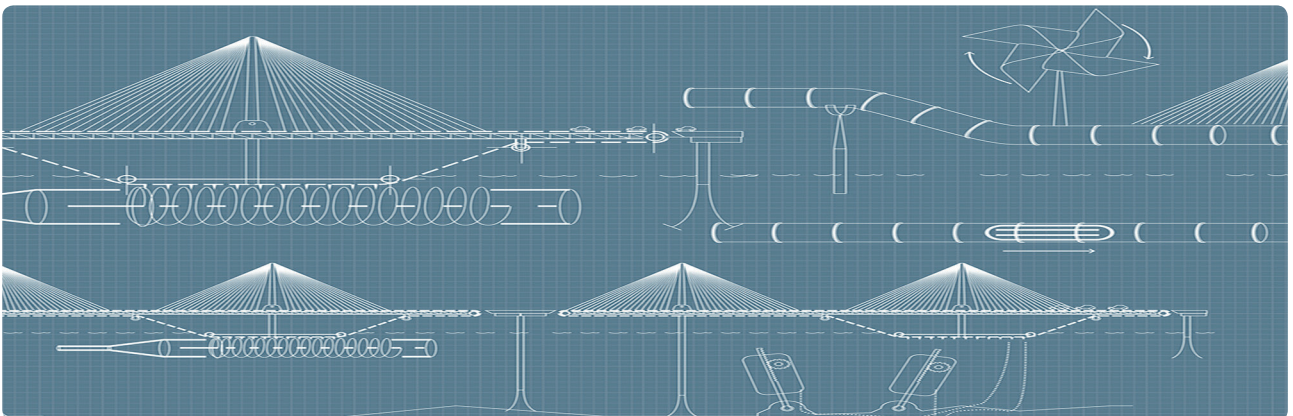


# Innovationstävling Transformativ infrastruktur – banbrytande innovationer för nollutsläpp

Erfarenheter, resultat och process  
- Mer än en tävling, mer än nollutsläpp  
Slutrapport

RAPPORT 6855 • DECEMBER 2018



# Innovationstävlingen Transformativ infrastruktur – banbrytande innovation för nollutsläpp

Erfarenheter, resultat och process - Mer än en tävling, mer  
än nollutsläpp

Slutrapport



**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: [natur@cm.se](mailto:natur@cm.se)

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/publikationer](http://www.naturvardsverket.se/publikationer)

**Naturvårdsverket**

Tel: 010-698 10 00 Fax: 010-698 16 00

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-6855-4

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2019

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2019

Omslag: Broskiss, symbolbild för tävlingen samt bild på tävlingsdeltagarna/ Naturvårdsverket



# Förord

Naturvårdsverkets innovationsarbete lyfter det brådskande behovet av transformativa lösningar för flera samhällsutmaningar inom bland annat infrastruktur, hållbar stadsutveckling och klimatanpassning. Enligt det internationella klimatavtalet, Parisavtalet, ska världens länder sikta på att begränsa den globala temperaturhöjningen till 1,5 grader. Parisavtalet pekar också ut att mer och möjliggjord innovation är en avgörande faktor för effektiva och långsiktigt globala klimatåtgärder.

Men en enskild aktör eller myndighet klarar inte ensam att svara mot de globala utmaningarna, vilket också påpekas i de globala hållbarhetsmålen, Agenda 2030-målen. Det här är bakgrunden till att Naturvårdsverket tog initiativet till innovationstävlingen för en transformativ infrastruktur. Tävlingen har byggt på en ny innovativ samverkansform mellan myndigheter, näringsliv och akademi för att presentera nya lösningar till det nya klimatramverket som Sverige antog 2017. Lösningar som ska bidra till att Sverige ska nå nettonollutsläpp av växthusgaser till år 2045.

Samtliga 29 företag och organisationer som deltagit i tävlingen har alla visat att det finns ett stort engagemang, en bred kunskap och en hög ambition kring innovationsdrivet hållbarhetsarbete. Tävlingen har resulterat i sju utvecklingsspår inom bland annat design, material och byggprocesser som infrastrukturbranschen äger gemensamt att utveckla vidare. Några av resultaten har redan implementerats i fortsatta utvecklingsprojekt och är därmed ett steg närmare realisering. Resultaten överträffar våra förväntningar på lösningar som når bortom nollutsläpp för att få klimatpositiva resultat. Tävlingen har visat att det med samordnade krafter går att få nya lösningar och fler innovationer i miljöarbetet så att vi fortare kan få bättre klimat och miljö.

Rapporten har skrivits av tävlingens sekretariat med Eva Dalenstam/ Naturvårdsverket, Åsa Lindgren/ Trafikverket, Lars Redtzer/ Sveriges Byggindustrier, Camilla Byström/ KTH och InfraSweden2030 och Dennis Pamlin/ RISE samt tävlingsledningen Kristina Gabriellii/ Gabriellii Development och Charlotte Bergman/ ELU. Tobias Persson, Tillväxtanalys, har utvärderat tävlingen. Tävlingsdeltagarna har bidragit med sina resultat i rapporten. Ulf E Andersson, Julien Morel, Anki Grundelius och Jenny Oltner på Naturvårdsverket har bidragit till rapporten.

Stockholm 7 februari 2019

Björn Risinger

Generaldirektör

# Stort tack

Naturvårdsverket vill tacka alla som var med och medskapade denna innovationstävling. För mod, nytänkande och för transformativa vägar framåt bortom nollutsläpp!

Anders Pousette (Energimyndigheten)  
Andreas Rahm Yhr (Sandvik)  
Anna Carin Thomér (Regeringskansliet)  
Birgitta Govén (Sveriges Byggindustrier)  
Björn Johansson (Chalmers Tekniska Högskola)  
Björn Åstedt (SBI)  
Camilla Byström (KTH och InfraSweden2030)  
Catarina Sundberg (NCC)  
Charlotta Palmgren (Upphandlingsmyndigheten)  
Charlotte Bergman (ELU konsult)  
Chuan Wang (Swerea MEFOS/ Swerim)  
Daniel Ekström (WSP)  
Dennis Pamlin (RISE)  
Fredrik Hellman (VTI)  
Hans-Olof Karlsson Hjort (Boverket)  
Jan Krantz (Luleå Tekniska Universitet)  
Karin Bergkvist (Peab AB)  
Karin Comstedt Webb (Cementa)  
Katarina Buhr (Formas)  
Karla Anaya-Carlsson (Formas)  
Katarina Malaga (CBI/ RISE)  
Kent Jansson (Swerock)  
Klara Helstad (Energimyndigheten)  
Kristina Gabriellii (Garbiellii Development)  
Kristine Ek (NCC)  
Lars Almefelt (Chalmers Tekniska Högskola)  
Lars Redtzer (Sveriges Byggindustrier och InfraSweden2030)  
Lejla Cengic (Vinnova)  
Maria Boberg (EPFL)  
Martin Andersson (Skanska)  
Martin Erlandsson (IVL)  
Martin Kylefors (CBI)  
Martin Ålenius (Tyréns)  
Mats Wendel (Peab Asfalt)  
Staffan Carlström (Swerock)  
Stefan Sandelin (Cementa)

Stefan Uppenberg (WSP)  
 Tabita Gröndal (Sweco)  
 Thomas Fägerman (Swerock)  
 Tobias Persson (Tillväxtanalys)  
 Ulf Wiklund (Tyréns)  
 Yvonne Andersson-Sköld (VTI)  
 Åsa Lindgren (Trafikverket)

Ett särskilt tack till Bernard de Galember, CEPI, som frikostigt delade med sig av CEPI's erfarenheter av sin innovationstävling.

Naturvårdsverkets projektorganisation:

Projektledare: Eva Dalenstam  
 Spetstekniker och exempelbibliotek: Ulf E Andersson  
 Klimatexpertis: Julien Morel  
 Kommunikation, ekosystemtjänster: Anki Grundelius  
 Policies: Jenny Oltner och Sabina Nilsson  
 Biomimik: Eva Ahlner  
 Internat/seminarier: Rickard Nätjehall, David Alsmarker, Axel Gunnarsson  
 Tack till våra förträffliga praktikanter: Jorunn Cardell, Amanda Dahlgren, Emmy Hadd Danielsson, Amanda Persson och Bianca Whitcher



# Innehåll

<b>FÖRORD</b>	<b>3</b>
<b>STORT TACK</b>	<b>4</b>
<b>1 SAMMANFATTNING</b>	<b>8</b>
<b>2 BAKGRUND</b>	<b>10</b>
<b>3 TÄVLINGSPROCESSEN</b>	<b>11</b>
3.1 Förarbete	12
3.2 Kick-off möte	18
3.3 Stöd till tävlingsdeltagarna	18
3.4 Inspiration till tävlingsdeltagarna	19
3.5 Policyworkshop	30
3.6 Affärsmodellutveckling för transformativa miljöeffekter	32
3.7 Media och Events	33
3.8 Juryprocess	34
3.9 Vinnare utses	36
<b>4 RESULTAT</b>	<b>39</b>
4.1 Vinnarna	39
4.2 Elva innovationskoncept	41
4.3 Sju utvecklingsspår	49
4.4 Nya affärsmodeller	63
4.5 Policy- och implementeringsförslag per koncept	64
4.6 Policy- och implementeringsförslag per utvecklingsspår	70
4.7 Transformativt tänkande	79
4.8 Exempelbibliotek	79
4.9 Innovativ samverkansform	80
4.10 Ny tävlingsmodell	81
4.11 Nya innovationstävlingar	81
<b>5 UTVÄRDERING OCH REFLEKTIONER</b>	<b>83</b>
5.1 Resultat från enkäten	83
5.2 Resultat från intervjustudien	89
5.3 Resultat från analysen av tävlingsmodellen	95
5.4 Statliga myndigheters viktiga roll	99
5.5 Reflektioner och råd till efterföljare	100

<b>6</b>	<b>VÄGEN FRAMÅT</b>	<b>102</b>
6.1	Framåtsyftande samverkan	102
6.2	Finansieringsmöjligheter	103
6.3	Redan påbörjade projekt och initiativ	104
6.4	Främjande strategier	104
6.5	Upphandling av innovativa lösningar	105
<b>7</b>	<b>BILAGOR</b>	<b>107</b>
7.1	Bilaga 1: Tävlingsens deltagare och organisation	107
7.2	Bilaga 2: Tävlingsinternatens program	110
7.3	Bilaga 3: Upplägg av tävlingsinternatens workshops	128
7.4	Bilaga 4: Genomslag i media	135

# 1 Sammanfattning

Innovationstävlingen **Transformativ infrastruktur – banbrytande innovation för nollutsläpp** har gett flera resultat och bidragit till att infrastrukturbranschen tar flera steg mot nollutsläpp av växthusgaser. Bland resultaten finns till och med lösningar bortom nollutsläpp. Lösningar där ett byggprojekt i Öresundsbrons storlek kan minska 304 000 ton koldioxid från atmosfären.

## Flera nya lösningar för infrastrukturbranschen

Tävlingen använde Öresundsbron som studieobjekt men resultaten är även användbara i annan utveckling av infrastruktur och byggande. Bland annat finns lösningar inom konstruktion och design, teknik för effektiva byggprocesser samt klimatsmarta material.

Några lösningar:

- betong som odlas fram i havet
- yta i bikakeform med mini-vindkraftverk och solceller
- sensorer och artificiell intelligens för underhåll
- byggdelar konstruerade för cirkularitet
- klimatpositiva material med hjälp av bio-koldioxidlagring (bio-CCS)
- cirkulära affärsmodeller.

## Unik samverkan som fortsätter

Det är första gången tävlingen har hållits i Sverige. Tävlingsformen bygger på samverkan i ett medskapande arbete mellan näringsliv, akademi och myndigheter. En intervjustudie med tävlingsdeltagarna visar att tävlingen bidragit med nytt nätverk, varit kunskapshöjande och att flera deltagare omvärderat angrepps- och arbetssätt.

Deltagarna ser också att tävlingen har förflyttat det egna perspektivet från inkrementella till disruptiva lösningar för utsläppsminskningar utöver nollutsläpp.

Aktörerna inom infrastrukturbranschen organiserar sig för att fortsätta samverka och realisera tävlingsresultaten. Några av resultaten går redan in i vidareutveckling med finansiering.

## Policyförslag för att realisera resultat

Flera policy- och implementeringsförslag är också viktiga resultat för att kunna realisera lösningar för nollutsläpp. Tävlingens förslag rör bland annat:

- Styrmedel för cirkulära resursflöden som främjar återanvändning och återvinning av byggmaterial, vilket också minskar bygg- och rivningsavfall
- Testbäddsverksamhet och testmetoder för nya material

- Innovationsupphandling, infrastrukturektorn är särskilt utpekad som lämplig sektor för upphandling av spetstekniker<sup>1</sup>
- Energiproduktion och ekosystemtjänster som del av åtgärdsvalsstudier och hela projekteringsprocessen
- Anpassning av juridiska regelverk som styr samhällsbyggandet för flexibla konstruktioner och nya designmetoder
- Att multifunktionalitet och en kostnad- och nyttoanalys tas in tidigt i planeringsprocessen.

### **Ny och testad tävlingsmodell**

Till sist är ett viktigt resultat att en ny tävlingsmodell har utvecklats i Sverige. En modell som är redo att kopieras, vilket också redan görs i två tävlingar; en om cirkulärt anläggningsarbete och en om hållbar plistanvändning.

Innovationstävlingar som tar sig an stora samhällsutmaningar kräver mer komplex struktur, inspiration och delmoment samt ett lärande i en lyhörd och framåtsyftande dialog mellan stat, akademi och näringsliv. En forskningsrapport från Konkurrensverket, **Innovationstävlingar med krav på tekniksprång – en förbisedd hävstång för att möta samhällsutmaningar**, visar att myndigheter har en viktig roll i denna typ av innovationstävlingar för stora samhällsutmaningar.

---

<sup>1</sup> [www.upphandlingsmyndigheten.se/globalassets/publikationer/rapporter/rapport-spetsteknik-2018\\_1.pdf](http://www.upphandlingsmyndigheten.se/globalassets/publikationer/rapporter/rapport-spetsteknik-2018_1.pdf), 2019-01-11

## 2 Bakgrund

I början av 2017 tog Naturvårdsverket initiativet till innovationstävlingen för en transformativ infrastruktur. Tävligen har byggts på en ny innovativ samverkansform mellan myndigheter, näringsliv och akademi för att presentera nya lösningar till det nya klimatramverket som Sverige antog 2017. Under ett år har två tävlande lag jobbat med en avgörande fråga: Hur skulle Öresundsbron byggas år 2045 med nollutsläpp av växthusgaser?

Bakgrunden till att vi initierade en innovationstävling av detta slag är flera. Bland annat vårt arbete med klimatlagen, industriutsläppen och innovationsutveckling:

- Under år 2016 arbetade Naturvårdsverket med miljömålsberedningens (MMB) förslag till ny klimatlag och klimatramverk med målet att nå nettonollutsläpp till år 2045<sup>2</sup>.
- Ett av resultaten från MMB:s slutbetänkande var att innovationer är nödvändiga för att nå målen och industrisektorerna är en av de svåraste för att nollutsläpp ska ske. Naturvårdsverket har sedan länge arbetat med utsläppsfrågor gällande olika industrisektorer.
- I ett sådant arbete, inom ramen för industriutsläppsdirektivet, fick vi information om en innovationstävling ”The Two Team project<sup>3</sup>” under ett möte i Bryssel. Utmaningen som tävlingen skulle bidra till att hantera var transformativa utsläppsminskningar av växthusgaser inom den europeiska pappers- och massaindustrin.
- Vi hade också sedan en tid tillbaka arbetat med ett regeringsuppdrag om spetstekniker såsom IT-, nano-, rymd- och bioteknik, samt avancerade systemlösningar för att nå miljömålen<sup>4</sup>. Inspiration från det arbetet kunde tas med i en svensk version av tävlingen.
- Vår innovationsresa påbörjades 2016. Från att tidigare arbetat med miljötekniker så breddades innovationsarbetet till att omfatta alla slags innovationer och även innovativa metoder för myndigheten att tillämpa i samverkan med nyckelaktörer i samhället. Innovationstävlingen var ett pilotarbete för att testa och utvärdera metoden.

---

<sup>2</sup> <http://www.sou.gov.se/m-201004-miljomalsberedningen/om-miljomalsberedningen/>, 2018-12-03

<sup>3</sup>

[http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/innovation/2013/finaltwoteamprojectreport\\_website.pdf](http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/innovation/2013/finaltwoteamprojectreport_website.pdf), 2018-12-03

<sup>4</sup> <http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/5900/978-91-620-5933-0/>, 2018-12-03



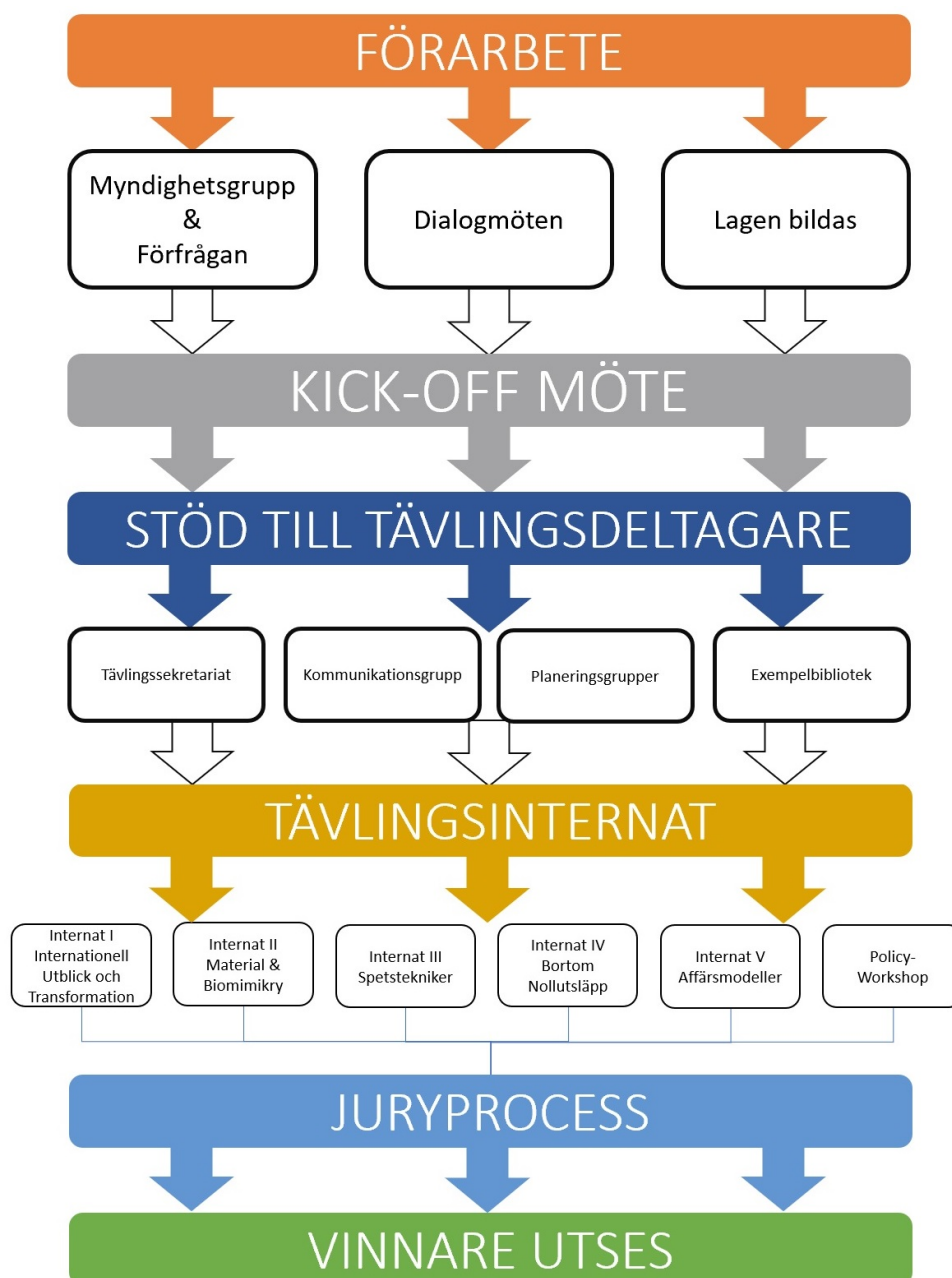
### 3 Tävlingsprocessen

Tävlingsprocessen för innovationstävlingen *Transformativ infrastruktur – banbrytande innovation för nollutsläpp*, följer tävlingsmodellen enligt The Two Team project som CEPI, den europeiska pappers- och massabranschorganisationen, anordnade.

I tävlingsmodellen tävlade två lag inom en industrisektor mot varann. Lagen bestod av spetskompetens från basmaterialindustrin, leverantörer, akademi, forskningsinstitut m fl. Inspiration hämtades även från andra industrisektorer och lagen sattes ihop för att skapa idéutveckling över ordinarie concern- och industrigränser. Tävlingen gick ut på att radera konventionella gränser inom industrin och tänka helt nytt, ”utanför boxen”.

För att utveckla tävlingsmodellen ytterligare bedömde Naturvårdsverket att det fanns fördelar att komplettera den med en medskapandeprocess mellan myndigheter, näringsliv och akademi för att utforma tävlingsprocessen och innehållet tillsammans.

I en kort sammanfattning omfattade tävlingsmodellen fem tvådagars tävlingsinternat under loppet av ett år. Varje internat inleddes med en konferens med inspirerande föredrag och studiebesök från andra branscher och vetenskaper för att ge inspel till lagens arbete. Den andra dagen genomfördes lagvisa workshops där lagen arbetade med sina tävlingsförslag. De deltagande organisationerna alternerade om värdskapet och inledningen av internaten.



Figur 1. Tävlingsprocessen.

## 3.1 Förarbete

### 3.1.1 Myndighetsgrupp och val av tävlande sektor

Förberedelserna inleddes med att etablera en myndighetsgrupp. Arbetet underlättades av att Naturvårdsverket redan hade kontakt med flera av myndigheterna i och med ett myndighetsnätverk om miljöinnovationer. Det var också positivt att flera av myndigheterna hade ett gemensamt regeringsuppdrag om

samordningen av innovationsinsatser för att minska processindustrins växthusgasutsläpp (N2016/06369/IFK) (Energimyndigheten, Vinnova, Naturvårdsverket och Tillväxtanalys). Uppdraget gjorde att det fanns en naturlig konstellation att utgå ifrån för att etablera ett samarbete. Eftersom Naturvårdsverket initierat tävlingen visade Miljö- och energidepartementet tidigt ett intresse. Myndigheterna och Miljö- och energidepartementet samlades 2016 för ett inspirationsmöte med CEPI som berättade om sin innovationstävling. Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Vinnova och Formas bildade därefter en myndighetsgrupp för att utveckla tävlingskonceptet till en svensk version. Energimyndigheten, Vinnova och Formas som finansierar utvecklingsaktiviteter hade ett intresse av tävlingen för att den skulle kunna mynna ut i intressanta innovationskoncept att ta vidare inom olika forsknings- och innovationsprogram. Tillväxtanalys erbjöd sig att utvärdera tävlingen. Miljö- och energidepartementet anslöt sig också till myndighetsgruppen, som observatör. I samband med valet av bransch anslöt de viktiga nyckelaktörerna Trafikverket och Boverket. Därefter var gruppen komplett och kunde påbörja arbetet med att organisera tävlingen.



Bild 1: Myndighetsgruppen samt tävlingsorganisationens stöd, på studiebesök i Kiruna, LKAB gruva, under tävlingsinternat III.

Flera industrisektorer diskuterades inledningsvis. Till stöd för urvalet tog gruppen fram kriterier för att avgöra vilken industrisektor som skulle bli pilot:

- Kriterium 1: Vision för transformativa utsläppsminskningar.

Det vill säga industrisektorns arbete gällande klimatstrategi och målsättningarna för utsläppsminskning av växthusgaser, industrisektorns

utsläppsminskningspotential och vilja att gå före samt de ingående lagmedlemmarnas organisationers förmåga till en mer transformativ ansats som inriktades mot de svåraste utsläppsreduktionerna.

- Kriterium 2: Möjlighet att bidra till ett lag med bredd och spetskompetens inom FoU.

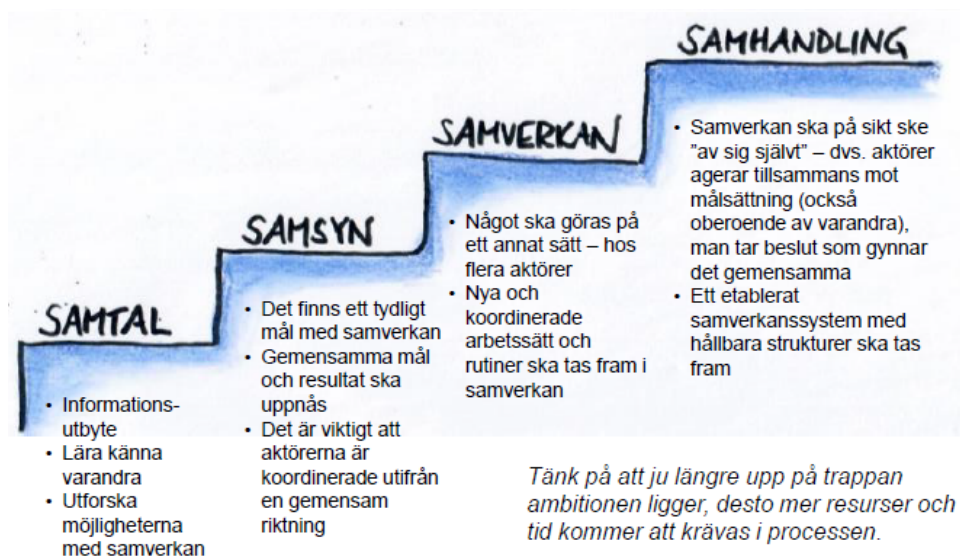
Det vill säga laguppställningen bedömdes både med avseende på bredden av kompetenser och specifik spetskompetens.

Det mynnade ut i en förfrågan till industrisektorerna senhösten 2016. Industrisektorn uppmuntrades att sätta ihop ett lag med medlemmar som normalt inte samverkade med syftet att kunna skapa ny gemensam idéutveckling. Det kunde innebära att konkurrenter skulle samarbeta i samma lag, och kollegor tävla mot varann i olika lag. Tävlingen skulle ske i en öppen innovationsmiljö inom respektive lag och bryta industri- och koncerngränser. Industrisektorn instruerades att varje lag skulle bestå av ca 10-15 personer med företag från olika delar av värdekedjan, samt forskning och akademi.

Deltagarna i myndighetsgruppen och Naturvårdsverkets organisation kring tävlingen återfinns i bilaga 1.

### **3.1.2 Medskapande process**

Redan från början av initiativet var det viktigt med en medskapandeprocess, både i myndighetsgruppen, och sedan genom hela tävlingen tillsammans med tävlingsdeltagarna. Myndigheterna i myndighetsgruppen bjöds in för att delta operativt i arbetet på lika villkor och vara med om att löpande besluta i inriktningarna av arbetet. Det var en ambition i tävlingsprocessen att skapa innovativ samverkan och närma sig samhandling.



Figur 2. Naturvårdsverkets samverkanstrappa.

### 3.1.3 Dialogmöten

För att förklara den ganska komplexa tävlingsmodellen för de olika intresserade branscherna bjöds de in till ett dialogmöte. Där deltog även CEPI för att beskriva hur de genomförde sin tävling med framgångsfaktorer och lärdomar. Det ledde till uppföljande dialogmöten. Initialt var infrastruktursektorn, kemikalieindustrin, stålindustrin och gruvindustrin nyfikna.

### 3.1.4 Infrastrukturbranschen svarar

Infrastrukturbranschen svarade på förfrågan med två spännande och intressanta laguppställningar. Det gjordes inom ramen för det strategiska innovationsprogrammet InfraSweden2030<sup>5</sup>.

Med utgångspunkt från hela värdekedjan från material till förvaltning skapade InfraSweden2030 laguppställningar som innehöll kompetens huvudsakligen inom materiallära, konstruktion, produktion och förvaltning med sin hemvist i såväl forskarmiljöer, materialindustri, konsultledet och entreprenörsledet. Varje lag var utformade med varsin lagledare med mångårig erfarenhet inom branschen och stor ledarskapsförmåga (båda VD:ar inom infrastrukturbranschen) och varsin s.k. materialförvaltare (tillika representanterna från InfraSweden2030) som tog hand om allt det praktiska för båda lagen i tävlingsarrangemanget.

<sup>5</sup> <https://www.infrasweden2030.se/>



Bild 2: Lag Gul: Staffan Carlström/Swerock, Stefan Uppenberg/WSP, Camilla Byström/KTH, Kent Jansson/Swerock, Kristina Gabriellii/Gabriellii Development, Tabita Gröndal/Sweco, Jan Krantz/Luleå Tekniska Universitet, Katarina Malaga/CBI RISE, Maria Boberg/EPFL, Kristine Ek/NCC. Ej i bild: Stefan Sandelin/Cementa, Björn Åstedt/SBI, Martin Alenius/Tyréns.



Bild 3: Lag Blå: Ulf Wiklund/ Tyréns, Martin Andersson/Skanska, Chuan Wang/ Swerea MEFOS, Mats Wendel/ Swerock, Charlotte Bergman/ELU, Karin Comstedt Webb/Cementa, Daniel Ekström/WSP, Yvonne Andersson-Sköld/VTI, Martin Erlandsson/IVL, Thomas Fägerman/ Swerock, Lars Almefelt/Chalmers, Andreas Rahm Yhr/Sandvik. Ej i bild: Lars Redtzer/Sveriges Byggindustrier.

Lagen formades med deltagare från cementindustrin, stålindustrin och bygg- och anläggningsbranschen med både byggföretag, materialleverantörer, entreprenörer, konsulter och forskningsinstitut samt universitet. Lagen valde att arbeta utifrån ett brobygge som illustrativt fall och som referensobjekt valdes Nordens största bro, Öresundsförbindelsen. Det bedömdes som ett nationellt och internationellt känt skyltfönster som bidrog till att skapa intresse kring tävlingen, resultaten och möjligheter att ta föreslagna åtgärder vidare efter tävlingen.





Bild 4: Öresundsbron, lagens referensobjekt i tävlingen.

Laguppställningarna återfinns i bilaga 1.

Infrastruktursektorns deltagande i innovationstävlingen för nollutsläpp av växthusgaser var mycket angeläget. Utsläppen från byggande och underhållet av infrastruktur inom ramen för Trafikverkets ansvar är i storleksordningen 1 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år. Tunnlrar och broar är i regel betydligt mer klimatpåverkande per meter än väg på plan mark. Vid byggande av väg- och järnväg ger insatserna av stål, cement och asfalt, samt masshantering, de största materialrelaterade utsläppen av växthusgaser. Trafikverket har som mål att minska klimatpåverkan från byggande, drift och underhåll av trafikinfrastruktur med 15 % till 2020 och 30 % till 2025 jämfört med 2015<sup>6</sup>.

Anläggningsbranschens syfte med att delta i innovationstävlingen var att finna metoder samt tekniska lösningar som radikalt minskar utsläppen av växthusgaser i byggandet av infrastrukturanläggningar.

### 3.1.5 Finansiering av tävlingen

Naturvårdsverket finansierade tävlingsinternaten i form av kost och logi för tävlingsdeltagarna samt några av föreläsarna och några av omkostnader i samband med studiebesöken. InfraSweden2030 finansierade del av tävlingsdeltagarnas tid, reseersättningar samt några av föreläsarna.

---

<sup>6</sup> Trafikverket gör sedan 2015 klimatkalkyler vid sidan om de ekonomiska kalkylerna i sina projekt. 2016 började Trafikverket ställa klimatkrav i en del av sina upphandlingar.

## 3.2 Kick-off möte

Ett kick-off möte hölls på Regeringskansliet på Finansdepartementet, med Miljö- och energidepartementet som värd och med medverkan av alla berörda departement. Kick-off mötet var en viktig del av förberedelsearbetet innan tävlingsstart, detta för att:

- samla alla aktörerna för att mötas för första gången
- förbereda aktörerna inför den kommande processen
- ta gemensamma välförankrade beslut om tävlingens innehåll och upplägg.

Mötet hölls på Regeringskansliet för att visa tävlingsdeltagarna på det stora intresset från Regeringskansliet i tävlingen. Mötet inleddes av Eva Svedling som är statssekreteraren hos Isabella Lövin, minister för internationellt utvecklingssamarbete och klimat samt vice statsminister. Det följdes av presentationer av Naturvårdsverket om varför initiativet tagits och om tävlingsmodellen, samt av InfraSweden2030 om varför man hade tagit sig an utmaningen om nollutsläpp.

En viktig del av mötet var att tillsammans med deltagarna genomföra en workshop som syftade till att ta fram förslag på teman till de olika internaten, vilka inspirationsföredrag och studiebesök som var önskvärda, samt vilka som ville ingå i olika arbetsgrupper och vara värdar för de olika internaten.

## 3.3 Stöd till tävlingsdeltagarna

En tävlingsorganisation formerades för att stödja tävlingen och lagdeltagarna.

Ett **tävlingssekretariat** bestående av InfraSweden2030 (materialförvaltarna), Trafikverket, Naturvårdsverket och en transformativ coach bildades. Sekretariatet tog hand om frågor från lagen avseende spelreglerna för tävlingen, ramverket (systemgränser), de s.k. hotspots som avser de delar av infrastrukturobjektet som bidrar till störst utsläpp och andra frågor rörande tävlingsprocessen. Den **transformativa coachen** hade till uppgift att stretcha lagens tänkande från det inkrementella till det banbrytande och transformativa.

En **kommunikationsgrupp** bildades som bestod av både tävlingsdeltagare och personer med kommunikationsinriktning. Respektive organisationer som tävlade tog om hand alla kommunikationsaktiviteter kopplade till tävlingen, exempelvis kommunikationsmaterial till media, webb och informationsmaterial. Naturvårdsverkets innovationskommunikatör hade en mycket aktiv roll för att leda och samordna arbetet.

En **planeringsgrupp** bildades inför varje tävlingsinternat med ansvar att designa internatet med studiebesök och inspirationsföredrag. Den bestod av personer från



internatens värdorganisationer och särskilt intresserade från tävlingsdeltagarna och myndigheterna. Värdorganisationerna tog också på sig rollerna som moderatorer.

Naturvårdsverket upprättade också ett **exempelbibliotek** som lagen hade tillgång till under hela tävlingen. Det togs fram med hjälp av omvärldsbevakning. Exempelen kategoriserades i olika ämnesområden intressanta för transformativ infrastruktur för nollutsläpp.

Slutligen bildades en **utvärderingsgrupp** som leddes av Naturvårdsverket och bestod av Tillväxtanalys, Trafikverket och RISE (för utvärdering av transformativa effekter). Gruppens uppgift var att genomföra utvärderingen av tävlingen.

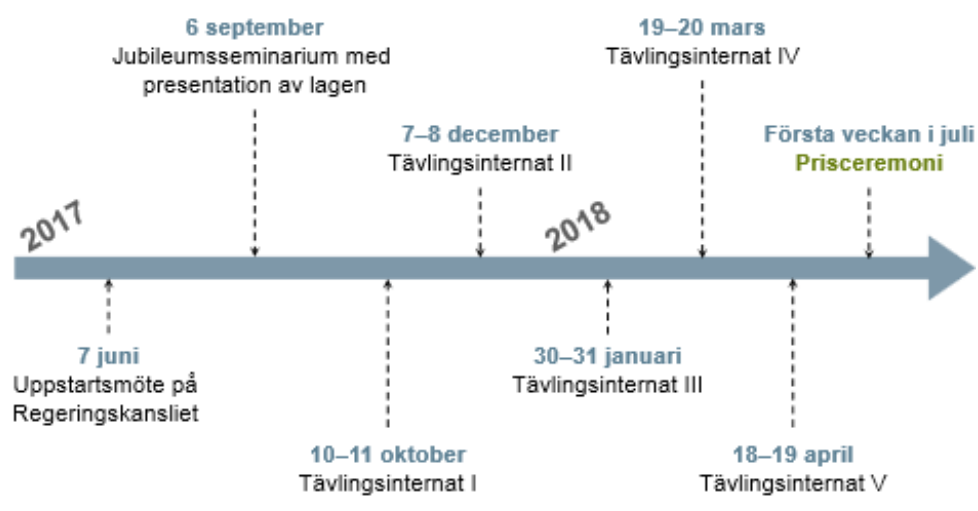
För att ta tillvara erfarenheterna från den tidigare tävlingen hölls löpande kontakt med CEPI. De bistod med erfarenhetsutbyte och dokumentation från sin tävling, samt höll inspirerande föredrag för aktörerna involverade i den svenska tävlingen vid olika tillfällen.

Deltagarna i grupperna återfinns i bilaga 1.

## 3.4 Inspiration till tävlingsdeltagarna

### 3.4.1 Tävlingsinternat

Enligt tävlingsmodellen hålls fem tävlingsinternat under loppet av ett år.



Figur 3: Tävlingens tidplan.

Varje internat hade 3-4 värdar från myndighetsgruppen eller tävlingsdeltagarna, där högre chefer inledde internaten och värdorganisationerna modererade. Planeringsgrupperna designade och genomförde internaten. Valet av plats för internaten röstades fram av tävlingsdeltagarna. Planeringsgrupperna utgick sedan

från tävlingsdeltagarnas önskningsar när det gällde teman, inspirationsföredrag och studiebesök. Enligt tävlingsmodellen fokuserades den första dagen på inspirationsföredrag och studiebesök och den andra dagen på workshops i lagen. Principen var också att interntat I innehöll mer inspiration och ju längre det led mot sista interntatet förändrades fokus till att gå över mer mot lagens arbete med innovationskoncepten.



Figur 4: Innovationstävlingens interntat.

Innovationstävlingens interntat i kort sammanfattning:

#### 3.4.1.1 INTERNAT I: UTMANINGEN OCH PARADIGMSKIFTET

Interntat I genomfördes i oktober 2017 i Malmö. Temat var ”Utmaningen och paradigmskiftet” om klimatutmaningen och skiften som behövs för att nå nollutsläpp. Lagen fick inspiration från bland annat:

- transportbranschens innovationsarbete för paradigmskiften
- Norges färjefria väg
- ett danskt projekt om cirkulärt byggande
- Regeringskansliets innovations- och forskningsråd från Kina, Japan och USA med inspiration om ländernas innovationer inom material och design för infrastruktur.

Studiebesök gjordes på Öresundsbron och Sveriges första kompositbro. Workshopen fokuserade på idégenerering. Ett coachingspass genomfördes om

innovationsidégenerering och kategorisering. Resultatet blev att 100 idéer genererades per lag.

