

# STRATEGIER FÖR 3D-VISUALISERING

– MÅLKONFLIKTER I INFRASTRUKTURPROJEKT

Beata Stahre Wästberg, Monica Billger, Liane Thuvander, Susanne van Raalte





## Cmb utvecklar kunskap

Cmb:s mål är att vara samhällsbyggnadssektorns främsta forum för ömsidig kunskapsutveckling inom management och ledarskap. Inom cmb arbetar akademi, företag och offentliga aktörer tillsammans för att med forskning, kunskapsutbyte och utbildning utveckla samhällsbyggnadssektorn.

Cmb finansierar forskning och ger via temagrupper aktivt stöd till Chalmers utbildningar. Genom konferenser, lunch- och frukostmöten bidrar cmb:s starka nätverk till att göra ny kunskap tillgänglig för hela samhällsbyggnadssektorn.

### CMB KORTRAPPORT OM FORSKNING

Den cmb-stödda managementforskningen har ett brett anslag inom samhällsbyggandet. Forskningen behandlar frågor om samverkan i byggprocessen, kunskapsutveckling, ledarskap och projekt- och produktionsledning, stadsutvecklingsfrågor, riskhantering, produktivitet och effektivitet.

I en serie sammanfattningar presenterar vi de forskningsstudier som cmb helt eller delvis finansierar. Kortrapporten syftar till att sprida forskningsresultat i en lättillgänglig form och fungerar som introduktion till ämnesområdet. För den som vill fördjupa sig finns en kortfattad presentation av författaren tillsammans med hänvisning till den aktuella avhandlingen eller till de artiklar som har publicerats.

Forskningsutskottet behandlar ansökningar om stöd till managementrelaterade forskningsprojekt flera gånger per år.

Mer information om ansökningsprocessen och våra prioriterade områden finns **[cmb-chalmers.se](https://cmb-chalmers.se)**

### BILDER & LAYOUT

Layout: Ulrika Håård / Hollertz & Co

Fotografier: iStock (omslag, s 15, s 18)

Bild s 4: AI-genererad bild

Tabell s 7: rapportförfattarna

Bild s 8: Fabio Latino, Orfeas Eleftheriou, Daniel Sjölie, rapportförfattarna

Bilder s 10: Daniel Sjölie, CityAirSim-projektet

Bilder s 11: MiljöVis 0-projektet, rapportförfattarna

Bilder s 12: Fabio Latino, rapportförfattarna

Bilder s 13: Jessica Lundin, Fabio Latino

Bild s 16: Orfeas Eleftheriou, DTCC

**[cmb-chalmers.se](https://cmb-chalmers.se)**  
**[info@cmb-chalmers.se](mailto:info@cmb-chalmers.se)**

A Working Lab  
cmb / Stiftelsen för byggandets management  
Sven Hultins Plats 5, 412 58 Göteborg



# INLEDNING

Denna studie syftar till att synliggöra det osynliga och därigenom ta fram strategier och metoder för 3D-visualisering av målkonflikter som exempelvis mellan hälsa och nybyggnation.

## MÅLKONFLIKTER ÄR KOMPLEXA

I planering och utveckling av infrastrukturprojekt, som exempelvis en järnväg eller ett stationsområde, är det viktigt att också ta hänsyn till sociala, miljömässiga och kulturella aspekter. Dessa projekt är ofta komplexa och involverar flera aktörer med olika mål och intresseområden. Besluten som tas får konsekvenser vilket i sin tur kan leda till målkonflikter. En målkonflikt kan bland annat handla om naturintressen ställda mot minskad restid. Organisationer som Trafikverket använder sig alltmer av rumsliga 3D-modeller, så kallade samordningsmodeller, för att samla, analysera och kommunicera information, inklusive målkonflikter. Komplexiteten i dessa modeller medför ett ökat behov av väl genomtänkta datavisualiseringar. Idag saknas dock ofta kunskap om hur sådana visualiseringar ska se ut, det finns sällan visualiseringsstandarder att förhålla sig till och heller inga tydliga krav på vilken information som ska visas i modellerna.

## VISUALISERING AV DET OSYNLIGA

Effektiv visualisering kan underlätta kommunikation mellan olika aktörer. Genom intuitiv och tillgänglig design kan olika

målgrupper bättre förstå komplexiteten i projektförslag, konsekvenser av olika planeringsalternativ och inte minst av olika målkonflikter. Att använda visualisering för att demonstrera potentiella målkonflikter kan ge ett underlag för inkludering och samsyn bland berörda aktörer och på så sätt bidra till en bättre helhetssyn, effektivare beslutsunderlag och enklare kvalitetssäkring under planerings- och byggprocessen. Detta kan i sin tur bidra både till ett bättre samarbete och till utformning och implementering av mer hållbara lösningar.

Luft och buller är exempel på osynliga faktorer som påverkar miljö och hälsa, och i sin tur blir påverkade vid utveckling av urbana miljöer. På grund av att de inte syns kan de vara svåra att förstå. Vår studie syftar till att se hur man bäst kan integrera och kombinera olika visualiseringslösningar för miljöområdena buller och luft, samt deras koppling till sociala konsekvenser, som underlag för målkonflikthantering i komplexa projekt. Genom att utveckla metoder för att visualisera flera faktorer samtidigt i en 3D-modell kan vi skapa en mer heltäckande lägesbild av miljöförhållanden på en plats, och deras potentiella påverkan av ett projektförslag.

Projektet har genomförts under åren 2020 - 2024 med huvudfinansiering från Trafikverket (diariernr TRV 2021/5335 , TRV 2020/9876) och medfinansiering från CMB (projektnr 187) samt Adlerbertska forskningsstiftelsen (beslut C 2022-0754). Projektet kopplas till Digitala Twin Cities Center som stöds av Vinnova (anslagsnr 2019-00041) och genomförs med visualiseringshjälp från forskningsinfrastrukturen InfraVis, finansierat av Vetenskapsrådet (2021-00181).







# METOD

I studien har vi tillämpat en designbaserad forskningsmetodik för att identifiera och utveckla koncept för visualisering av osynliga data med fokus på områdena buller, luft och social hållbarhet. Koncepten har utvärderats tillsammans med olika målgrupper i workshoppar, fokusgruppsdiskussioner och intervjuer.

