningar och/eller andra sätt att demonstrera din design.



Figur 5 Designprocess, från materialutvinning till hantering av uttjänta strukturer

ALLMÄNNA TIPS:

Motivation för materialval: Presentera motiveringen och grunderna för de valda materialen och deras kombinationer. Motivera användningen av återvunnet eller återanvänt material för att sluta livscykelns ring. Förklara om material kommer från lokala källor och din strategi för att minska koldioxidavtrycket annars.

Demonstration av innovation och pionjärtänkande: Ge detaljer om designprocessen, förklara de viktiga delarna av designen baserat på tävlingskriterierna.

Demonstration av miljöfördelar: Visa hur väl det kommenterade diagrammet beaktar konceptets cirkularitet i varje skede av livscykeln genom att motivera hur de innovativa aspekterna av konceptet minskar miljöpåverkan och därmed bidrar till att mildra klimatförändringen.

Övertygande estetik: Visa hur ditt koncept kreativt kommunicerar med samhället genom övertygande estetik.

(Vid frågor kontakta Beatrice Hällås, InfraSweden2030: beatrice.hallas@afry.com)

Lycka till!