#### 3.4.1.2 INTERNAT II: KLIMATNEUTRALA MATERIAL OCH DESIGN

Internat II genomfördes i december 2017 i Göteborg. Internatet hölls på Chalmers Tekniska Högskola med inspiration från:

- biomimik, om att härma naturen för exempelvis slankare design och nya material
- konceptuell design
- biomaterial inklusive trämaterial
- värdeskapande byggnation
- klimatsmarta produktionssystem
- utvecklingsarbete inom telekombranschen.

En studenttävling avgjordes under internatet där tävlingsdeltagarna agerade jury. Workshopen fokuserade på fortsatt idégenerering och bearbetning av de förslag som kommit fram. Förslagen kategoriserades enligt en matris om vad som är inkrementellt och mer transformativt.

#### 3.4.1.3 INTERNAT III: SPETSTEKNIKER OCH SAMHÄLLSOMVANDLING

Internat III genomfördes i januari 2018 i Kiruna. Inspiration hämtades bland annat från:

- rymdteknik för infrastruktur såsom sensorer och extra starka material
- digitalisering för att åstadkomma tilltagande avkastning med avtagande resurser
- resurseffektivisering med hjälp av artificiell intelligens
- Kirunas stadsflytt
- studiebesök i LKAB:s gruva om elektrifiering, automatisering och digitalisering
- framtidens transportslag och hur det kan påverka infrastruktur.

Workshopen fokuserade på prioritering av de kategoriserade idéerna efter klustring med avseende på miljöeffekt och genomförbarhet. De prioriterade idéerna fördelades inom lagen. För detta bildades små subgrupper inom lagen som tog sin an varsin idé att utveckla vidare.

#### 3.4.1.4 INTERNAT IV: BORTOM NOLLUTSLÄPP – NYA MÖJLIGHETER FÖR MÄNNISKA OCH NATUR

Internat IV genomfördes i mars 2018 på Gotland. Studiebesök genomfördes på Cementa i Slite och inspiration hämtades från

- beteendeändringar

- bio-CCS (Carbon Capture and Storage) för att åstadkomma negativa utsläpp
- metoder för att framtidssäkra företag
- ekosystemtjänster (dvs. hur naturen ger tjänster som exempelvis musslor som renar vatten)

I workshop-passet presenterade subgrupperna som bildats inom lagen sina vidareutvecklade koncept för de andra inom laget, för att kritiskt granska respektive konceptförslag. Lagen arbetade vidare för att visa hur förslagen motsvarar de vinstkriterier som myndighetsgruppen tagit fram.

#### 3.4.1.5 INTERNAT V: AFFÄRSUTVECKLING OCH ORGANISATIONSUTVECKLING

Internat V genomfördes i april 2018 i Stockholm. Inspiration hämtades från hur:

- organisationer kan anamma nya disruptiva affärsmodeller där man går från minskad negativ miljöpåverkan till att bidra positivt till miljö och samhälle
- man organiserar för innovation i byggprocesser.

Merparten av internatet ägnades åt slutarbetet med lagens respektive innovationskoncept. Workshopen fokuserade på slutarbete i lagens subgrupper med bearbetning av de olika framväxande innovationskoncepten.

Programmen för internaten återfinns i bilaga 2. Planen för workshops återfinns i bilaga 3.



Bild 5: Studiebesök på Cementas fabrik i Slite, tävlingsinternat IV, Gotland.



Bild 6: Studiebesök om kompositbrotillverkning med hjälp av robotar hos Kompositbroar, Malmö, tävlingsinternat III.



Bild 7: Workshop-pass på tävlingsinternat I i Malmö med Ideation360.

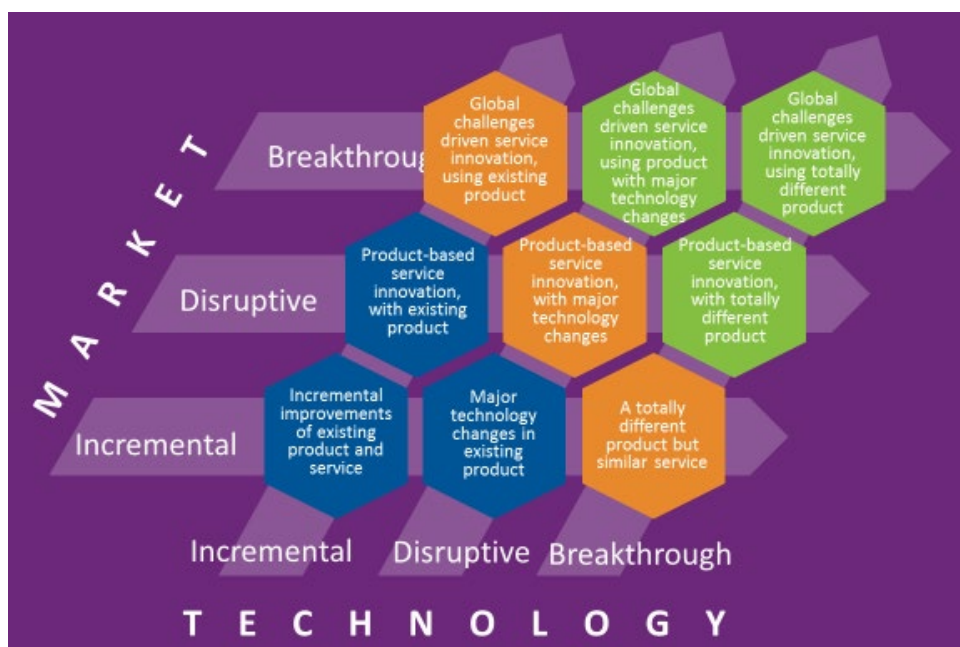
### 3.4.2 Transformativt tänkande

Alla företagen och organisationerna kom till tävlingen med sina referenser, sina hindrande och stödjande omständigheter för att kunna leverera transformativa lösningar av olika slag. Tävlingsens transformativa coach utmanade lagen att successivt lämna sina ”comfort zones” och våga satsa på mer transformativa



koncept i sina innovationsförslag. Genom att skapa ett race to the top, snarare än minsta gemensamma nämnare, så stödde lagdeltagarna varandra. Till hjälp användes en matris. Workshop-övningar genomfördes där lagens idéer, idékluster och slutligen innovationskoncept fördelades enligt matrisen. Syftet var att sporra lagen att arbeta gemensamt för största möjliga transformativa effekt med sina tävlingsbidrag. Syftet var också att låta minskade klimatutsläpp bli en drivkraft för innovativ affärsutveckling.

Lagen arbetade med två scenarier om ”ett mer sannolikt scenario men med mindre (positiv) miljöeffekt” och ”ett mindre sannolikt scenario men med mer (positiv) miljöeffekt”.



Figur 5: Från inkrementellt till banbrytande för transformativa effekter. Illustration: Dennis Pamlin/RISE.

Som en del i övningen att arbeta med de två scenarierna utmanades lagen att förflytta sitt tänkande. För om målsättningen ska kunna uppnås att nolla växthusgasutsläppen från en bro som Öresundsbron till 2045 innebär det bl.a. att:

- Vi behöver gå från att se bron enbart som en förbindelse till att istället utgå från funktionen. Därför ställdes frågan om vad är det för behov som behöver uppfyllas och hur? För att få svar på frågan behöver de man utforska de framtida transportmönstren. De kan förändras på grund av stora skiften med digital teknik, drönare, nya transportmedel och reglering av transporter på olika sätt. Det kan påverka utformandet av infrastruktur disruptivt. Men också att ett infrastrukturobjekt kan få nya funktioner och

tjäna inte enbart som exempelvis bro, utan även uppfylla andra viktiga samhällsfunktioner och tjänster.

- Vi behöver gå från att nolla utsläppen med fokus främst på ingående material, till att ändra systemgränserna och utveckla innovationskoncepten så att de ger ett positivt bidrag. Då kan förbindelsen, som en del av samhället, bli en kolsänka och även bidra med andra positiva värden.

Resultatet av övningen blev att det blev tydligt att båda lagen så möjligheter att gå bortom nollutsläpp och ge positiva bidrag. Hur långt lagen nådde i sitt transformativa tänkande redovisas i resultatkapitlet.

### 3.4.3 Spetstekniker

Spetstekniker och avancerade systemlösningar kan vara ett viktigt verktyg för att få våra brobyggen koldioxidfria till år 2045 eller tidigare. Naturvårdsverket har i rapporten *Spetstekniker för miljömålen* (Naturvårdsverket 2015) konstaterat att spetstekniker som it-, bio-, rymd- och nanoteknik är viktiga tekniska utvecklingsområden och generella möjliggörande tekniker där Sverige och världen satsar stora resurser. Spetsteknikområdena bör kunna bidra till att skapa nya miljöinnovationer och ny miljöteknik. I rapporten om spetstekniker identifieras hållbar stadsutveckling, där även brobyggande och annan infrastrukturutbyggnad ingår, som ett viktigt tillämpningsområde för spetstekniker.

*IT och digitalisering* är idag en integrerad del av samhället. Datorer, mobiler, appar, och Internet kan ses som en del av samhällets digitalisering, men också mjukvaror, algoritmer, AI, robotik och visualiseringshjälpmedel är en del av detta. Bättre information kan effektivisera nästan alla tekniska och administrativa processer och möjliggör bättre miljö och hållbarare städer, anläggningar och byggnader.

*Bioteknik* omfattar alla tekniskt-praktiska tillämpningar som bygger på användningen av biologiska system, levande organismer, delar av organismer eller substanser som kommer från levande organismer. Bioteknik innebär en teknisk-praktisk tillämpning av biologisk eller ekologisk kunskap. Biobaserade tekniker kan skapa nya produkter och material. Exempelvis kan nya typer av träkompositer vara strukturmateriäl i byggnader. Nya biologiskt baserade polymerer kan ge ytskikt och barriärskikt. Råvaror till färg, limämnen och täckmaterial kan idag produceras med biotekniska processer, och ersätta oljan som råvara.

I förlängningen av detta synsätt ligger användningen av *biomimik*. Det innebär att härma organismers funktionssätt i tekniska lösningar. Exempel på det är att använda naturens sätt att bygga benet i en fågelvinge med olika material och strukturer. Det ger både starka och lätta konstruktioner i motsats till mycket av dagens byggt teknik som i huvudsak använder homogena material, i bästa fall kompletterade med armeringsjärn.

*Rymdteknik* har i mer än 60 år varit en starkt innovationsdrivande kraft i samhället och är alla de teknologier som gör rymdverksamhet möjlig eller använder resultatet. Data och kommunikation via satelliter som väderdata, miljöövervakning och positioneringssystem används allt mer inom infrastrukturbyggande. Satellitbaserade positioneringssystem kan effektivisera i stort sett all transportplanering, godslogistik och kollektivtrafik. Rymdverksamhet har kontinuerligt lett till tillämpningar och tekniska spin-offs som är till stor hållbarhetsnytta i samhället. Solceller, bränsleceller och LED-lampor för odling har alla utvecklats först för bruk i rymden. Byggnader och fordon i nya lättviktsmaterial utvecklade för rymdindustrin är energieffektiva. Lättviktsmaterial ger förutsättningar för ny arkitektur, ny design och nya byggproduktionsmetoder.

*Nanoteknik* är i hög grad en generell främjande teknik som kan användas på många olika områden. Nanoteknik är en verktyglåda för att kunna skraddarsy egenskaper hos material, till exempel material för solenergiproduktion, energilagring, vattenrening eller byggnadsmaterial. Det finns dock en oro kring tekniken, på grund av faktiska eller möjliga negativa miljö- och hälsoeffekter orsakade av användning av nanoteknik. En av de viktigaste aspekterna av nanoteknik är att den möjliggör design av multifunktionella material med flera egenskaper. Mångsidigheten gör att ett enda nanomaterial kan ha samtliga funktioner som flera traditionella material har. Nya kompositmaterial (konstgjorda sammansatta material) med nanomaterial kan göras brandsäkra, elektriskt ledande och mycket starka. Möjligheten att utforma multifunktionella material kan spara energi, minska kostnaderna för rengöring, åstadkomma andra miljöförbättringar och förebygga ohälsa kopplade till byggnader och annan infrastruktur.

Mot bakgrund av spetsteknikernas hållbarhetspotential inriktades ett antal presentationer för de tävlande lagen på att tydliggöra möjligheterna. Nedan ges två exempel.

En av presentationerna med tillhörande workshop på det andra tävlingsinternatet i Göteborg handlade om biomimik (eller biomimitik/ biomimikry), *Designing a zero carbon bridge with insights from biomimicry*<sup>7</sup>. ”Life’s principles” lyftes fram som ett exempel på bland annat resurseffektivitet. Naturen använder nämligen minimum material till maximal effekt då resurser är dyrt men form billigt. Det ger lättviktsmaterial som är extremt starkt. Ett av de vinnande bidragen hade just bikakestruktur i sitt innovationskoncept. Ett annat exempel från ”Life’s principles” är att tillgängliggöra naturliga förhållanden. Ett exempel är när havsbetong (s.k. biorock eller seacrete) skapas med hjälp av naturens egna processer på samma sätt som korallrevsuppbyggnad. Det tog båda lagen fasta på och det ingick i ett innovationskoncept som en självläkande funktion för brofundament för det egna

---

<sup>7</sup> Föredrag av Leen Gorissen från Belgien, Studio Transitio, under tävlingsinternat II.



laget. I det andra laget utvecklades det till ett helt eget innovationskoncept och inkluderades i förslaget om nya byggprocesser och affärsmodeller med odling av standardiserade och prefabricerade byggdelar.

En annan presentation på tredje tävlingsinternatet i Kiruna avsedd att inspirera de tävlande om spetstekniker var en presentation om *Rymden, miljön och brobyggande*<sup>8</sup>. Den handlade om rymdteknik och de innovationer och nya tekniker som hittills kommit från rymdverksamhet. Det finns många tekniker från rymdverksamhet som kan vara relevanta för brobyggande. Exempel på det är nya lättviktsmaterial, sensorer inbyggda i konstruktioner som övervakar deras funktionssätt, satellitdata för styrning av trafikflöden och på sikt även användningen av robotik och 3D-printing för att bygga infrastruktur.

Exempel på spetstekniker och ekosystemtjänster som togs med i de slutliga innovationskoncepten:

Bioteknik:

- biobaserade kolfiber/grafen-material

Biomimik:

- styrka genom form, hexagonstruktur (bivaxkakor) för maximal styrka
- självläkande/förstärkande fundament/bio-kalksten (korallrev)
- multifunktionellt / anpassningsbart
- odlade konstruktioner (kärnan är biomimicry) – biorock/seacrete/seament (även självläkande)
- form finding, styrka genom form (fågelskelett som exempel)
- självrengörande (lotus-blad)
- vindkraftverk med inspiration från valfenor
- Hajsinnysya på träelement.

Ekosystemtjänster:

- växter och gröna ytor för människor och djur (förbättrad luftkvalitet)
- växlighet i dikesrenar som renar dagvatten
- alléer för skugga, vindskydd och temperaturreglering
- träd och växter som isolerar trafikbuller
- försörjande (matproduktion)
- reglerande (vindskydd, översvämningsskydd etc.)
- kulturella. (rekreation)

---

<sup>8</sup> Föredrag av Ulf E Andersson, Naturvårdsverket, under tävlingsinternat III.

**Digitalisering:**

- robotar och drönare för byggnation och underhåll
- AI & Deep Learning
- IoT
- automatisering, robotisering, digitalisering av byggarbetsplatsen.

**Rymdteknik:**

- kompositer
- sensorer för övervakning som del av konstruktionen, sensorer för optimering under produktion och drift
- grafen i betong.

**Övrig teknik:**

- bio-CCS/ CCS / CCU
- alternativa bindemedel & ballast i betong, från restprodukter (slagg, etc.)
- elektrifiering av fordon (både framtida transporter och arbetsmaskiner)
- geopolymereer.

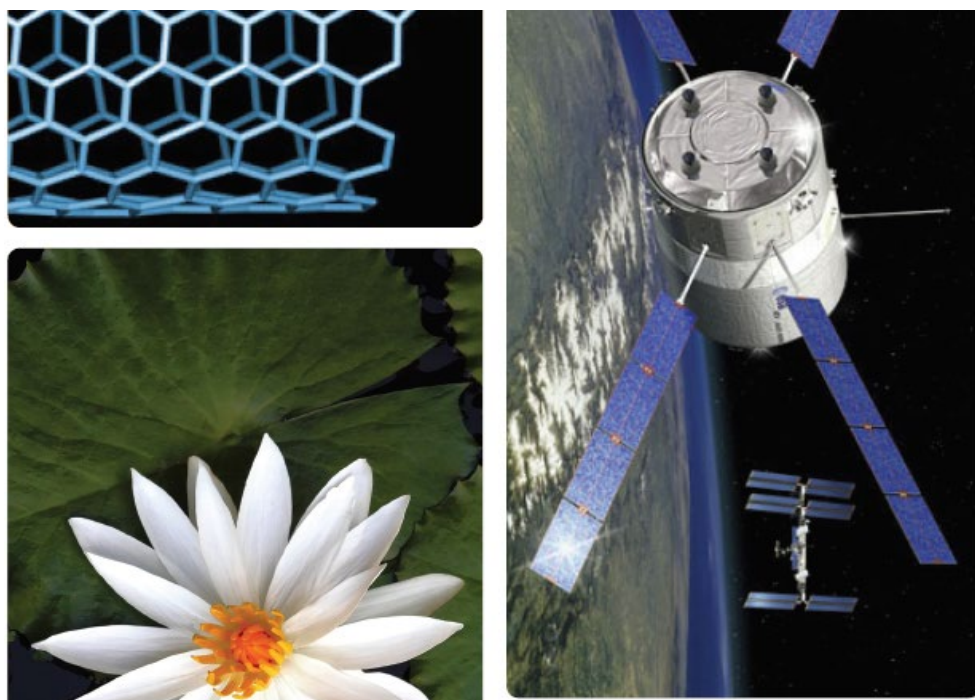


Bild 8: Naturvårdsverkets arbete med spetsteknikerna nano-, rymd-, IT- och bioteknik.

### 3.4.4 Avancerade systemlösningar

Naturvårdsverkets arbete med spetstekniker för miljömålen ledde till att myndigheten fick regeringens uppdrag att 2016-2019 driva stödet

Stadsinnovationer. Stödet bygger på spetstekniker, men kompletterades också med avancerade systemlösningar.

Avancerade systemlösningar skapas genom att befintliga system, tekniker och resursflöden kopplas samman till mer helhetliga och hållbara lösningar för staden, byggnaderna och infrastrukturen. Med en avancerad systemlösning menas en integrering av tekniska eller andra delsystem i byggd miljö så att betydande synergieffekter och miljönytta uppnås. Resurser kan samutnyttjas eller återutnyttjas i nya sammanhang. Då skapas resurseffektivitet och en cirkulär ekonomi som bidrar till att vi kan nå de svenska miljö kvalitetsmålen, Agenda 2030-målen och andra hållbarhetsmål.

Detta kan i praktiken ta sig många olika uttryck, som exempelvis:

- Användning av platsens lokala resurser för att producera förnybar energi eller skapa andra miljönyttor, t.ex. regn, dagvatten, luftfuktighet och snö, omgivande eller närbelägen kyla, vind eller värme respektive solljus eller dagsljus.
- Samverkan mellan ekosystemtjänster och byggnader eller infrastruktur.
- Samtrimning och synergier mellan ett antal olika miljötekniker inom en enskild byggnad eller en infrastrukturanläggning.
- Intermodalitet mellan olika trafikslag.
- Multifunktionell användning av ytor och volymer, som att placera grönytor, solceller eller växthus på tak eller fasader.

Att tillämpa begreppet multifunktionalitet för att åstadkomma avancerade lösningar blev ett tydligt tema för båda de tävlande lagen i innovationstävlingen. Både under tävlingstiden och i tävlingsresultaten lyftes möjligheterna att lokalisera en mängd funktioner på broarna fram, både för produktion av förnybar energi genom att placera solceller eller vindturbiner på bron, eller andra tillbyggnader med sociala eller ekonomiska nyttor. Då kan broarna inte bara vara en klimatanpassad transportinfrastruktur, utan också ge andra miljö- och hållbarhetsnyttor.

### **3.4.5 Ytterligare exempel på inspiration till tävlingsbidragen**

Lagen tog fasta på mycket av inspirationen från internaten i sina tävlingsbidrag, exempelvis:

- Innovationsrådets rapporter från Kina, Japan och USA. Exempelvis kan nämnas bron med multifunktionalitet i Kina och flytbron i USA samt klimatsmarta material.
- Ekosystemtjänster. Exempelvis kan nämnas musselodlingar, fågelbon, konstgjorda öar och grönytor.
- Bio-CCS. Togs upp i flertalet innovationskoncept för att kunna åstadkomma negativa utsläpp, dvs. bortom nollutsläpp.

- AI och digitalisering. Exempelvis effektivisering i byggprocesser, av användning av material och möjliggörandet av återanvändning av byggdelar i framtiden.
- Framtidens transporter. Flera innovationskoncept innehöll flexibilitet för nya former av transporter och nya lösningar för att styra transportflöden.
- Finansiering. Inspirationen var att vilja göra tvärtom från dagens finansieringsmodell, mer inkomst desto mer biltrafik. Nya finansieringsmodeller i innovationskoncepten lyfter fram samfinansieringsmodeller där det finns flertalet intressenter kopplade till den multifunktionella bron.
- Nya affärsmodeller. Modeller som bygger på att inte äga resurser utan hyra, globalt partnerskap eller långsiktiga byggprocesser.

Inspirationsföredragen korsbefruktades med tävlingsdeltagarnas egna expertområden vilka bjöd på alltifrån LCA-expertis, brokonstruktion, albedo-effekter, vibrationer, geolorer till affärsmodellernas nya värdenätverk.

## 3.5 Policyworkshop

En del av tävlingen genomfördes den 2 maj i form av en workshop med tävlingsdeltagare och andra intresserade aktörer. Temat för workshopen var policys eller styrmedel som en del i arbetet för en infrastruktur med netto-noll utsläpp.

Inför workshopen gjordes en undersökning bland deltagarna. Vilka styrmedel som finns idag hindrar en transformativ infrastruktur med netto-noll som mål? Vilka styrmedel som finns idag främjar en transformativ infrastruktur med netto-noll som mål? Räcker de styrmedel som finns idag eller behöver vi ha mer innovativa styrmedel?

Svaren visade att en stor andel av respondenterna (72 procent) ansåg att det fanns flera hindrande styrmedel idag. Exempel som nämndes var upphandling och byggregler som försvårar innovation.

Nästan hälften av respondenterna ansåg i nästa fråga att det också finns styrmedel som främjar innovation. Statliga satsningar såsom exempelvis Industriklivet och Klimatklivet, strategiska forskningssatsningar med fokus på innovation, innovativ upphandling nämndes bland annat. Hela 83 procent ansåg i den tredje frågan att dagens styrmedel inte räcker om vi ska gå mot netto-nollutsläpp. Det behövs nya eller justerade styrmedel. Här nämndes bl. a. innovationsupphandling, bättre och nya kombinationer av styrmedel, tuffare mål, lika regler med mera.

Utifrån en bearbetning av svaren från undersökningen samt ytterligare research kring styrmedel kopplat till innovation fokuserade workshopen på följande områden: Upphandling (byggregler respektive innovation), beredskapskontrakt och styrmedel för bio-CCS.

Upphandling delades in i två delar. En del fokuserade på byggregler (vilka möjligheter finns idag och vilka finns inte?) och en annan del på innovation (vilka möjligheter finns att genomföra innovativa upphandlingar, hur kan vi utveckla innovationsaspekten i upphandlingar etc.?).

Beredskapskontrakt är ett förslag till styrmedel som diskuteras och utvecklas inom ramen för den fördjupade utvärderingen av miljömålen 2019. Förslaget går kortfattat ut på att se beredskapskontrakt som en hävstång för omställning. Genom att inkludera olika samhällsbehov eller utmaningar byggs en resiliens i hela samhället baserat på olika typer av lösningar. Det offentliga och privata utformar långsiktiga kontrakt där staten går in som säkerhet och underlättar risktagande och samtidigt får tillgång till tjänsten eller varan vid behov. Det kan handla om kraftförsörjning, produktionsanläggningar för kritiska insatsvaror, arbetsmaskiner – där utrustningen är 100% kompatibel med en hållbar teknologi och försörjning.

Existerande och alternativa styrmedel för bioenergi med avskiljning och lagring av koldioxid diskuterades också med fokus på infrastrukturbranschen.

Det konkreta programmet för workshopen togs fram i samarbete mellan Naturvårdsverket, Upphandlingsmyndigheten, Trafikverket, Linköpings universitet och flera av deltagarna i tävlingen.



Bild 9: Tävlingsens policyworkshop på Naturvårdsverket.

Workshopen inleddes med presentationer av de utvalda områdena. Därefter delades deltagarna in i grupper och påbörjade fyra diskussionspass. Syftet med diskussionerna var att gemensamt bygga kunskap och konkret bidra till utvecklingen av de styrmedel som finns idag och som kan eller bör utvecklas i framtiden. Diskussionerna leddes av diskussionsledare och alla deltagare diskuterade samtliga teman. Ett annat syfte var att tävlingsdeltagarna kunde ta med sig resultaten från policyworkshopen in i sina innovationskoncept. Tävlingsdeltagarnas policyförslag från innovationskoncepten redovisas i kapitel 4.5.

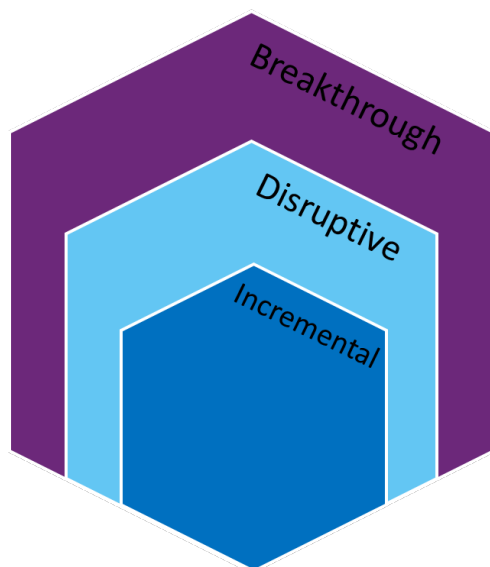
Resultaten från diskussionerna visade att det finns behov av att öka kunskap om innovativa upphandlingar samt att konkret testa att skapa beställarnätverk eller beställardialoger. Där kan beställare och utförare gemensamt arbeta fram mål och kriterier för upphandling av infrastrukturprojekt med nollutsläpp eller åtminstone kraftigt reducerade utsläpp. Det efterfrågades också kriterieutveckling för innovativ upphandling av infrastrukturprojekt, ”klimatpositiv upphandling”. Utvecklingen av kriterierna föreslås genomföras av myndigheter och näringsliv gemensamt med exempelvis Upphandlingsmyndigheten som sammanhållande.

Deltagarna ansåg att bio-CCS och beredskapskontrakt var intressanta styrmedel och gav sina inspel till de aktörer som presenterade områdena. Utveckling av dessa områden pågår även i andra forum, bland annat Fördjupad utvärdering 2019.

En generell slutsats var också att det behövs ytterligare fördjupning för att få fram konkreta och genomarbetade förslag. Efter det att tävlingsresultaten fanns på plats genomfördes därför en andra workshop den 7 november 2018, utifrån hur de tävlandes innovationsförslag ska kunna realiseras. Förslagen återfinns i resultatkapitlet, delkapitel 4.5, under rubriken om tävlingsdeltagarnas policy- och implementeringsförslag.

### 3.6 Affärsmodellutveckling för transformativa miljöeffekter

Som en del i tävlingen erbjöds coaching i transformativ affärsmodellutveckling för tävlingsdeltagarna. Syftet var att öppna deras mind-set att våga gå bortom sin ordinarie kärnverksamhet och tänka sig hur den egna organisationen skulle kunna omvandlas och gå från minskad negativ miljöpåverkan till att bidra positivt till miljön och även samhället i ett vidare perspektiv.



### System/ Society Focus

**Role:** The actual building is a node, where the needs in society is what is delivered. Net-producing buildings of renewable energy that could charge electric vehicles and support locally grown food.

### Solution/ Service Focus

**Role:** Delivering net-producing buildings of renewable energy.

### Product Focus

**Role:** Delivering zero-carbon emissions buildings.

Figur 6. Arbetet med coaching i affärsmodellutveckling för transformativa miljöeffekter, här med ett exempel för byggbolagen engagerade i tävlingen.

## 3.7 Media och Events

I tävlingen har ett stort kommunikationsarbete bedrivits med hjälp av tävlingens kommunikationsgrupp. Tävlingen har uppmärksammats i media med över 20 artiklar, både lokalt och nationellt, samt i fackpress. Detta har varit i form av radioinslag, debattartiklar och intervjuer i tidningar. En lista över deltagare i kommunikationsgruppen återfinns i bilaga 1 och en sammanställning av genomslag i media i bilaga 4.

Tävlingen har presenterats på seminarier och konferenser nationellt, samt i ett antal internationella sammanhang:

- Side event till Energy Ministerial och Mission Innovation under Nordic Clean Energy Week, våren 2018
- UNFCCC<sup>9</sup>'s Talanoua dialogue, våren 2018
- Side event på UNFCCC COP24<sup>10</sup>, hösten 2018

<sup>9</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change

<sup>10</sup> Conference of the Parties



## 3.8 Juryprocess

Processen för bedömning av tävlingsbidragen är hämtad från CEPI:s The Two Team project. Den anpassades efter förutsättningar i innovationstävlingen Transformativ Infrastruktur.

Bedömningen gjordes i två steg.

Steg 1: Först bedömde en pre-jury tävlingsbidragen från de två lagen (ungefär 5 bidrag per lag). Pre-juryn tog emot bidragen i förväg och bedömde dem enligt ett särskilt ”score-card”. Sedan sågs pre-juryn under en dag då lagledarna för respektive lag presenterade var för sig respektive lags tävlingsbidrag. Det skedde i form av korta presentationer på cirka 10 minuter och efter det en längre tid för frågor. Pre-juryn diskuterade sedan poängsättningen av varje tävlingsbidrag utifrån score-cards och lagens presentationer i enrum. Pre-juryns bedömningar och förslag på vinnare lämnades sedan till den slutliga juryn.



Bild 10. Lag blå presenterar sina innovationskoncept för pre-juryn.

Steg 2: Den slutliga juryn fick både tävlingsbidragen och pre-juryns rankning som grundats på score-carden. Den slutliga juryn träffades under två timmar och fick korta presentationer från lagledningen och tillfälle att ställa frågor. Den slutliga juryn diskuterade i enrum pre-juryns rankning ifall de ansåg att det skulle ske någon förändring av rankningen.





Bild 11. Foto från mötet den 21 juni 2018 på Finansdepartementet med slutliga juryn (namn på personerna från vänster till höger i bild): Pre-juryens ordförande Birgitta Govén från Sveriges Byggindustrier, Naturvårdsverkets projektledare för tävlingen Eva Dalenstam, medlemmarna i den slutliga juryn: Tuula Teeri/ Ingenjörsvetenskapsakademin IVA, juryens ordförande tillika enhetschef Katja Awiti/ Miljö- och energidepartementet, Björn Risinger/ Naturvårdsverket, Måns Nilsson/ SEI, Begonia Randhav/ WWF Sweden Youth, Sven Hunhammar/ Trafikverket, (ej med i bild: Catharina Elmsäter-Svärd/ Sveriges Byggindustrier och Leif Callenholm/ Energimyndigheten) samt innovationsansvarig på Miljö- och energidepartementet Anna Carin Thomér.

I pre-juryn satt experter från myndigheter, näringsliv och akademi. I den slutliga juryn satt VD:ar och GD:ar.

Pre-juryens och den slutliga juryens sammansättning återfinns i bilaga 1.

## Tävlingens bedömningsgrunder

Målet för innovationstävlingen var:

1. Att nå nära noll utsläpp i alla faser av broförbindelsens livscykel (produktion av material, byggskedet, driftskedet och rivning). Det innebär att utsläppsminskningar från tävlingsbidraget förutsätts gå längre än en minskning om 85% jämfört med referensen (alltså de uppskattade utsläppen för den ursprungliga bron). Anledningen är att kvarvarande utsläpp för Sveriges klimatmålsscenario 2045 kommer framförallt från sektorer som inte är relaterade till infrastruktur ur ett livscykelperspektiv (framförallt jordbruk). Infångning och lagring av fossil koldioxid ses som en utsläppsminskande åtgärd som får användas här förutsett att utsläppen inte kan minskas genom andra rimliga alternativa åtgärder.
2. Att bidra till kompletterande åtgärder utanför 2045-målsättningen och därefter nå negativa utsläpp. Det omfattar exempelvis infångning och lagring av biogena koldioxidutsläpp eller kompensationsåtgärder utanför Sveriges gränser. Andra åtgärder som omfattas är nettoupptag av koldioxid från atmosfären genom att plantera träd och öka växtligheten, bygga i trä eller genom att ta hänsyn till de upptag som betong kan göra under förbindelsens livstid.

3. Det är dessutom möjligt att projektet bidrar med utsläppsminskningar i andra sektorer som omfattas av Sveriges målsättning. Det kan exempelvis göras genom att bron producerar förnybar el och värme eller andra klimateffektiva produkter och tjänster som anses vara relevanta för Sveriges klimatomställning.

Dessa tre kriterier var bedömningsgrunderna för val av vinnande innovationskoncept i innovationstävlingen. Bedömningen av tävlingsbidragen fokuserade huvudsakligen på uppfyllelsen av den första målsättningen. Hur tävlingsbidragen uppnådde andra och tredje målsättningen gav pluspoäng.

Sammantaget bör innovationskoncepten bidra till en transformativ industriell utveckling genom möjligheten att bidra till att nå nollutsläpp\* av växthusgasutsläpp genom banbrytande innovationer. De bör inte medföra en betydande negativ påverkan på övriga miljömål, utan om möjligt också en positiv inverkan på övriga miljömål. Då finns potentialen för ökad konkurrenskraft med exempelvis ökat värdeskapande eller minskade kostnader.

-----  
\*) Beräkningsunderlag ”nollutsläpp”:

Klimatmålet om att nå nettonollutsläpp år 2045 för Sverige som helhet innebär att utsläppen ska minska med minst 85 % till 2045 jämfört med 1990 och att resterande utsläpp ska kompenseras med kompletterande åtgärder (internationella krediter, verifierade utsläppsminskningar som sker i andra länder, infångning och lagring av biogena utsläpp s.k. bio-CCS, samt ökat upptag av koldioxid i skog och mark).

### 3.9 Vinnare utses

Vinnarna utsågs under en prisceremoni i Almedalen. Miljöminister Karolina Skog överlämnade diplom som hon och närings- och innovationsministern signerat.



Bild 12. Ögonblick från prisceremoni i Almedalen: Lagdeltagare tar emot sina diplom, Karolina Skog applåderar och publiken är aktiv.

Lagen tävlade i två grenar:

- transformativ<sup>11</sup> helhetslösning för nollutsläpp
- banbrytande<sup>12</sup> innovationskoncept

Juryn beslutade att:

- Vinnare i grenen Transformativ helhetslösning för nollutsläpp är Lag Blå med bidraget *Den sanna sagan om bron med form och funktion*.
- Vinnare i grenen Banbrytande innovationskoncept är Lag Gul med bidraget *Odlade konstruktioner*.

### 3.9.1 Juryns motiveringar

#### 3.9.1.1 TRANSFORMATIV HELHETSLÖSNING FÖR NOLLUTSLÄPP

I en inspirerande berättelse beskrivs vägen in i framtiden mot en klimatsmart förbindelse mellan Malmö och Köpenhamn. Flera transformativa skiften har skapats och klimatsmarta byggmaterial är standard, energiproducerande lösningar en självklar del av konstruktionen och ett flertal olika transportsätt tillgodoses på ett flexibelt sätt, i harmoni med den omgivande naturen. Med ett framåtblickande och väl genomtänkt helhetskoncept med intressanta möjligheter till genomförande överträffas Klimatlagens krav på nettonollutsläpp till 2045 och det sker dessutom i

<sup>11</sup> Minst 80 procent bättre miljöeffekt än den konventionella lösningen. Bilaga 6, Upphandlingsutredningen, Slutbetänkande SOU 2013:12; [www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/Stadsinnovationer/Vad-ar-transformativa-innovationer/](http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/Stadsinnovationer/Vad-ar-transformativa-innovationer/)

<sup>12</sup> Nyskapande, att se bortom dagens systemlösningar (Vinnova, Innovationer för ett Hållbart Samhälle 2017-2018; [www.vinnova.se/e/innovationer-for-ett-hallbart-samhalle-2018/](http://www.vinnova.se/e/innovationer-for-ett-hallbart-samhalle-2018/))

en av samhällets svåraste sektorer, infrastrukturbyggande. Negativa utsläpp uppnås i hela värdekedjan på ett omvälvande sätt, samtidigt som andra samhällsvärden skapas på vägen. Utvecklade material och nya konstruktioner kombineras i en helhet som skapar möjligheter för samhället att klara den klimatutmaning vi står inför. Vinnare i grenen *Transformativ helhetslösning för nollutsläpp* är Lag Blå med *Den sanna sagan om bron med form och funktion*.

### 3.9.1.2 BANBRYTANDE INNOVATIONSKONCEPT

Genom en kombination av befintlig kunskap och banbrytande nya idéer skapas transformativa lösningar, som dessutom utmanar föreställningen om vad en bro egentligen är. Med utgångspunkt i multifunktionalitet och flera samhällsbehov i kombination med ett cirkulärt perspektiv, 5-stegsprincipen, startas en process som kan minska utsläppen radikalt och skapa en mängd integrerade samhällsnyttor. Traditionella materialval ersätts av möjligheten att låta naturen ”odla” en bro genom att bygga upp biobetong. Koldioxid och kalk från havet används som råvaror för materialuppbyggnaden. Varma vatten optimerar tillväxten vilket skapar möjligheter till helt nya affärsmodeller och finansieringslösningar i nya former av internationell samverkan. Standardiserade moduler bidrar till en långsiktighet för att havsodlade konstruktionselement ska kunna vara konkurrenskraftiga. Vinnare i grenen *Banbrytande innovationskoncept* är Lag Gul med konceptet *Odlade konstruktioner*.

## 4 Resultat

Resultaten från tävlingen var många. Lagens innovationskoncept och ett exempelbibliotek visar på innovativa och banbrytande lösningar för en brokonstruktion som helhet, inom konstruktion och design, klimatsmarta material, affärsmodeller, multifunktionalitet, biomimik, byggprocesser och cirkulär ekonomi. Flertalet policy- och implementeringsförslag för nollutsläpp inom infrastruktursektorn har tagits fram. En ny tävlingsmodell har utvecklats av näringsliv, akademi och myndigheter tillsammans. Nya tävlingar av samma modell är initierade och tävlingen innebar en innovativ samverkansform av medskapande karaktär. Resultaten beskrivs närmare nedan.