## IDENTIFIERING AV MÅLGRUPPER OCH MÅLKONFLIKTER

Målgrupper identifierades genom litteraturstudier och intervjuer med specialister på Trafikverket som arbetar inom våra valda områden: luft, buller och social hållbarhet. Specialisterna kom också att bli vår primära målgrupp. För att behövsanpassa visualiseringar delade vi upp målgrupper i användare (specialist/projektledare) och mottagare av information (allmänhet), baserad på ett annat projekt på Trafikverket, LAVIS-projektet. En ytterligare målgrupp vi var användare med särskilda behov, i vårt projekt personer med avvikande färgseende, för att kunna ta fram inkluderande visualiseringskoncept.

Målkonflikter identifierades i workshoppar med specialister från Trafikverket. Där undersökte vi hur specialisterna arbetar med målkonflikter idag och vilka målkonflikter som man vill se visualiserade i 3D. Deltagarna fick exemplifiera konsekvenser som kan uppstå inom infrastrukturutveckling, vilka målkonflikter detta kan leda till och hur dessa visualiseras idag. Dessutom diskuterades hur 3D-visualisering används för att ge ökad förståelse och tryggare beslut.

## UTVECKLING AV KONCEPT OCH METODER FÖR VISUALISERING

I utvecklingsarbetet ingick en kartläggning, framtagning av testplattformar och utfört designlaborationer som sedan testats i användarstudier och en iterativ process.

### KARTLÄGGNING AV VISUALISERINGSTEKNIKER OCH TILLÄMPNINGAR

I kartläggningen utforskade vi visualiseringskoncept som används idag. Här ingick en inventering av visualiseringstekniker och begrepp, samt en omvärldsanalys av tillämpningar. Vi valde att fokusera på aspekterna representation (designval kopplade till de olika miljöområdena och till 3D-modellen), dimension (2D eller 3D), perspektiv (olika vyer i modellen), skala (kopplingen mellan avstånd i verklighet och i representationen) samt detaljeringsgrad (oftast kopplad till skala). Representationsaspekterna delades in i grupperna geometriska former (exempelvis ytor, linjer, punkter), visuella egenskaper (färg, textur, mönster) och visuella tecken (symboler och ikoner). I omvärldsanalysen sammanställde vi projekt utifrån miljöområdena buller, luft och social konsekvensanalys, och exempel på digitala tvillingar kopplade till stadsmodeller.

### PLATTFORMAR FÖR TEST AV VISUALISERINGSKONCEPT

Som plattformar för att testa olika visualiseringskoncept använde vi två 3D-modeller. Den första var en förenklad så

visualiseringskoncept använde vi två 3D-modeller. Den första var en förenklad så kallad sandlådmodell, som tagits fram och utvecklats i projektet. Sandlådmodellen är baserad på fiktiva data som anpassas till att fokusera på de aspekter som vi, via våra målgrupper, definierade som relevanta.

Den andra modellen var en storskalig demonstrationsmodell baserad på data från ett av Trafikverkets investeringsprojekt och utvecklad av Digital Twin Cities Centre (DTCC) på Chalmers. I denna modell har vi kunnat lyfta över intressanta lösningar från sandlådmodellen och testa dem i en större skala och med verkliga data.

### DESIGNLABORATIONER

Visualiseringskoncept för områdena buller, luft och social hållbarhet utforskades var för sig och i kombination. Framtagning, utveckling och utvärdering av konceptuella visualiseringslösningar gjordes i samarbete mellan forskare, designer, utvecklare och tänkta användare. Lösningar för olika aspekter inom områdena, liksom olika sätt att visuellt kombinera data, togs fram i sandlådmodellen med fiktiva data. Vi tog fram exempel på visualiseringstekniker och analyserade dem ur olika aspekter, såsom färgskala, textur, transparens, vy, skala, detaljeringsnivå, samt kombinerbarhet med andra visualiseringstekniker (bild 1). I ett nästa steg exemplifierade vi användbarhet för olika områden (bild 2). För personer med försvagat färgseende kan det vara svårt att tolka och associera till information som presenteras med färgkoder. Färgskalor anpassade till försvagat färgseende finns redan för 2D, men det saknas kunskap om hur dessa fungerar när de appliceras i en interaktiv 3D-modell.

Med hjälp av fiktiva scenarier prövade vi att visualisera olika förslag, konsekvenser och målkonflikter kopplade till urban omvandling vid infrastrukturprojektering.

## UTVÄRDERINGAR AV ANVÄNDARBEHOV OCH VISUALISERINGSKONCEPT

Utvärdering av olika målgruppers behov och förslag på visualiseringskoncept skedde iterativt under hela projektets gång genom workshoppar, fokusgruppsdiskussioner, intervjuer, samt egen utvärdering i projektgruppen (tabell 1).

Sammanlagt genomförde vi fem workshoppar och tre fokusgruppsdiskussioner med specialister och projektledare på Trafikverket inom buller, luft och social konsekvensanalys, yrkesverksamma inom visualiseringsområdet, samt arkitektur- och interaktionsdesignstudenter från Chalmers och Göteborgs universitet. Workshopparna och fokusgruppsdiskussionerna med yrkesverksamma hade sammanlagt 44 deltagare, och på workshopparna med studenter deltog sammanlagt 254 personer. Workshopparna var anpassade till både målgrupper och det skede av projektet som de genomfördes i. Dessutom genomförde vi individuella intervjuer med fyra specialister och två forskare inom de valda områdena för att fördjupa förståelsen av deras behov i planeringsprocesser, identifiera viktiga publikationer, utforska nuvarande arbetsmetoder inom de valda områdena på Trafikverket och kartlägga befintliga utmaningar.

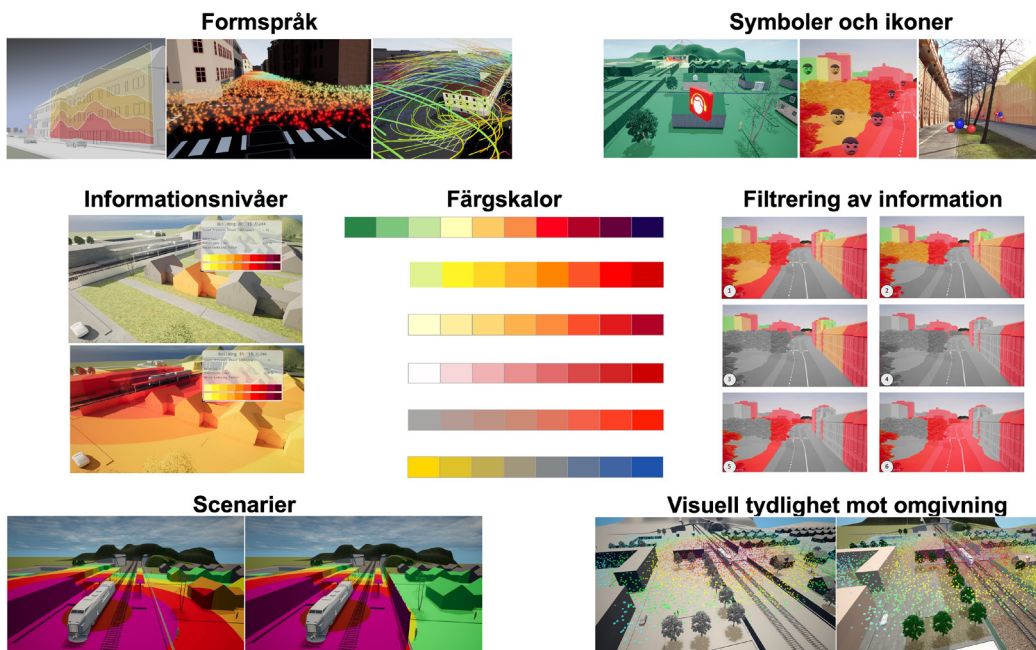
I en särskild användarstudie låg fokus på att studera hur personer med avvikande färgseende upplever färgskalor i en 3D-modell jämfört med en referensgrupp med normalt färgseende. Vi intervjuade personer med defekt färgseende, och en referensgrupp med normalt färgseende, för att undersöka vilka färgskalor som är lämpliga att använda i 3D-modeller för användare med defekt färgseende. Sammanlagt deltog 29 personer i intervjuerna.

Utvärdering av designkoncept genomfördes löpande inom projektgruppen i möten mellan forskare, designer och Trafikverkets representant.

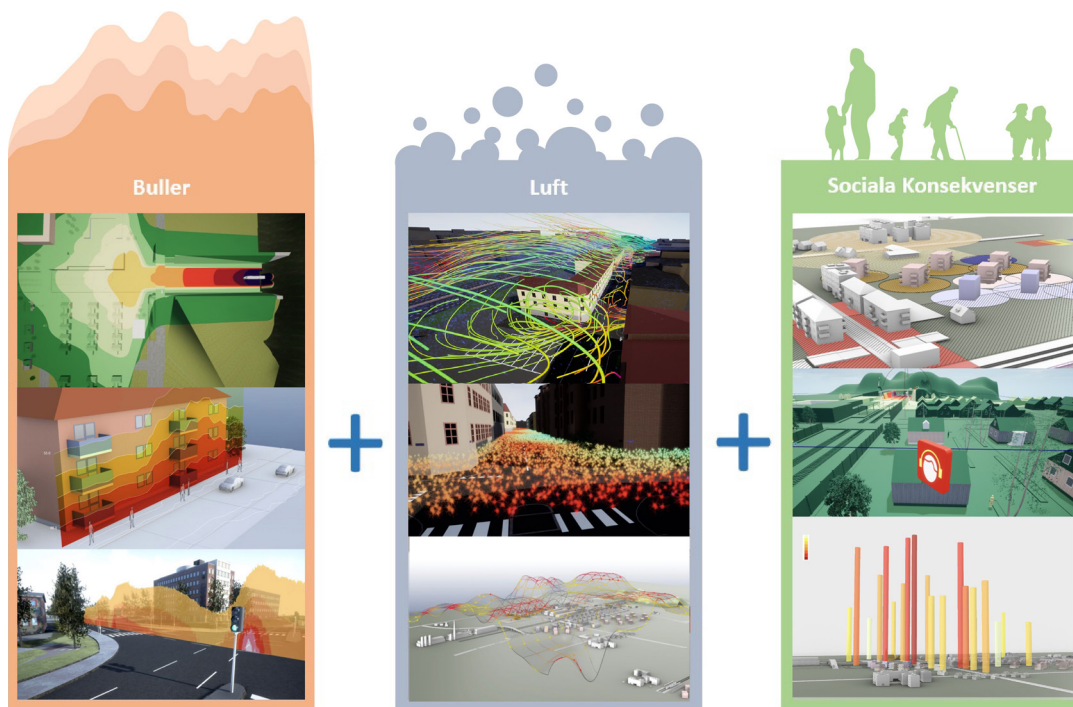


Tabell 1: Användarstudier inom projektet.

Fokus	Behov och utvärdering av design-koncept	Visualisering av osynlig data inom urban planering	Visualisering av buller och utvärdering av design-koncept	Visualisering av osynlig data inom urban planering	Visualisering av buller och utvärdering av design-koncept	Visualisering av buller och utvärdering av design-koncept	Visualisering av buller	Relevanta buller-parametrar och scenarier	Behov, utmaningar, arbete med buller på Trafikverket idag	Behov, utmaningar, arbete med luft på Trafikverket idag	Behov, utmaningar, arbete med luft på Trafikverket idag	Behov, utmaningar, arbete med luft på Trafikverket idag	Behov och utmaningar ur forskningsperspektiv	Färgupp-levelse i 3D-modell med skiftande färgseende	Feedback på visualiserings-tekniker för data-visualisering	Visualisering av miljödata, främst luft och social konsekvens-analys (SKA)	Visualisering av social konsekvens-analys (SKA)	Visualisering av mål-konflikter/kombinerad data						
Metod	Workshop						Referensgruppsmöte						Intervjuer						Diskussion i fokusgrupp					
Antal deltagare (exklusive projekt-gruppen)	10	18	160	39	55	4	3	1	2	1	2	1	2	9	3	9	4							
Specialister på Trafikverket	X					X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X							
Yrkesverk-samma och forskare som arbetar med visualisering		X				X	X						X											
Master-studenter på Chalmers / Göteborgs universitet			X	X	X																			
Grupp med nedsatt färgseende														X										



**Bild 1:** Vi har arbetat med visualisering av scenarier i 3D, där vi har undersökt olika formspråk för datavisualiseringarna. Kombinationer av storlek, densitet och transparens har testats, liksom olika färgval. Vi har också arbetat med symboler och ikoner som informationsbärare, samt undersökt hur man kan visa avgränsad och fördjupad information i modellen.