### 4.1 Vinnarna

#### 4.1.1 Självförsörjande ormbro med negativa utsläpp

Lag Blå vann kategorin ”transformativ helhetslösning för nollutsläpp” med en ormformad bro, i klimatpositiv stål- och betongkonstruktion med bikakestruktur, som sparar material och producerar el. Ett vinnande koncept som reducerar 304 000 ton koldioxid från atmosfären.

##### 4.1.1.1 MATERIALSNÅL DESIGN

Framtidens smarta bro är av ett helt annat slag än broar 2018. Förutom att den har en bros funktion, att binda samman två platser, exempelvis över vatten, skapar bron i sig flera adderade tjänster och värden. Utformningen förenar estetiskt tilltalande design liket en orm över sundet och en hållbar, materialsnål konstruktion i form av rör med ett skal av bikakestruktur, som ger en lättviktig bro med styrka och hållfasthet.

##### 4.1.1.2 SJÄLVFÖRSÖRJANDE PÅ EL

Bron är självförsörjande på el tack vare solpaneler och tusentals små vindturbiner som främst löser bronns eget energibehov för drift av fläktar, elinstallationer, belysning med mera, men som även kan ge överskottsel. Fossilfri el och ett totalt ”elbidrag” från bron gör att den kan ge minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp. Solpanelerna beräknas kunna ge upp till 40 GWh och vindkraften upp till 500 GWh per år.

##### 4.1.1.3 EKOSYSTEMTJÄNSTER

Värden skapas också i form av både försörjande, reglerande och kulturella ekosystemtjänster. Diken och annan växtlighet hjälper till att rena dagvatten och binda föroreningar och partiklar samt minskar bullret. Växtlighet och grönska på och kring bron bidrar med positiva upplevelser för människorna som vistas på bron.

#### 4.1.1.4 BORTOM NOLLUTSLÄPP

CO<sub>2</sub>-utsläppen från ett brobygge kommer till allra största delen från produktion och transporter av byggmaterialen och från byggprocessen i sig. För att nå nollutsläpp bygger vi vår värdeskapande bro av klimatpositiva material som är gjorda genom helt andra tillverkningsprocesser än 2018. De främsta materialen i bron är stål och betong, men hur kan materialen bli klimatpositiva? För stålets del har tillverkningen år 2045 förändrats radikalt. Från den utsläppstunga tekniken med förädling via reduktion med kol och koks, till direktreduktion med vätgas, som i stort sett bara ger vatten som utsläpp. År 2045 tillverkar vi dessutom nytt stål av återvunnet ”skrotstål” effektivt genom ny teknik. Stålets kringprocesser försörjs med biobränslen och kompletteras med CCS, vilket gör att stålet blir klimatpositivt.

När det gäller cement finns effektiva CCS och CCU-lösningar (Carbon Capture and Storage respektive Carbon Capture and Utilization) på plats som tar hand om mycket av utsläppen från cementtillverkningen. Termiska processer har också ersatts av elektrifierade processer vilket förenklar koldioxidlagring. Tack vare fullt utbyggd CCS, utvecklade processtekniker och användning av biobränslen i övriga processer har cement- och betongindustrin till och med nått negativa utsläpp och materialen i bron är därför klimatpositiva.

Tillsammans med elproduktionen på bron ger bron negativa utsläpp på totalt 304 000 ton CO<sub>2</sub>.

#### 4.1.1.5 FLEXIBEL FÖR FRAMTIDENS TRANSPORTER

Den värdeskapande bron är byggd utifrån insikten att framtidens transportmönster kan se helt annorlunda ut än idag, och att bron därför måste vara flexibel och anpassningsbar till nya transportslag. Några kanske vi inte ens känner till ännu, medan andra kan förväntas bli alltmer aktuella, exempelvis fordon som drivs med enbart el eller vätgas. Bron är därför redan från början genomtänkt för att kunna möta framtidens behov av exempelvis laddningsstationer eller elektrifiering.

### 4.1.2 Havsodlade konstruktioner

Lag Gul tog hem första priset i kategorin ”banbrytande innovationskoncept”. Lagets vinnande bidrag presenterar en bro där naturens egna processer odlar fram bron i biobetong med hjälp av koldioxid och kalk från havet. Det vinnande konceptet innehåller även nya byggprocesser och nya affärs- och finansieringsmodeller.

#### 4.1.2.1 KLIMATSMART MATERIAL

Vi ser stora möjligheter att skapa en innovativ ”biologisk bro” med helt nya och klimatneutrala material, som inte har de stora utsläpp av CO<sub>2</sub> som konventionell produktion av betong har. Ett exempel är havsodlad betong som skapas genom att

man lägger låg spänning på ett ledande material i havsvatten. Då bildas ett hårt betongliknande material kring det ledande materialet, från kalkstenssediment och löst kalk i vatten. Odlade konstruktioner minskar behovet av kalksten till cement och kan ge ett nettoupptag av CO<sub>2</sub>. På köpet kan man ta tillvara vätgasen som bildas i processen, och använda som energibärare. Låter man spänningen fortsatt ligga på blir materialet också självreparerande, underhållsfritt och rostskyddat eftersom tillväxten av bio-kalksten fortsätter. De ledande strukturerna görs av klimatneutrala eller nästintill klimatneutrala material, som stål återvunnet med förnybar energi eller biobaserade material som grafen eller kolfiber.

I processen bildas vätgas som kan tas tillvara som energikälla. I processen binder materialet också CO<sub>2</sub> från havsvattnet, som i sin tur kommer att ta upp CO<sub>2</sub> från luften för att jämma ut CO<sub>2</sub>-halten i havsvattnet, vilket bidrar till minskad CO<sub>2</sub> i atmosfären. Att odla betong kräver väldigt lite resurser, bara en grundstruktur som t ex armeringsjärn, och tillförsel av förnybar el.

#### 4.1.2.2 STANDARDISERING, AFFÄRSMODELLER OCH GLOBALA PARTNERSKAP

Metoden bygger på forskning som startade redan på 70-talet, och har hittills främst använts för att återskapa korallrev. Men vi ser stora möjligheter med odlad betong i större skala och för många typer av byggnationer, med hjälp av nya konstruktionsmodeller, standardisering och affärsmodeller. Odlad betong växer långsamt, men i en framtid där det används i stor skala har det mindre betydelse då vi nått en långsiktig efterfrågan och planering för nya projekt. Tillväxten fungerar bäst i varmare, tropiska vatten och kan därför ge betydande exportinkomster för länder på södra halvklotet.

## 4.2 Elva innovationskoncept

Det är inte bara de vinnande innovationskoncepten som blev ett resultat av tävlingen. Även de övriga nio innovationskoncepten har fått stor uppmärksamhet. Nedan följer tävlingsdeltagarnas korta sammanfattningar av de nio innovationskoncepten. Originaldokumentationen för ett innovationskoncept är på ca 7-10 sidor.

### 4.2.1 Affärsmodeller för en cirkulär bygg- och anläggningssektor

Innovationskonceptet från lag Blå lyfter fram behovet av ett helt nytt sätt att göra affärer på, när en förbindelse eller annat byggnadsverk i framtiden är multifunktionell och flera aktörer samfinansierar och samförvaltar, och där resurserna tillvaratas där de gör mest nytta samt är anpassningsbara för flexibla behov. Affärsmodellskonceptet bygg på sex grundprinciper:

- att gå från värdekedja till värdenätverk, där resurserna används om och om igen för olika ändamål istället för att producera, användas och skrotas

- resurser hyrs ut i nätverket
- förbindelsen är en plattform snarare än en förbindelse, och bas för uthyrningssystemet av resurser
- hantering av resurserna med hjälp av blockchain-teknik och AI
- i framtiden kommer AI och robotik ha tagit över många jobb, varför arbete inte blir en hållbar skattebas
- naturresurserna blir skattebasen.

#### 4.2.2 En värdeskapande bro



Figur 7. Illustration av den värdeskapande bron. Illustration av mötesritare/ Naturvårdsverket.

En värdeskapande bro är ett innovationskoncept från lag Blå som visar på hur förbindelsen kan skapa värde. Värdeskapandet kommer från en design av förbindelsen som tar hänsyn till trafiken, har självunderhållande funktioner och skapar energi genom smarta installationer av vind och solkraft. Nedan beskrivs dessa.

- Trafiken över bron. Idag kan vi inte säga vilka kombinationer som är mest klimatpositiva år 2045. Det hanteras genom att redan i konstruktionsfasen skapa en flexibilitet där hänsyn kan tas till framtida fordonsutveckling. Möjlighet till elektrifiering, laddning etc.
- Smarta installationer genererar energi främst genom integrerad sol- och vindkraft. De integreras i designen av bron och energin som produceras är



främst till för att driva alla installationer, tex fläktar i tunneln. På så sätt blir bron självförsörjande på el och ger även ett överskott.

- Affärsmodellen runt bron ska bidra till att gynna att de minst klimat- och miljömässigt påverkande transporterna, både över bron och för fortsatta transporter därefter.
- Kontinuerlig förstärkning i bottenfundamenten sker genom naturens egna påväxt av bio-kalksten som skyddar fundamenten i den marina miljön.
- Underhåll. Minimerat underhåll åstadkoms redan vid materialvalet i ursprungskonstruktionen samt genom att göra de delar som slits utbytbara och att det finns en cirkulär affärsmodell som gynnar detta. Optimerat underhåll genom automatiska sensorer och kameror som kan se var riktade åtgärder behövs. Riskfyllt underhållsarbete sker automatiskt eller med hjälp av robotar.
- Tillvaratagna ekosystemtjänster, för att gynna människa och natur.

#### **4.2.3 Material 1 – klimatpositiv stålframställning**

Detta innovationskoncept från lag Blå beskriver hur stålframställning kan göras klimatpositiv.

Biomimik-inspirerade brokonstruktioner minskar stålåtgången i sig. Genom att dessutom använda höghållfaststål minskar vi mängden stål med 30 %. År 2045 produceras höghållfast stål i ljusbågsugn vilket minskar CO<sub>2</sub>-utsläppen med 85 %. Vi har även ställt om den kol- och koksbaseerade ståltillverkningen till klimatpositivt stål som framställs genom reduktion med vätgas, som i sin tur är tillverkad via fossilfri elektrolys. De biogena koldioxidutsläppen från processen fångas in och lagras, så kallad bio-CCS, vilket leder till negativa utsläpp med upp till -25 %.

#### **4.2.4 Material 2 – CCS Cementindustrin**

Lag Blå beskriver i detta innovationskoncept hur cementtillverkningen kan bidra till negativa utsläpp.

Betongen som användas i bron är tillverkad av cement med CCS-lösningar och kompletterande omhändertagande som till exempel nyttjande av koldioxid inbundet i andra kretslopp, CCU (Carbon Capture and Utilization). Både fossil och biogen CO<sub>2</sub> lagras. Det gör att cementtillverkningen totalt sett ger negativa utsläpp. Termiska processer har också ersatts av elektrifierade processer vilket förenklar CO<sub>2</sub>-avskiljning och lagring. Inom CCU används mikroalger som tar upp CO<sub>2</sub> från cementfabrikernas utsläpp, och algerna blir sedan biomassa som kan användas som bland annat biobränsle.

## Poly Ponte och 5-stepsprincipen



Figur 8. Illustration av Poly Ponte. Illustration av mötesritare/ Naturvårdsverket.

Innovationskonceptet från lag Gul presenterar en multifunktionell bro med benämning Poly Ponte, med tillhörande innovativ planeringsprocess, kallad ”5-stepsprincipen”.

Poly Ponte innebär ett nytt sätt att se på utvecklingen av vårt samhälle, där vi genom att bygga en multifunktionell anläggning tillgodoser olika typer av behov. Huvudmålet är optimering av den totala resursanvändningen för byggandet för att uppfylla olika funktioner med hög kvalitet. Behovet av att kunna förflyttas över Öresund kombineras med möjligheten att odla mat och andra råvaror, skapa miljöer som ger energi samt biologisk mångfald där för området nya växtarter etablerar sig intill eller på byggnadsverket samt ekosystemtjänster såsom växtlighet som t ex skydd mot översvämningar och ökade vindar. Konceptet innebär att vi behöver en utvecklad planeringsprocess, ”5-stepsprincipen” (se längre ned), samt en utökad samverkan mellan olika aktörer i samhällsbyggnadsprocessen.

Poly Ponte är också tänkt att vara en i samhället integrerad testbädd och forskningsmiljö. Det ger oss möjligheter att utveckla och testa metoder för framtida energiproduktion såsom energiutvinning från vattenströmning, vågkraft, sjö-, havsvärme eller fjärrkyla. Miljön med öppna havsytor som omger denna nya stadsdel bedöms också vara gynnsam för vindkraft, där det till exempel ger möjlighet att styra vindar för högre vindhastighet och därmed bättre utväxling.

Poly Ponte som testbädd innebär också att vi kan testa nya material i samhällsbyggandet, där odlade konstruktioner är mycket intressant som framtidsmaterial. Andra möjliga område att studera i denna testbädd skulle potentialen i olika förslag på lösningar av samhällets hållbarhetsutmaningar och till exempel se hur digitaliseringen och AI kan bidra till lösningarna.

En annan möjlighet är att utvinna energi ut de rörelser och vibrationer som uppstår i och med att transporter är en huvudaktivitet på förbindelsen.

För att också dra nytta av den digitala transformation som har initierats och pågår i samhällsbyggnadssektorn ser vi att nya incitament att samverka behövs. Den utveckling som pågår, där också utvecklingen inom AI och industrialisering är en viktig del, kommer medföra att nya roller inom nya kompetensområden behövs, samt också att vissa roller kommer försvinna. Detta gör att nya affärsmodeller, juridik och organisationsformer också behöver utvecklas.

Bron ska ha vita ytor och material där det är möjligt, för att öka reflektionen av solljus. Då sänks temperaturen, vilket ger en effekt som motsvarar sänkning av CO<sub>2</sub>-utsläpp.

5-steps principen, en planeringsprocess för en multifunktionell infrastruktur för det hållbara samhällets behov. Utgångspunkten är att bygga utifrån ett brett funktionstänkande när byggande sker, för att få många olika funktioner att samverka för ett klimatneutralt samhälle.

Den föreslagna 5-stegsprincipen innebär att inkludera ytterligare ett steg i Trafikverkets vedertagna arbetsstrategi för 4-stegsprincipen (Trafikverket, 2018).

Då fokuseras planeringsprocessen på lösningar ur ett multifunktionellt perspektiv. Det femte steget utgör tävlingskonceptet och omfattar tre faser.

*Blå Fas – behovsanalys:* Här utvidgas målbilden om vilka behov som ska tillgodoses i den nya anläggningen och utgår från de som kommer av ett hållbart samhälle, t.ex. kopplat till levnads- och resvanor, energibehov, redundans, folkhälsa etc.

*Gul Fas – uppfylla/tillgodose behov:* Här identifieras på vilka sätt anläggningen kan uppfylla identifierade behov.

*Orange Fas – Finansiering, Utformning, Genomförande, Drift:* Med fokus på utmaningen i alternativa finansierings- och affärsmodeller för att hantera multifunktion i en och samma anläggning.

## 4.2.5 Flexibel konstruktion

Det här innovationskonceptet från lag Gul presenterar flexibla konstruktioner i bron.

Med flexibla flytande moduler möjliggörs byggandet av broar som enkelt kan anpassas efter nya förutsättningar och flyttas efter behov, repareras, återvinnas och återanvändas. Med hög andel återvinning och återanvändning möjliggörs cirkulära materialflöden som minskar materialanvändningen på sikt jämfört med konventionella broar. Med smarta och standardiserade moduler och gränssnitt kan tillverkningen utföras i industriella processer vilket medför stora möjligheter till ständig effektivisering av både produkt och process. Konceptet adresserar ett antal problemområden som har kategoriserats in i följande fyra huvudspår: flexibilitet i funktion, flexibilitet i konstruktion, cirkularitet och motståndskraft mot klimatförändringar.

### 4.2.5.1 FLEXIBILITET I FUNKTION

En stor anledning till konceptets möjlighet till minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp är dess flexibilitet som medför ett begränsat resursslöseri i en tid där riskerna för att bygga fel ökar. Flexibiliteten gör att konceptet enkelt kan anpassas till en föränderlig värld med nya transportslag och volymer eller helt nya användningsområden såsom bostäder eller arbetsplatser.

För att möta föränderligheten kan modulerna även dimensioneras till en kortare livstid än traditionella brokonstruktioner, men med enkla möjligheter till reparationer och uppdateringar för att möta framtida behov. Lägre dimensionerad livstid och modulernas flytförmåga gör att mindre material behövs jämfört med vid traditionella brobyggen.

### 4.2.5.2 FLEXIBILITET I DESIGN OCH KONSTRUKTION

Konceptet medför relativt icke-invasiva förankringar i miljön: pontonbron är lätt att flytta eller montera ner utan att miljön blir långvarigt påverkad, jämfört med en massiv traditionell brodesign som medför ett kostsamt och energikrävande rivningsarbete.

En pontonbro behöver inte konstrueras på plats, utan kan till stor del byggas vid specialiserade anläggningar för att sedan bogseras till avsedd position. Förenklingen av produktion och uppförande av bron medför besparingar av ekonomiska, ekologiska, och tids-resurser jämfört med en traditionell, fast bro.

Vattnets bärkraft har potential att minska materialåtgång jämfört med en fast konstruktion eftersom de flytande pontonerna enbart dimensioneras efter lasten de ska bära och inte efter vattendjup, bottenmaterial, etc. (dock är utformningen av pontonernas förankring beroende av de faktorerna).

#### 4.2.5.3 CIRKULARITET

Konceptet medför möjlighet till minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp även på lång sikt eftersom det bygger på cirkularitet och kretsloppstänkande med återanvändning av moduler samt återvinning av material. De smarta gränssnitten mellan modulerna gör att trasiga moduler enkelt och snabbt kan bytas ut utan stora och kostsamma reparationsinsatser som hindrar trafikflödena över bron. Eftersom modulkonceptet har en hög andel av standardisering kan reparationer och annan hantering göras effektivt genom automatiserade processer.

#### 4.2.5.4 MOTSTÅNSKRAFT MOT KLIMATFÖRÄNDRINGAR

En viktig del i konceptet är dess inneboende motståndskraft och anpassningsbarhet till klimatförändringar. Broar med flytande moduler är särskilt lämpade för havsnivåhöjningar och översvämningar eftersom de med sin flytkraft kommer att befinna sig ovanför vattenytan och vara farbara. Möjligheten till snabba reparationer och byten av moduler medför att funktionen snabbt kan återställas efter skador från exempelvis extrema stormar.

### 4.2.6 Klimatsmarta material

Det här innovationskonceptet från lag Gul beskriver material med betydligt mindre koldioxidutsläpp än dagens material som används inom infrastrukturen.

Konceptet med klimatsmarta konstruktionsmaterial förutsätter att man optimerar eller förändrar urval av oorganiska utgångsmaterial för framställning av färdiga delmaterial eller färdiga element. I dagsläget används cementbaserade material för stora infrastrukturobjekt där fokus ligger på mekanisk bärighet och beständighet. Den typen av konstruktioner medför stora investeringskostnader och förutsätter att färdiga objekt skall serva samhället under minst 100 år och helst mycket längre då beprövade tekniska lösningar som har validerats under en lång period i ute miljö föredras av branschen. Byggmaterial baserat på ren Portlandcement, även om det erbjuder utmärkta egenskaper, är inte framtiden och måste CO<sub>2</sub> optimeras. Det finns flera tekniker och material som kan komplettera eller ersätta ingredienser i cement. I konceptet ingår hela produktionskedjan från basmaterialet till en färdig produkt.

Reduktion eller eliminering av utsläpp av CO<sub>2</sub> som i dagsläge kommer från produktionen av cement och stål:

- Portlandcement - CCS kan hantera ca 35% av CO<sub>2</sub> utsläppet och resten kan hanteras genom produktionsåtgärder (bränsle, produktionsoptimering, lägre temperaturer).
- Portlandcement med inblandning av andra CO<sub>2</sub> neutrala bindemedel t ex flygaska eller masugnsslagg (cement produkter med andra bindemedel finns redan på marknaden t ex CEM III). I Sverige är det inte vanligt att man har använt höga halter av flygaska eller slag i betong. För marinmiljö

rekommenderas höga slagghalter då betongen blir mycket tätare och därmed hållbarheten och beständigheten ökar.

- Geopolymerer – 0% CO<sub>2</sub> vid produktion; produktionen kräver mycket starka kemikalier (baser) för att producera geopolymer vilket kan innebära andra typer av arbetsmiljöproblem. Malningsprocessen kräver en del energi men den ska vara eldriven. Det finns dammar och hus men man saknar exempel för geopolymer-broar. Beständighet mot salter bedöms vara god. Tillgängligheten på råmaterial t ex slagg däremot kan vara problematisk på sikt.
- Kalcinerade leror är ett mycket lovande teknik för tillverkning av alternativt cement där egenskaper för betong blir samma eller bättre än idag. Tekniken är i en intensiv utvecklingsfas och beroende på tillgänglighet av lämpliga leror där geologisk kartering av leror är gjord samt utvärdering av leregenskaper pågår. Tidsaspekten är några få år. Energibehovet för att bränna leror minskas till ca 60% av tillverkning av Portlandcement samt som leror har inget utsläpp av CO<sub>2</sub>.

#### 4.2.7 Resursoptimering

Det här innovationskonceptet från lag Gul presenterar resurseffektivisering i byggprocessen.

Konceptet bidrar till att lösa utmaningen att icke optimala mängder eller typer av material används vid ny- och ombyggnation av infrastruktur, sett till hela livscykeln. Det bidrar också till att optimera resursanvändningen i byggnationsprocesser samt vid drift och underhåll, dvs. optimera byggmetoder och logistik, användning av maskiner och utrustning, tidsåtgång, underhållsåtgärder etc.

Det bidrar i sin tur till att minska naturresursuttag och koldioxidutsläpp associerat med byggmaterial och bygg- och driftsprocesser under ett byggnads-verks hela livscykel; materialtillverkning, byggproduktion, drift och underhåll, rivning samt vid framtida återbruk.

Med AI och sensorer kommer det också finnas större möjlighet att kombinera olika byggmaterial med varandra och att utvärdera och införa nya material. Byggnadsverk kan också utformas optimalt med avseende på återanvändnings- och återvinningsbarhet (design for deconstruction).

Genom att installera aktiva sensorer i byggnadsverket kommer underhåll att kunna planeras på ett optimalt sätt, och livslängden av strukturen ökas samtidigt som underhållsbehov minimeras. Sensorer möjliggör också att följa utmattningstillståndet i de viktiga delarna av bron och följa belastningen som sker, som i sin tur kan bidra till att förbättra dimensioneringsregler för nya konstruktioner. En digital tvilling av byggnadsverket skapas för att samla in data under dess livslängd.

Den totala potentiella utsläppsminskningen som konceptet resulterar i är svår att bedöma eftersom minskningar sker i alla skeden av ett byggnadsverks livscykel. Baserat på andra studier och exempel, uppskattas de nya verktyg kopplat till dessa teknologier kunna bidra till en total CO<sub>2</sub>-minskning om 20-70 % under ett byggnadsverks hela livscykel.

#### **4.2.8 Bella Ponte**

Det här innovationskonceptet från lag Gul fokuserar på resurssnål konstruktion och innovativ transportreglering. Bron benämns Bella Ponte.

Bella Ponte är en vacker och smäcker förbindelse i form av en kombinerad bro och tunnel. Förbindelsens signum är att använda de nyaste teknikerna och materialen i syfte att lyckas bygga ny transportinfrastruktur och samtidigt vara rädd om jordens resurser. För det behövs ett helt nytt angreppssätt för dimensioneringen. Bron är byggd efter principen att skapa en så resurssnål konstruktion som möjligt på bekostnad av kravet på högsta möjliga framkomlighet. Eftersom konstruktionen är mycket slimmad kommer innovativa regleringar av vilka fordon som kan passera under olika tidsperioder på grund av kapacitet och belastning användas.

I konceptet utgår vi från ett grundläggande problemområde vid dimensionering av inte minst brokonstruktioner, den höga belastningen. Hög belastning (flöde, vikt och vibration) medför att bron måste dimensioneras för att möta den, vilket leder till en större bro (förbindelse).

Konceptet bygger på att vi då tittar på följande delområden för att uppnå lägre klimatpåverkande utsläpp:

- Begränsning av tunga transporter eller fördelning av de transporter som ska ske över bron så att belastningen blir jämnare över tid. Det minskar maximala momentana belastningen.
- Materialeffektivitet samt materialsnål design.
- Nya eller förbättrade material med lägre utsläpp av klimatpåverkande gaser.
- Återvinningsbara konstruktioner.

### **4.3 Sju utvecklingsspår**

Lagen lämnade in totalt elva innovationskoncept. I koncepten fanns sju utvecklingsspår som lagen har identifierat att tillsammans arbeta vidare med. Utvecklingsspåren kan engagera också andra aktörer än de som deltagit i tävlingen, eftersom allt arbete inom tävlingen bygger på öppen innovation. Det lever vidare i olika utvecklingsprojekt i vägen mot realisering av innovationerna och nollutsläppssamhället. Utvecklingsspåren innehåller flera innovativa idéer från båda lagen och samlar satsningar som tillsammans åstadkommer klimatpositiv

infrastruktur till 2045 men även ytterligare mervärden för samhället. De sju utvecklingsspåren beskrivs nedan.

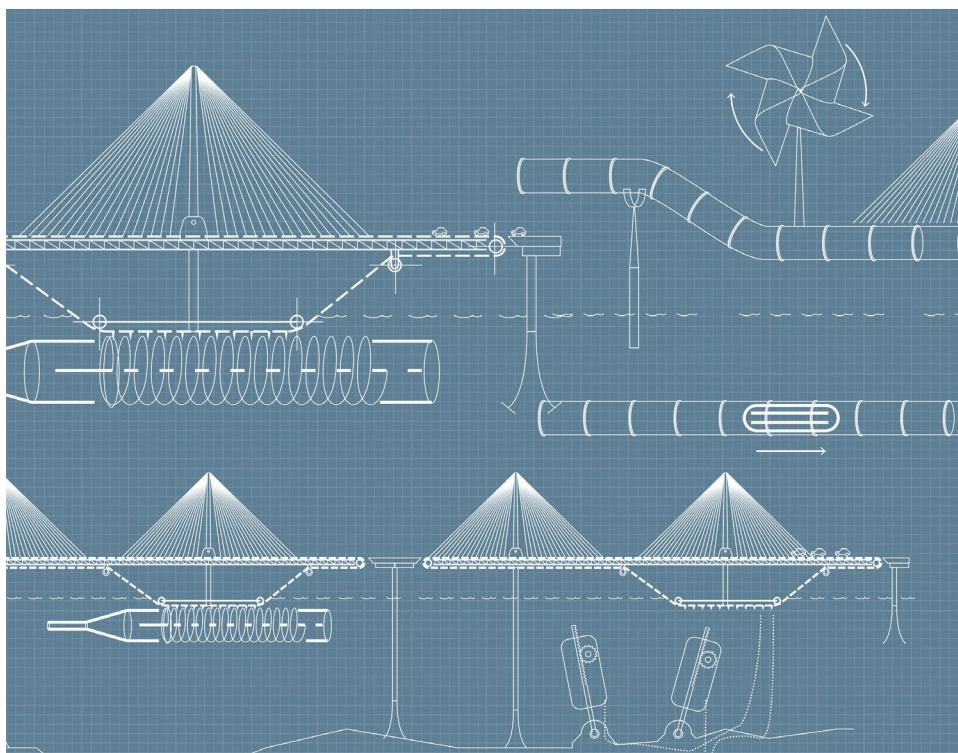
Några av utvecklingsspåren omfattar planeringsprocessen:

- Multifunktionalitet och innovativ planeringsprocess

Medan andra omfattar byggprocessen och förvaltning:

- Konstruktion och design
- Teknik för effektiva byggprocesser
- Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi
- Klimatsmarta material
- Biomimik

Ett eget spår är nya affärsmodeller, som beskrivs i ett eget delkapitel 4.4.



Figur 9. Utveckling från en bro och minskade utsläpp till funktioner och tjänster för samhället och klimatpositivt. Illustration/ Naturvårdsverket.

#### 4.3.1 Utveckla planeringsprocessen

Tävlingens huvudfokus för att svara på frågan om hur Öresundsbron skulle kunna byggas med nollutsläpp av växthusgaser var inom teknikområdena produktion och konstruktion. Båda lagen identifierade tidigt att även planeringsprocessen spelar en stor roll, både för att få mervärde vid en stor byggnation men även för att klara av

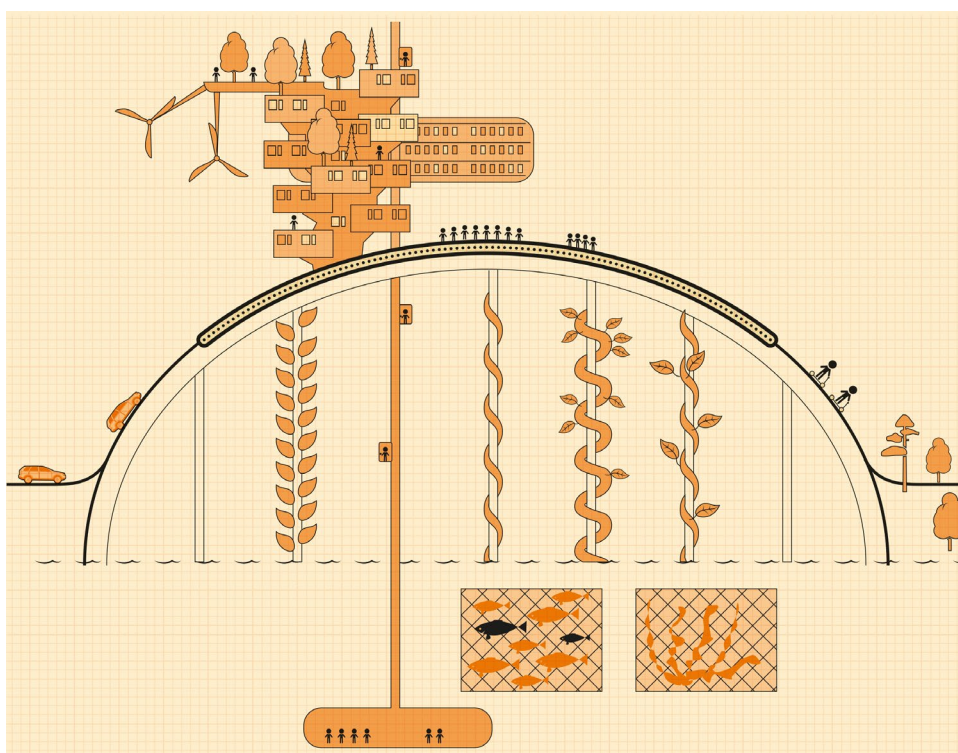


att nå nollutsläpp eller bättre. Dagens planeringsprocess sker ofta stuprörsvis men om en förbindelse som inte ska orsaka utsläpp av växthusgaser behöver nästan ofta fler aspekter tas in i samband med planeringen. Vilka verksamheter kan finnas på eller i närheten av bron och ge ett mervärde?

#### 4.3.1.1 MULTIFUNKTIONALITET OCH INNOVATIV PLANERINGSPROCESS

Många av lagens helhetslösningar för ett infrastrukturbygge beskriver hur infrastrukturanläggningen kan ha flera funktioner och tjänster i en och samma anläggning. En förutsättning för det är en innovativ planeringsprocess. Helhetslösning bör ta hänsyn till också de framtida förändringar som kan ske när det gäller behovet av transporter.

I framtidens bro ser vi till att utnyttja plats, konstruktion och form till att skapa en multi-bro som uppfyller fler funktioner. Här finns också t.ex. bostäder, service, rekreation, matproduktion och mötesplatser. På så sätt löser vi många infrastrukturbehov i en och samma byggprocess, vilket i sig är resurssnålt och klimatsmart. Med inbyggd multifunktionalitet nås flera mervärden utöver sänkta koldioxidutsläpp, bland annat socialt välmående, biologisk mångfald och ekosystemtjänster.



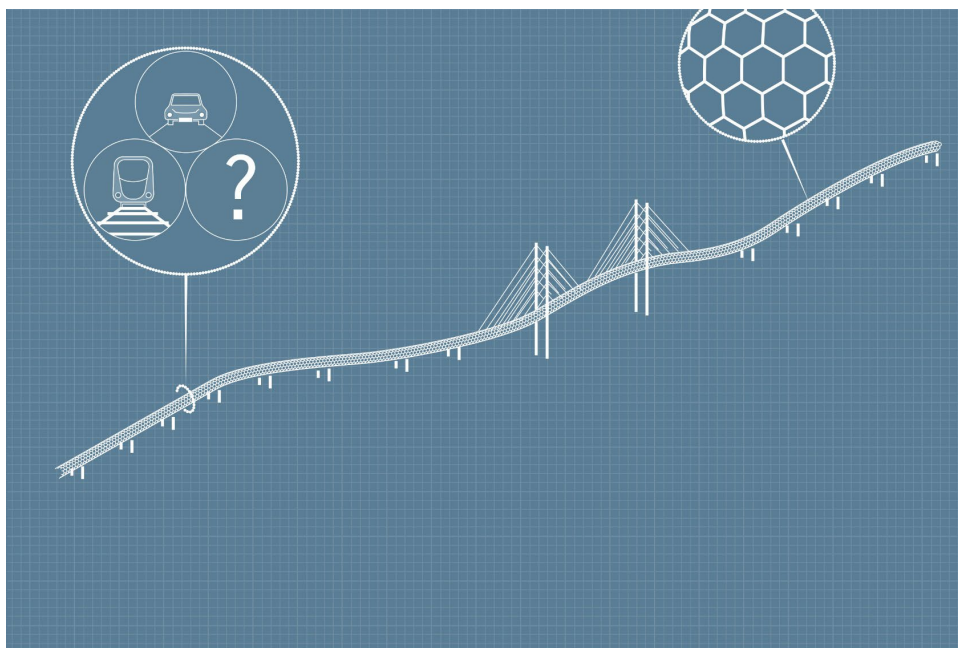
Figur 10. En multifunktionell bro. Illustration/ Naturvårdsverket.

#### 4.3.1.1.1 *Innovativ planeringsprocess*

För att en infrastruktur med multifunktionalitet och värdeskapande med ekosystemtjänster och elproduktion ska fungera och bli verklighet krävs en väl utvecklad planeringsprocess som baseras på Trafikverkets vedertagna arbetsstrategi för '4-stepsprincipen' (Tänk om, Optimera, Bygg om, Bygg nytt), men där ytterligare ett steg inkluderas. Ett femte steg utgör tävlingens innovativa lösning och omfattar tre faser: 1) behovsanalys, 2) uppfylla/tillgodose behov och 3) genomförande/aktualisering/utförande. I sista steget fokuseras planeringsprocessen på lösningar ur ett multifunktionellt perspektiv och flexibilitet för framtidens transporter.

#### 4.3.1.1.2 *Framtidens transporter*

Framtidens bro är byggd utifrån insikten att framtidens transportmönster kan se helt annorlunda ut än idag, och att bron därför måste vara flexibel och anpassningsbar till nya transportslag och mängd transporter. Några kanske vi inte ens känner till ännu, medan andra kan förväntas bli alltmer aktuella, exempelvis fordon som drivs med enbart el eller vätgas. Bron är därför redan från början genomtänkt för att kunna möta framtidens behov av exempelvis laddningsstationer eller elektrifiering. Bron byggs med en flexibel konstruktion som lätt kan moduleras med hänsyn till framtida fordonsutveckling. Den strukturella lösningen ska kunna vara föränderlig samt lätt att underhålla vid behov. Förbindelsen ska också i sina affärs- och finansieringsmodeller gynna klimat- och miljömässigt smarta transporter, både över bron och därifrån.



Figur 11. Design för flexibilitet inför framtidens transporter. Illustration/ Naturvårdsverket.

Ytterligare ett sätt att anpassa bron efter framtidens transporter är att bygga in en flexibilitet med hjälp av flytande konstruktioner (pontonbro). Bron kan anpassas till förändrade transportbehov över tid. Flytande moduler kan läggas till eller tas bort, och konstruktionen kan byggas för att kunna bära bostäder, kontor med mera.

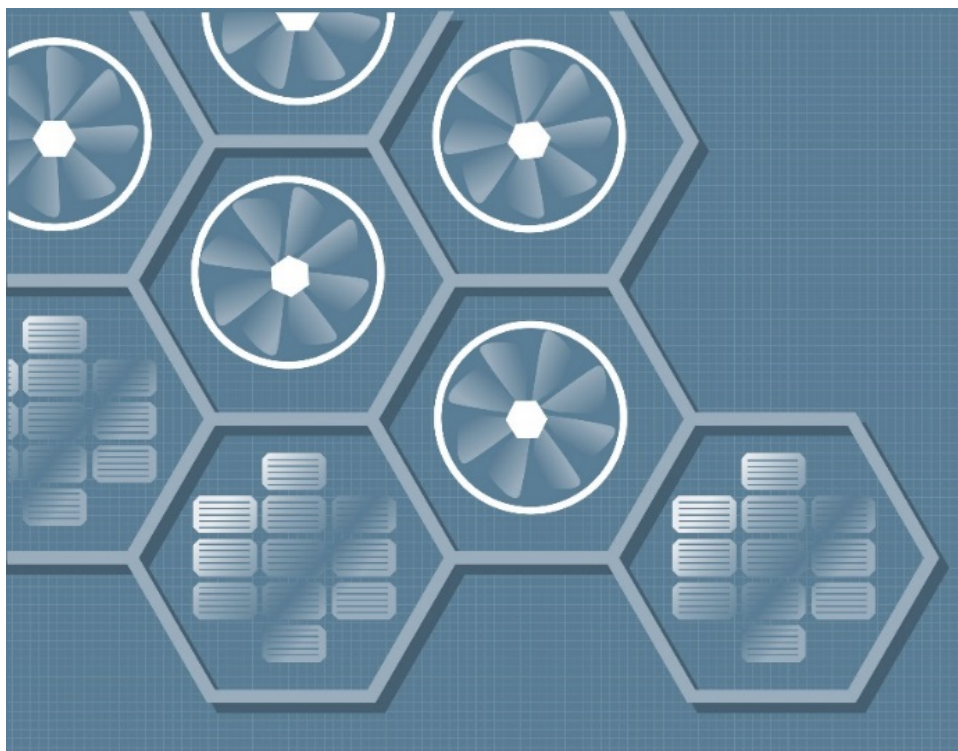
#### *4.3.1.1.3 Testbädd för ett hållbart samhälle*

Byggandet av en multi-bro är möjlig tack vare en bredare samverkan mellan olika samhällsaktörer för att planera, finansiera och resurseffektivisera projektet. För att bron ska kunna ge lärdomar och kunskap för framtiden fungerar den som en testbädd för forskning och innovation, där resultat och värden testas och mäts i en naturlig miljö. Redan i planeringsstadiet har vi tagit höjd för alla funktioner vi vill att bron ska omfatta i ett optimalt samspel mellan människa, teknik och miljö. Här jobbar olika intressenter tillsammans, från forskningsinstitut till offentlig sektor och näringslivet, för att förverkliga det klimatneutrala samhällsbygget.

Testbädden ger möjligheter att utveckla och testa metoder för exempelvis energiproduktion, nya material, digitalisering och AI. Metoderna kan användas för att öka resurseffektiviteten, säkerheten och minska klimatpåverkan.

#### *4.3.1.1.4 Elproduktion i infrastruktur*

Broar och annan infrastruktur kan bli självförsörjande på el tack vare solpaneler som är monterade längs hela bron som följer solens gång, på ett sätt som ger maximal exponering och effekt, samt tusentals små vindturbiner inuti hexagonstrukturer i bron. Solpanelerna och vindturbinerna löser främst brons eget elbehov för drift av fläktar, elinstallationer, belysning med mera, men ger även överskottsel.



Figur 12. Elproduktion i hexagonstrukturena. Illustration/ Naturvårdsverket.

Andra former av elproduktion kan komma från annan form av vindkraft med inspiration av valfenor, vågkraft, sjö- och havsvärme eller att ta tillvara energi från de vibrationer som transporterarna över bron genererar.

#### 4.3.1.1.5 Ekosystemtjänster

Värden skapas i form av både försörjande, reglerande och kulturella ekosystemtjänster. Exempelvis hjälper växtlighet i diken att rena dagvatten och träd minskar buller, ger vindskydd och temperaturregulering. Växtlighet och grönska på och kring bron förbättrar luftkvaliteten, ger översvämningsskydd och bidrar med positiva upplevelser för människorna som vistas på bron.

Bron som eget samhälle innehåller även möjlighet att odla och producera mat, så att de som bor och vistas där blir självförsörjande på livsmedel till viss eller stor del. Miljön och platsen lämpar sig till exempel för mussel- och algodlingar. Den multifunktionella bron erbjuder också naturliga mötesplatser och ekosystemtjänster som rekreativsmöjligheter och biologisk mångfald eller som boplatser för olika fåglar. Vid landfästena har vi skapat mötesplatser som till exempel naturrum som ger möjlighet till rekreation och upplevelser med pedagogiska värden.

#### 4.3.1.1.6 Klimatanpassning

I den multifunktionella bron finns det också exempel på funktioner för klimatanpassning. Ett exempel är den flytande brokonstruktionen som har

motståndskraft mot höjda havsnivåer och översvämningar som klimatförändringar riskerar att föra med sig. Ett annat exempel är de ekosystemtjänster såsom diken med vegetation samt grönytor och växtlighet som ger motståndskraft mot översvämningar.

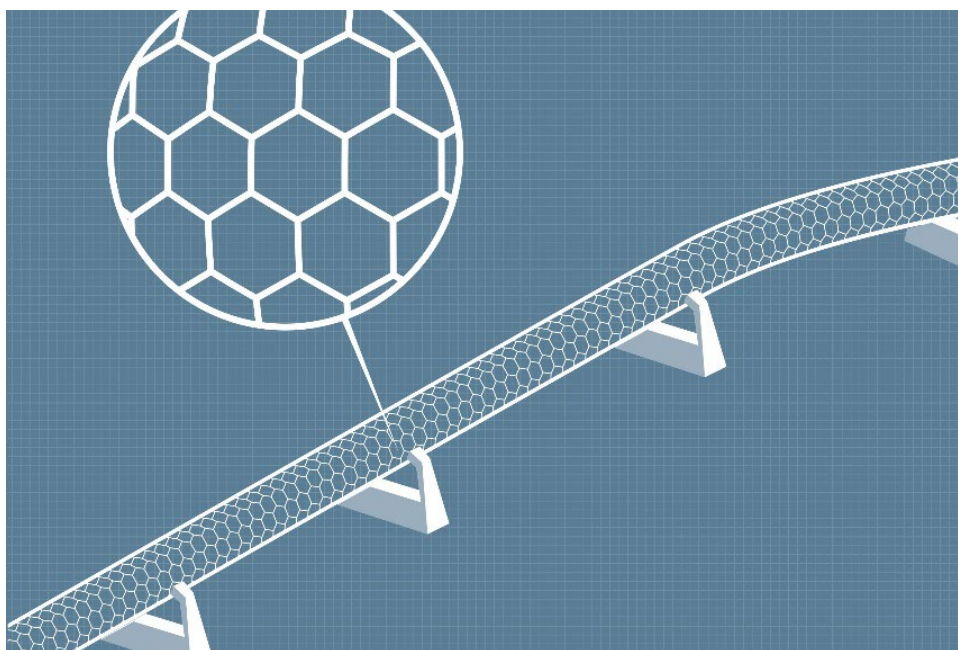
### 4.3.2 Utveckling av byggprocess och förvaltning

#### 4.3.2.1 KONSTRUKTION OCH DESIGN

##### 4.3.2.1.1 Rör och hexagonstruktur

Utformningen förenar estetiskt tilltalande design och en hållbar, materialsnål konstruktion i form av en orm och är uppbyggd av rör, eftersom rörformen sparar material och ger en optimal relation mellan styrka och vikt. Rören har skal av hexagonstrukturer, en ”naturform” som vi ser i både bikakor och kolatomens struktur. Det ger en lättviktig bro med styrka och hållfasthet.

Både rörformen och hexagonstrukturen bidrar till att spara mycket material och ger också en optimal relation mellan vikt och styrka. Materialet i rören är höghållfast, återvunnet stål vilket ökar livslängden. Hexagonerna ger också bra möjligheter att ”täcka” bron med små vindturbiner och även solpaneler för att producera el.



Figur 13. Hexagoner och rörstruktur. Illustration/ Naturvårdsverket.

Brokonstruktionen designas för att vara flexibel med utbytbara delar vid exempelvis slitage. Konstruktionen är inspirerad av naturen, som är överlägsen när det gäller att skapa former som maximerar funktionen med minimala resurser.



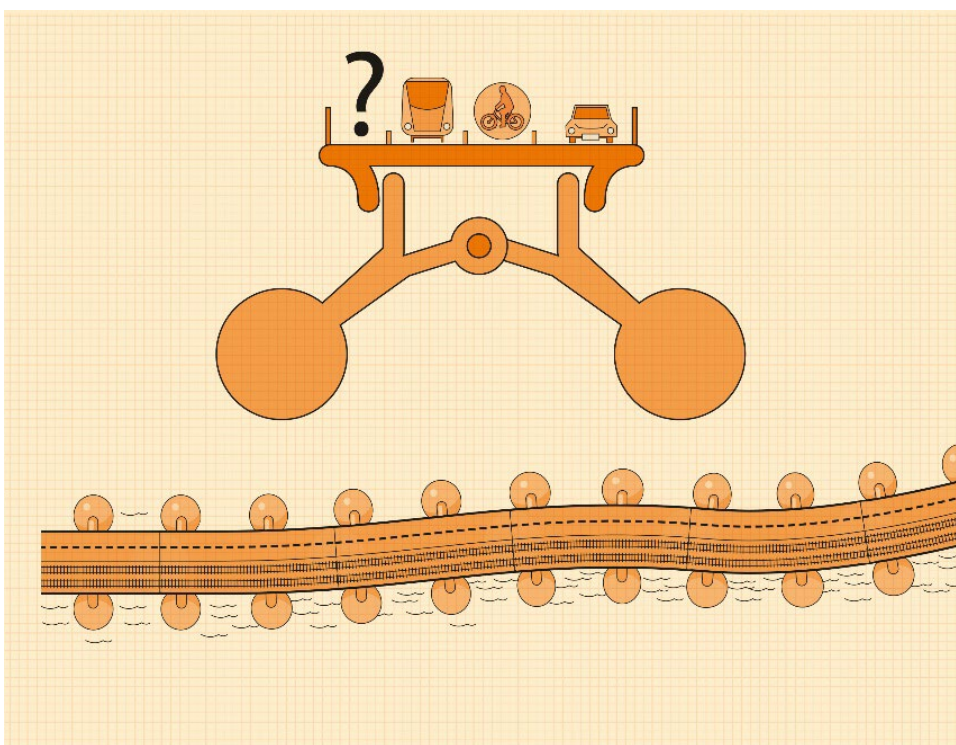
#### 4.3.2.1.2 Flerdelade bropelare

Bropelarna byggs så att de är flerdelade, vilket gör att man kan utföra underhåll utan att stänga av trafiken. Flerdelade bropelare gör det också möjligt att ”uppgradera” bropelarnas konstruktion om det behövs för tyngre trafikbelastning i framtiden. Sensorer i bropelarens betong känner av och signalerar underhållsbehovet.

#### 4.3.2.1.3 Flexibla moduler

En nyckel till att bygga klimatsmart är också att bygga flexibelt istället för att försöka förutse framtidens behov och förutsättningar.

Den flytande konstruktionen sparar material i sig eftersom den inte kräver en rad betongfundament och pelare. Med flytande moduler kan bron enkelt anpassas efter nya förutsättningar och även flyttas. Modulerna är sammanlänkade via standardiserade smarta anslutningsdetaljer så att varje del enkelt kan repareras, återvinnas och återanvändas i ett cirkulärt flöde.



Figur 14. Flytande konstruktioner. Illustration/ Naturvårdsverket.

En konstruktion med flexibla flytande moduler medför relativt icke-invasiva förankringar i miljön och kan anpassas efter nya förutsättningar och flyttas efter behov. En moduldesign är bättre anpassad till naturens och trafikens förändringar. En pontonbro kan i stor del byggas vid specialiserade anläggningar för att sedan bogseras till avsedd positionen. Denna förenkling av produktion och uppförande av

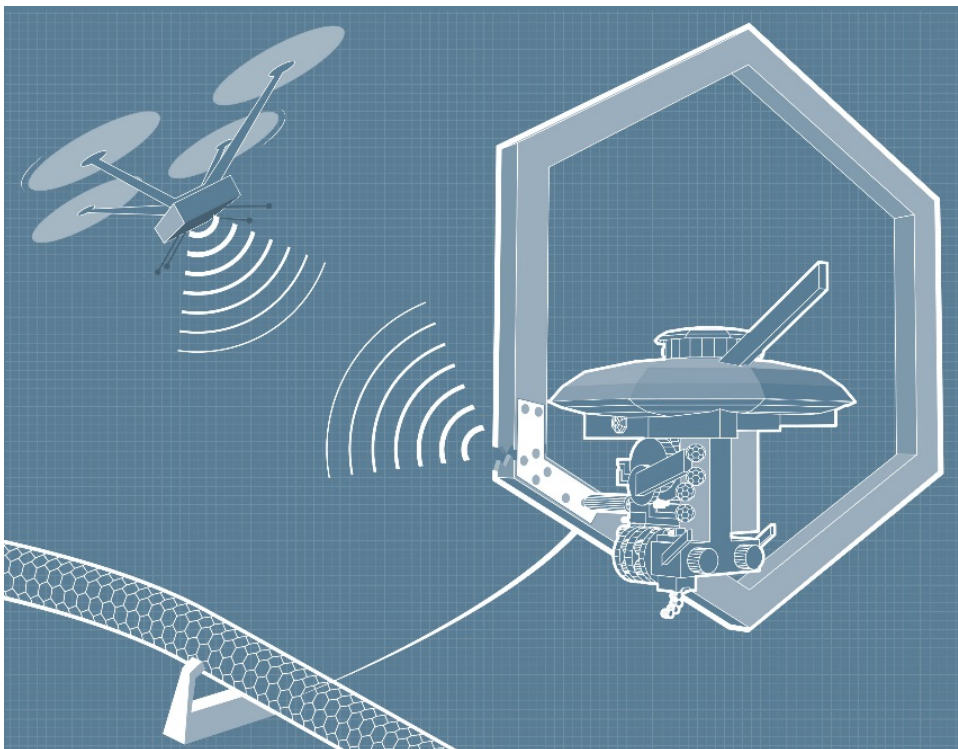
bron medför besparingar av ekonomiska-, ekologiska- och tidsresurser. Delarna kan enkelt repareras, återvinnas och återanvändas.

#### 4.3.2.1.4 *Materialsnål konstruktion*

Det som främst påverkar brons klimatpåverkan är materialåtgången och produktionsprocesserna för att få fram materialen. Därför behöver konstruktionen vara maximalt materialsnål, samtidigt som de ska generera så lite CO<sub>2</sub>-utsläpp som möjligt. Bron är byggd efter principen att skapa en smäcker form som därmed medför en resurssnål konstruktion. Eftersom formen är smalare så förbrukas mindre mängd material. Materialeffektivitet är centralt för konstruktion. Här innebär det i korthet att ta vara på materialens naturliga tryck och draghållfasthet genom att se till att det bara uppstår rena drag. Mängden material minskar genom att undvika böjspänningar. Detta baseras på en matematisk modell som är byggd på naturens egna principer. Hänsyn tas också till ett behov av flexibilitet i samhällsbyggnaden. Material inom konstruktionen kan enkelt få nya användningsområden. Genom att återvinna och återanvända material fås ett mer cirkulärt system med minskad användning av resurser, mindre utsläpp och minskad klimatpåverkan.

Ett annat perspektiv är att en smal och smäcker bro, med reducerad materialanvändning som följd, behöver minskad belastning från transportflödet, vikt och vibration. För att minska påfrestningarna behöver mängden trafik på bron vid samma tidpunkt regleras. En utveckling av lättare fordon, nya transportsätt, innovativ trafikreglering över bron, samt begränsning av hastigheten vid överfart kan även det underlätta påfrestningarna på bron. Med innovativa sätt att styra trafikflödet, exempelvis genom ”slot-tider” för tunga transporter eller andra incitament för att begränsa belastningen, byggs bron så resurssnålt som möjligt utifrån att vi också måste minska transporterna i framtiden.

#### 4.3.2.2 TEKNIK FÖR EFFEKTIVA BYGGPROCESSER



Figur 15. AI, sensorer och robotar för ökad resurseffektivitet. Illustration/ Naturvårdsverket.

##### 4.3.2.2.1 AI och sensorer för en resursoptimerad livscykel

Genom att använda AI redan i projekteringsstadiet har vi från starten kunnat analysera många alternativa lösningar för att hitta det mest resurssnåla alternativet för varje delkonstruktion, utifrån flera hållbarhetsparametrar inklusive återvinningsbarhet. Det minskar resursförbrukningen i alla delar av projektet. När bron är färdig används AI och sensorer för att övervaka och optimera drift och underhåll. På så sätt minimerar vi det totala underhållsbehovet samtidigt som vi maximerar brons livslängd.

##### 4.3.2.2.2 IoT och sensorer för flexibilitet för framtidens transporter

Vi behöver skapa nytt för framtiden, trots att vi inte har facit för hur framtiden kommer att se ut och vilka behov som bron ska lösa om kanske 100 år. Med nya smarta tekniker som sensorer och IoT sker en ständig datainsamling för att optimera konstruktionen på ritbordet, under byggprocessen och under hela livscykeln. Redan i konstruktionsfasen har vi byggt in en flexibilitet för att kunna ta hänsyn till framtida fordonsutveckling med möjlighet till elektrifiering och laddning med mera.



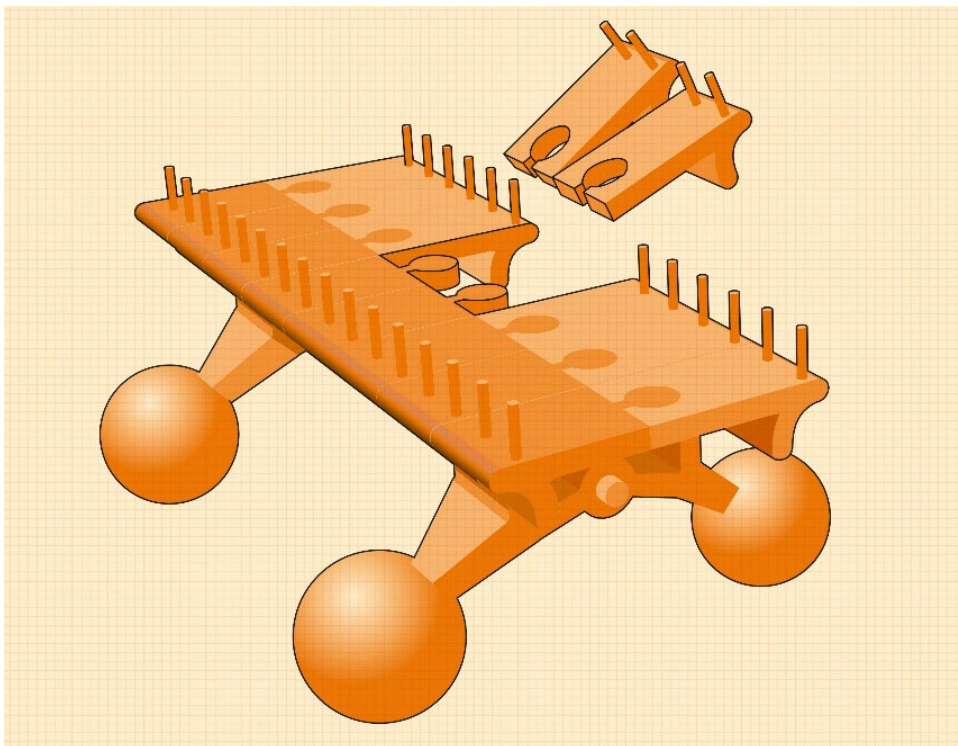
#### 4.3.2.2.3 Digitalisering och automatik för underhåll

Byggets underhåll utmärker sig genom användandet av digitalisering och automatik för att skapa optimerade funktioner och förhållanden. I konstruktionsfasen skapas flexibilitet där hänsyn kan tas till slitage och framtidens behov genom att göra delar utbytbara. Underhållsfria eller -snåla material används. För att optimera underhållet används automatiska sensorer som synliggör och bedömer var riktade åtgärder behövs. Det nödvändiga underhållet utförs hållbart och arbetsmiljösäkert, genom till exempel användning av robotar.

#### 4.3.2.3 RESURSEFFEKTIVITET OCH CIRKULÄR EKONOMI

##### 4.3.2.3.1 AI, sensorer och utbytbara moduler för resurseffektivitet

AI och sensorer som beskrivits under utvecklingsspåret *teknik för effektiva byggprocesser* minskar resursförbrukningen i alla delar av projektet och maximerar brons livslängd, som stödjer utvecklingen av en cirkulär ekonomi inom bygg- och anläggningsbranschen. Med hjälp av AI och sensorer och nya typer av affärsmodeller skapar vi förutsättningar för att återvinna och återanvända brodelar.



Figur 16. Utbytbara delar för ökad cirkularitet.

Flexibla konstruktioner i form av flytande moduler medför att byggprocessen och underhållet blir både kostnadseffektivt och ett klimatsmartare långsiktigt val än dagens konventionella konstruktioner, eftersom det går att byta ut modulerna var för sig vid behov av förändring, lagning, återvinning och återanvändning.

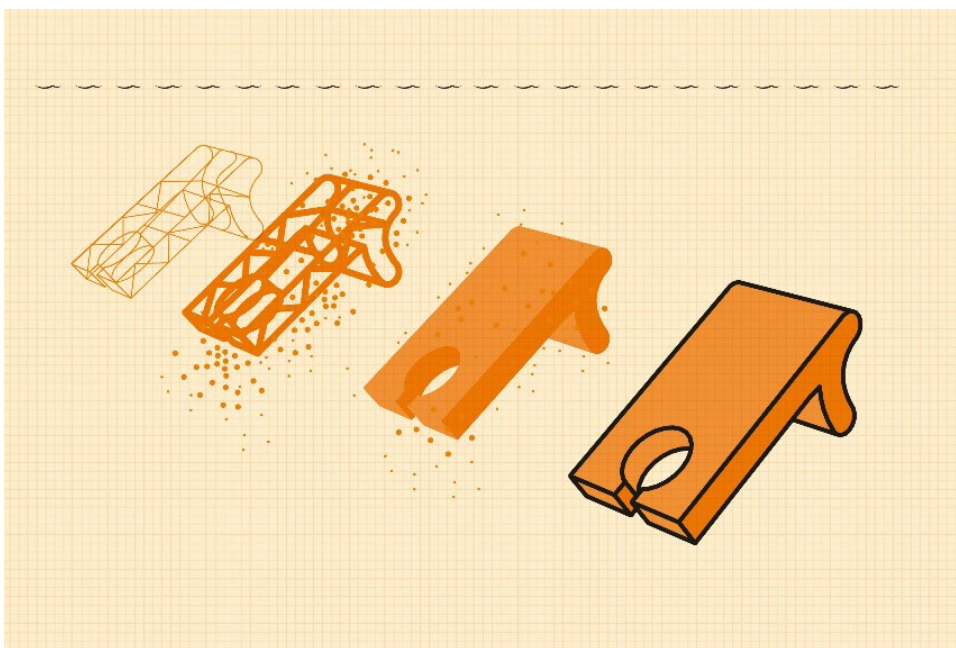
#### 4.3.2.4 KLIMATSMARTA MATERIAL

##### 4.3.2.4.1 *Material med albedo-effekt*

Brons yta som är exponerad för solljus är gjord så att den har ett mycket högt albedo-värde (reflektion av solljus). Det bidrar till en temperaturminskning som motsvarar stora mängder CO<sub>2</sub>.

##### 4.3.2.4.2 *Odlade konstruktioner och självläkande bio-betong*

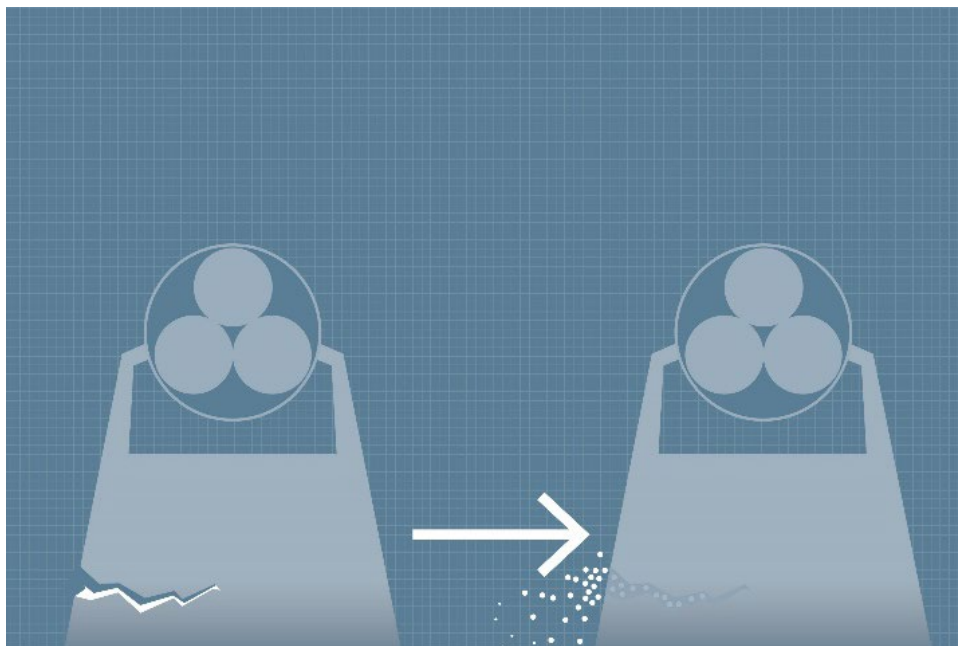
Brons betongdelar består till stor del av ”odlad betong” vilket har minimerat behovet av traditionellt tillverkad betong och alla utsläpp som det innebär. Metoden innebär att en låg spänning läggs över ett ledande material i havsvatten. Då sker en uppbyggnad av ett mycket hållfast betongliknande material, bio-kalksten. Den är tre gånger starkare än cement och passar bra att använda som byggstenar till skalstrukturer. De ledande strukturerna görs av klimatneutrala eller nästintill klimatneutrala material, som stål återvunnet med förnybar energi eller biobaserade material som grafen eller kolfiber.



Figur 17. Odlade konstruktioner. Illustration/ Naturvårdsverket.

Odlade konstruktioner är ett attraktivt alternativ till traditionellt byggmaterial. Det krävs dock nya byggprocesser och nya affärsmodeller, eftersom det tar långt tid att odla materialet. Exempelvis krävs ökad långsiktighet och standardisering av moduler/byggedlar för att underlätta nyttjandet.

Brofundament kan underhålla och läka sig själva genom metoden att lägga lågspänning på ledande material, som genererar tillväxt av bio-kalksten.



Figur 18. Självläkande brofundament. Illustration/ Naturvårdsverket.

#### 4.3.2.4.3 Alternativa material

För att minska CO<sub>2</sub>-utsläppet är en lösning att cement optimeras med hjälp av teknik som ersätter eller kompletterar cementet i strukturen eller byggnaden. Ersättning av mycket av bindemedlen i cement kan ske med alternativ som flygaska. Andra tekniker för tillverkning av alternativt cement är att blanda in CO<sub>2</sub>-neutrala bindemedel som kalcinerade leror och geopolimerer. Både kalcinerade leror och geopolimerer ger noll utsläpp av CO<sub>2</sub> vid produktionen och för kalcinerade leror krävs 60 % mindre energibehov än för vanlig cement. I marin miljö är slagg (t ex masugnsslagg) användbart då höga slagghalter gör betongen mycket tätare och hållbarare. Med alternativa bindemedel som komplement i vanlig cement eller som helt ersätter traditionella bindemedel räknar vi med att minska CO<sub>2</sub>-utsläppen med 60-100 %, beroende på material.

#### 4.3.2.4.4 Bio-CCS och CCS

Biomimik-inspirerade brokonstruktioner minskar stålåtgången i sig. Genom att dessutom använda höghållfast stål minskar vi mängden stål med 30 %. År 2045 produceras höghållfast stål via ljusbågsugn vilket minskar CO<sub>2</sub>-utsläppen med 85 %. Vi har även ställt om den kol- och koksbaseerade ståltillverkningen till klimatpositivt stål som framställs genom reduktion med vätgas, som i sin tur är tillverkad via fossilfri elektrolys. De biogena koldioxidutsläppen från processen fångas in och lagras, så kallad bio-CCS, vilket leder till negativa utsläpp.

Betongen som användas i bron är tillverkad av cement med CCS-lösningar och kompletterande omhändertagande som till exempel nyttjande av koldioxid inbundet

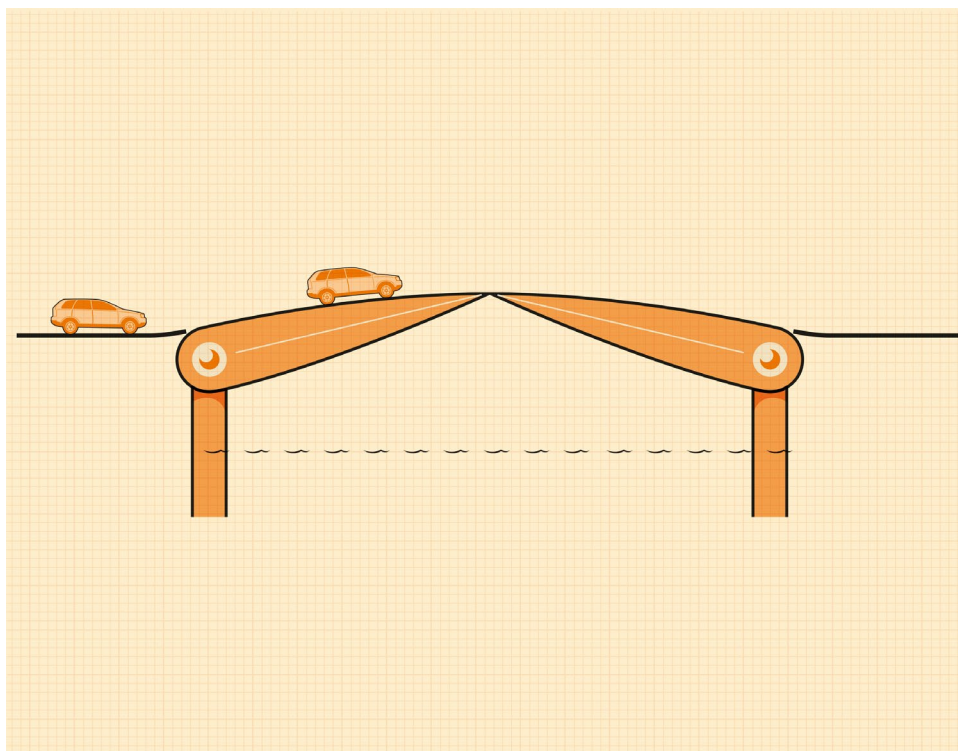
i andra kretslopp, CCU. Både fossil och biogen CO<sub>2</sub> lagras. Det gör att cementtillverkningen totalt sett ger negativa utsläpp. Termiska processer har också ersatts av elektrifierade processer vilket förenklar CO<sub>2</sub>-avskiljning och lagring. Inom CCU används mikroalger som tar upp CO<sub>2</sub> från cementfabrikernas utsläpp, och algerna blir sedan biomassa som kan användas som bland annat bibränsle.

#### 4.3.2.5 BIOMIMIK

Biomimik (eller biomimetik) är teknik som efterliknar förebilder i biologiskt liv i naturen.

##### 4.3.2.5.1 Multifunktionalitet och ”form före material”

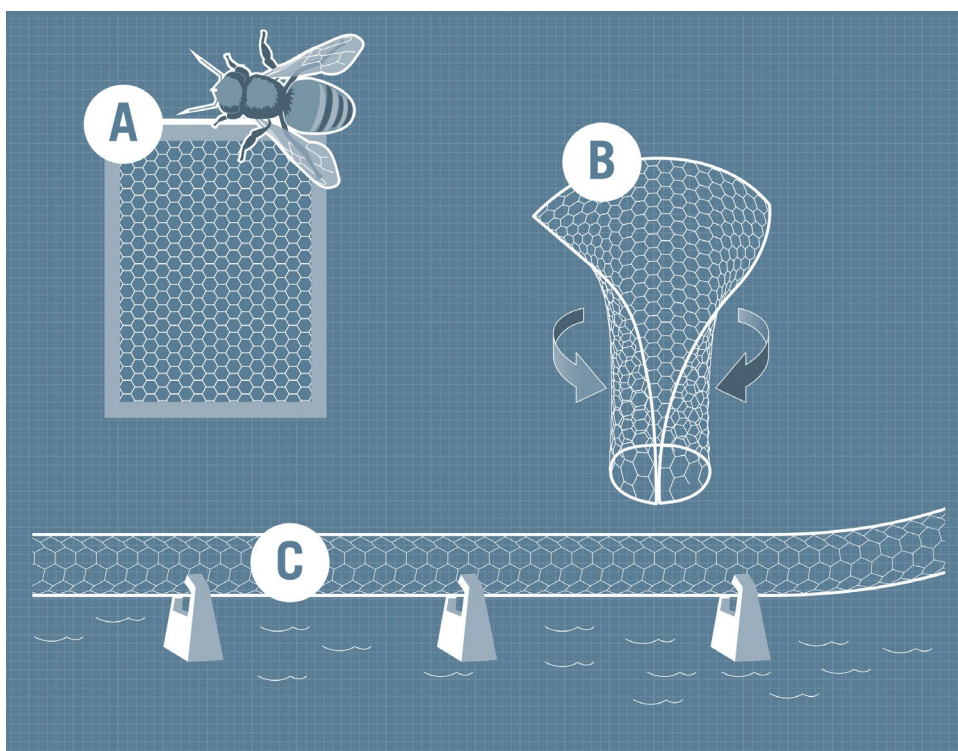
Konceptet att skapa en multifunktionell bro, speglar naturens egen princip att nyttja resurser på flera sätt. En annan av naturens principer som vi utgått ifrån är att material är kostsamt, men form är resurssnålt. Med den grundprincipen har vi skapat en annan typ av bro designad för att kräva så lite material som möjligt, med tanken att vi även måste begränsa mängden, och tyngden av transporter. Med hjälp av designmodellen ”form-finding” använder vi materialens naturliga tryck- och draghållfasthet och undviker böjspänningar, vilket gör att vi kan minimera materialåtgången. Med AI och olika matematiska modeller för materialoptimering efterhärmar vi också naturens egen resurssnåla design med ihåliga men ändå starka konstruktioner.



Figur 19. Fågelnäbbars konstruktion, ihåligt men starkt, inspirerar till minimalistisk design. Illustration/ Naturvårdsverket.



En design på en materialsnål brokonstruktion med inspiration från naturen är det vinnande bidraget om en ormliknande bro där skalets hexagonstruktur härmar både kolatomens struktur och bikakestrukturen. Det ger en både lätt och samtidigt stark konstruktion som även är flexibel med lätt utbytbara delar. Då naturen är i ständig förvandling krävs adaptation till ändrade förutsättningar, en annan av naturens principer. Även detta har tagits med i konstruktionen av bron, då delar ska vara lätta att byta ut och ändra för framtida transportbehov.



Figur 20. Bikakan inspirerar till materialsnål konstruktion. Illustration/ Naturvårdsverket.

#### 4.3.2.5.2 Odlade konstruktioner

Biobetong odlad från havet, det andra vinnande bidraget, har också sitt ursprung i biomimik. Se tidigare avsnitt om odlade konstruktioner.

## 4.4 Nya affärsmodeller

Båda lagen presenterade nya affärsmodeller för att en klimatpositiv broförbindelse ska kunna bli verklighet i framtiden. Nedan presenteras olika förslag på nya, disruptiva affärsmodeller.

### 4.4.1 Affärsmodell för att ta hänsyn till naturresurser

Affärsmodellen kring förbindelsen bygger på en föränderlig värld samtidigt som den är jämförbar med en stad. Förbindelsen fungerar självorganiserande där alla som verkar där blir en del av innehållet självt. Digitalisering och robotisering

används i allt högre grad och ägandet av data blir känsligare. Därför kommer förbindelsen som system inte att äga data om användarna, utan data ägs av användare och produkter själva som i sin tur interagerar med systemet. Utöver det kommer användare och produkter enbart behöva dela med sig av relevant data för att uppnå ett så optimalt system som möjligt. Användandet av material och resurser ska regleras så att tillämpning blir cirkulär och uttaget av naturresurser begränsas. Det görs bland annat genom att varor hyrs istället för ägs och med hjälp av blockchain-inspirerad teknik där naturresurser kan spåras på säkra sätt. För att ytterligare förstärka klimatarbetet höjs kraven på de varor som transporteras via förbindelsen och att det skattas på naturresurser istället för arbete. Finansiering sker via modeller där olika noder kopplas samman, t.ex. att offentliga beställare handlar upp värden istället för produkter. Målet med affärsmodellen är att smidigt fungera i ett nätverkssamhälle, samtidigt som den bekämpar klimatförändringar.

#### **4.4.2 Affärsmodell för cirkularitet**

För att skapa en klimatneutral värld behövs det nya typer av affärsmodeller. De behöver vara långsiktiga, bygga på naturens principer och premiera cirkulära system för att trygga hållbara satsningar. Exempel på sådana affärssystem är principen om att reparera, återvinna och återanvända moduler i bron, vilket skapar en cirkulär affärsmodell och cirkulära materialflöden som minskar materialanvändningen.

#### **4.4.3 Affärsmodell för långsiktiga system**

Ett annat exempel är att lära sig av och integrera naturens egna processer och material i konstruktion. Det bidrar till en annan typ av affärsmodell jämfört med traditionella tillverkningsmetoder, produktioner och användningsområden. Till exempel kan odlade konstruktioner under vatten med hjälp av elektrolys skapa vätegasproduktion inifrån systemet, vilket bidrar till ett cirkulärt energisystem. Eftersom det tar lång tid att odla denna typ av material kommer det krävas nya långsiktiga affärsmodeller som tar hänsyn till hela processen.

#### **4.4.4 Affärsmodell för multifunktionalitet**

Konstruktionens multifunktionalitet skapar en typ av närproducerad modell som står på egna ben. I teorin minskar beroendet av varor som kommer från andra samhällssektorer, då tjänster såsom förflyttning, produktion av energi, mat, biologisk mångfald, rekreationsområden och mötesplatser redan finns och skapas på plats. Användning av naturens principer bidrar till en alternativ produktionskedja och affärsmodell jämfört med traditionella modeller.

## **4.5 Policy- och implementeringsförslag per koncept**

Lagens innovationskoncept innehåller en rad olika implementeringsförslag och även förslag till de policies och regelverk som behövs, för att de ska kunna

realiseras inför nollutsläpp 2045 steg för steg. Tävlingsdeltagarnas texter om policy- och implementeringsförslag återfinns nedan.

#### **4.5.1 Koncept: Form och funktion**

Beställare, arkitekter och ingenjörer behöver högre grad av samverkan för att kunna dra nytta av varandras styrkor och kunskaper. Det måste finnas ett ömsesidigt beroende mellan kundens funktionskrav, estetik, dimensioneringsarbetet, val av material samt produktionsmetoder. Tydligt är då också att det krävs en större gemensam insats i tidiga skeden för att nå så långt som vi måste. Viktiga punkter för att skapa förutsättningarna är att beställaren skapar en projektmiljö där ett samarbete främjas och uppmuntras, samtidigt som skarpa krav behöver ställas för att driva utveckling i rätt riktning och tillräckligt snabbt. Offentliga aktörer såsom staten och myndigheterna kan stötta verksamheten.

#### **4.5.2 Koncept: Affärsmodeller**

Det behövs lagstiftning som tar hänsyn till våra gemensamma behov och framtidens skattebas samt lagstiftning som skyddar integriteten. Teknologi utvecklas kontinuerligt och därmed även behovet av teknisk innovation som stödjer hantering och ägarskap av data. Tillsammans med de förändringarna så behövs det ett skifte i upphandlingssättet. Nedan följer ett antal punkter för realisering av konceptet.

- Andra sätt att upphandla
- Teknik att hantera betalströmmar transparent och integritetssäkert
- Ny terminologi som fungerar bättre för en plattform än en värdekedja
- Tekniska lösningar för logistiken
- Social innovation för ökad dialog i samhället som gör det möjligt för olika perspektiv och intressen att mötas och samarbeta för gemensamma mål
- Filosofiska och politiska samtal om integritet i informationsåldern
- Lagstiftning som följer teknisk utveckling och skyddar integritet rätt
- Teknisk innovation som stödjer hantering och ägarskap av data
- Formulering av mål som uppnås på olika sätt beroende på naturresurser, nutidsmänniskans och framtidens generationers rätt att ta plats
- Politiska, filosofiska och ekonomiska samtal för att ta fram lagstiftning som tar hänsyn till våra gemensamma behov och framtidens skattebas.