**Bild 2:** I projektet utvecklar vi metoder för att kunna visa flera dataset samtidigt i en 3D-modell, med fokus på de tre områdena buller, luft och sociala konsekvenser.



# RESULTAT

Infrastrukturprojekt berör många olika mål- och intressegrupper och det är viktigt att också ta hänsyn till olika sociala, miljömässiga och kulturella aspekter. Resultaten av besluten som tas under planeringen får konsekvenser vilket i sin tur kan leda till målkonflikter mellan olika intressegrupper.

För att kunna ta fram en metod för att identifiera kluster av målkonflikter genom visualisering har vi utvecklat och testat exempel av visualiseringskoncept för kombinerade data. Vi har arbetat med ett antal abstrakta situationer, där minst två olika dataset ingår i samma visualisering. Ett val vi har behövt göra är att definiera vilket formspråk som är bäst lämpat för områdena buller, luft och social hållbarhet, liksom för kombinationer av olika områden.

Vi har undersökt kombinationer av formspråk, för vilka storlek, densitet och transparens har varierats där det varit relevant. På den valda formen, som en textur, har vi utforskat olika färgval. Dessutom har vi arbetat med symboler och ikoner som informationsbärare. I första hand har vi använt dessa för att beskriva platsens funktion (skola, sjukhus, tyst område mm). I andra hand har vi prövat den för att förmedla ett intryck av en plats som till exempel hög ljudnivå. För att kunna känna igen sig inom områdena buller och luft med kvantitativa data kan varianter på ett och samma formspråk användas, exempelvis heatmaps eller volymetrisk visualisering. För att kunna visa olika typer av sociala konsekvenser baserade på olika typer av data kan olika formspråk behöva kombineras, som till exempel en heatmap och ikoner.

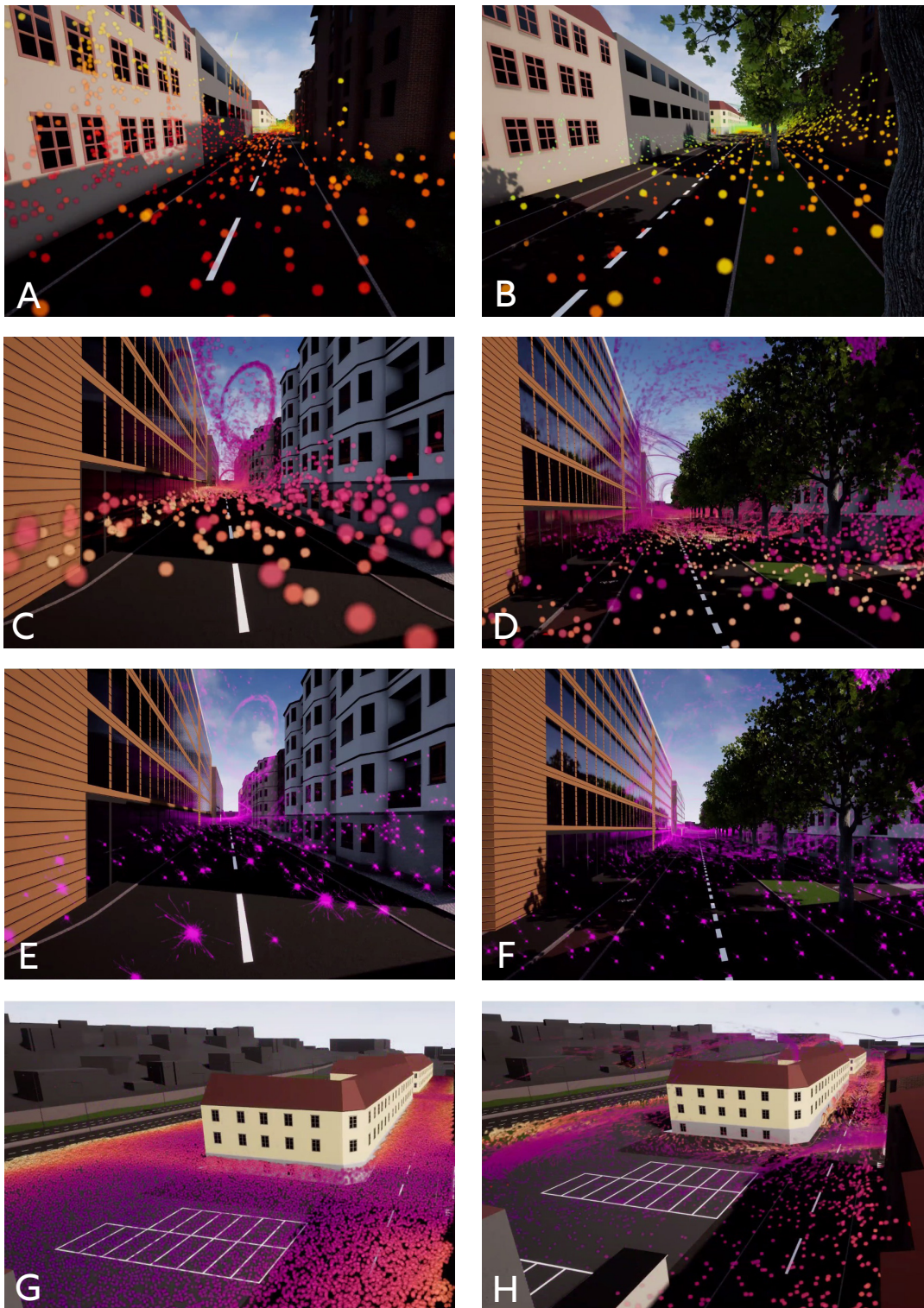
Nedan har vi sammanställt ett antal exempel som demonstrerar olika visualiseringskoncept och ger förslag på olika lösningar. I det första exemplet visar vi hur varianter på en typ av visualisering kan användas för att visa konsekvenser av urban omvandling inom miljöområdet luft (bild 3). Det andra exemplet

visar hur man på olika sätt kan kombinera visualiseringar av data från miljöområdena buller och luft, samt deras koppling till sociala konsekvenser. Slutligen visar det tredje exemplet (bild 4 och 5) hur man kan visualisera konsekvenser som kan uppstå vid ett infrastrukturprojekt och vilka målkonflikter som kan uppstå mellan olika intressen (bild 6 och 7).