#### **4.5.3 Koncept: En värdeskapande bro**

BIO-KALKSTEN

Bio-kalksten behöver utvecklas för den marina miljö som finns i Öresund.

EKOSYSTEMTJÄNSTER

För att implementera ekosystemtjänster i byggnader så måste tjänsternas värde främst bli betraktat som värdefullt. Styrmedel eller liknade krävs för att säkerställa

det i samhället. Utöver det så finns det ett behov av samarbeten mellan de inblandade parterna, vilket krävs för att ett effektivt arbete med värdeskapande ekosystemtjänster ska uppnås. För ett genomförande så behövs även styrning i form av krav i upphandlingar av arkitektur- och landskapsarkitekturförslag. Även möjlighet att införa ekosystemtjänster och landskapsarkitektur som del av projektering, ta hänsyn till energiåtgång, möjligheter för energiproduktion och ekosystemtjänster som del av åtgärdsvalsstudier och genom hela vägprojekteringsprocessen. Det finns guideböcker kring ekosystemtjänster som kan vara bra att utgå från för designen och inför upphandling med arkitekter och entreprenörer.

Ekosystemtjänster, stegvis detaljerad utveckling:

1. Workshops: fokusgruppsstudier och samverkansprojekt mellan de närmast boende, intresseorganisationer, lokal, regionala och nationella myndigheter inklusive trafikverket som beställarorganisation samt entreprenörer.
2. Rekommendationer och vägledningsmaterial för hur en planering och upphandling bör se ut med hänsyn tagen till ekosystemtjänster som kan kopplas till en bro (allt från mindre bro till en större som Öresundsbron)
3. Implementering i upphandling, planering och design.

#### **4.5.4 Koncept: Material 1 – klimatpositiv stålframställning**

##### SÄKERSTÄLLA VÄRLDSLEDANDE FORSKNING

För att utveckla de innovationer och teknologier som krävs för att göra svensk stålindustri klimatneutral måste akademi, stat och näringsliv tillsammans verka för en stark forskning och kunskapsuppbyggnad i Sverige.

##### TILLGÅNG TILL FOSSILFRI ENERGI

Ståltillverkning är i sin natur en energiintensiv process och den omställning som världens ståltillverkare står inför kommer öka behovet av konkurrenskraftig och fossilfri energi över tid. Det kommer vara en viktig del i industrins omställning och det är därför centralt att Sverige som land har en fossilfri, konkurrenskraftig och stabil energigenerering också i framtiden.

##### KLIMATSMART STÅL

Svensk stålindustri är redan idag världsledande, både gällande produkter och tillverkningsprocesser. För att minska den totala miljöpåverkan som stålet står för och öka efterfrågan på klimatsmarta stålprodukter måste det bli lättare att välja rätt. Stålets klimatpåverkan måste redovisas på ett tydligt sätt av tillverkare för att förenkla för upphandlade enheter att välja material på bra grunder. Dessutom måste politiker och myndigheter göra det möjligt att krävställa bättre samt att klimatpåverkan och livscykelanalyser ur klimathänseende uppvärderas vid



upphandlingsförfaranden. För att nå utsläppsmålen måste industrins och samhällets aktörer tillsammans hjälpas åt att göra rätt val möjligt.

#### **4.5.5 Koncept: Material 2 – CCS cementindustrin**

Det krävs en omställning för att nå nollnettoutsläpp år 2045. Med den omställningen behövs utvecklade stöttande styrmedel för en snabbare övergång till biobränslen i industriell produktion. Handeln med utsläppsrätter bör fortsätta vara det huvudsakliga styrmedlet för att minska koldioxidutsläppen i cementproduktionen. Det krävs en stor satsning på forskning, investering och kommersiella lösningar samt en nationell strategi om koldioxidlagring. För att fånga, lagra och använda koldioxid krävs breda parlamentariska överenskommelser med stabilitet över tid, tydliga uppdrag hos myndigheter och offentlig sektor samt stärkt beställarkompetens hos offentliga aktörer.

#### **4.5.6 Koncept: Bella Ponte**

En förändring av vår syn på transporter krävs för att nå nollutsläpp. Det kommer att finnas ett behov av att utveckla och tillämpa nya modeller för planering och välja vilken trafik som ska befinna sig var och när år 2045. Överfart kommer endast att få ske på vissa slot-tider så att antalet fordon på förbindelsen ej blir för hög. Tunga fordon kommer att begränsas och därför kommer utveckling av nya, lättare fordon att krävas. Ekonomiska styrmedel såsom avgifter bör utvecklas så att trafiken effektivare fördelas. De juridiska regelverk som styr samhällsbyggandet är anpassade till att hantera flexibla konstruktioner och nya designmetoder som ”Form-finding”. De regelverk som gäller för konstruktion kommer att behöva utvecklas med avseende på nya material innehållande andra egenskaper än nuvarande.

#### **4.5.7 Koncept: Klimatsmarta och koldioxidfria konstruktionsmaterial**

Branschen är inte mogen för att bygga med de nya sorterna av cement och det kräver stora utbildnings- och kommunikationsinsatser för att sprida den kunskapen till beställare och utförare.

Enligt Byggproduktdirektivet måste alla byggprodukter certifieras, dvs att harmoniserade EN testmetoder för de nya material måste tas fram. Idag är alla testmetoder (EN, SS) framtagna för betong som görs med Portlandcement. Nya material kräver nya testmetoder. En sådan process tar mellan 2-5 år. Tidsaspekten är rimlig för att nå noll-utsläpp.

CCS utveckling kräver stora finansiella resurser samt lokalt förankrad acceptans där det ska lagras. Det krävs bl.a. en optimering av uppsamling/avskiljning av koncentrerat CO<sub>2</sub> från cementproduktionen.

Materialutveckling (leror) behöver resurser för forskning och forskningsinfrastruktur. Förekomsten av råvaran skall vara tillräcklig stor i Sverige för att det ska vara hållbart i längden. Det utvecklade materialet ska därefter testas på laboratorier och i fält.

Alla nya material kräver ofta anpassning av byggregler, kravställande på och sättet att projektera infrastruktur. Lokal tillgänglighet och anläggningar anpassade till de nya materialen behövs också.

- Materialtillverkare och provningslaboratorier måste samarbeta och utveckla egna produktionslinjer anpassade till nya material.
- Konstruktörer kan behöva andra rutiner, koder och beräkningsmodeller anpassade till nya regler och nya material
- Beställare behöver information om vad som gäller, för att kunna ställa krav på klimatsmarta material med god kvalitet.
- Entreprenörer behöver utbildning i hur de nya materialen fungerar i produktionsfasen.
- Myndigheter som exempelvis Boverket och Trafikverket kan behöva utveckla regelverk och incitament, baserade på den politiskt fastställda agenda som finns för kunskap om och implementering av klimatsmarta material och tekniker.

#### **4.5.8      Koncept: Resursoptimering över livscykeln med hjälp av AI och sensorer**

Samhällsbyggnadssektorn behöver integrera dataexpertis i sina arbetslag, samt arbeta närmare IT-sektorn. Det innebär att man behöver gå utanför traditionella modeller för samverkan.

- Pilotprojekt inom AI bör underlättas för att visa beställare, entreprenörer och hela leverantörskedjan den positiva inverkan och de möjligheter som AI erbjuder.
- En förvaltning av den gemensamma datamiljön och att man är överens om datastyrning, risker, ansvar och skyldigheter. Det är viktigt att en hög nivå på säkerhet och datastyrning utvecklas och förvaltas. Var någonstans man lagrar data är också en kritisk fråga, för att minimera risker med att lagra data i molnbaserade system.
- Digitala data är en förutsättning för en effektiv användning av AI i vilken bransch som helst. I byggbranschen inkluderar detta data om design och drift av infrastruktur tillgångar, byggprodukter, logistik, hälsa och säkerhet och liknande. Idag finns denna data antingen inte eller så delas den inte vilket behöver förändras.
- Att man har ett livscykelperspektiv för att kunna upphandla det totalt sett mest värdefulla ägandeskapet, med hänsyn till alla kostnader och nyttor under hela livscykeln och flexibilitet för möjlig återanvändning av tillgångar.

Mer samarbete och idéutbyte (t.ex. öppna källdata) för att skapa lösningar och utmana normer inom branschen behövs liksom organisationskulturer som understödjer disruptiv innovation för att driva fram nya tillvägagångssätt för projektering och genomförande av infrastruktur. Den digitala åldern kräver uppdateringar inom projektledningsmetoder, där det satsas på metoder som främjar innovation, samt även ingenjörsutbildningar och kompetens. Universitet och arbetsgivare behöver inkorporera multidisciplinär, tvärvetenskapliga studieområden såsom samhällsvetenskap, dataprogrammering och programvaror.

#### **4.5.9 Koncept: Poly Ponte och 5-stegsprincipen**

Ökad samverkan under hela processen (planering, forskning, finansiering och implementering) bland samhällsaktörer behövs, där olika aktörer kan bidra med kompetens i rätt skede av processen. Utöver det behöver cirkulära affärsmodeller utvecklas för att nå målet med nollutsläpp. Därmed bör de juridiska regelverk som styr samhällsbyggandet anpassas till cirkulära affärsmodeller och nya typer av samhällskontrakt.

Indikatorer för såväl sociala aspekter som miljöaspekter behöver inarbetas som krav i upphandling. Sociala aspekter, miljöaspekter, cirkulära affärsmodeller samt samverkan behöver utvecklas parallellt och med stor delaktighet från såväl myndigheter, akademien samt de aktörer som är verksamma i processen.

Konceptet om 5-stegsprincipen förutsätter att dagens planeringsprocess ses över och ändras.

- Förutsättningar behöver skapas för samverkan mellan aktörer på ett naturligt sätt, dvs. nya forum behövs. Få in expertisen tidigt vilket skapar stora kulturkrockar.
- En viktig del är att se över och utveckla de sätt vi finansierar och långsiktigt förvaltar investeringar inom infrastrukturen.
- Utveckla metoder för att samverkan ibland kan bedrivas i alliansformer, utan att riskera att karteller bildas.
- Behov av en öppenhet i samhällsplaneringens alla skeden (planering-projektering, bygg och drift) som inte finns idag.
- Behov av öppenhet för internationell samverkan och att lära av erfarenheter från andra länder.

#### **4.5.10 Koncept: Flexibla flytande moduler**

Konceptet behöver utvecklas ur ett tekniskt perspektiv. Det inkluderar utveckling av material, utformning, gränssnitt och sensorer. Utvecklingen kan ske genom forskning och testbäddsverksamhet. Regelverk kopplat till funktion och säkerhet behöver utvecklas under samma tidsperspektiv.

När de tekniska aspekterna är fastställda behöver nya affärsmodeller utvecklas för att möjliggöra återvinning, återanvändning och cirkularitet.

Det kräver tekniska och materialrelaterade standarder, samverkan med materialleverantörer och internationellt samarbete.

Pontonmodulernas ”smartheit” har en stor potential att öka konceptets värde, både med hjälp av sensorer och aktuatorer (teknik som kan utföra fysiska handlingar, t ex robotarmar). För att påskynda utvecklingen samt ökat användande av pontonbroar bör därför sensornätverk utnyttjas i större utsträckning på existerande broar. Parallellt med utvecklingen av dynamiska modeller behöver den experimentella forskningen på sensorteknik i förhållande till säker drift och optimalt underhåll av bron bedrivas.

Nationell och internationell samverkan som bygger på kompetens behövs för att lyfta projektet till en global nivå. För ökad acceptans och nytta bör utvecklingsarbetet och slutgiltig hantering, tillverkning och återvinning av modulerna ske i ett internationellt sammanhang. Funktionskrav, säkerhetskrav och standardisering av konceptets utformning behöver göras med lämpliga internationella parter.

Standarder och regelverk kring pontonbroar som finns idag behöver uppdateras i takt med den tekniska utvecklingen. Konceptet behöver verifieras i takt med att det utvecklas, både ur ett tekniskt och affärsmässigt perspektiv. Det kräver att rätt kompetenser rekryteras och nyttjas tidigt i konceptets utvecklingsarbete.

#### **4.5.11 Koncept: Odlade Konstruktioner**

För att sätta i gång detta ambitiösa projekt behövs främst möjlighet till en testbäddsprocess för att testa produkter, anläggningar, metoder och konstruktioner. Testerna kan börja i liten skala för att sedan utvecklas successivt, under tiden som mer intresse och resurser blir tillgängliga. Samverkan är en lika viktig del av planen som skulle involvera aktörer inom branschen samt internationella aktörer. Det inkluderar beställare, konsulter, entreprenörer, materialleverantörer, transport och maskinleverantörer. Även andra skulle kunna bidra till upptäckten och utvecklingen av de mest hållbara metoderna av produktionen. Projektet behöver även forskning och finansiering samt översyn och anpassning av respektive regelverk.

## **4.6 Policy- och implementeringsförslag per utvecklingsspår**

I en workshop som genomfördes efter det att innovationstävlingen avslutats tog tävlingsdeltagarna fram ett antal policy- och implementeringsförslag. De bygger vidare på tävlingens resultat och var uppdelade på de sju olika utvecklingsspåren

som de tävlande företagen och organisationerna avser att arbeta vidare med efter tävlingens slut. Utvecklingsspåret biomimik behandlas inte separat i sammanställningen nedan då biomimik handlar om både multifunktionalitet, design och material.

Möjligheter, hinder och principiella förslag för vart och ett av dem beskrivs nedan. De aktörer som är viktiga för att kunna tillvarata dessa möjligheter, och hantera de utmaningar som finns för ett genomförande, har identifierats.

#### **4.6.1 Klimatsmarta material**

Att bygga framtidens infrastruktur med klimatsmarta material är en grundförutsättning för att skapa nollutsläpp av växthusgaser till 2045. Klimatsmart produktion av stål och betong är central, och även att hitta klimatsmarta varianter eller alternativ till dessa byggnadsmaterial. Det finns också nya, innovativa material som kan ersätta eller komplettera traditionella byggnadsmaterial.

Sverige är ett bra land för ingenjörsmässig utveckling av nya klimatsmarta material. Eftersom både stål- och cementindustrin är viktiga industribranscher i Sverige, finns det mycket att vinna på att de utvecklas mot en mer klimatsmart produktion av byggmaterial som också har en minimerad klimatpåverkan.

De initiativ som redan påbörjats i Sverige, tex Hybrit-projektet där vätgas används som reduktionsmedel vid stålproduktion, ökad inblandning av slagg i betong och nya cementrecept är viktiga steg på vägen.

En intressant potential som identifierats i innovationstävlingen är möjligheten att skapa ”odlad betong” för brofundament som står i vatten, där biologiska processer i vatten bygger upp ett betongliknande material liknande det sätt som korallrev växer till. Bropelarna kan sägas växa fram snarare än att byggas, även om en struktur där påväxten kan ske måste finnas från början. Produktionstiden kan dock vara ett problem eftersom den är tämligen lång i svenska förhållanden. ”Växande” material för en ”odlad” bro tar tid att färdigställas, på grund av berggrunden i Norden och temperaturen i omgivningen. I varmare länder är tillväxten snabbare.

Spetstekniker som IT, bio- rymd- och nanoteknik och avancerade systemlösningar kan vara ett viktigt verktyg för att få våra brobyggen koldioxidfria till år 2045 eller tidigare. Alla utvecklingsspår som är resultaten av tävlingen kan främjas av en implementering av spetstekniker och avancerade systemlösningar.

Transportinfrastruktur är en av nio sektorer där förutsättningarna för att spetsteknik och avancerade systemlösningar ska upphandlas är förhållandevis goda och där det finns utmaningar och behov som kan tillgodoses genom en ökad förekomst av sådana upphandlingar, enligt Upphandlingsmyndighetens bedömning.

För att öka tillgången till och användningen av klimatsmarta material bör byggmaterialindustrin, Trafikverket och andra relevanta aktörer genomföra åtgärder:

- Trafikverket och andra beställare bör ställa materialneutrala funktionskrav vid upphandling, vilket i sig är innovationsdrivande.
- Tillsatser till betong som exempelvis slagg kan förlänga hållbarhet och göra materialet tätare. Trafikverket bör tillåta högre mängder slagg som tillsats till betong.
- Formerna för risktagning bör utvecklas. Staten kan vara med och ta större del av risken för att främja utveckling. Trafikverket och kommuner bör hitta nya modeller för riskspridning vid införandet av nya material.
- Innovationsfinansiärer bör investera i testbäddar för att prova nya betongrecept i konstruktion av infrastruktur och byggnader. Behovet är ökad provningskompetens och långtidstest av betongrecept i Sverige.
- Ett utvecklingsprojekt för ökad upphandling av spetstekniker och avancerade systemlösningar för planering, byggande, drift och underhåll av brokonstruktioner bör initieras av Upphandlingsmyndigheten, andra relevanta myndigheter och branschorganisationer.
- För de koldioxidemissioner som ändå uppkommer vid byggmaterialproduktion bör Carbon Capture and Storage (CCS)-lösningar utvecklas. Lokala lösningar för CCS behöver efterfrågas. Lösningar i mindre skala behöver utvecklas. En klimatkompensationsmodell som finansierar CCS, uppbyggnad och utveckling är här viktig.

#### 4.6.2 Konstruktion och design

Konstruktion och design lägger grunden för all ny infrastruktur. Design kan skapa optimering av resursanvändning genom att styra mot minskad resursåtgång, bland annat genom digitalisering. Design kan också bidra till ett cirkulärt nyttjande av komponenter, exempelvis genom att skapa andrahandsmarknader. Samverkan mellan byggherre, entreprenör och konstruktör är här viktig.

Design kan också syfta till flexibla transporter, både när det gäller transportkapacitet och transportsätt. Även här är byggherrar och förvaltare viktiga aktörer.

Standardisering kan vara både en pådrivande och hindrande faktor. Modulära standardiserade produkter ger nya möjligheter för industriell produktion, inte minst för en ökad produktivitet. De ger också nya möjligheter för nya material med lång produktionstid, såsom ”odlad betong”. Men konstruktionsnormer och vägledningar är utformade för befintliga konstruktioner. Det kan vara svårt att få beställare att

vilja ha nya konstruktionslösningar. När det gäller vanligt förekommande produkter kan det vara svårt att komma överens om standarder, eftersom så många aktörer använder eller producerar dem. Ibland kan en lösning vara att testa förslag till lösningar i testbäddar. För nya koncept kan standardisering vara lättare, eftersom de kan nyskapas.

Designarbete bör i ökad utsträckning fokusera på andra designmål utöver de rent konstruktionstekniska. Nya mål för designarbetet bör i första hand vara hur spetstekniker och avancerade material och systemlösningar kan användas, hur designprinciper från biomimik kan används, hur broar kan klimatanpassas, hur brokonstruktioner kan vara en del av en cirkulär ekonomi och hur förutsättningarna kan ökas för att använda brokonstruktioner som fysiska plattformar för multifunktionella funktioner hos bron. Det sistnämnda exempelvis som platser för att skapa ekosystemtjänster, platser för anläggningar för sol-, vind- och vågenergi och andra komplementära funktioner som bronns fysiska struktur möjliggör.

Ett mer avancerat planerings- och designarbete ställer krav på utnyttjande av mer sofistikerade IT-stöd för alternativgenerering, visualisering och konsekvensbedömningar. AI-tillämpningar börjar utvecklas för samhällsbyggnadssektorn, vilket bör kunna främja också mer avancerat brobyggande. När nya broar byggs, så är det tämligen enkelt att installera sensorer både inuti material och brokonstruktioner, och på lämpliga ställen i konstruktionen. De kan övervaka hållfasthet, sprickbildning, nötning, vibrationer och rörelser, energiåtgång med mera som i sin tur ger data och drifterfarenheter till konstruktörer och designers för kommande brobyggen.

Befintliga patent kan ibland hindra en branschgemensam utveckling.

För att utveckla nya konstruktioner och ny design bör aktörerna:

- Skapa samverkan mellan byggherrar, entreprenör, förvaltare och konstruktörer för att främja innovativ design och arbeta med standardiseringsfrågor.
- Skapa ett forum för att sprida kunskap om smarta, bra lösningar.
- Utveckla modeller för design och konstruktion som tar hänsyn till klimatsmarta materials egenskaper och breddar designmålen, och på sikt föra in detta i handböcker och vägledning.
- Utveckla testbäddar som kan utvecklas i liten skala, baserade på kommunala behov. Ökad tillgänglighet kan vara ett sådant behov. Samverkan i testbäddar kan också vara en plattform för att arbeta med konstruktionsnormer och standarder.
- Möjliggöra energiproduktion och ekosystemtjänster som del av åtgärdsvalsstudier och hela projekteringsprocessen.

- Verka för anpassning av juridiska regelverk som styr samhällsbyggandet för flexibla konstruktioner och nya designmetoder.

#### 4.6.3 Helhetslösningar och multifunktionalitet

Tävlingsresultaten lyfter möjligheterna att broar inte bara kan vara transportinfrastruktur. De kan också bli en del av multifunktionella helhetslösningar genom att vara fysiska plattformar för att exempelvis producera förnybar energi, vara en plats för anlagd natur eller ha andra tillbyggnader med sociala eller ekonomiska nyttor. Transport kan ske av annat än fordon. Då kan broarna bli inte bara en klimatanpassad transportinfrastruktur, utan också ge andra och fler väsentliga miljö- och hållbarhetsnyttor.

Tävlingsförslagen för framtidens broar tydliggör värdet av att utnyttja plats, konstruktion och form till att skapa en multi-bro som uppfyller fler funktioner. Här kan finns också t.ex. bostäder, service, rekreation, matproduktion och mötesplatser. På så sätt löser vi många infrastrukturbehov i en och samma byggprocess, vilket i sig är resurssnålt och klimatsmart. Med inbyggd multifunktionalitet nås flera mervärden utöver sänkta koldioxidutsläpp, bland annat socialt välmående, biologisk mångfald och ekosystemtjänster.

Genom nya sätt att beräkna värde så kommer en multifunktionell bro kunna visas ha ett större värde, genom att nyttorna värderas av att t ex. kunna producera el, ha anlagd vegetation på lämpliga platser på brokonstruktioner som skapar olika typer av värdeskapande ekosystemtjänster eller vara sociala mötesrum och en plats för sociala events. Ansvar för att göra sådana värderingar delas av broägaren, designers och beställare. Finansieringsmöjligheter är också större ju fler som har intressen i de produkter eller tjänster som broarna levererar, förutom att tillgodose behovet av transporter.

Multifunktionalitet och avancerade systemlösningar innebär också att det finns en stor potential för många olika aktörer att samverka. Nya möjligheter finns för aktörer som inte sitter fast i traditionella organisationsstrukturer. Aktörers självorganisering kan bidra till detta, genom att nya värden skapas när de får utrymme och förtroende. När flera samverkande aktörer arbetar tillsammans kan 1+1 bli 3. Men även om samverkan kan skapa nya lösningar och betydande nyttor, tar samverkan också tid och resurser för de som utvecklar nya lösningar tillsammans.

Trots vinsterna med denna utvecklingsväg finns det en rad utmaningar för planering och genomförande av multifunktionella brokonstruktioner.

Multifunktionen kan skapa målkonflikter och konflikter kring användning av ytor och volymer, vilket är en utmaning för designers och planerare.



Befintliga affärsmodeller för leverantörer och beställare kan vara ett hinder. Det är inte alltid beställaren, utan ofta mottagarna, som tolkar uppdragen alltför traditionellt. En lösning kan vara upphandling med fokus på miljövärden och de andra värden som skapas av just multifunktionaliteten hos bron.

Utmaningen är också den ökade komplexiteten i planering och genomförande med många aktörer som är inblandade. Ofta finns stuprör i organisationsstrukturer och affärsmodeller utformade för befintliga stora företag. Hur ska alla aktörer över lång tid ha samma mål, och hur ska leverantörerna överlämna mer komplexa leveranser, då ofta till flera ägare?

Normer och regelverk kan vara ett hinder. Förväntningar på vad en bro är och ska se ut som, kan försvåra för innovativa lösningar. Regelverk kan ge utrymme för nya lösningar. Ofta görs dock alltför rigida tolkningar av regelverket vid ”okända” lösningar, och regelverken är inte alltid utformade för att främja multifunktionalitet. Ansvarsfrågan kan vara ett hinder. Behovet av flexibilitet kan vara ett hinder i tidiga planeringsskedet. Traditionella planprocesser hindrar flexibla ’bro-’ lösningar. Planprocesser inom Trafikverket kan behöva förändras mot den 5-stegsmodell som framkommit som en del av tävlingsförslagen.

För att utveckla nya helhetslösningar och multifunktionella brokonstruktioner och ny design föreslås att:

- Trafikverkets planprocesser kan behöva förändras för att främja helhetslösningar och multifunktionalitet hos trafikinfrastruktur, exempelvis genom att multifunktionalitet och en kostnad- och nyttoanalys tas in tidigt i planeringsprocessen.
- Övergripande politiskt fastställda regelverk behövs, t.ex. när det gäller lagstiftning och regleringar av samhällsbyggnadsfrågor. De bör vara tydligt att alla samhällsfunktioner bör beaktas som en helhet, och inte hanteras separat för infrastruktur, byggnation, miljö, vatten och energiförsörjning.
- Medel måste i projektgenomförande avsättas för ”Multifunktionsklivet”, för att stärka samverkan och bryta upp organisationsstrukturer till alternativa affärsmodeller.

Tävlingar liknande arkitekturtävlingar för att nå multifunktionalitet behöver utvecklas. Aktörer är exempelvis kommuner, Naturvårdsverket, Trafikverket och Upphandlingsmyndigheten. En förebild är Kiruna stad som tog in ansökningar för projekt att testa sin stadsomvandling.

#### **4.6.4 Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi**

Betydande ekonomiska nyttor och finansiella incitament finns i utvecklingen av resurseffektivitet och en cirkulär ekonomi, eftersom de åtminstone efter initiala

investeringar nästa alltid medför besparingar på grund av minskad resursförbrukning eller återutnyttjande av befintliga resurser. Utvecklingen av en cirkulär ekonomi är också ett politiskt mål för EU:s medlemsstater.

Miljövinster och ekonomiska vinster av olika slag finns också som sekundära effekter av en cirkulär ekonomi, exempelvis minskad avfallsförbränning och minskade avfallsmängder.

Avancerade systemlösningar behövs för att åstadkomma en cirkulär ekonomi och kan skapas genom att befintliga system, tekniker och resursflöden kopplas samman till mer helhetliga och hållbara lösningar. Tekniska eller andra delsystem i infrastrukturen kan integreras så att betydande synergieffekter och miljönytta uppnås, i synnerhet för multifunktionella brokonstruktioner. Resurser kan då samutnyttjas eller återutnyttjas i nya sammanhang.

För brobyggande handlar detta om flera saker, som att minska bygg- och rivningsavfall från byggande, drift och underhåll och från en eventuell demontering av broar. Material till brobyggen bör i ökad utsträckning baseras på återvunnet material, och brokonstruktioner bör vara möjliga att återvinna.

Att material till brobyggande produceras mer resurseffektivt, att byggandet sker mer energi- och materialeffektivt, och att drift och underhåll är resurseffektiva är också viktigt.

Idag är det vanligtvis relativt billigt att utvinna jungfruligt material, vilket minskar incitament för användning av återvunna material. Ekonomiska styrmedel på detta område bör utvecklas. Regelverket kan också hindra. Exempelvis hur mycket man får blanda restprodukter och byggmaterial enligt avfallslagstiftningen. När det gäller inblandning av restprodukter och återvunnet material i betong kan lagstiftningens tolkning behöva uppdateras, genom samverkan med myndigheter. Detta gäller även tillämpningen av försiktighetsprincipen. Behovet är stort av goda risk- och miljöanalyser för att hitta lösningar som är hållbara. Det finns ibland brister i riskbedömningar, inte bara när det gäller användning av restprodukter som del av byggmaterial, utan också när det gäller riskerna för mikroplastutsläpp eller avnötning, som ofta är okända.

Ett sätt att främja utveckling av återvinningsbarhet och resurseffektivitet i brokonstruktioner är att i ökad utsträckning tillämpa modulbyggande. En sådan ”produktifiering” är en utvecklingsmöjlighet. Det finns dock idag inga produktionsanläggningar för moduler för brobyggande. Investeringsviljan här är svag, eftersom infrastrukturbyggande i hög grad är en projektbransch. Det finns även osäkerheter i ekonomiska investeringar i samhällsbyggande. Det är ett generellt problem att byggare eller ägare inte alltid får den ekonomiska nyttan av

klimateffektiva lösningar. Affärsmodeller, lagstiftning, ekonomiska styrmedel och tekniska standarder bör utvecklas för att hantera denna utmaning.

Modulernas kostnadseffektivitet bygger på att de används mycket längre än idag. De som utvecklar material och design betalar för moduler eller andra enskilda enheter, och inte för helheten. Därför behövs nya affärsmodeller för leverantörer.

Digitalisering ger nya möjligheter att styra resursflöden vid byggen, och att övervaka teknisk status och underhållsbehov hos brokonstruktioner. Det finns en god tillgång på underhållsdata från mätbilar och andra källor. Problemet idag är att den ökade datatillgången sällan kopplas till beslutsfattande om drift, underhåll och renovering.

För att utveckla en cirkulär ekonomi för infrastrukturbranschen och främja resurseffektivitet när broar byggs och används bör aktörerna utveckla:

- Ett tydligare regelverk för hur restprodukter och återvunna material kan bli en del av byggmaterial, där risker med återanvändning vägs mot miljönyttan av användningen av återvunna material.
- Initiering av utvecklingsprojekt med industriellt modulbyggande för större komponenter i brokonstruktioner.
- Vidareutveckling av IT-stöd för anläggning, drift och underhåll av broar, som utnyttjar datatillgången för att utforma beslutsstödsystem och AI-verktyg anpassade till branschens förutsättningar.

#### **4.6.5 Planerings- och byggprocess**

Processen att planera övergripande och byggandet som en genomförandeprocess skapar ramarna och utrymmet för klimatsmarta lösningar för infrastrukturbyggande.

Affärsmöjligheter och exportmöjligheter finns för de aktörer som industrialiserar större modulbyggda broar av hållbara material och smarta funktioner. Brobyggande baserade på flexibla moduler kan också vara lämpligt för den nischmarknad som finns för broar som ska finnas tillfälligt uppförda eller vara flyttbara.

Stora konstruktioner bör kunna automatisera konstruktionsledet för att förkorta byggtider. Motsvarande bör även kunna ske för drift och underhåll. Tillräckligt stora projekt ger möjlighet för entreprenörer till investering i ny teknik som robotisering och automation av elektrifierade processer, om lämplig teknik finns tillgänglig.

Bättre dialog behövs ofta mellan produktion och behovsägare, när det gäller t. ex. lokalisering av service, kollektivtrafik och stora företagsinvesteringar. Uppdragsgivare och beställare bör sätta tydliga och tidiga mål. De bör fastställas i

samverkan med relevanta myndigheter och andra aktörer. Strategiska mål bör kvantifieras, tex ”netto noll CO<sub>2</sub> under livscykel” som en grund för innovationsupphandling.

Komplex samverkan kan underlättas av att ta in processledare i partneringsprojekt som kan leda arbetet i gruppen av beställare, kunder, projektörer, installatörer och entreprenörer.

Partnering och utökad samverkan sätter krav på hög kompetens hos alla parter. Bristande kompetens hos beställare kan leda till felprioriteringar i byggskedet. Det finns ett generellt utbildningsbehov i branschen, för att stimulera utökad samverkan. Jämställdhet i byggbranschen främjar arbetssätt som skapar en ökad samverkan.

Kontrakt till byggherrar bör utformas så att LCC främjas. Begränsad investeringsvolym på grund av otillräckliga investeringsmedel skjuter kostnader till drift- och underhållfaserna i infrastrukturbyggen. Generellt är fokus idag ofta på byggkostnaden och inte på LCC. Projekteringen bör tydligare fokusera på att förändra detta, och också utforma avtal som motverkar leverantörers svårigheter att ta risker förknippade med okonventionella lösningar. Långsiktiga avtalskonstruktioner måste kunna hantera det problem med kostnads- och nyttofördelning över tid som orsakas av att den som köper och äger står för driften, men investeringskostnader tas av byggherrar.

För att utveckla nya former av planerings- och byggprocesser bör:

- Projektledarna på Trafikverket skifta fokus till LCC, från att idag i huvudsak utvärdera investeringskostnader.
- Former för samverkan i komplexa byggprojekt skapas.
- Utbildningsinsatser inom branschen i större utsträckning än idag fokusera på innovationer med klimatrelevans.
- När det gäller upphandling och andra projektskedens analyser för multifunktionalitet och kostnad/nytta görs, som kan vara både av monetär och icke monetär karaktär.

#### **4.6.6 Nya affärsmodeller**

Att planera och bygga en infrastruktur för ett hållbart byggande kräver i många fall att nya affärsmodeller utvecklas som skapar och fördelar värde och kostnader på nya sätt. Hur värde beräknas i nuläget och över tid är ett hinder för skapandet av hållbara affärsmodeller.

Både beställare och leverantörer är ovana vid att utvärdera värdeskapande vid upphandling. Problem finns både med mätbarhet och också jämförelse mellan olika hållbarhetsparametrar. För att visa att långsiktig hållbarhet lönar sig, behöver ofta

ett alternativt synsätt på värde skapas. Nya incitament behövs för att cirkulera råvaror. Ett exempel är energiklassning av produkter.

Utmaningen här kan också till viss del vara en försiktighetskultur ”vi gör som vi alltid har gjort, vi vågar inte riskera något”, som innebär kontroll och uppföljning istället för ledarskap.

Sverige har förmågan att utveckla hållbara affärsmodeller och exportera dem. För att utveckla nya affärsmodeller bör aktörerna:

- Införa gröna certifikat på material och produkter, i analogi med el och biobränslen.
- Värdera klimatsmarta material högre ekonomiskt, för att öka möjligheterna att använda alternativ till dagens traditionella material.
- Bygga affärsmodeller tillsammans för att öka cirkulariteten, som exempelvis ger små aktörer möjligheter att ta större grepp.
- Utveckla i ett ledarskapsperspektiv hur olika roller i infrastrukturprojekt bör engageras för att få innovation att gå från idé till verklighet.
- Främja införandet av skatter på naturresurser och miljöpåverkan, transporter och utsläpp.
- Främja ett utökat producentansvar som bl. a får företagen att ta ansvar för att det som produceras också hanteras efter köp.

## 4.7 Transformativt tänkande

Genom ett upplägg i tävlingsform kunde de långsiktiga globala hållbarhetsmålen lyftas upp på ett sätt som sällan sker. Företag ses många gånger som källor till utsläpp, inte som leverantörer av lösningar. I tävlingen ställdes ett konkret behov, IPCCs klimatkrav och global hållbarhet i centrum. Även om ambitionsnivån initialt skapade förvåning, och kanske även ibland en känsla av att det var omöjligt, vändes utmaningen snart till inspiration och nya innovativa lösningar. Att tänka globalt, radikalt och hur behovet att minska till noll inte bara skall ses som ett krav på att företagen skall minska sina egna utsläpp till noll, utan hur de skall leverera det som samhället behöver är ovanligt. Förhoppningsvis kan tävlingens lösningar bidra inom olika projekt, men lika viktigt är nog att perspektivet på företag som leverantör av lösningar och en ram som utgår från vad som är globalt hållbart även inkluderas i andra initiativ.

## 4.8 Exempelbibliotek

Att få tillgång till goda exempel på verktyg, metoder, processer, spjutspetstekniker och innovativa material inom det område man vill utveckla innovationer inom, kan vara en bra drivkraft i utvecklings- och innovationsarbete. Därför upprättade Naturvårdsverket med hjälp av omvärldsbevakning ett exempelbibliotek. De

tävlande lagen hade tillgång till detta under hela tävlingen. De goda exemplen i exempelbiblioteket kategoriserades i olika ämnesområden som bedömdes som intressanta för transformativ infrastruktur för nollutsläpp:

*Material* – mestadels nya varianter av stål, cement, betong och asfalt med nya ingredienser eller nya tillverkningsmetoder, men också radikalt nya material som tex Bio-Concrete.

*Design* – nya sätt att utforma broar och annan infrastruktur, ofta med materialreduktion som syfte. De baserades exempelvis på 3d-printing, rymdbaserade tekniker eller biomimik.

*Multifunktionalitet* - broar kompletterat med bland annat energiproducerande anordningar eller ekosystemtjänster.

*Logistik och projektplanering* – bland annat användning av IT, robotik och AI för material- och produktionsstyrning.

*Produktionsmetoder* – t ex användning av vätgas som reduktionsmedel vid ståltillverkning eller mer generella energieffektiva metoder för materialproduktion och byggande.

*Verktyg och metoder* – bedömningsmetoder och verktyg som t ex avancerade former av LCA eller verktyg för att bedöma klimatåtgärder och deras effekter.

*Bakgrundsmaterial* – strategier eller policies som stärker tävlingens syfte.

*Beteendeförändring* – ofta exempel kring ”demand management” av trafikflöden.

Exempelbibliotekets material har gjorts tillgängligt efter tävlingens avslutning på Naturvårdsverkets hemsida för att kunna återanvändas och vidareutvecklas i kommande innovationstävlingar eller liknande sammanhang.

## 4.9 Innovativ samverkansform

Innovationstävlingen har inte bara varit en tävling, utan också en medskapande, innovativ samverkansform. Enligt utvärderingen har det också upplevts av tävlingsdeltagarna, och är ett resultat av analysen av tävlingsmodellen som gjordes av Tillväxtanalys. Se kapitel fem.

Den innovativa samverkansformen har inneburit att:

- Aktörer som samverkar som normalt inte samverkar.
- Konkurrenter sitter i samma lag, samverkan sker över koncerngränser.
- Korsbefruktning över vetenskapsgränser.

- Medskapande process både myndigheter emellan, och mellan myndigheter, akademi och näringsliv (triple helix).

Denna typ av samverkansform är nödvändig för att kunna komma fram till de innovativa systemlösningar som är mer disruptiva och som är nödvändiga för att kunna realisera även de mer tekniskt orienterade lösningarna.

## 4.10 Ny tävlingsmodell

En ny tävlingsmodell har hämtats till Sverige. Modellen har tidigare endast använts av CEPI, den europeiska pappers- och massabranschorganisationen, i ett europeiskt samarbete. Naturvårdsverket har tillsammans med deltagande organisationer vidareutvecklat tävlingsmodellen i en medskapande process, och dokumenterat processen och stegen, skapat mallar, instruktioner och erfarenhetsåterkoppling.

## 4.11 Nya innovationstävlingar

Tävlingen har inspirerat till nya innovationstävlingar, med tävlingens modell som grund. Två av dem beskrivs nedan.

### 4.11.1 Innovationstävling om framtidens cirkulära samhälle: Plastutmaningen

Innovationstävlingen drivs av det Strategiska Innovationsprogrammet RE:Source i samarbete med Naturvårdsverket. Två lag med 8-10 deltagare/lag med relevanta kompetenser och anknytning till tävlingsfrågan kommer att skapas. Lagen kommer att träffas under 5 tävlingsinternat under 2019 med första träffen planerad till maj månad.

Det är en innovationstävling kring plastens roll i framtidens resurseffektiva lösningar inom nutrition och hälsa. Tävlingsens utformning gör att deltagarna tvingas gå utanför dagens trygghetszon och de lösningar som finns idag och tillsammans skapar framtidsbilder utifrån nya förutsättningar. Därför utgår spelplanen från ett tidsperspektiv längre fram i tiden där samhället blivit mycket mera materialsnålt och där plast därför används på ett mycket mer resurseffektivt sätt jämfört med idag. Vilka innovationer och förändringar har växt fram genom värdekedjan utifrån behoven inom nutrition och hälsa? Målet är att få fram helt nya, oväntade idéer utifrån tävlingsdeltagarnas bild av en framtid som skapats utifrån nya, spännande förutsättningar. Naturvårdsverket är engagerad i tävlingen och kommer att bilda en myndighetsgrupp. Tävlingen projektleds av RE:Source: s programkontor<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Jonas Enebro, RISE. Kontaktperson Naturvårdsverket: Lena Stig.



#### 4.11.2 Cirkulärt anläggningsarbete

Innovationstävlingen drivs av det Strategiska Innovationsprogrammet Smart Built Environment, Naturvårdsverket deltar och bildar myndighetsgrupp.

Syftet med tävlingen är att:

- Accelerera innovation
- Ge deltagande organisationer verktyg
- Skapa nya och hållbara affärer
- Skapa nya samarbeten
- Stärka samarbeten
- Ta fram förslag på policy för stärkt innovation

Deltagarna är från näringsliv, myndigheter, akademi och olika sektorer. Besättning av lagen kommer att ske även med medlemmar utanför branschen, för att skapa ännu bättre effekt av att gå utanför branschgränserna.

Tidsplanen är tänkt att vara ungefär samma som för Transformativ Infrastruktur, dvs. förarbete våren 2019, tävlingsinternat under hösten 2019 och våren 2020. Innovationskoncept presenteras i en final sommaren 2020.

Tävlingen kommer läggas upp enligt följande:

- Tävlingsinternat med föreläsningar, studiebesök och arbete
- Lag/grupper som tävlar med koncept
- Etablerade processer och verktyg för innovation används
- Långsiktig vision etableras på första internatet (20-30 år)
- Innovationskoncept i tre tidshorisonter (1-3 år, 4-5 år och 6-12 år)

Tävlingen projektleds av Smart Built Environments programkontor<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Kontaktperson: Kristina Gabriell, Smart Built Environment. Kontaktperson Naturvårdsverket: Björn Johansson.

## 5 Utvärdering och reflektioner

Till tävlingen formades en utvärderingsgrupp med Tillväxtanalys som gruppleddare, se bilaga 1. För att utvärdera tävlingen utfördes en enkät (skickades till alla inom tävlingsinitiativet) och intervjuer (13 utvalda). Tillväxtanalys jämförde också tävlingen med andra innovationstävlingar i sin analys.

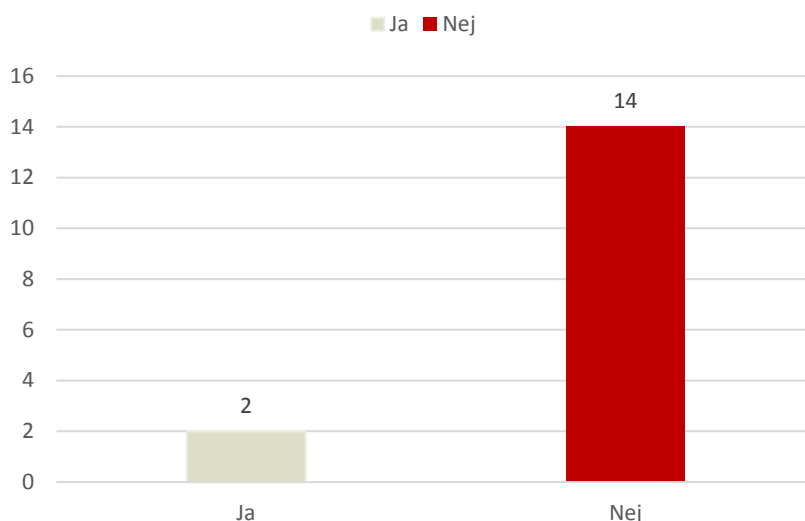
### 5.1 Resultat från enkäten

I slutet av innovationstävlingen genomfördes en enkätundersökning med deltagarna för att undersöka vad tävlingen handlingen handlat om och hur den fungerat:

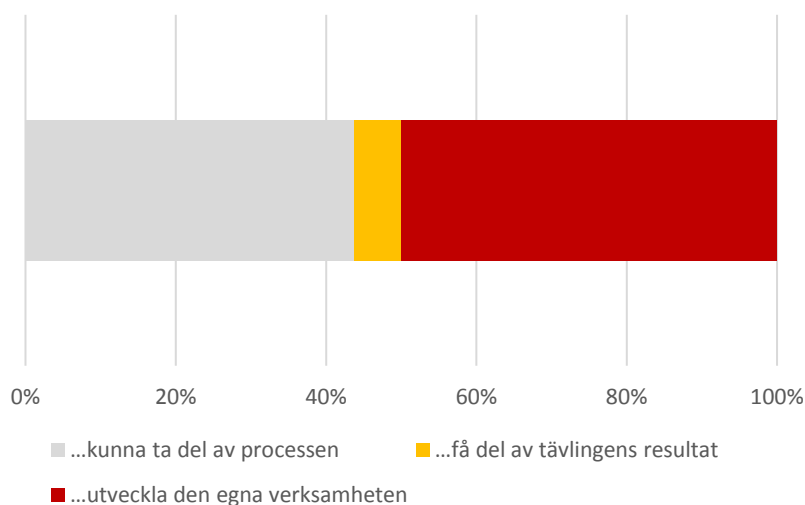
- Vad - vilken form av teknisk utvecklingen tävlingen blev att handla om?
- Vad – om synen på en bro förändrats?
- Hur – vilken form av samverkan som dominerat och hur denna fungerat?
- Hur – erfarenheter från uppläggen på de olika internaten.

#### 5.1.1 Erfarenhet och motiv för deltagande

Totalt besvarades enkäten av 16 personer. Av dessa hade 14 tidigare inte deltagit i ett liknande initiativ (Figur 21). Motivet för nästan hälften av deltagarna i tävlingen var trots detta att få vara en del av processen (Figur 22). För en något större andel deltagare var motivet att utveckla den egna verksamheten medan det bara för ett fåtal var att ta del av resultatet. Utgångspunkten var således deltagare som kunde förväntas vara aktiva och nyfikna på processen.



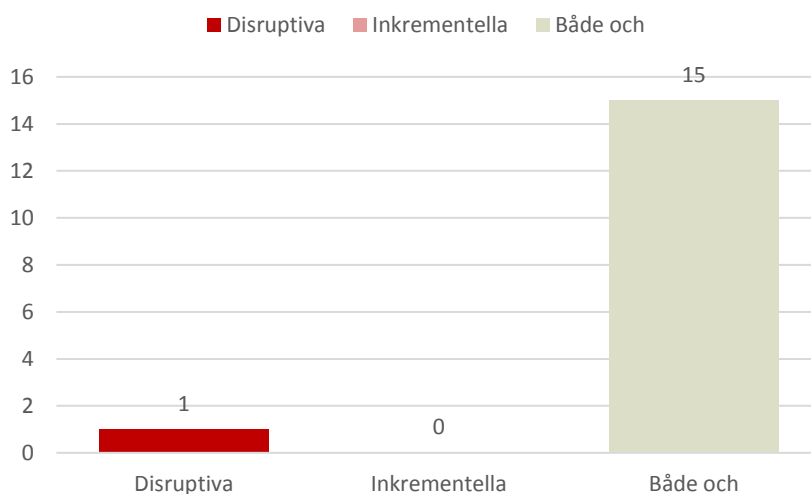
Figur 21. Antalet svarande som varit med i ett liknande innovationsinitiativ



Figur 22. Angivet huvudskäl till att man valde att delta i tävlingen

### 5.1.2 Vad har tävlingen handlat om?

När deltagarna fick frågan om tävlingen handlat om disruptiva eller inkrementella förändringar ansåg nästan alla att det rört sig om båda förändringarna (Figur 23). Svaren indikerar att man haft en utgångspunkt i nuvarande tekniska lösningar men också lyckats finna nya lösningar.



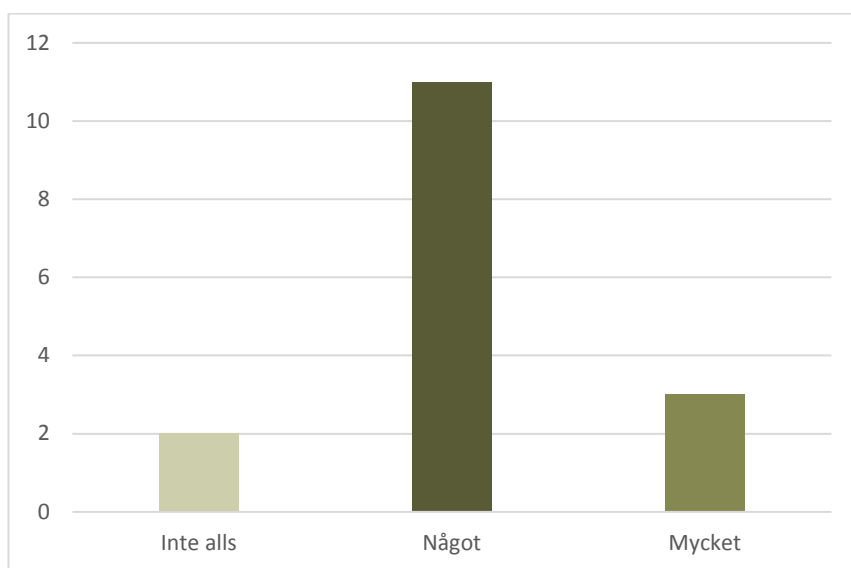
Figur 23. Bedömning av om det rört sig om tävlingen rört disruptiv eller inkrementell förändring

### 5.1.3 Har uppfattningen om bro förändrats och förväntas en fortsättning?

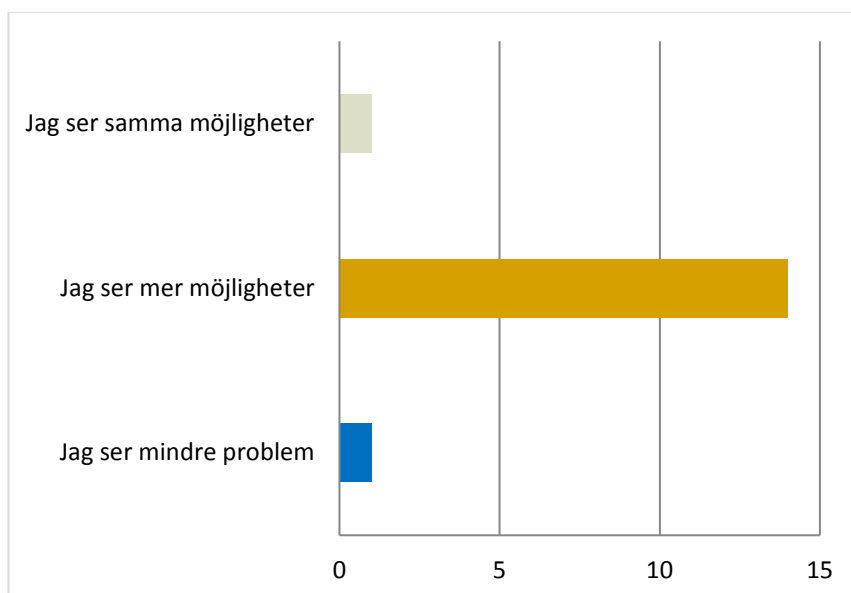
Bilden att deltagarna varit fast i nuvarande lösningar förstärks när frågan ställdes om de tävlandes syn på en bro förändrats under tävlingen. En klar majoritet svarade

att deras syn förändrats något (Figur 24). Bara ett fåtal svarade att de förändrat uppfattning mycket eller att synen på en bro inte alls förändrats.

Svaret på om synen på en bro förändrats går igen när frågan istället ställs som om möjligheten att minska utsläppen av växthusgaser. Nästan alla deltagare ser fler möjligheter än tidigare för att minska utsläppen av växthusgaser från brokonstruktioner (Figur 25).



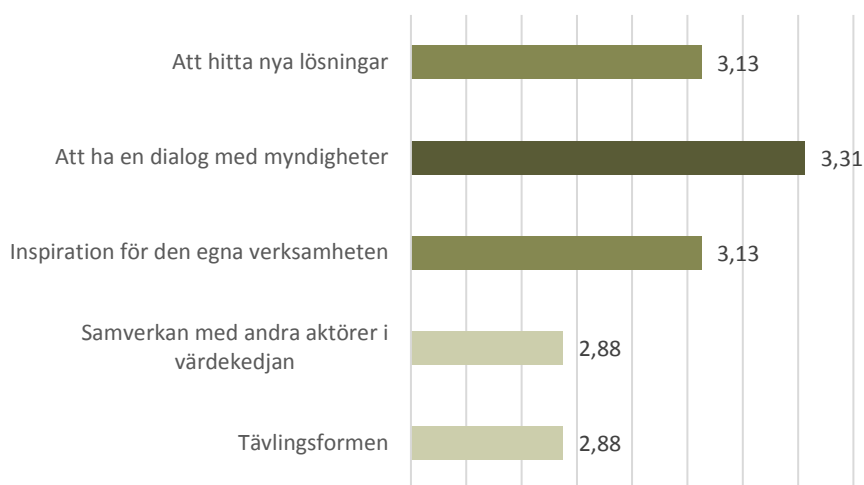
Figur 24. Antalet svarande som förändrat sin syn på vad en bro är för något under tävlingen



Figur 25. Förändring i deltagarnas syn på möjligheten att minska utsläppen av växthusgaser

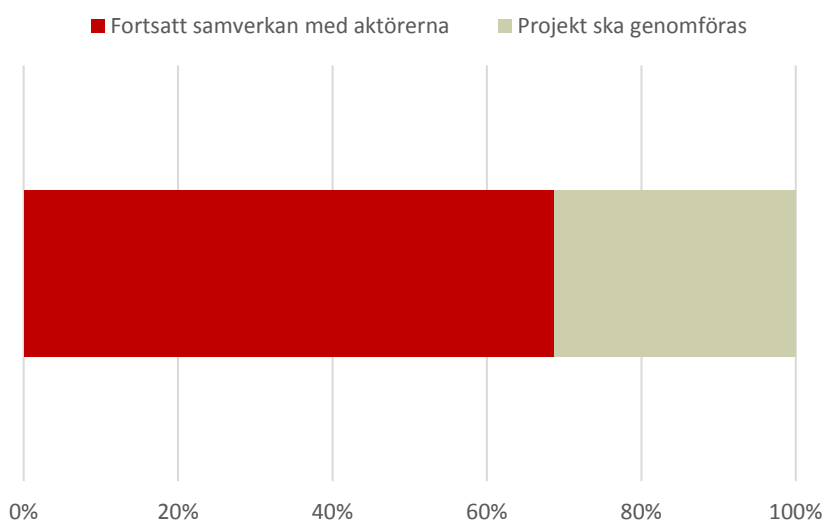
### 5.1.4 Största mervärden

Det finns ingen tydlig samsyn om det största mervärdet med tävlingen. När deltagarna har fått rangordna fem olika mervärden har genomsnittet hamnat omkring tre för alla (Figur 26). Det hösta värdet har ”dialog med myndigheter” fått. Det är dock tydligt att både vad tävlingen resulterat i tekniskt (mervärden: att hitta nya lösningar och inspiration för den egna verksamheten) och hur samverkan fungerat varit stora mervärden.



Figur 26. Genomsnittligt rangordnat mervärde mellan 1 och 5

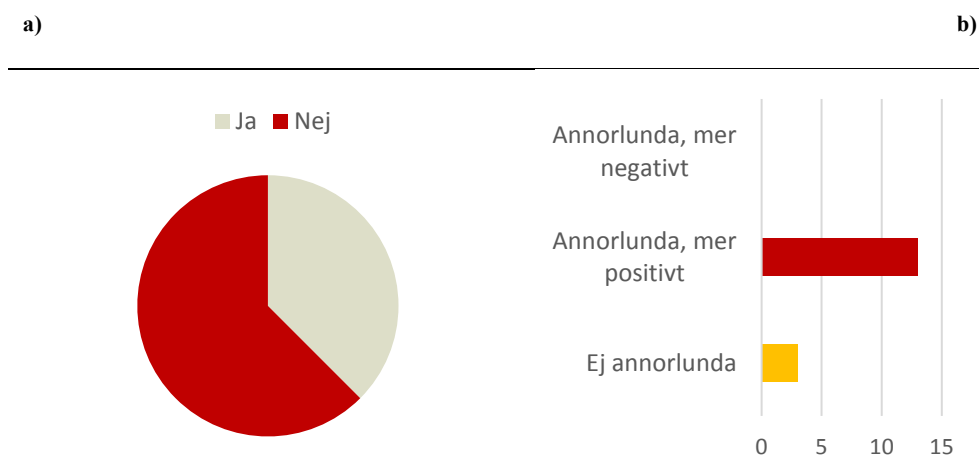
Knappt en tredjedel av de svarande på enkäten hoppas att tävlingen ska resultera i konkreta projekt (Figur 27). De flesta deltagarna hoppas dock på en fortsatt samverkan med aktörerna. Svaren indikerar att vad tävlingen resulterat i för bidrag har haft åtminstone något mindre vikt än hur samarbetet förbättrats mellan i vanliga fall konkurrerande deltagare. I nästa avsnitt beskrivs närmare hur samverkan fungerat.



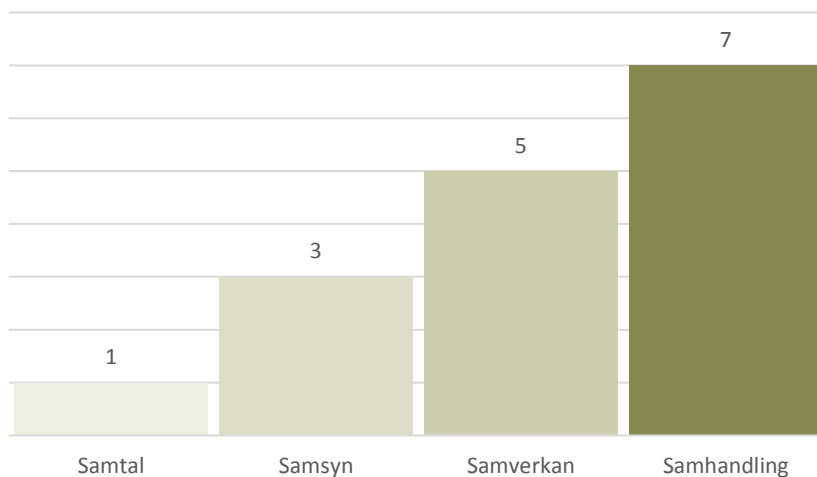
Figur 27. Vad tävlande hoppas ska hända efter tävlingen

### 5.1.5 Hur har samverkan fungerat?

Många av de tävlande hade tidigare inte samverkat på ett liknande sätt med andra aktörer i värdekedjan (Figur 28a). Upplevelsen av samverkan var positivt, inte en enda svarande på enkäten anser att denna form av samverkan i värdekedjan och med konkurrenter varit negativ (Figur 28b). Att detta verkligen fungerat visas även av att nästan alla svarande på enkäten anser att det rört sig om samverkan eller samhandling (Figur 29), det vill säga det skapades en gemensam syn på vilka insatser som behöver genomföras för att lösa en utmaning (samverkan) och att det är tydligt vem som ska genomföra olika aktiviteter (samhandling). En svarande anser att det bara varit samtal och tre svarande anser att det skapats samsyn kring problemformuleringen.



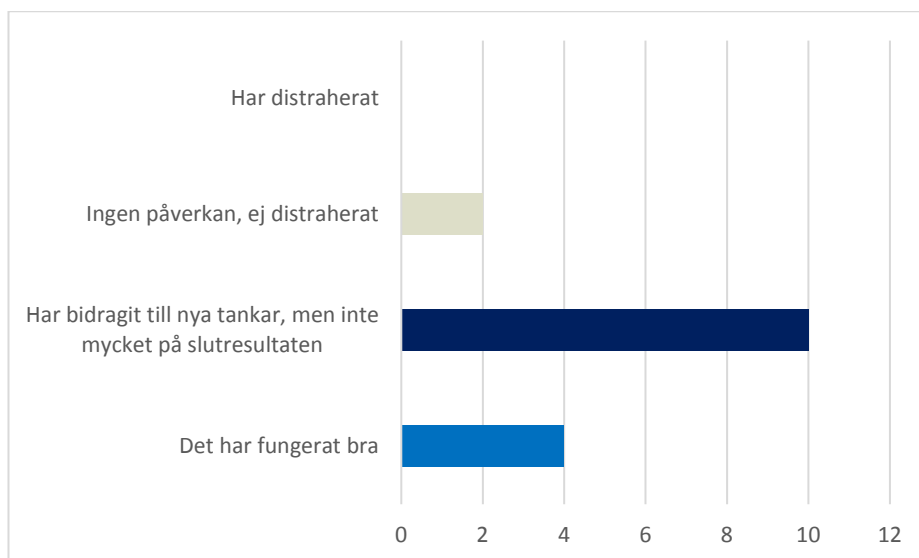
Figur 28. Andelen svarande som samverkat på liknande sätt inom värdekedjan (a) och hur denna samverkan upplevts (b)



Figur 29. Bedömning av vilken typ av samverkan som varit dominerande

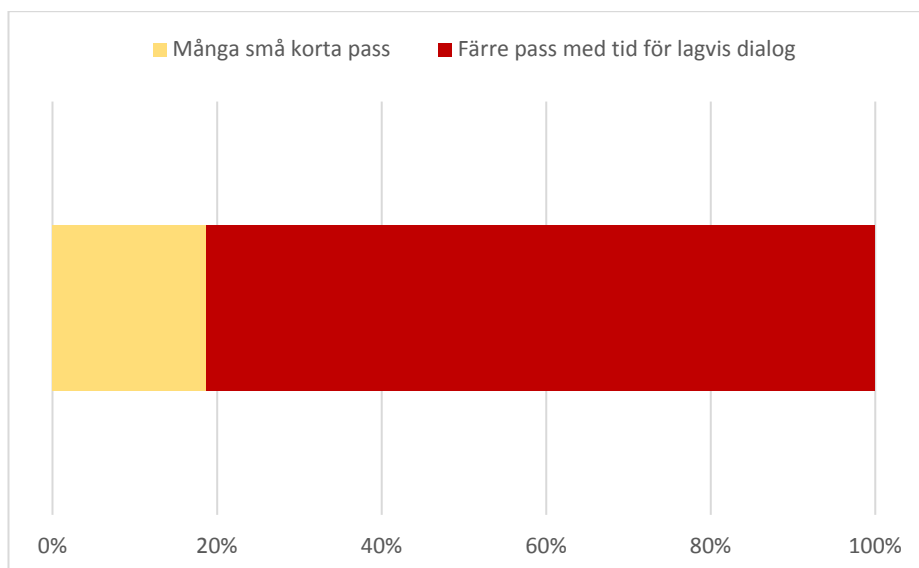
### 5.1.6 Uppfattningar om tävlingens upplägg

I tävlingen har två scenarier och en innovationsmatris använts för att stimulera deltagarna. Svarande på enkäten anser att detta varit positivt. De flesta tycker att det fungerat bra eller bidragit till nya tankar (Figur 30). De bedömer dock inte att det påverkat slutresultatet särskilt mycket. Svaret indikerar således att scenarierna och innovationsmatrisen i tävlingen bidragit till samverkan men inte direkt till tävlingsbidragen. Det torde dock indirekt påverkat tävlingsbidragen då de i denna tävling synes vara en effekt av en väl fungerande samverkan.



Figur 30. Hur arbetet med två scenarier och innovationsmatris påverkat arbetet i tävlingen

I tävlingen användes två upplägg för inspirationspassen. Vid vissa tävlingsinternat användes många men korta inspirationspass. Vid andra internat var det färre inspirationspass och mer tid för lagvis dialog. En övervägande majoritet av svarande på enkäten anser att det senare fungerade bäst (Figur 31).



Figur 31. Vilket upplägg på inspirationspassen som ansetts fungera bäst

## 5.2 Resultat från intervjustudien

Nedan följer en sammanfattning av intervjuer av 13 deltagare inom tävlingsinitiativet, dvs. både lagdeltagare, från myndighet och tävlingsorganisation.





Figur 32. Ordmoln om tävlingen, av tävlingsdeltagarna.

### 5.2.1 Innovationstävling jämfört med traditionellt innovationsarbete

De tillfrågade har alla en positiv inställning till innovationstävling som metod för att driva innovation. Merparten av deltagarna svarar att en av de största fördelarna med metoden är just att det är en tävling, vilket fungerar som ytterligare motivation samt bidrar till att göra upplevelsen roligare. Även det tillåtande formatet och miljön som tävlingen inneburit har varit en fördel.

Vidare lyfts några av formatets unika aspekter fram som fördelar; att man fått arbeta tillsammans med de som till vardags är ens konkurrenter samt den stora bredd som funnits inom lagen har uppfattats som stora mervärden.

Som nackdelar med tävlingsformatet nämns att det är ett tidskrävande upplägg och att det därför inte är självklart att alla kan delta på lika villkor.

Samverkan över gränser och/ eller tävlingar skulle kunna vara ett format även i en planeringsprocess för ett reellt anläggningsarbete.

### 5.2.2 Öppen problemformulering

Målet med tävlingen var nollutsläpp till år 2045 inom infrastruktursektorn, vilket ger en öppen problemformulering, till skillnad från innovationstävlingar som kan definiera problemet mycket specifikt, t ex att utveckla en algoritm.

De specifika problem som figurerat under tävlingens gång har de tävlande själva fått identifiera i de hotspots (områden inom det valda tävlingsobjektet som bidrar till störst utsläpp av koldioxid) som man valt att fokusera på. Flertalet av de

intervjuande har upplevt att tävlingen har varit öppen för fritt tänkande i och med den breda problemformulering som funnits. Vidare nämns att man inte hunnit fördjupa sig på detaljnivå inom den avsatta tiden för internaten.

### **5.2.3 Tankar till satt avgränsning inom tävlingen**

Nivån på den satta avgränsningen (fysisk förbindelse) har av de tävlande upplevts vara satt på en bra nivå, med tillräckligt utrymme för kreativt tänkande – vilket de menar syns i de inlämnade tävlingsbidragen. Tävlingsbidragen innefattar inte bara tekniska lösningar, eftersom även samhällsperspektivet finns representerat.

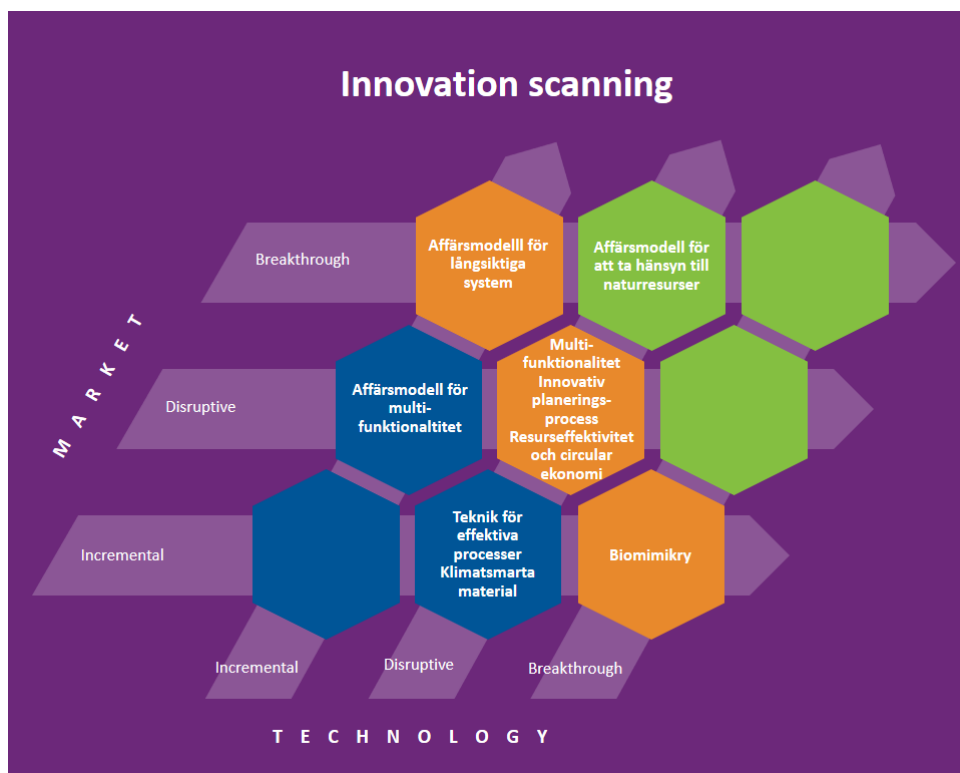
Några av de intervjuade uppger dock att man som ett alternativ hade kunnat sätta en funktions- eller behovsbaserad avgränsning för att ytterligare främja banbrytande lösningar. Vidare säger ett antal av de tävlande att fokus hamnade lite väl mycket på just Öresundsbron vilket är något av ett extremfall – kanske skulle man använt en generisk referens, exempelvis 100 meter bro som går att skala både upp och ned i längd vid implementering.

### **5.2.4 Disruptiva eller inkrementella förändringar?**

En fråga med både stor enighet och stor splittring i svaren var om de anser att tävlingen har handlat om inkrementella eller disruptiva förändringar. Majoriteten av deltagarna svarar ”Både och...” och vidareutvecklar genom att säga att sökandet efter det disruptiva ofta leder till ett antal inkrementella lösningar. En tävlingsdeltagare säger: ”Med tanke på den satta tidshorisonten, år 2045, så är de lösningarna vi tagit fram inte tillräckligt innovativa för att kallas disruptiva”.

Hos de tävlande upplevs de tävlingsbidrag som inte relaterar till tekniska lösningar vara mer disruptiva än de mer tekniskt orienterade lösningarna. Vidare nämner man även att det faktum att lagen enbart bestod av representanter från bygg och anläggningsbranschen kan ha hämmat innovationsnivån och potentialen att arbeta fram disruptiva lösningar för just infrastruktursektorn.

Lagen arbetade enligt de två scenarierna som beskrivs i 3.4.2. De sju utvecklingsspårens olika lösningar kan i stora huvuddrag placeras in i innovationsmatrisen enligt nedan, för att illustrera utfallet av lagens innovativa lösningar huruvida de är inkrementella eller disruptiva.



Figur 33. Inkrementella och disruptiva resultat i sikte på banbrytande, transformativa förändringar. Illustration: Dennis Pamlin/ RISE.

### 5.2.5 En samhällsutmaning

En övergripande majoritet av deltagarna är överens om att man fått som uppgift att lösa en samhällsutmaning snarare än ett enskilt problem (fallstudie Öresundsbron). Det motiveras med att klimatfrågan är en samhällsutmaning och man ser att infrastrukturbranschen har en stor roll att spela. Många av de lösningar som tagits fram är även skalbara och går att tillämpa i andra projekt än vid just byggandet av en bro över Öresund, och kan därmed bidra med en större klimatnytta för samhället.

### 5.2.6 Vilka mervärden har skapats?

Medverkan i tävlingen ”Transformativ infrastruktur – Innovation för Nollutsläpp” har skapat värden för deltagarna (inte bara de tävlande, utan även arrangör och deltagande myndigheter) vilka sträcker sig bortom tävlingen i sig och de slutprodukter som levererades. De kontaktnät som skapats, under de unika förutsättningar som tävlingen inneburit, lyfts samstämmigt fram som det största och viktigaste mervärdet. Man har även satt stort värde på att få samverka och föra dialog tillsammans med de som till vardags är konkurrenter – något som även uppfattats som utvecklande.

Tävlingens upplägg och utformning; att man under ett års tid fått bearbeta tankar, dvs. under ganska lång tid, samt omvärdera angreppssätt såväl som arbetssätt – samtidigt som man serverats ny kunskap, inspiration, studiebesök osv. har varit uppskattat. De tävlande lyfter återigen fram att tävlingsmomentet har bidragit till att göra upplevelsen extra rolig.

### **5.2.7 Vad önskar du ska hända efter tävlingen?**

”Det är nu det riktiga arbetet börjar!”, så svarar en av deltagarna på frågan om vad denne vill ska hända efter tävlingen. Vidare säger de tillfrågade att det är viktigt att man håller liv i resultaten så att inte allt arbete och de resultat man uppnått inte faller i glömska. Det finns en kollektiv önskan att de idéer som fötts i den årlånga processen ska göra skillnad.

Somliga förespråkar fortsatt arbete med de koncept som tagits fram i samma konstellationer som varit under tävlingen, medan andra säger att man bör ta in extern kompetens för att kunna vidareutveckla koncepten. Gemensamma ansökningar vid relevanta utlysningar samt forskning- och utvecklingsprojekt nämns som potentiella vägar framåt.

### **5.2.8 Kommer det leda till konkret utveckling inom den egna organisationen?**

De deltagande fick även frågan om de trodde att det som de upplevt och lärt sig kommer leda till konkret utveckling inom den egna organisationen – här svarade man övervägande positivt att man tror att det kommer leda till utveckling även om man hade svårt att bedöma om det är endast tävlingen som bidrar till förändringen eller om den är en bidragande faktor i en större helhet. Ett antal svarade dock att de och deras respektive organisationer redan opererar/agerar utefter lärdomar från tävlingen.

### **5.2.9 Hade ett liknande utbyte varit möjligt på annat sätt?**

De intervjuade har svårt att se att ett utbyte, likt det som uppnåtts inom tävlingens ramar, skulle varit möjligt på ett annat sätt - åtminstone inte utan mycket stora ansträngningar från eget håll. Man säger att tävlingen inneburit en unik möjlighet till utveckling för de deltagande.

### **5.2.10 Lagsammansättningen**

Det var av yttersta vikt att inom lagen få till en stor bredd och blandning av individer samt deras respektive bakgrunder. Vidare uppges individernas engagemang, ambition och öppenhet stå i paritet med nyss nämnda bredd och blandning. Överlag var de tillfrågade nöjda med lagsammansättningen som i många fall överträffade förväntan, man satte även stort värde på att samarbeta med de som till vardags är konkurrenter samt tävla mot de som till vardags är ens kollegor.

Man nämner dock att lagen på ett vis blev relativt homogena; med deltagare som besitter antingen ingenjers- eller miljökompetens. Kompetensen skulle kunna breddas till att även innefatta kompetens för bl.a. affärsutveckling, beteendevetenskap och IT. Även kompetens för visualisering saknades inom lagen – det uppfattades som väldigt givande när sådana kompetenser fanns närvarande, dvs. externa kompetenser via inspirationspassen.

#### **5.2.11 Vad har varit det bästa med tävlingen?**

Då deltagarna ombads att nämna vad som varit det bästa med tävlingen lyftes bland annat följande fram:

- Tävlingen har inneburit en tankeställare för de deltagande.
- Det har varit roligt och funnits en glädje inför uppgiften man ställts inför.
- Man har fått ta del av ny kunskap samt fått inspiration från nya områden och branscher.
- Den gemenskap som uppstod mellan de deltagande och de kontakter som knutits.
- Internaten i sig; att få lämna vardagen och till fullo fokusera på tävlingen under två intensiva dagar har varit ett givande format.

#### **5.2.12 Vad kan förbättras till en nästa tävling?**

Majoriteten av de intervjuade har poängterat att tävlingen varit väldigt lyckad och genomförandet bra, men de nämner ett antal saker att tänka på om man skulle använda ett liknande upplägg igen:

- Tävlingsreglerna borde varit på plats innan tävlingsstart.
- Viktigt med tydlighet i vilka leveranser som förväntas av lagdeltagarna i förhållande till tidplanen.
- Mer tid avsatt till att lära känna varandra i början av processen, istället för att man kastas rakt in i arbetet.
- Viss del av den externa kompetensen via inspirationspassen borde ha funnits med i själva lagen

#### **5.2.13 Inspirationspassen**

Vad gäller inspirationspassen har de upplevts som positiva; med relevanta, intressanta samt inspirerande ämnen som man kanske inte skulle kommit i kontakt med utanför ramarna för tävlingen, dvs. ”utanför boxen”. De tävlande har även sett stora fördelar med att kunna diskutera med föreläsarna under workshop-passen.

Dock var det ibland för många inspirationsföredrag under kort tid, utan tid att smälta informationen – vilket kändes som en ”vägg av information”. En del ämnen hade även kunnat få mer utrymme i förhållande till dess potential att bidra till nya lösningar, där IT nämns som ett exempel på ett sådant ämne. Vidare uttrycktes att

den Policy- och styrmedelsworkshop som anordnades borde ha fått mer utrymme då det är ett område där det finns stora vinster att göra.

#### **5.2.14 Framgångsfaktorer enligt deltagarna**

De intervjuade uppmanades att nämna de tre viktigaste förutsättningarna för en lyckad innovationstävling med ett givande och hållbart resultat.

Sammanfattningsvis är de viktigaste faktorerna:

- Individerna som deltar – de måste vara rätt personer för uppgiften samt gå in i tävlingen med öppenhet och engagemang
- Att tävlingen är välplanerad samt engagerad tävlingsorganisatör
- Det ska kännas meningsfullt att delta i en tävling liknande denna, med tydlig målbild

### **5.3 Resultat från analysen av tävlingsmodellen**

Det traditionella syftet med innovationstävlingar är ”vad”, sällan ”hur”.

Innovationstävlingar främjar utvecklingen genom att definiera ett tydligt mål och låta innovatörer tävla om att nå målet. Mål svarar på ett problem, ett behov eller en möjlighet och är mätbart. Det vill säga där målet är att lösa ett specifikt problem<sup>15</sup>, att hitta lösningar som kan hantera ett behov<sup>16</sup> eller innovationer som skapar nya möjligheter<sup>17</sup>. I dessa vad-tävlingar är målet mätbart. De flesta innovationstävlingar är oftast riktad att hitta en lösning till ett specifikt problem.