## **EXEMPEL 1: ÖKADE LUFTFÖRORENINGAR SOM EN KONSEKVENSAV FÖRTÄTNING**

Vårt första exempel utgår från att staden förtätas, trafiken ökar och luften i gaturummet blir sämre med högre och tätare bebyggelse. Detta skapar en konflikt mellan hälsa och ekonomisk tillväxt. Bild 3 på nästa sida visar hur luftkvaliteten längs en gata kan påverkas från dagens situation till situationen efter förtätningen. Dagens situation (bild A och B) baseras på sensordata från mätstationer, medan de framtida scenarierna (bild C-F) baseras på simulerade data. I exemplen A-F visas en luftförorening (partiklar) i kombination med vind. Varianter på formspråket volymetrisk visualisering liksom storlek, densitet och färg på partiklarna har testats, samt hastighet på vindriktningen. C-F visar två typer av volymetrisk visualisering för samma framtidsscenario. Bild G och H visar skillnaden mellan hur partiklarna ter sig i modellen med och utan vindfaktor.

Bilderna i denna bildserie är tagna från en interaktiv modell och har utforskats i rörelse vilket skiljer sig i upplevelse från att se dem som stillbilder. Det är lättare att skilja



**Bild 3:** Bilderna exemplifierar volymetrisk visualisering baserad på simulerade data för att visa luftföroreningar kopplat till vind i olika scenarier. Bild A och B visar hur vinden påverkar luftburna partiklars rörelse i dagsläget längs en gata. Den volymetriska visualiseringen visas i form av färgade sfärer. Bild C och D visar ett framtida scenario med förtätad bebyggelse längs samma gata och hur detta påverkar både luftföroreningar och luftgenomströmning. Samma visualiseringsmetod har använts som i A och B. Bild E och F visar samma scenario som i C och D med volymetrisk visualisering i form av gnistor. Bild G och H demonstrerar hur ett scenario med ett lager luftföroreningsdata upplevs med och utan kombination med vinddata.



informationsvisualiseringen från bakgrunden i den interaktiva modellen.

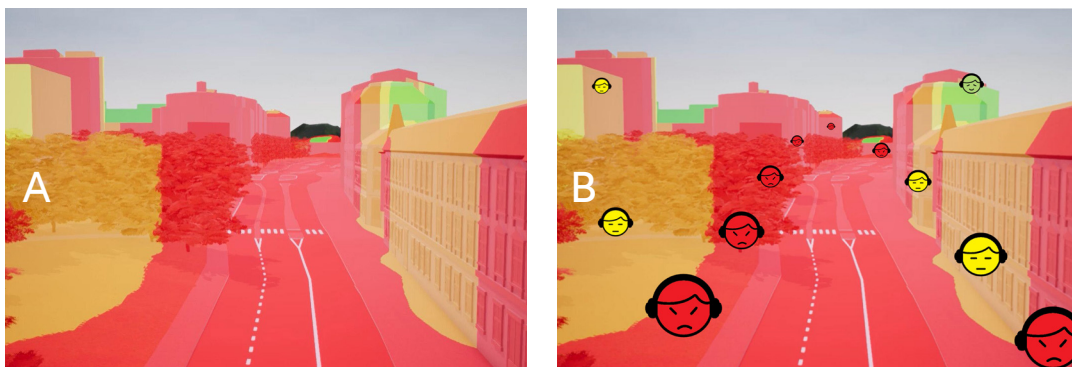
Färgerna måste kontrastera mot bakgrunden och mot varandra och även vara läsliga för personer både med normalt och avvikande färgseende. En bra princip för val av färgskala är att skalan går från ljus till mörkt. Informationsvisualiseringen får inte helt dölja bakgrunden men måste vara tillräckligt intensiv för att tydligt kunna ses. Ibland kan man behöva förtydliga information med hjälp av storlek och densitet på de volymetriska objekten. Orienteringsförmågan i modellen bibehålls om bara ett fåtal lager med data visas. Inom projektet har vi prövat olika typer av volymetrisk visualisering såsom sfärer, partiklar och gnistor. Koncept med volymetrisk visualisering bedöms vi passar bra för att visa information inom miljöområdena luft och buller.