#### **5.3.1 Vilken typ av vad?**

Ett sätt att klassificera innovationstävlingar med inriktning ”vad” är också att definiera dem utgående från tävlingens komplexitet och vilken risk investerare har för att hantera ett specifikt ”vad”.

---

<sup>15</sup> till exempel Netflix vars tävling syftar till att skapa en förbättrad algoritm för att tipsa kunder om filmer som de skulle tycka om

<sup>16</sup> till exempel olika innovationsupphandlingar

<sup>17</sup> till exempel forskningstävlingar som syftar till disruptiva samhällsförändringar



Figur 34. Från bättre lösningar till dramatiska språng.

#### *Bättre lösningar*

Företag är generellt framförallt inriktade på att förbättra sina produkter och tjänster på existerande marknader; syftet med denna utveckling är att bli bättre än sina konkurrenter. Risken för företag att engagera sig i denna typ av tävlingar är således ganska låg. Tävlingar som syftar till att hitta bättre lösningar är ganska enkla och inte särskilt administrativt krävande. Additionaliteten kan ifrågasättas om staten initierar denna form av innovationstävling, det vill säga företagen som deltar i tävlingen hade gjort arbetet även utan tävlingen. Däremot kan tävlingsformen vara relevant för offentlig upphandling.

#### *Nya lösningar*

En tävling som syftar till att nya lösningar påskyndas är mer krävande att rigga. Många gånger behöver företag som i vanliga fall konkurrerar börja samarbeta inom tävlingen. Det innebär en större risk för företagen.

#### *Dramatiska språng*

Att rigga en tävling som genererar lösningar som ligger utanför existerande tankevärld är mycket krävande att rigga. Lösningen kräver ofta att aktörer som kommer från helt olika fält, och ibland har svårt att förstå varandra, behöver samarbeta. Risken är att den lösning som tas fram aldrig kommer att kommersialiseras och därmed behöver priset vara betydande.

Innovationstävlingen transformativ infrastruktur, med konkurrenter som samarbetar, hamnar i mitten av denna skala, men väldigt nära *dramatiska språng*. Aktörer från helt olika fält som inspirerade lagdeltagarna under de olika tävlingsinternaten bidrog mycket till detta. Hade de istället ingått i lagen, hade tävlingen gått ännu mer mot *dramatiska språng*.

### 5.3.2 Hur syfte – Tävlingsdeltagarnas motivation

Under senare decennier har ”hur” blivit viktigare i innovationstävlingar och ibland kan det rent av bli huvudsyftet. Även om det inte är huvudsyftet är det viktigt att förbereda en tävling genom att identifiera hur deltagarna kan motiveras på bästa sätt. Att minimera risken att deltagare bevakar sina egna intressen, om vem som äger lösningen, eller om man har en befintlig affärsidé/ produkt som ligger utanför. Om man är flera som delar risken i en värdekedja eller i ett system, och flera som är med och pushar marknaden, blir det lättare.

Det finns många olika ”vad” som driver en individ att delta i en innovationstävling:

- Skapa nya kontakter
- Möjlighet till personligt erkännande
- Dela risken i forskning och utveckling
- Lära av varandra
- Skapa marknadsfördelar
- Att göra sitt varumärke känt
- Att lösa svåra problem
- Priset – äran att vinna

I innovationstävlingen Transformativ infrastruktur var det många som ville lösa svåra problem, en samhällsutmaning. De ville också lära av varann och var mycket nyfikna.

### 5.3.3 Hur syfte – Tävling mellan grupper ger nya samarbeten

Tävling mellan grupper ger:

- Minde konflikter inom gruppen<sup>18</sup>
- Ökat internt samarbete<sup>19</sup>
- Två grupper som tävlar är mer konkurrensinriktade än två personer som tävlar<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> Rapoport, A., & Bornstein, G. (1987). Intergroup competition for the provision of binary public goods. *Psychological Review*, 94(3), 291-299.

<sup>19</sup> Bornstein, G. (1992). The free rider problem in intergroup conflicts over step-level and continuous public goods. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62, 597-606

<sup>20</sup> Schopler, J., & Insko, C. A. (1992). The discontinuity effect in interpersonal and intergroup relations: Generality and mediation. *European Review of Social Psychology*, 3, 121-151



- Hur enskilda individer bidrar till gruppen beror på tävlingens utformning

Det har visat sig att tävlingar i grupp kan vara särskilt viktigt för om ett ”hur” vill utvecklas.

Själva tävlingsmomenten innebär mindre konflikter inom en grupp, inte minst till följd av att gruppen kan förenas i att se mottävlande som konkurrenter och inte enskilda individer. Upplägget leder i sig till ökat internt samarbete inom gruppen. En gruppmedlem kan plötsligt börja prata och dela med sig för att man har en gemensam extern motståndare.

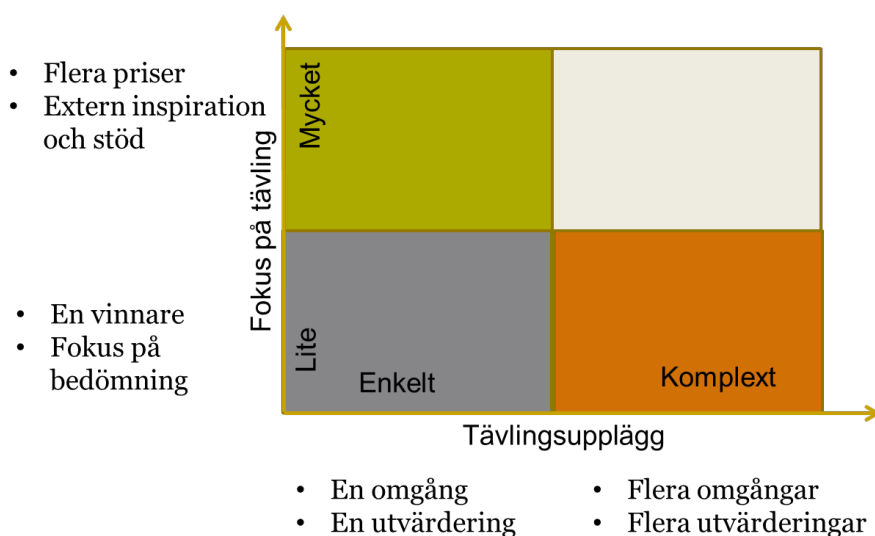
En svår del i grupptävlingar är dock att få enskilda individer att inte ”free-rida” på övriga gruppdeltagare genom att lägga ner mindre tid än andra, genom att stjäla idéer till andra sammanhang eller att behålla de bästa egna idéerna för sig själv. Hur utbredd det beteendet blir hänger delvis ihop med hur en tävling är riggad. Vissa forskningsstudier visar på ökat individuellt engagemang om grupptävlingen innehåller flera gruppdeltagare medan inblandning av individuell ranking inom gruppen leder till ökad ”free-riding” av individer som redan presterar dåligt.

Två grupper blir mer konkurrensinriktade än två individer, eftersom grupperna trissas upp varann. Som individ orkar man inte hålla i hela tiden, men i en grupp som pushar på blir det lättare och dessutom kan energin få variera under tiden.

I innovationstävlingen Transformativ infrastruktur var ett lyckat inslag de tydliga delmomenten med fem tävlingsinternat. Att träffas regelbundet och arbeta tillsammans på det sättet stärker lagandan och lagdeltagarnas bidrag.

#### **5.3.4 Hur och vad i innovationstävlingar**

Om det är en enkel tävling och det man försöker lösa också enkelt, då behövs inga deltagare, allt fokus blir på bedömning. Man kan också ha mycket mer fokus på tävlingen, med fler priser, mer inspiration och stöd.



Figur 35. Komplexitet versus enkelhet. Källa: Lampel m.fl. 2012, *Test-driving the future: how design competitions are changing innovation*

I innovationstävlingen Transformativ infrastruktur var det komplext, fler omgångar, fler utvärderingar (avstämningar av var lagen låg i förhållande till varandra och enligt tidplanen efter varje internet) även om det inte var så tydligt men man gick i den riktningen.

## 5.4 Statliga myndigheters viktiga roll

Statliga myndigheter har en viktig roll i innovationstävlingar för stora samhällsutmaningar och att driva den sortens tävlingar. I Sverige utgår mycket innovation från bottom-up-perspektivet, men för tävlingar för stora samhällsutmaningar, s.k. Grand Challenge tävlingar, blir det viktigt med top-down styrning. Den typen av Grand Challenge kräver också mer komplex struktur, inspiration och delmoment. Den typen av tävlingar handlar lika mycket om att skapa lärande som både stat och näringsliv behöver.

I Sverige har just innovationstävlingen Transformativ infrastruktur lyfts fram som ett exempel på en Grand Challenge tävling, då det annars knappt förekommer i Sverige, enligt en forskningsrapport från Konkurrensverket<sup>21</sup>. Den medskapande tävlingsorganisationen har därmed lyckats övervinna några av hindren, som lyfts fram i rapporten:

- Ingen känner helhetsansvar för stora samhällsproblem eftersom utmaningen berör olika områden som hanteras av olika myndigheter.

<sup>21</sup> [www.konkurrensverket.se/globalassets/publikationer/uppdraagsforskning/forsk-rapport\\_2018-1.pdf](http://www.konkurrensverket.se/globalassets/publikationer/uppdraagsforskning/forsk-rapport_2018-1.pdf), 2019-01-11

- Myndigheter och andra offentliga organisationer ser inte innovationstävlingar som en del av sitt uppdrag.
- Det finns en cementerad rädsla i offentlig sektor att göra fel och pröva något nytt.
- Det saknas kunskap och erfarenhet.

Ett annat stort värde med innovationstävlingen Transformativ infrastruktur var den stora graden av inkluderande och medskapande, både mellan stat, näringsliv och akademi, men också myndigheterna emellan.

## 5.5 Reflektioner och råd till efterföljare

För eventuellt framtida innovationstävlingar av liknande Grand Challenge-karaktär finns det flera nyttiga lärdomar. Inte minst gäller detta tävlingar som organiseras av myndigheter. En bidragande orsak till samarbetsvilligheten från flera myndigheter i denna tävling var ett regeringsuppdrag om samordningen av innovationsinsatser för att minska processindustrins växthusgasutsläpp (N2016/06369/IFK). Uppdraget gjorde att det fanns en naturlig konstellation att börja diskutera och samarbeta om tävlingen. Senare tillkom fler myndigheter som också hade ett ansvar inom infrastrukturfrågor.

Redan från början var det tydligt vad tävlingen handlade om – att skapa koncept och att det rörde sig om en större samhällsutmaning. Andra framgångsfaktorer var att:

- branschen och aktörer kunde samarbeta trots att de till vardags är konkurrenter eftersom det rörde sig om ett koncept för år 2045, det vill säga var visionärt och långt borta
- SIP InfraSweden2030 deltog som samarbetspartner och därmed att det skapades ett intresse från byggbranschen
- valet av Öresundsbron som exempel gjorde tävlingen kommunikativ trots att den handlade om koncept och visioner.

För en innovationstävling som denna där samarbete är ett viktigt syfte är feed-back processen central. Feed-back processen skapades genom upprepade tävlingsinternat med olika utvecklingssteg på vägen och där deltagarna utmanades genom inspirationsföreläsningar. Det fungerade bra men skulle kunnat fungera ännu bättre om det skapats mer tävlingskänsla mellan lagen.

Det är viktigt att inför eventuella framtida ”grand challenge” utmaningar inledningsvis inte förutsätta att en tävling är en lämplig form. I detta fall där ett huvudsyfte var att också skapa samarbete har det varit det, och att skapa lösningar på även systemnivå. Om syftet är att skapa en konkret lösning, nära implementering, bör andra typer av innovationstävlingar användas eller annan form av problemlösning.

Åtta goda råd till de som vill genomföra en ny, liknande tävling.

1. Tävlingsmodellens användningsområde: Adressera våra stora samhällsutmaningar med en innovationstävling där lag tävlar mot varann. Denna tävlingsmodell lämpar sig särskilt för komplexa utmaningar där det krävs samverkan över ordinarie gränser, där enskilda insatser inte räcker, och ger som resultat mer än bara tävlingsbidragen i sig.
2. Grundliga förberedelser innan tävlingsstart: Planera i god tid och med överblick över alla tävlingsinternaten.
3. Deltagare:
  - a. Engagera alla deltagare i en medskapande process för högre gemenskap, förståelse, förankring och bättre kvalitet.
  - b. Bjud in även deltagare från helt andra branscher och vetenskaper för att kunna lyfta in nya perspektiv, och kunna gå bortom dagens och morgondagens etablerade lösningar samt branschintressen. Utgå från funktion.
4. Lagbildningen:
  - a. Lagindelning: Bra att blanda kompetenser och bakgrunder men viktigt att det finns gemensamma målbilder i gruppen. Undvik att blanda aktörer med tydliga intressekonflikter. En lösning kan vara att låta lag forma sig själva baserat på intressen.
  - b. Storleken på lagen: Max 7-8 personer för att arbeta effektivt tillsammans. Om det blir för många är det några som är mest aktiva och man nyttjar inte allas kompetenser på bästa sätt.
5. Värdera processen: Processen i sig är mycket viktig, inte bara resultaten. Deltagande organisationer menar att de behöver göra om processen i sina egna organisationer för att skapa affärer kring resultaten. Det är också viktigt att innovationsprocesser etableras i deras organisationer, som är verksamma över tid så att de kan innovera kontinuerligt. Dessutom är det de i lagen som kan ta vidare arbetet tillsammans och samarbetet är därför mycket viktigt.
6. Tävlingsinternaten:
  - a. Ha tydliga resultatmål för varje tävlingsinternat för att checka av vägen mot slutleveranserna.
  - b. Investera i att lägga ned mycket tid, för det blir resultat på många nivåer, och lägg tid även i ”periodvilan” mellan tävlingsinternaten.
7. Kommunikation: Engagera kommunikationsarbetet parallellt med juryarbetet för ett kommunikativt slutpaket vid vinnarceremonin.
8. Efter tävlingen: Ha en plan för att ta hand om slutresultaten/ vidareutveckla slutresultaten så att de åstadkommer den tilltänkta samhällsnyttan, steg för steg mot slutmålet.

## 6 Vägen framåt

Tävlingen är inte slutet, utan början. Nu börjar arbetet med implementering av klimatpositiv infrastruktur, från vidareforskning och innovation, till investeringar samt metod- och processförändringar till policyarbete och det slutliga målet om nollutsläpp.

Tävlingens resultat har resulterat i konkreta vägar framåt för ett fossilfritt Sverige inom infrastruktursektorn. Realisering av innovationskoncepten innebär möjligheter att nå nollutsläpp och till och med bortom nollutsläpp, till år 2045. Åtgärder behöver tas i närtid för att steg för steg nå delmål för att de klimatpositiva resultaten kan införlivas år 2045. Därför sker ett antal uppföljningsmöten tillsammans med myndighetsgruppen, lagdeltagarna och tävlingsorganisationen. Exempelvis har ett uppföljningsseminarium hållits under hösten 2018 där resultaten redovisades, finansieringsmöjligheter presenterades samt vägen mot implementering diskuterades. Realiseringsarbetet följs upp med ett seminarium under våren 2019 på Regeringskansliet med fokus på finansiering, investering och internationell samverkan.

Tävlingen använde en bro, Öresundsförbindelsen, som ett illustrativt studieobjekt, men tävlingsresultaten är användbara i utvecklingen av även annan infrastruktur och byggande vilket gör att tävlingens resultat kan få en bred tillämpning.

### 6.1 Framåtsyftande samverkan

Flertalet synergier finns för tävlingsresultaten och andra pågående initiativ inom arbetet för ett Sverige med nollutsläpp av växthusgaser.

Färdplanen för en klimatneutral och konkurrenskraftig bygg- och anläggningssektor inom regeringsinitiativet Fossilfritt Sverige<sup>22</sup> och tävlingsresultaten har stora synergier exempelvis vad gäller samarbete i hela värdekedjan, upphandling, klimatsmarta material, nya processer och nya produktionsmetoder. Tävlingsresultaten innebär konkreta handlingsåtgärder för att uppnå nollutsläppen. Färdplanen och tävlingsresultaten samordnas i den mån det är möjligt i syftet att öka takten i realiseringen av projekt och initiativ som leder till fossilfrihet och klimatpositivitet. Arbetet inkluderar även de policy- och implementeringsförslag som lagen tog fram (se kapitel 4.5-4.6). I arbetet kopplas också synergier till arbetena med SGBC, Sweden Green Building Council, och

---

<sup>22</sup> [http://fossilfritt-sverige.se/wp-content/uploads/2018/01/ffs\\_bygg\\_anlaggningssektor181017.pdf](http://fossilfritt-sverige.se/wp-content/uploads/2018/01/ffs_bygg_anlaggningssektor181017.pdf), 2019-01-11

Anläggningsforum<sup>23</sup> där gemensamt utvecklingsarbete bedrivs av Trafikverket, Sveriges Bygginstrumenter (BI) och Svenska Teknik & Designföretagen (STD).

Även synergier med Mistra Carbon Exit har stämts av under tävlingens gång och samordning av forskningsprogrammet och tävlingens resultat är också en del av realiseringsarbetet.

## 6.2 Finansieringsmöjligheter

Finansiering är en kritisk del av realiseringsarbetet, och många av myndigheterna i tävlingens myndighetsgrupp är finansiärer. Det rör sig om exempelvis Trafikverkets FOI-verksamhet, de strategiska innovationsprogrammen (SIP:ar)<sup>24</sup> finansierade av Vinnova, Energimyndigheten och Formas samt övriga relevanta forsknings-, innovations- och investeringsprogram från dem, Naturvårdsverket och Boverket. Särskilt SIP:arna *InfraSweden2030* och *Smart Built Environment* är aktuella för realiseringsarbetet och projekt har redan påbörjats, men andra aktuella SIP:ar är till exempel *Drive Sweden* och *RE:Source*. Formas har exempelvis *Nationellt program för hållbart samhällsbyggande*<sup>25</sup> med olika utlysningar. Innovationsupphandlingar kan utföras i form av FOI-projekt inom ramen för Trafikverkets FOI-verksamhet<sup>26</sup>. Energimyndigheten har olika stöd för alltifrån forskning, pilot och demonstration, till kommersialisering och marknadsutveckling. Energimyndigheten administrerar bland annat Industriklivet<sup>27</sup>. Industriklivet är regeringens långsiktiga satsning för att minska industrins processrelaterade utsläpp av växthusgaser. Den ska bidra till omställningen som krävs för att uppnå nettonollutsläpp i Sverige till 2045. Tävlingens innovationskoncept berör exempelvis klimatpositiv produktion av cement och stål. Klimatklivet<sup>28</sup>, administrerat av Naturvårdsverket, är en annan potentiell finansieringsmöjlighet för realiseringen av tävlingens resultat. Klimatklivet stödjer investeringar som ger hög klimatnytta, där bland annat infrastruktur ingår som en åtgärd som kan få stöd. EIB, den europeiska investeringsbanken<sup>29</sup>, katalyserar investeringar där både miljö, infrastruktur och innovation är tre av fyra prioriteringar enligt EIB. Förutom olika former av lån ger EIB stöd i form av rådgivning som exempelvis

---

<sup>23</sup> [www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/samarbete-med-branschen/anlaggningsforum/](http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/samarbete-med-branschen/anlaggningsforum/)

<sup>24</sup> [www.vinnova.se/sip](http://www.vinnova.se/sip), 2019-01-11

<sup>25</sup> [www.formas.se/Internationellt/Forskningsprogram/test/](http://www.formas.se/Internationellt/Forskningsprogram/test/), 2019-01-11

<sup>26</sup> [www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Forskning-och-innovation/](http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Forskning-och-innovation/), 2019-01-11

<sup>27</sup> [www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/forskning/industri/industriklivet/](http://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/forskning/industri/industriklivet/), 2019-01-11

<sup>28</sup> [www.naturvardsverket.se/Klimatklivet/](http://www.naturvardsverket.se/Klimatklivet/), 2019-01-11

<sup>29</sup> [www.eib.org](http://www.eib.org), 2019-01-11

genomförbarhetsstudier. Tävlingsorganisationen har därför löpande kontakt med EIB inför realiseringsarbetet.

## 6.3 Redan påbörjade projekt och initiativ

Projekt som är resultat av tävlingen har redan påbörjats och finansierats.

Ett är projektet *Resursoptimering* som handlar om att demonstrera potentialen med AI i hållbarhetsstyrd projektering genom en fallstudie. Med AI öppnas nya möjligheter för att optimera byggnadsverk redan i projekteringsskedet och på så vis bidra till minskad miljöpåverkan, en effektivare process, billigare lösningar och nya affärsmodeller. Projektet finansieras av SIP Smart Built Environment<sup>30</sup>.

Ett annat är projektet *Odlade konstruktioner* som i ett första skede syftar till att undersöka förutsättningarna för att förverkliga innovationstävlingens idé om att kunna ”odla” betongliknande konstruktionselement med teknik som bl.a. används för att restaurera korallrev. Projektet avser att söka finansiering från InfraSweden2030 för att kartlägga tidigare forskning och utveckla en plan och organisation för fortsatt utvecklingsarbete med experiment, piloter, demonstratorer och kommersialisering.

Ett projekt som också har mynnat ut från tävlingen är *Managementperspektiv på innovation kopplad till megatrender i Infrastruktursektorn* som är en förstudie och syftar till att fördjupa perspektiv på hur olika roller i infrastrukturprojekt kan engageras för få innovation att gå från idé till verklighet. Parallellt tillämpas kunskap från förstudien i den nya tävlingen inom cirkulärt anläggningsarbete. Projektet leds av Skanska och genomförs tillsammans med Ncc, Peab, RISE, BI och medfinansieras av SBUF och InfraSweden 2030.

En del av lagens förslag får fortsättningar i olika initiativ. Såsom de förslag från policyworkshopen som kommer att användas vidare i arbetet med en nationell strategi för Bio-CCS och CCS, Naturvårdsverkets underlag till kommande regeringens Klimathandlingsplan och Naturvårdsverkets Fördjupade Utvärdering 2019.

Tävlingsdeltagarna är också i färd med att formera sig i realiseringsarbetet, vilket kan bli i form av ett s.k. innovationskluster.

## 6.4 Främjande strategier

Regeringen har flera strategier och utredningsförslag som bör kunna öka förutsättningarna för ett genomförande av resultaten från innovationstävlingen.

---

<sup>30</sup> <https://smartbuilt.se/projekt/nya-tillaempningar/pilot-ai-projektering/>

Några av de mest relevanta idag är utredningarna *Samordnad och accelererad policyutveckling kopplad till den fjärde industriella revolutionens teknologier* och *Kompletterande åtgärder för att nå negativa utsläpp av växthusgaser*.

Utredningen *Samordnad och accelererad policyutveckling kopplad till den fjärde industriella revolutionens teknologier* (direktiv 2018:85)<sup>31</sup> beslutades för att bättra tillvara potentialen som digitalisering och innovation för med sig. En proaktiv policyutveckling behövs eftersom hinder och oklarheter riskerar att hämma utvecklingen av nya och innovativa lösningar samt nya affärsmodeller. För innovativt brobyggande och annan infrastruktur med nollutsläpp till 2045 är både uppkopplad industri och uppkopplade system, men också uppkopplade fordon mycket relevanta. Digitalisering inom materialproduktion, design, byggande och i samband med den styrning av trafikflöden som möjliggörs av uppkopplade fordon är alla viktiga vägar framåt för att reducera klimatgasutsläpp av byggande och drift av broar samt annan infrastruktur.

Utredningen *Kompletterande åtgärder för att nå negativa utsläpp av växthusgaser* (direktiv 2018:70)<sup>32</sup> ska föreslå en strategi för hur Sverige ska nå negativa utsläpp av växthusgaser efter 2045. Flera av utredningens uppgifter är relevanta för framtida brobyggande och byggande av annan infrastruktur. Exempelvis kolsänkor kopplade till användningen av biobränslen för produktion av konventionell cement. Utredaren ska undersöka hur bland annat ökad kolsänka, avskiljning och lagring av koldioxid med biogent ursprung (bio-CCS) och verifierade utsläppsminskningar genom investeringar i andra länder kan och bör bidra till detta. Utredaren ska bland annat uppskatta den realiserbara potentialen för bio-CCS att bidra till att uppfylla klimatmålen. Utredaren ska identifiera eventuella brister i kunskapsunderlaget om CCS. Utredaren ska också sammanställa information om tekniska åtgärder vid sidan av ökad kolsänka och bio-CCS som kan ge upphov till upptag av koldioxid ur atmosfären och bedöma om förutsättningar kan ge ett signifikant bidrag till negativa utsläpp i Sverige i mitten på detta sekel.

## 6.5 Upphandling av innovativa lösningar

Regeringens uppdrag till Upphandlingsmyndigheten om spetsteknik och avancerade systemlösningar bör också kunna öka förutsättningarna för genomförande av resultaten från innovationstävlingen. Många av tävlingsdeltagarnas policy- och implementeringsförslag rörde just upphandling, och i samordningen med Färdplanen för bygg- och anläggningssektorn inom Fossilfritt Sverige är tidig dialog och mer innovativ upphandling en åtgärd som båda lyfter. Transportinfrastruktur är en av nio sektorer där förutsättningarna för att spetsteknik

---

<sup>31</sup> [www.regeringen.se/rattsliga-dokument/kommittedirektiv/2018/08/dir.-201885/](http://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/kommittedirektiv/2018/08/dir.-201885/), 2019-01-11

<sup>32</sup> [www.regeringen.se/rattsliga-dokument/kommittedirektiv/2018/07/dir.-201870/](http://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/kommittedirektiv/2018/07/dir.-201870/), 2019-01-11



och avancerade systemlösningar ska upphandlas är förhållandevis goda och där det finns utmaningar och behov som kan tillgodoses genom en ökad förekomst av sådana upphandlingar, enligt Upphandlingsmyndighetens bedömning. I sin rapport från februari 2018, *Möjligheter för ökad upphandling av spetsteknik och avancerade systemlösningar*, (Upphandlingsmyndigheten rapport 2018:1)<sup>33</sup> har Upphandlingsmyndigheten analyserat hur upphandlingar med denna inriktning kan främjas och genomföras.

Alla sju utvecklingsspår som är resultaten av tävlingen kan främjas av en implementering av spetstekniker och avancerade systemlösningar. De mest uppenbara tillämpningarna av spetstekniker är avancerad IT, sensorer och AI, både under designprocess, bygglogistik samt för övervakning och styrning av transportflöden på broar. Även nanoteknik och bioteknik – inte minst med biomimik som specialfall av det sistnämnda – kan ge väsentliga bidrag till både design av konstruktionen och användningen av byggmaterial med mycket låg klimatpåverkan. Avancerade systemlösningar kan här bygga på en multifunktionell användning av brokonstruktioner som plattform för kompletterande anläggningar och tjänster. Det kan vara för produktion av förnybar energi med anläggningar på broar eller anläggandet av vegetation på lämpliga platser på brokonstruktioner som skapar olika typer av ekosystemtjänster. Då kan innovativa multifunktionella brokonstruktioner ge inte bara klimatnytta, utan också andra miljömässiga, sociala och ekonomiska nyttor. Innovationsupphandling kan användas för att stimulera spetsteknik och avancerade systemlösningar, enligt Upphandlingsmyndigheten. Särskilda metoder och förfaranden som är väl lämpade att använda för upphandling av nya lösningar är exempelvis förhandlat förfarande, konkurrenspräglad dialog och innovationspartnerskap. Vid forskning och utvecklingssamarbete mellan offentlig och privat aktör är det fördelaktigt att konkurrensutsätta FoU-tjänsterna. Då kan metoder såsom förkommersiell upphandling, innovationstävlingar eller OPI vara möjliga alternativ.

---

<sup>33</sup> [www.upphandlingsmyndigheten.se/globalassets/publikationer/rapporter/rapport-spetsteknik-2018\\_1.pdf](http://www.upphandlingsmyndigheten.se/globalassets/publikationer/rapporter/rapport-spetsteknik-2018_1.pdf), 2019-01-11

## 7 Bilagor

### 7.1 Bilaga 1: Tävlingsens deltagare och organisation

#### 7.1.1 Deltagare i myndighetsgruppen:

Åsa Lindgren (Trafikverket)  
 Sara Malmgren/ Klara Helstad (Energimyndigheten)  
 Anders Pousette (Energimyndigheten)  
 Karla Anaya-Karlsson/ Katarina Buhr (Formas)  
 Hans-Olof Karlsson Hjort (Boverket)  
 Sebastian Axelsson/ Lejla Cengic (Vinnova)  
 Tobias Persson (Tillväxtanalys)  
 Anna Carin Thomér (Miljö- och energidepartementet)

#### 7.1.2 Lagindelning

##### Lag Blå

Lars Redtzer, ”materialförvaltare”,  
 Sveriges Byggindustrier/  
 InfraSweden2030

Charlotte Bergman, lagledare, ELU  
 Konsult AB

Martin Andersson, Skanska

Thomas Fägerman, Swerock

Mats Wendel, Peab Asfalt

Ulf Wiklund, Tyréns

Martin Erlandsson, IVL Miljöinstitutet

Daniel Ekström, WSP

Björn Johansson/Lars Almefelt,  
 Chalmers Teknisk Högskola

Chuan Wang, Swerea MEFOS

Andreas Rahm Yhr, Sandvik

Karin Comstedt Webb, Cementa

Yvonne Andersson-Sköld, Statens väg-  
 och transportinstitut (VTI)

##### Lag Gul

Camilla Byström, ”materialförvaltare”,  
 InfraSweden2030

Kristina Gabriellii, lagledare, Gabriellii  
 Development

Kristine Ek, NCC

Staffan Carlström, Swerock

Kent Jansson, Swerock

Martin Ålenius, Tyréns

Tabita Gröndal, Sweco

Stefan Uppenberg, WSP

Jan Krantz, Luleå Tekniska Universitet

Stefan Sandelin, Cementa

Katarina Malaga/ Martin Kylefors, CBI  
 Betonginstitutet

Björn Åstedt, Stålbyggnadsinstitutet

Maria Boberg, Ecole Polytechnique  
 fédérale de Lausanne

**7.1.3 Tävlingssekretariat:**

Lars Redtzer och Camilla Byström, InfraSweden2030; Åsa Lindgren, Trafikverket; Eva Dalenstam, Naturvårdsverket; Dennis Pamlin, RISE Research Institutes of Sweden

**7.1.4 Kommunikationsgrupp:**

Karin Bergkvist, Peab; Lars Redtzer, Sveriges Byggindustrier; Kristina Gabriell, Gabriell Development; Björn Åstedt, SBI; Niklas Ekström, Heidelbergcement; Martin Andersson, Skanska; Anki Grundelius och Eva Dalenstam, Naturvårdsverket

**7.1.5 Utvärderingsgrupp:**

Tobias Persson, Tillväxtanalys; Åsa Lindgren, Trafikverket; Dennis Pamlin, RISE; Ulf E Andersson och Eva Dalenstam, Naturvårdsverket

**7.1.6 Tävlingens pre-jury:**

Ordförande: Birgitta Govén, Energiexpert, Sveriges Byggindustrier  
Dennis Pamlin, Senior Advisor, Transformativt tänkande, RISE  
Sabina Nilsson, Miljömålsrådets kansli, Naturvårdsverket  
Johan Carlstedt, Projektledare Innovation och entreprenörskap, IVA  
Julien Morel, Klimatanalytiker, Naturvårdsverket  
Lejla Cengic, Bygginnovationer, Vinnova  
Linda Bell, Head of Resources and Development Unit, SEI  
Lovisa Moritz, Enhetschef Anläggning, Trafikverket  
Stefan Henningsson, Klimatinnovationer, WWF

**7.1.7 Tävlingens slutliga jury:**

Ordförande: Katja Awiti, Enhetschef Klimatenheten, Miljö- och energidepartementet  
Leif Callenholm, GD Vinnova  
Catharina Elmsäter-Svärd, VD Sveriges Byggindustrier  
Sven Hunhammar, Måldirektör Miljö och hållbarhet, Trafikverket  
Måns Nilsson, VD, SEI  
Begonia Randhav, WWF Sweden Youth, tidigare millenniemålsambassadör för svenska FN-förbundet  
Björn Risinger, GD Naturvårdsverket  
Tuula Teeri, VD IVA

**7.1.8 Naturvårdsverkets organisation i tävlingen:**

Projektledare: Eva Dalenstam  
Klimatexpertis: Julien Morel  
Spetstekniker och avancerade systemlösningar: Ulf E Andersson  
Kommunikation, ekosystemtjänster: Anki Grundelius  
Policies: Jenny Oltner och Sabina Nilsson

Biomimik: Eva Ahlner

Internat/seminarier: Rickard Nätjehall/ David Alsmarker/ Axel Gunnarsson

Exempelbibliotek: Ulf E Andersson, Amanda Dahlgren, David Alsmarker och Axel Gunnarsson

Tack till våra förträffliga praktikanter: Jorunn Cardell, Amanda Dahlgren, Emmy Hadd Danielsson, Amanda Persson, Bianca Whitcher

## 7.2 Bilaga 2: Tävlingsinternatens program

### 7.2.1 Program tävlingsinternat I



### Innovationstävlingen

## Transformativ infrastruktur – Innovation för nollutsläpp

*Välkommen till första tävlingsinternatet inom innovationstävlingen Transformativ infrastruktur – innovation för nollutsläpp. Vi inleder med presentationer och studiebesök och avslutar med workshop under andra dagen.*

**Tävlingsinternat I: Tema "Utmaningen och paradigmskiftet"** Vad är utmaningen med att skapa en bro med nollutsläpp? Vilka skiften är det vi behöver?

**Datum:** 10-11 oktober 2017, kl. 9.30-16.00

**Plats:** Malmö Arena Hotell, Hyllie Boulevard 12, Malmö

**Program Dag 1**

Lokal SKAJ, med utsikt över Öresund och Bron.

Fika serveras från kl. 9.30

**Kl. 10.00 Välkomna** Moderatorer: Åsa Lindgren, Hållbarhetsstrateg Trafikverket, och Eva Dalenstam, Innovationssamordnare Naturvårdsverket.

**Kl. 10.05-10.40 Inledning från värdorganisationerna för internat I**

Björn Risinger, GD Naturvårdsverket

Lennart Andersson, regional direktör Trafikverket

Håkan Wifvesson, VD Swerock

Håkan Jacobsson, VD Peab Asfalt

Magnus Ohlsson, VD Cementa

Eva Sundin, VD Swerea MEFOS

**Utmaningen:**

**Kl. 10.40-10.50 Inledande om Öresundsförbindelsen**

Caroline Ullman-Hammer, VD, Øresundsbro Konsortiet

**Kl. 10.50-11.10 Funktionsupphandling för ökad innovation**

Charles Edquist, professor i innovation, Circle, Lunds universitet och ledamot av det Nationella innovationsrådet

**Kl. 11.10-11.30 Norge berättar: Ferjefri E39**

Kjersti Kvalheim Dunham, Projektledare, Statens Vegvesen

**Kl. 11.30-11.50 Utblick: inspiration från broar i världen**

Innovationsråden från Regeringskansliet (webblänk)

LUNCH i Nilssons restaurang

**Paradigmskiftet:**

**Kl. 13.00-13.20 Ditt liv i vardagen 2053**

Josefin Wangel, Forskare och biträdande programchef Framtidens städer, SLU

**KI. 13.20-13.40 The Two Team project – an innovation competition that exceeded the expectations**

Bernard de Galembert, Innovation and Bioeconomy Director, CEPI (The Confederation of European Paper Industries) (web link) (In English)

**KI. 13.40- 14.00 Innovativt samarbete över industrigränser**

*Scantias samarbete med Siemens i Trafikverkets, Energimyndighetens och Vinnovas innovationsupphandling av elväg*

Nils-Gunnar Vågstedt, ansvarig för forskning om hybrid och elektrifiering, Scania

**KI. 14.00-14.20 Transformativt tänkande -framtidssäkrade lösningar**

Dennis Pamlin, Senior Advisor, RISE Research Institutes of Sweden

FIKA och avfärd med buss

**KI. 15.00 -18.00 Studiebesök på Öresundsbron och Sveriges första kolfiberbro**

Guider: Bengt Hergart, Anläggningsdirektör på Öresundsbron pratar "En hållbar bro" och guidar oss på Öresundsbron och Charlotta Bjerkbom, Gatu och Väg Väst samt Oskar Bruneby, Kompostibroar, guidar oss och berättar om möjliggörandet av Sveriges första kolfiberbro.

KI. 19.30 MIDDAG i Nilsson restaurang

**Program Dag 2**

**KI. 8.30-8.50 Ramverk, hotspots och kalkylverktyg – Spelregler**

Lars Redtzer, InfraSweden2030 och Åsa Lindgren, Trafikverket

**KI. 8.50-9.15 Utmaningar vid brobygge**

Mats Karlsson, bitr chef Investering, Trafikverket

**KI. 9.15-9.45 Building a circular future – new business models with design for disassembly and material passports**

John Sommer, Director of Strategy and Business Development at MT Højgaard, författare till Building a circular Future, MT Højgaard (In English)

**Kl. 9.45-10.15 Innovation inom och mellan organisationer – så gör ni innovationsresan**

Sofie Lindblom, Innovationsexpert, vd och medgrundare till Ideation360

Kl. 10.15-10.30 FIKA

**Kl. 10.30-12.00 Första workshopen**

Pass 1: Hypotesbaserat arbetssätt – Sofie Lindblom inleder.

Brainstorming. Post-it övning "What if"

Inspiration från internatets föredrag, studiebesök, tävlingens bibliotek och lagens Slack.