## EXEMPEL 2: KOMBINATION AV OLIKA DATASET INOM ETT ELLER ETT PAR OMRÅDEN

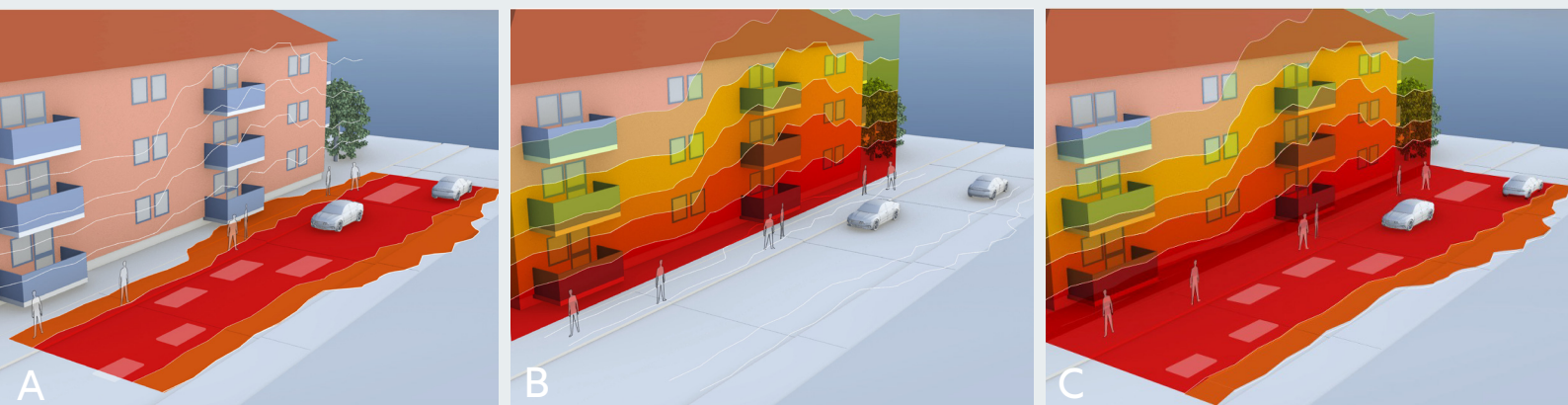
I detta exempel visar vi hur man på olika sätt kan kombinera visualiseringar av data från miljöområdena buller och luft, samt deras koppling till sociala konsekvenser. Bild 4 och 5 visar exempel på olika visualiseringskoncept för kombinerade data, där de sociala konsekvenserna exemplifieras med hälsa och välbefinnande. Visualiseringsformerna vi har undersökt har framför allt fokuserat på

heatmaps, isolinjer och ikoner och kombinationer av dessa. Bild 4 visar nulägesbeskrivning för en centralt belägen gata med mycket trafik. Mätdata från området ligger till grund för en visualisering av det sammanslagna genomsnittsvärdet av parametrarna luft, buller och vind. Detta värde är tänkt att ge en upplevelse av platsen och visualiseras med en draperad heatmap. Sociala konsekvenser visas med ikoner. Bild 5 visar ett exempel från vår sandlådmodell och bygger på fiktiva bullerdata. Här visas hur man kan kombinera bullerdata, visualiserad med isolinjer och heatmaps, med hur ljudnivån påverkar människor på gatan.

Konceptet med en draperad heatmap (bild 4) bedöms passa bra för visualisering inom olika områden som hanterar osynliga parametrar i stadsmiljön, baserade på kvantitativa data. Draperade heatmaps kan göras filtrerbara, vilket kan vara användbart för att visa olika nivåer av information eller olika fokus för det man vill visa. Koncepten där ikoner ingår bedöms passa bra för visualisering inom områdena luft och / eller buller i kombination med konsekvenser för social hållbarhet. Det här är ett sätt att visuellt förstärka samband mellan mätdata och upplevelse. Isolinjer däremot (bild 5) är ett sätt att visuellt förstärka värdestegen i en skala. Genom att även inkludera i de olika stegen kan man ge mer detaljerad information direkt i visualiseringen. Ibland kan det vara en fördel att endast använda isolinjer för att inte skapa otydlighet mot bakgrunden.



**Bild 4:** Bild A visar en draperad heatmap för sammanslaget värde av olika parametrar (luft, buller och vind). Bild B visar ett exempel med en draperad heatmap som tillsammans med klickbara ikoner möjliggör information med olika detaljeringsgrad och fokus. Färgskala på bilderna är inte anpassad för personer med avvikande färgseende.



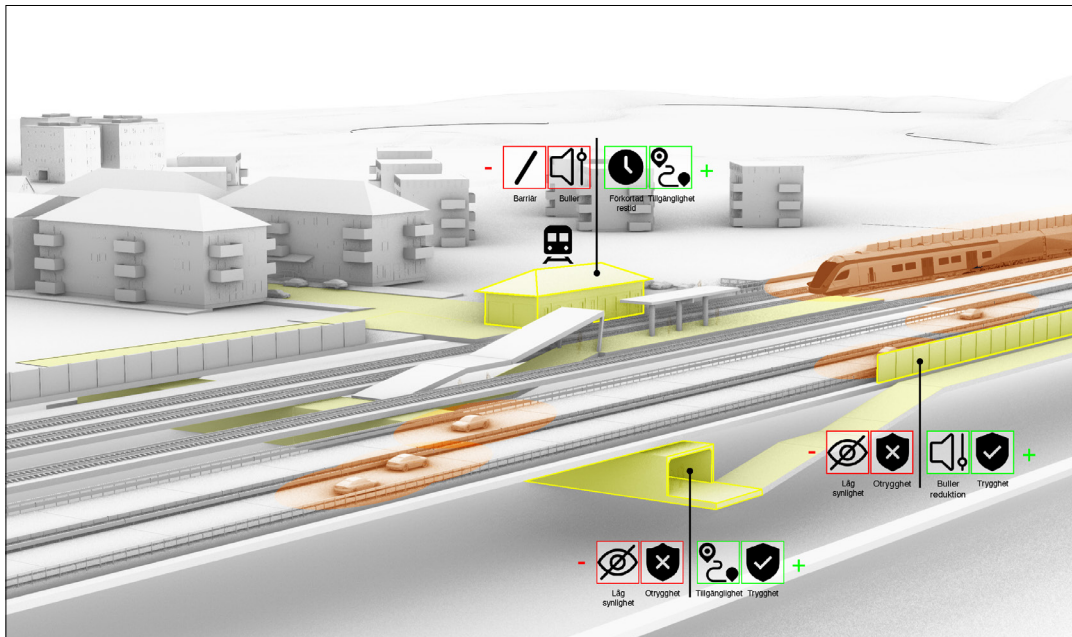
**Bild 5:** Bilderna visar olika sätt att visa luft eller bullerdata med påverkan på människor i gatumiljön. Isoliner används i olika kombination med en heatmap för att förstärka fokus för visualiseringen. Människor i visualiseringen kan användas för att tydliggöra upplevelse och graden av välbefinnande på platsen.

### EXEMPEL 3: SOCIALA KONSEKVENSER OCH MÅLKONFLIKTER

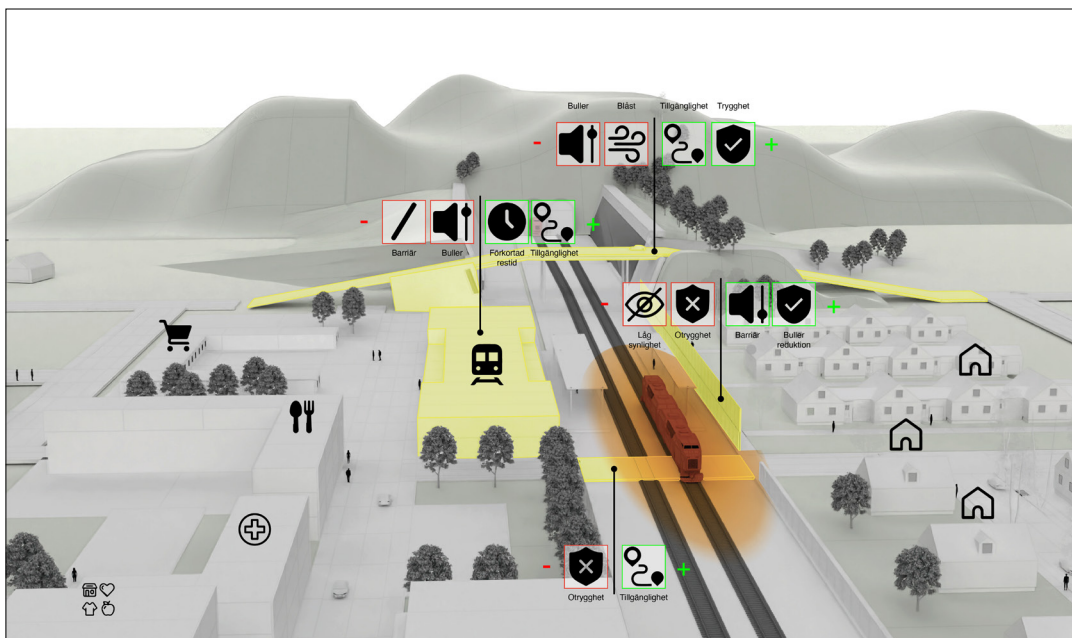
Under workshoppen med fokus på målkonflikter med Trafikverket pekade man ut möjligheter med 3D för visualisering av konsekvenser och målkonflikter. Framför allt är upplevelsen av platser betydelsefull, hur vi rör oss och hur infrastrukturen påverkar oss. Även topografin är viktig, liksom hur väl man syns. Interaktiva modeller efterfrågas, där man kan följa topografin och visa sikten på olika höjder. Det är viktigt att kunna visa olika gruppers perspektiv, som exempelvis barn och cyklister, och konflikter som kan uppstå mellan olika grupper, exempelvis mellan olika trafikslag. Man vill även kunna visa barriäreffekter som en järnväg får på olika typer av funktionsområden som kräver låga bullernivåer, som sjukhus med tysta områden, eller skolor.

Här har vi visat två exempel på hur man kan visualisera konsekvenser som kan leda till målkonflikter. Bild 6 och 7, till höger, visar två scenarier med ett infrastrukturprojekt där järnvägen går genom två samhällen. Det planerade förslaget skapar snabbare restid och bättre kommunikationsmöjligheter, men även en fysisk barriär mellan de två sidorna av spåren. Man måste bygga broar och

undergångar, vilket underlättar tillgängligheten men kan skapa otrygghet för användarna. Förslaget skapar även andra negativa effekter så som ökat buller och vibrationsnivåer. Bilderna visar olika konsekvenser som järnvägen för med sig. Parametrarna vi fokuserat på är trygghet, otrygghet, bullernivåer och tillgänglighet. Vi visar påverkan på passager och stråk och möjliga upplevelser av platsen. Bilderna kommer från sandlådemodellen och använder fiktiva data. I exemplen har vi lagt in informationsgrafik och visuellt förstärkta stråk och byggnation för att förtydliga målkonflikter.



**Bild 6 och 7:** Bilderna visar fiktiva scenarier med olika konsekvenser som en planerad järnväg kan föra med sig för två samhällen, med fokus på trygghet, bullernivåer och tillgänglighet. Exemplet visar målkonflikter och tydliggör vilka områden som avses med hjälp av ikoner kopplade till färgade fält.





# STRATEGIER FÖR VISUALISERING

Arbetet med utveckling av koncept för visualisering som beslutsstöd ligger till grund för framtagning av strategier för visualisering av målkonflikter i infrastrukturprojekt. Strategierna i sig är enkla men de täcker in många av de viktiga frågor som stödjer förslag till metodik för visuell representation av osynlig information i 3D. En övergripande utgångspunkt har varit Trafikverkets vision för data- och informationshantering: ”rätt information till rätt aktör vid rätt tillfälle”.

## STRATEGI I - IDENTIFIERING AV MÅLGRUPPER OCH BEHOV AV VISUALISERING

Visualisering är ett starkt kommunikationsverktyg som kan bidra till att tydliggöra samband och visa konsekvenser liksom risker och osäkerhetsfaktorer. Inom planering och utveckling av infrastrukturprojekt finns behov av att visualisera det som inte syns, dvs information som inte har en geometrisk form som exempelvis hälsodata, buller, luft och vardagsliv. Förutom visualisering av enskilda parametrar finns det också ett behov av att synliggöra konsekvenser av förändringsförslag samt att enklare kunna identifiera kluster av målkonflikter mellan kritiska områden med många risker som bör hanteras samlade. Vi sammanfattar Strategi I i följande punkter:

- Identifiera intressenter, målgrupper och tillämpningar
- Identifiera osynliga data som behöver visualiseras, som exempelvis kulturella och sociala värden, samt olika miljöparametrar.
- Identifiera riskfyllda konsekvenser av olika planeringsförslag
- Identifiera kritiska målkonflikter