Kl. 12.00-13.00 LUNCH

**Kl. 13.00-14.30 Workshop**

Pass 2: Gruppering av post-its, identifiering av områden att arbeta vidare med

Kl. 14.30-14.45 FIKA

**Kl. 14.45-15.30 Workshop**

Pass 3: Vem gör vad till när, en ansvarig per idéuppslag för uppföljning inför nästa internat

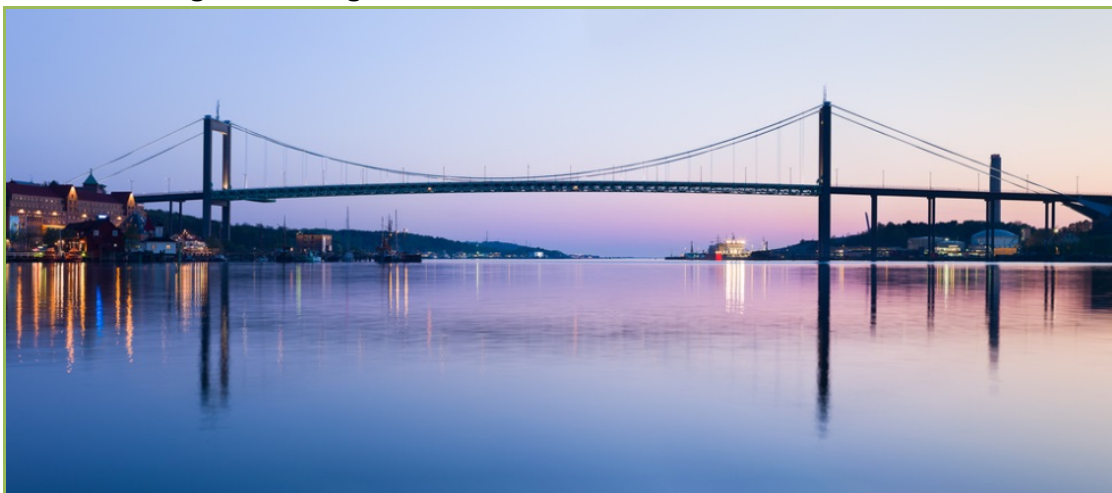
**Kl. 15.30-16.00 Summering och avslutning**

Internatets moderatörer summerar första tävlingsinternatet. Vi tar pulsen på lagen – lagbarometern – hur många idéer har respektive lag genererat?





## 7.2.2 Program tävlingsinternat II



Välkommen till internat 2 inom

### **Transformativ infrastruktur – Innovation för nollutsläpp**

**Tema: Material och design för ett klimatneutralt samhälle 2045**

*Välkommen till andra tävlingsinternatet inom innovationstävlingen Transformativ infrastruktur – innovation för nollutsläpp. Internatet kommer att bjuda på inspirationspresentationer och lagvisa diskussioner med inbjudna talare med möjlighet att bolla tankar kring framtidens brobyggande. Under internatets andra dag blir det mer tid för innovering i lagen. Ni kommer också få möjlighet att agera domare i en studenttävling.*

**Datum:** 7-8 december 2017, kl. 9.30-16.00

**Plats för konferensen:** Chalmers tekniska högskola

**Anmälan och boende:** [Anmäl dig här](#)

**Kostnad:** Deltagande under konferensens öppna del (fram till kl 14.00 den 7/12) är kostnadsfritt. Naturvårdsverket står för kostnaden för lagmedlemmar. Övriga deltagare betalar 2 000 kr exklusive moms, då ingår hotellövernattning och måltider.

Fika serveras från kl. 9.30

**Kl. 10.00 Välkomna!**

Värdarna Chalmers, Energimyndigheten, FORMAS och NCC hälsar välkomna.

**10.30 Klimatsmart brobyggande – var står vi idag?** – *Kristine Ek, NCC, och Stefan Uppenberg, WSP*

**10.50 Material och design för nollutsläpp av växthusgaser**

*Material and design for climate efficient buildings and constructions – Gaute Mo och Mario Rando, Degree of freedom engineers*

*Design utifrån en icke-designers perspektiv: med klimatmålen i sikte och cirkularitet som verktyg – Klas Cullbrand, Chalmers industriteknik*

*Lagvis reflektion* - Lagen får möjlighet att diskutera 7 min var med var och en av de två presentatörerna.

*IT för klimateffektivt brobyggande – möjligheter sett ur ett livscykelperspektiv – Johan Holmqvist, Sony*

*Design för klimateffektivitet – Lars Almfeldt, Chalmers*

*Lagvis reflektion* - Lagen får möjlighet att diskutera 7 min var med var och en av de två presentatörerna.

**12.40 LUNCH**

**13.15 Introduction to biomimicry – how can nature inspire business?** –*Eva Ahlner NV inleder och introducerar Leen Gorissen, Studio Transition*

---

*Här slutar den öppna delen av internatet. Innoverandet i lagen fortsätter.*

---

**14.05 PAUS**

### 14.15 Workshops för lagen

	<b>Lag gul</b>	<b>Lag blå</b>
14:15	<b>Biomimicry for bridges</b> – Leen Gorissen, Studio Transitio	<b>Biobaserade material för framtidens brobyggande</b> – Anna Wiberg, Strategiska innovationsprogrammet BioInnovation
15:00	<b>Möjligheter med grafen</b> – Helena Theander, Strategiska innovationsprogrammet Grafen	<b>Biomimicry for bridges</b> – Leen Gorissen, Studio Transitio
15:45	<b>Biobaserade material för framtidens brobyggande</b> – Anna Wiberg, Strategiska innovationsprogrammet BioInnovation	<b>Möjligheter med grafen</b> – Helena Theander, Strategiska innovationsprogrammet Grafen

16:30 FIKA

16:45-18:30 Innovationsworkshops i lagen

19:15 Middag på hotellet

**Program 8/12**

8.30 Intro till dagen

God morgon! – **Moderatorerna**

Dagens studenttävlingar och inspiration kring klimatsmarta produktionssystem – **Björn Johansson, Chalmers**

Tävlingens bibliotek av lösningar – inspiration – **Amanda Dahlgren, Naturvårdsverket**



### 7.2.3 Program tävlingsinternat III

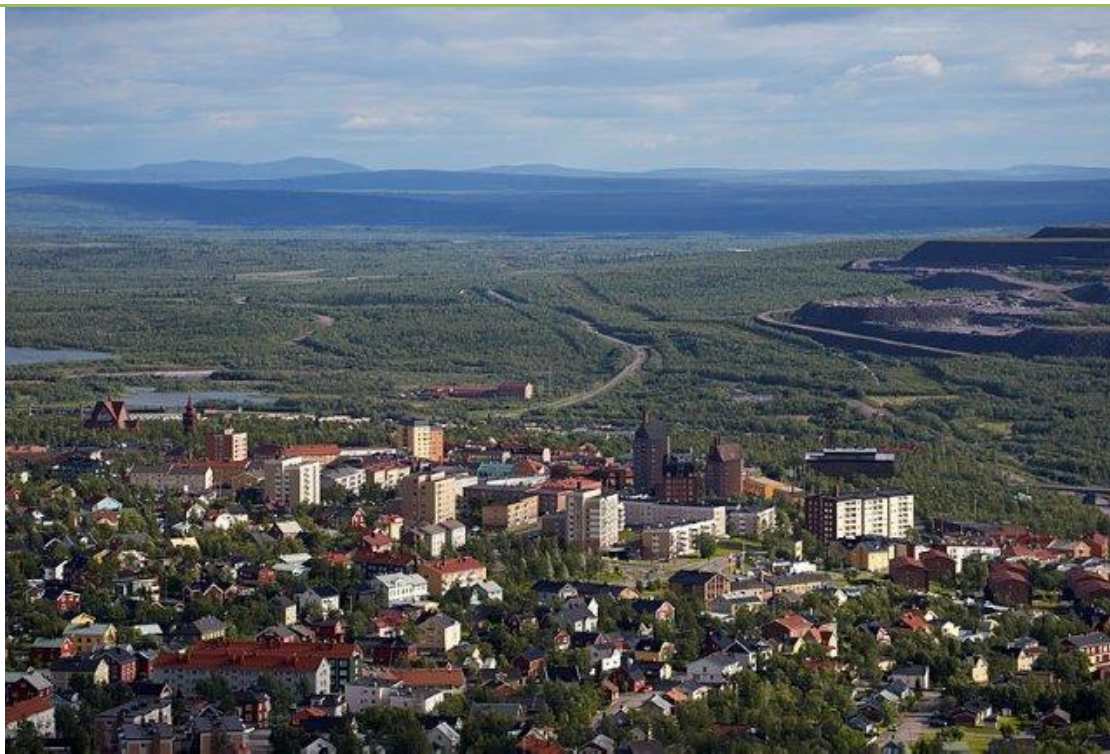


Foto: Övre bild: Kiruna kommun. Nedre bild: Torbjörn Bergkvist, Trafikverkets bildarkiv.

## Innovationstävlingen

### Transformativ infrastruktur – Innovation för nollutsläpp

#### Tävlingsinternat III: Tema ”Spetstekniker och samhällsomvandling”

*Välkommen till det tredje tävlingsinternatet inom innovationstävlingen Transformativ infrastruktur – banbrytande innovationer för nollutsläpp. Vi inleder med presentationer med efterföljande lagindelade dialoger samt studiebesök och avslutar med lagvisa workshops under andra dagen.*

**Datum:** 30-31 januari 2018, kl. 10.45-17.30

**Plats:** Dag 1: Ferrum Hotell, Lars Janssonsgatan 15, Kiruna och LKABs gruva

Dag 2: inspirerande miljö på Camp Ripan, Campingvägen 5, Kiruna

### **Program Dag 1**

**Kl. 10.45 Välkomna** Moderatorerna Ulf Wiklund, Tyréns och Tabita Gröndal, Sweco välkomnar

#### **Kl. 10.50 -11.10 Inledning av internatets värdar**

Peter Fransson, avdelningschef, Boverket

Johan Dozzi, VD Tyréns

Victoria Barabash, avdelningschef för Rymdteknik på Luleå Tekniska Universitet

Anna Yman, VD Vatten och Miljö, SWECO

#### **Kl. 11.10 -11.25 Branschomvandling i infrastrukturbranschen i digitaliseringens spår**

Christian Sandström, Docent Technological Change and Industrial Transformation, Chalmers

#### **Kl. 11.25 -11.40 Artificiell Intelligens i planering och byggande av infrastruktur**

Thomas Olofsson, Professor i avdelningen för Industriellt och Hållbart Byggande, Luleå Tekniska Universitet

#### **Kl. 11.40 -12.00 Nyttänkande i Sveriges största stadsomvandling**

Moa Strålberg, Kommunikatör, Kiruna Kommun och Aila Määttä, processledare för Kiruna Sustainability Center

LUNCH med föredragshållarna (Lag Gul och Lag Blå sitter var för sig)

#### **Kl. 13.15**

Samling vid bussen med avfärd till LKAB

#### **Kl. 14.00 -17.00 Inspiration från underjorden**

Gruvbesök på LKAB - världens största underjordiska järnmalmgruva

Tema: Elektrifiering, digitalisering, automation, cirkuläritet samt om innovationsprojektet Hybrit

Talare: Gunilla Hyllander, Manager Product Development, LKAB samt Jenny Nordström, Project Manager, Mobilaris, Mobilaris Mining Intelligence. Ökad produktivitet och säkerhet genom 3D-visualiserad situationsmedvetenhet.

**Kl. 17.00**

Tillbaka på hotellet.

**Kl. 18.00 Framtidens automation och elektrifiering inom transporter**

Arne Nåbo, Forskningschef, VTI som också är partner i SIP Drive Sweden

**Kl. 18.15 Rymdtekniker för infrastrukturbranschen**

Ulf E Andersson, Innovationsstrateg, Naturvårdsverket och Johanna Bergström Roos, RIT (Rymd för innovation och tillväxt)

Kl. 18.45 MIDDAG med föredragshållarna (Lag Gul och Lag Blå sitter var för sig)

**Program Dag 2**

**Kl. 8.30 -9.00**

Walk and talk – lagen samlas i vardera smågrupper och reflekterar över Dag 1 på väg till Camp Ripan.

**Kl. 9.00 -10.25**

Lag Gul och Lag Blå i respektive workshops

Kl. 10.25 -10.40 FIKA

**Kl. 10.40 -11.40**

Lag Gul och Lag Blå i respektive workshops

**Kl. 11.40 -12.00 Industrial waste and alternative natural resources for production of green concrete**

Andrzej Cwirzen, Chair Professor, PhD, Civil Eng. Structural Engineering, Luleå University of Technology



Kl. 12.00 -13.00 LUNCH. Lagvisa diskussioner Andrzej Cwirzen (30 minuter per lag, Lag Gul och Lag Blå sitter var för sig)

**Kl. 13.00 -14.30**

Lag Gul och Lag Blå i respektive workshops

Kl. 14.30 -14.45 FIKA

**Kl. 14.45 -16.30**

Lag Gul och Lag Blå i respektive workshops

**Kl. 16.30 -17.00 Summering och avslutning**

Lagledningen summerar tävlingsinternatet och blickar framåt mot nästa.





## 7.2.4 Program tävlingsinternat IV



Foto: Heidelbergcements fabrik i Slite (Cementa), Heidelbergcement bildarkiv.

### **Innovationstävlingen Transformativ infrastruktur – Innovation för nollutsläpp –**

#### **Tävlingsinternat IV: Tema ”Bortom nollutsläpp - nya möjligheter för människa och natur”**

*Välkommen till det fjärde tävlingsinternatet inom innovationstävlingen Transformativ infrastruktur –innovationer för nollutsläpp. Vi inleder med studiebesök, följt av lagindelade presentationer med tillhörande diskussioner och avslutar med lagvisa workshops under andra dagen.*

**Datum:** 19–20 Mars 2018

**Plats Dag 1: Cementa AB**, Skolgatan 6, 624 22 Slite,  
samt Clarion Hotell Wisby, Strandgatan 6, 621 24 Visby

## **Dag 2: Clarion Hotell Wisby, Strandgatan 6, 621 24 Visby**

### **Internatets värdar:**

Cementa

CBI/RISE

Sveriges Byggindustrier

### **Internatets Moderatorer:**

Karin Comstedt Webb, Cementa

Katarina Malaga, CBI/RISE

## **Program Dag 1**

### **Kl. 9.30 Avfärd med buss från flygplatsen mot Slite**

(upphämtning i Visby centrum ca kl. 8.45)

Pep talk från lagledningen och Naturvårdsverket!

Moderatorerna inleder

Karin Comstedt Webb, Cementa: Introduktion till Slite-anläggningen

### **Kl. 10.00 Ankomst i Slite**

**Inledning** av internatets värdar, Cementa, CBI/RISE, Sveriges Byggindustrier

### **Studiebesök och presentation på Cementa-anläggningen i Slite**

-Fika

-Presentationer av Karin Comstedt Webb (Hållbarhetschef) samt Fred Grönwall (platschef)

-Rundvandring på anläggningen

### **Kl. 12.30 -13.15 Lunch**

### **Kl. 13.15 Transport till Visby, hotell Clarion Wisby**

### **Kl. 14.00 -15.10 Inspirationsföreläsare**

Lagvisa föreläsningar samt diskussion/dialog med föreläsare på följande ämnen:

- **Ekosystemtjänster** -Anki Grundelius och Ulf E Andersson, Naturvårdsverket  
30 minuter per lag (Kort presentation och frågestund)
- **Beteenden för ökad innovationsförmåga** – Ida Lemoine, Beteendelabbet  
30 minuter per lag (Kort presentation och frågestund)

### **Kl. 15.10 Fika**

### **Kl. 15.25 – 16.25 Inspirationsföreläsare**

Lagvisa föreläsningar samt diskussion/dialog med föreläsare på följande ämnen:

- **Bio-CCS** - Julien Morel, Klimatanalytiker Naturvårdsverket  
25 minuter per lag (Kort presentation och frågestund)
- **Future-Fit Business: Modell för att framtidssäkra företag** - Karin Bergkvist, Swerock AB/Peab Asphalt AB  
25 minuter per lag (Kort presentation och frågestund)

**Kl. 16.25 -17.25 Workshops** Lagvisa workshops (om möjligt kommer respektive föredragshållare att närvara vid workshops för att svara på frågor)

**Kl. 18.30 Middag**

## Program Dag 2

**Kl. 8.30 Lagvisa Workshops hela dagen** (om möjligt kommer respektive föredragshållare att närvara vid workshops för att svara på frågor)

**Kl. 10.00-10.15 Fika**

**Lagvisa Workshops med mötesritare** (Mötesritare FridaRit, 2 h med varje lag)

**Kl. 12.15-13.00 Lunch**

**Lagvisa Workshops med mötesritare** (Mötesritare FridaRit, 2 h med varje lag)

**Kl. 15.00 Avslut från lagledningen och fika**



## 7.2.5 Program tävlingsinternat V

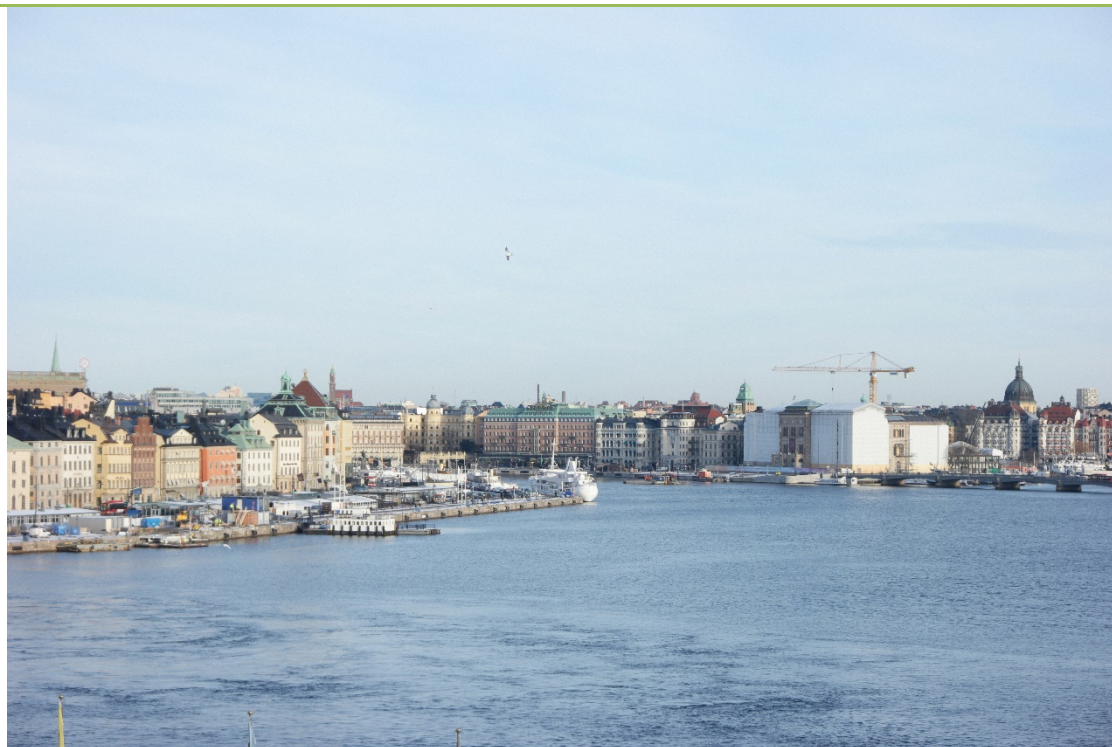


Foto: André Eriksson

### **Innovationstävlingen Transformativ infrastruktur – Innovation för nollutsläpp – Tävlingsinternat V**

#### ***Tema "Affärsutveckling och organisationsutveckling"***

*Välkommen till det femte tävlingsinternatet inom innovationstävlingen Transformativ infrastruktur –innovationer för nollutsläpp. Denna gång är merparten av tiden avsatt för lagvisa workshops. Detta är det sista internatet i denna upplaga av tävlingen och fullt fokus ligger på banbrytande innovationskoncept.*

**Datum:** 18–19 april 2018

**Plats Dag 1: WSP**, Arenavägen 7, 121 77 Johanneshov i Stockholm

Boende: Quality Hotel Globe Arenaslingan 7, 12126 Stockholm

**Plats Dag 2: WSP**, Arenavägen 7, 121 77 Johanneshov i Stockholm

**Internatets värdar:**

WSP

Skanska

KTH

**Internatets Moderatorer:**

Stefan Uppenberg, WSP

Martin Andersson, Skanska

## Program Dag 1

**Kl. 09.30 -10.00 Ankomst** till WSP:s lokaler i Stockholm och fika vid Bastionen – gamla Stockholms försvar

**Kl. 10.00 -10.30 Inledning** av internatets värdar WSP, Skanska, KTH (i Hörsalen)

Maria Brogren, Hållbarhetschef, WSP

Alexandra Lauren, Vice VD Skanska Sverige

Muriel Beser Hugosson, Skolchef för KTH, skolan för arkitektur och samhällsbyggnad

**Lagledningens inledning**, inför workshops

**Kl. 10.30 -11.30 Nya affärsmodeller – Case med Business Innovation Kit**

Dennis Pamlin, Senior advisor, RISE

**Kl. 11.30 -12.15 Lunch vid Bastionen**

**Kl. 12.20 -13.30 Projektets tyranni – hur river vi barriärer för innovation?**

Vilka mekanismer finns i dagens organisationer som påverkar förmågan till innovation, förnyelse och utveckling?

Christian Koch, professor vid Chalmers, Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Construction Management

30 minuter med vardera laget. (Det andra laget i egen workshop under tiden). 10 min för förflyttning av föredragshållaren mellan lagen (12.20-12.50 resp. 13.00-13.30)

**Kl. 13.30 -15.00 Lagvisa Workshops** fortsättning

**Kl. 15.00 -15.15 Fika** (utanför/i respektive workshoprum)



**Kl. 15.15 -18.00 Lagvisa Workshops** fortsättning

**Kl. 19.00 Middag** på Quality Hotel Globe

## Program Dag 2

**Kl. 07.45 -08.15 Gemensam genomgång** (i Hörsalen)

**Kl. 08.15 -10.00 Lagvisa Workshops** fortsättning från gårdagen

**Kl. 10.00 -10.15 Fika** (utanför/i respektive workshoprum)

**Kl. 10.15 -12.00 Lagvisa Workshops** fortsättning

**Kl. 12.00 -12.45 Lunch** vid Bastionen

**Kl. 12.45 -13.15 Fotografering och filmning** med István Borbás

**Kl. 13.15 -15.00 Lagvisa Workshops** fortsättning

**Kl. 15.00 -15.15 Fika** (utanför/i respektive workshoprum)

**Kl. 15.15 -16.15 Lagvisa Workshops**

**Kl. 16.15 -16.30 Avslutning och nästa steg** Lagledningen och Naturvårdsverket



## 7.3 Bilaga 3: Upplägg av tävlingsinternatens workshops

### **Internat I- Uppstart/ Brainstorming. Malmö 2017/10/10-11**

Input: Noll

Output: 100+ förslag på aktiviteter fördelade i ”fokusgrupper”- exempelvis Alternativa transportlösningar/ Alternativt-kompletterande användningsområde/Konstruktion/Material/Produktion

### **Internat II- Gruppering/ Stretching. Göteborg 2017/12/07-08**

Input: Smärre förädlad förslag, några frågetecken kring förslagen kvarstår.

Output: RISE-matris med klustrade idéer (10-20 st.) fördelade över hela matrisen.

### **Internat III- Stretching/ Prioritering. Kiruna 2018/01/30-31**

Input: RISE-matris med klustrade idéer (10-20 st) fördelade över hela matrisen.

Output: 5 st. prioriterade områdenfördelade på lagdelar. 5 st. parkerade områden

### **Internat IV- Förädling. Gotland alternative Linköping 2018/03/19-20**

Input: 5 st. prioriterade områden-fördelade på lagdelar som bearbetas till viss del

Output: 5 st. Vidare bearbetade förslag.

### **Internat V- Final förädling. Stockholm 2018/04/18-19**

Input: 5 s.t bearbetade förslag.

Output: 5 st. tävlingsbidrag varav 1 st helhetslösning.

### **Slutsignal. Gotland 2018 juli**

Input: Slutresultaten: 1 st helhetslösning och 1 st hotspot presenteras per lag.

Output: Vinnare.

**Internat I. Uppstart/ Brainstorming. Malmö- 2017/10/10-11****Föreläsningar:**

- Funktionsupphandling för ökad innovation. Norge berättar: Ferjefri E39.
- Utblick: inspiration från broar i världen.
- Ditt liv i vardagen år 2053.
- The Two Team project – an innovation competition that exceeded expectations.
- Innovativt samarbete över industrigränser.
- Transformativt tänkande - framtidssäkrade lösningar.
- Utmaningar vid brobygge.
- Building a circular future – new business models with design for disassembly and material passports.
- Innovation inom och mellan organisationer – så gör ni på innovationsresan.

**Input:** Noll

**Aktiviteter:**

- Innovationsinspel- Sofie Lindblom, Ideation360
- ”Lära känna”
- Föreläsnings ”post-its”
- Brainstorm I ”8-fältare”

**Output:**

100+ förslag på aktiviteter fördelade i ”fokusgrupper”- exempelvis Alternativa transportlösningar/ Alternativt-kompletterande användningsområde/Konstruktion/Material/Produktion

**Kommentar:**

100+ Förslagen överlappande ej ”klustrade”

---

**”Periodvila”**

- Viss förädling av output-internat I- lagledning
- Utskick till lag att komplettera
- Upprätta kommande process- lagledning
- Öka kunskap ”RISE-matris”- Dennis Pamlin, Eva Dalenstam och lagledning
- Hur nyttja biblioteket? Samfällid föreläsning över Skype där alla lagmedlemmar som har möjlighet deltar.



- Ev. utskick II till lag. Tänk ”klustring” överflytt föreläsning-post-it till fokusgrupper

---

## Internat II- Gruppering/ Stretching. Göteborg- 2017/12/07-08

### Föreläsningar:

- Introduction to biomimicry – how can nature inspire business?
- Inspiration kring klimatsmarta produktionssystem.
- Design för klimateffektivitet.
- Degree of Freedom Engineers -Timmerbyggnation.
- Green Bridge - LCA as a tool to achieve a limited footprint.
- Hållbart brobyggande ur en icke-brobyggande ingenjörers perspektiv.
- Klimatsmart brobyggande – Var står vi idag?
- Grafen -Egenskaper, tillverkning, tillämpning.

### Input:

Smärre förädlad förslag, några frågetecken kring förslagen kvarstår

### Aktiviteter:

Dag 1:

I. Flytta över föreläsning ”post-it” till Powerpoint. Resultatet från smågrupperna är en bruttoförteckning.

II. Gruppera/ klustra aktiviteter inom fokusområden. Från smågrupper är resultaten ca 10 grupper förslag

Dag 2:

I. ”Plotta” in grupperade i ”RISE matris”. Analysera ”var står vi?” Hela laget deltar. Sannolikt nere i vänstra hörnet. Vi behöver sannolikt ”stretcha”. Förslagen: hur gör vi det? Samtal bland laget

II. Klistra upp nya föreläsning ”post-it” från dag 1 i närhet av kluster på RISE-matris.

III. Ny övning: Var ligger forskningsfronten? Smågrupper i laget får ansvar för var sitt fokusområde. Respektive lite grupp söker forskningsfronten inom respektive fokusområde. Exempelvis, går det att klä bron i solceller? Identifiera kända tekniker som kan användas i brobygget. Resultat: Fler idéer som rör sig uppåt höger i innovationsmatrisen (ca 2 h)

## IV. Gruppera in nya ”stretchade” idéer i innovationsmatris:

**Output:**

Innovations-matris med klustrade idéer (10-20 st) fördelade över hela matrisen.

**”Periodvila”**

Ev. fortsatt stretchövning: Var ligger forskningsfronten/fokusområde? Utförs smågruppvis på hemmaplan. Samtal med kollegor/forskare mm.

Ta fram metod för hur förädlingen ska gå till och vilket ”bevismaterial” måste föreligga för att juryn ska kunna ta ställning. Naturvårdsverket ansvarar.

**Internat III- Stretching/ Prioritering. Kiruna 2018/01/30-31****Föreläsningar:**

- Framtidens automation och elektrifiering inom transporter.
- Branschomvandling i infrastrukturbranschen i digitaliseringens spår.
- Hybrit -framtidens klimatsmarta järnframställning.
- Elektrifiering, digitalisering, automation, cirkuläritet.
- Industrial waste and alternative natural resources for production of green concrete.
- Rymdtekniker för infrastrukturbranschen.
- Nyttänkande i Sveriges största stadsomvandling (Kiruna stadsflytt).
- Artificiell Intelligens i planering och byggande av infrastruktur.

**Input:**

Innovations-matris med klustrade idéer (10-20 st.) fördelade över hela matrisen.

### Aktiviteter

- Ev. fortsatt stretchövning, 1–2 timmar
- Gruppera nya stretchaktiviteter i innovationsmatrisen
- Ev. kompletterande klustring
- Prioövning- fördela in klustrade områden på Sofie Lindbloms Matris- Genomförbarhet och effekten.
- Gruppering av kluster sker igenom resonerande lagsamtal
- Prioritering: fördela 5 pluppar på fem olika kluster görs enskilt utan påverkan av laget
- Välj ut 5 st områden att arbeta vidare med, parkera 5 st att ta upp och jobba med vid behov
- Fördela prioriterade områden på lagmedlemmar i smågrupper för vidare förädling.



### Output:

5st prioriterade områden- fördelade på lagdelar. 5 st. parkerade områden.

### ”Periodvila”

Respektive lagdel börjar tänka på hur vi bäst leder förslagen i bevis i enlighet med modell som tagits fram av Naturvårdsverket.

### Internat IV- Förädling. Gotland 2018/03/19-20

#### Föreläsningar

- Ekosystemtjänster
- Beteenden för ökad innovationsförmåga
- Bio-CCS

- Future-Fit Business: Modell för att framtidssäkra företag

**Input:**

5 st. prioriterade områden-fördelade på lagdelar, 5 st. parkerade områden

**Aktiviteter:**

- Studiebesök Cementas cementfabrik i Slite
- WS inom respektive lag
- Lagdelar fördjupar sig i enskilda tävlingsbidrag
- Enskilda tävlingsbidrag presenteras och diskuteras i hela laget för vidare förädling

**Output:**

5 st. fördjupade förslag som behöver förädlas vidare på hemmaplan i olika lagdelar där en ansvarig utses för respektive förslag.

**”Periodvila”**

Inom respektive lagdel förädlas tävlingsbidragen vidare. Tävlingsbidragen kan ”spetsas” med hjälp av kompetens från respektive lagdeltagaren hemmaorganisation eller företag.

---

**Internat V. Final förädling. Stockholm 2018/04/18-19****Föreläsningar:**

- Nya sätt att göra affärer/nya affärsmodeller
- Projektets tyranni - Hur river vi barriärer för innovation?

**Input:**

5 st. fördjupanden förslag som har förädlas vidare på hemmaplan av grupper.

**Aktiviteter:**

- Vidare lagövningar kring de skarpa bidragen.
- En helhetslösning/beskrivning tas fram för respektive lag.

**Output:**

Skarpa bidrag, såväl hotspots och helhetslösning, som behöver slipas på ytterligare på hemmaplan inom respektive lagdel.

**”Periodvila”**

Förädling av bidragen inför inlämning.

Sammanställning av alla tävlingsbidragen inför inlämning.

Förberedelse av presentation av bidragen inför jury.

---

## 7.4 Bilaga 4: Genomslag i media

### 7.4.1 Redaktionell publicering under tävlingstiden

Publiceringar under perioden juni 2017 och slutet av augusti 2018. Bygger på manuell sökning och är inte en komplett mediebild. Här finns 23 publiceringar listade.

#### Öppna en innovationstävling för en ny Ölandsbro

I juli avgjordes exempelvis en **innovationstävling** på temat "Hur skulle Öresundsbron kunna byggas med nollutsläpp av växthusgaser?"  
Barometern, Mån 20 Aug 2018, 05:40 [Till artikel](#)

#### Öresundsbron byggd som bikaka vinnare i tävling mot utsläpp

Naturvårdsverkets **tävling** om hur Öresundsbron kan byggas utan utsläpp av växthusgaser är nu avgjord.  
Ny Teknik, Ons 4 Jul 2018, 17:36 [Till artikel](#)

#### Havsodlad bro av biobetong vann innovationstävling

Juli, Hållbart byggande: <https://hallbartbyggande.com/havsodlad-bro-av-biobetong-vann-innovationstavling/>

3 juli, Betong.se: livesändning: <http://betong.se/2018/07/05/betongen-utmanas-av-sjalvvaxande-koraller/>

#### Öresundsbro med nollutsläpp?

Naturvårdsverket driver i dag en **innovationstävling** där två lag lösa uppgiften att bygga Öresundsbron på nytt – med nollutsläpp av växthusgaser.  
Samhällsbyggaren, Tis 5 Jun 2018, 15:14 [Till artikel](#)

#### De vinner innovationstävling för nollutsläpp

De vinner **innovationstävling** för nollutsläpp

Bild: **Naturvårdsverket**

infrasverige.se, Tis 26 Jun 2018, 12:23 [Till artikel](#)

#### Miljövänlig Öresundsbro i Slite

Miljövänlig **Öresundsbro** i Slite

P4 Gotland, Mån 19 Mar 2018, 13:08 [Till artikel](#)

#### Om P4 Norrbotten

Eva Dalenstam från **Naturvårdsverket**, Martin Andersson, Skanska, och Daniel Ekström, WSP, besöker Kiruna.

För att nå miljömålen så arrangerar **Naturvårdsverket** en **innovationstävling** för att få fram fler idéer och just nu träffas tävlingsdeltagarna i Kiruna.

P4 Norrbotten, Tis 30 Jan 2018, 14:36 [Till artikel](#)

### Naturvårdsverkets innovationstävling – bygger om Öresundsbron för att fortare nå miljömålen

För att fortare nå miljömålen driver **Naturvårdsverket** en **innovationstävling** för en mer transformativ **infrastruktur**.

Branchkanalen, Fre 26 Jan 2018, 11:52 [Till artikel](#)

### Bro utan utsläpp – härmar naturen

Och kanske blir det inte två våningar, som dagens **Öresundsbro**.

Tävlingen heter Transformativ infrastruktur – **innovation** för nollutsläpp och är ett nytt grepp för att ta fram innovativa förslag för nollutsläpp till 2045.

Ny Teknik, Tis 12 Dec 2017, 12:03 [Till artikel](#)

### Så gör chalmérister gemensam sak av miljömålen

Det är utmaningen i Naturvårdsverkets **innovationstävling**.

**Naturvårdsverket** driver därför innovationstävlingen "Transformativ **infrastruktur** – innovation för nollutsläpp av växthusgaser".

Direktpress - Göteborg, Fre 8 Dec 2017, 19:17 [Till artikel](#)

### Kamp mot nollan över sundet

Tunga namn inom **infrastruktur** arbetar just nu i två lag som tävlar om att ta fram den mest klimatsmarta lösningen.

Som en del i arbetet mot klimatneutralitet har **Naturvårdsverket** startat en **innovationstävling** där bransch, akademi och myndigheter ska samarbeta i två lag för att komma på klimatsmarta lösningar inom anläggning.

Byggindustrin, Tor 23 Nov 2017, 06:43 [Till artikel](#)

### Tävling leder vägen mot nollutsläpp

Trafikverket är medarrangör till en **innovationstävling** som går ut på att bygga en fiktiv Öresundsförbindelse utan **utsläpp** av växthusgaser.

Bakgrunden är riksdagens beslut om att Sverige ska ha netto noll **utsläpp** av växthusgaser inom trettio år.

betong.se, Tor 19 Okt 2017, 10:23 [Till artikel](#)

### Debattinlägg: Tävling ska avgöra Öresundsbron 2.0

Det avser en **innovationstävling** med utgångspunkt i FN:s 17:e klimatmål ta reda på.

En **innovationstävling** ska utröna huruvida det går att bygga om Öresundsbron helt utan klimatpåverkan.

Sydsvenskan, Sön 15 Okt 2017, 07:02 [Till artikel](#)

### Debattinlägg: Tävling ska avgöra Öresundsbron 2.0

Det avser en **innovationstävling** med utgångspunkt i FN:s 17:e klimatmål ta reda på.

Helsingborgs Dagblad, Sön 15 Okt 2017, 07:15 [Till artikel](#)

Tävling: Bygg en ny ÖresundsbroTävling: Bygg en ny **Öresundsbro**betong.se, Fre 15 Sep 2017, 07:38 [Till artikel](#)Innovationstävling med klimatsmart fokus

I en **innovationstävling**, som är ett resultat av ett nytt samarbete mellan myndigheter, näringsliv och forskning, ska frågan: Hur bygger man Öresundsbron utan växthusgasutsläpp?, besvaras.

energinyheter.se, Tis 12 Sep 2017, 07:14 [Till artikel](#)Innovationstävling med klimatsmart fokus

I en **innovationstävling**, som är ett resultat av ett nytt samarbete mellan myndigheter, näringsliv och forskning, ska frågan: Hur bygger man Öresundsbron utan växthusgasutsläpp?, besvaras.

Infrastrukturnyheter, Tis 12 Sep 2017, 07:04 [Till artikel](#)Sandvik tävlar om att bygga en miljövänlig ÖresundsbroSandvik ställer upp i tävlingen om att bygga en miljövänlig **Öresundsbro**.Metallerochgruvor.se, Tis 12 Sep 2017, 17:50 [Till artikel](#)Sandvik med i innovationstävling – ska bygga miljövänlig Öresundsbro

Sandvik är ett av flera företag som ska delta i en **innovationstävling** som går ut på att bygga upp en fiktiv **Öresundsbro** utan att släppa ut några växthusgaser.

Arbetsbladet, Tor 7 Sep 2017, 09:49 [Till artikel](#)Sandvik med i innovationstävling – ska bygga miljövänlig Öresundsbro

Sandvik är ett av flera företag som ska delta i en **innovationstävling** som går ut på att bygga upp en fiktiv **Öresundsbro** utan att släppa ut några växthusgaser.

Gefle Dagblad, Tor 7 Sep 2017, 09:44 [Till artikel](#)Sandvik tävlar om att bygga en miljövänlig Öresundsbro

Företaget Sandvik ställer upp i tävlingen om att bygga en miljövänlig

**Öresundsbro**.P4 Gävleborg, Tor 7 Sep 2017, 05:50 [Till artikel](#)Tävling: Bygg en Öresundsbro utan utsläppPå onsdagen drar en ny **innovationstävling** igång.Ny Teknik, Ons 7 Jun 2017, 09:30 [Till artikel](#)



# Innovationstävling Transformativ infrastruktur – banbrytande innovationer för nollutsläpp

Erfarenheter, resultat och process -  
Mer än en tävling, mer än nollutsläpp  
Slutrapport

RAPPORT 6855

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6855-4  
ISSN 0282-7298

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

I början av år 2017 tog Naturvårdsverket initiativet till innovationstävlingen för en transformativ infrastruktur. Tävligen har byggt på en ny innovativ samverkansform mellan myndigheter, näringsliv och akademi för att presentera nya lösningar till det nya klimatramverket som Sverige antog 2017. Under ett år har två tävlande lag jobbat med en avgörande fråga: Hur skulle Öresundsbron byggas år 2045 med nollutsläpp av växthusgaser?

Samtliga 29 företag och organisationer som deltagit i tävlingen har alla visat att det finns ett stort engagemang, en bred kunskap och en hög ambition kring innovationsdrivet hållbarhetsarbete. Tävligen har resulterat i sju utvecklingsspår inom bland annat design, material och byggprocesser som infrastrukturbranschen äger gemensamt att utveckla vidare. Tävligen har visat att det med samordnade krafter går det att få nya lösningar och fler innovationer i miljöarbetet så att Sverige fortare kan få bättre klimat och miljö.