## STRATEGI II - VAL AV VISUALISERINGSPLATTFORM

Vid val av visualiseringsplattform finns olika vägar att gå. Ett arbetssätt är att man utgår från en befintlig plattform, som exempelvis en samordningsmodell, med tillgång till den data som hör till ett projekt. Ett annat arbetssätt kan vara att använda en så kallad sandlådmodell, som är en form av testbädd för både olika typer av osynliga data, geodata och byggd miljö. Detta kan vara en lösning när man inte har tillgång till data kopplad till ett specifikt projekt, eller vill diskutera och testa mer principiella lösningar under en skissfas. Ett tredje arbetssätt är en hybridvariant där man använder den befintliga modellen, men laborerar med dataset som är geografiskt obundna till platsen. Vi sammanfattar Strategi II i följande punkter:

- Identifiera var i processen man befinner sig, vilket avgör nivån av realism som är lämplig (tidiga skeden: sandlådmodell, senare skeden: exempelvis en samordningsmodell för ett projekt)
- Identifiera om verkliga data finns eller inte
- Identifiera vilka verktyg och plattformar som finns



### STRATEGI III - VAL AV VISUALISERINGSMETODER FÖR INFORMATION

Data som representerar olika osynliga parametrar och planeringsförslagets olika konsekvenser behöver kunna visualiseras på ett tydligt sätt. Det ska vara lätt att hitta, förstå och tillgodogöra sig den information man vill bedöma värdet av. Vi har olika utgångspunkter och behov av att kunna förstå informationen. För att alla ska förstå så kan visualiseringen av informationen behöva anpassas till mål- och behovsgrupp eller tillämpning. Vi sammanfattar Strategi III i följande punkter:

- Identifiera vedertagen användning/standard för visualisering
- Välj design för den osynliga data som behöver visualiseras (formspråk, färg, transparens, detaljeringsgrad, filtrering etc)
- Välj design för att visa konsekvenser av olika planeringsförslag
- Välj design för att visa olika målkonflikter

### STRATEGI IV – BEHOVSANPASSAD VISUALISERING FÖR OLIKA MÅLGRUPPER

Visualisering av planeringsförslag med påföljande konsekvenser och målkonflikter syftar till att man ska kunna fatta riktiga och väl informerade beslut. För att kunna göra en samlad bedömning behöver man kunna värdera värden och nytta, målkonflikter, samband och konsekvenser samt risker och osäkerhetsfaktorer utifrån identifierade, anpassade behov. Vi sammanfattar Strategi IV i följande punkter:

- Anpassa visualiseringen utifrån målgrupp (användare och mottagare)

*Välj vilken information som ska visas (detaljeringsgrad, filtrering)*

- Anpassa visualiseringen utifrån specifika behov, exempelvis

*Kognitiva behov som kräver ökad realism*

*Behov av att kunna röra sig i modellen utifrån olika grupper visuella perspektiv*

*Avvikande färgseende som kräver anpassade färgskalor*







# SLUTSATSER

Effektiv visualisering gör att man inkluderar och skapar samsyn bland intressenter i planeringsprocessen och på så sätt bidrar till en ökad helhetssyn och därmed hållbarare lösningar. Det ska vara lätt att hitta, förstå och tillgodogöra sig den information man vill bedöma värdet av i en planeringsprocess. Olika roller har olika utgångspunkter och behov av att kunna förstå informationen. Infrastrukturprojekt berör olika målgrupper och det är viktigt att ta hänsyn till olika sociala, miljömässiga och kulturella aspekter. Besluten som tas under planeringen får konsekvenser vilket i sin tur kan leda till målkonflikter mellan olika intressegrupper.

Projektet har undersökt hur visualisering av miljö- och hälsodata i en 3D-modell kan stödja planeringsprocesser av infrastrukturprojekt. Genom att använda en designbaserad metodik har vi iterativt utvecklat och testat koncept för att visuellt tydliggöra komplexa data med flera parametrar. Vi har baserat visualiseringslösningarna på feedback från olika målgrupper i workshoppar, fokusgruppsdiskussioner och intervjuer.

Utifrån denna process har projektet utvecklat fyra strategier för visualisering i 3D-modeller, med syfte att förbättra kommunikation, effektivisera beslutsunderlag och förenkla kvalitetssäkring under planerings- och byggprocesser. Strategierna fokuserar på: (I) identifiering av målgrupper och behov av visualisering, (II) val av visualiseringsplattform, (III) val av visualiseringsmetoder för informationen, samt (IV) behovsanpassad visualisering för olika målgrupper.

Sammanfattningsvis bidrar projektet med kunskap om hur visualisering av osynliga data kan spela en viktig roll för att öka medvetenheten och förståelsen för komplexiteten inom urban utveckling.

Projektets utvecklade metoder skapar bättre förutsättningar för en mer integrerad planeringsprocess med högre grad av samsyn, med ökat stöd för beslutsfattande. En sådan planeringsprocess med tydligare underlag för dialog kan i sin tur generera mer hållbara och hälsosamma lösningar för framtidens städer.



## Förslag på vidare läsning

### Publikationer från studien:

Stahre Wästberg, B., Billger, M., Thuvander, L., Latino, F., van Raalte, S. (2023). A Proposed Workflow for Conceptual Visualization Studies in Urban 3D-Models. In: Proceedings for CUPUM 2023 - 18th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, Montreal, Canada. June 20–22, 2023.

Stahre Wästberg, B., Billger, M., Thuvander, L., Latino, F., Somanath, S., van Raalte, S. (2021). MiljöVis: Effektiv representation av miljödata i digitala modeller. Slutrapport. Trafikverket.

Stahre Wästberg, B., Thuvander, L., van Raalte, S., Billger, M. (2021). Att synliggöra det osynliga - Kartläggning av representation av miljödata i digitala modeller. Trafikverket.

**Kortfilm på YouTube:** <https://www.youtube.com/watch?v=oKOBGkuMHyM>

### Relaterade publikationer inom vår forskning:

Larsson, C., Stahre Wästberg, B., Sjölie, D., Eriksson, T., Pleijel, H. (2023). Visualizing Invisible Environmental Data in VR: Development and Implementation of Design Concepts for Communicating Urban Air Quality in a Virtual City Model. In: Turrin, M., Andriotis, C., Rafiee, A. (eds) Computer-Aided Architectural Design. INTERCONNECTIONS: Co-computing Beyond Boundaries. CAAD Futures 2023. Communications in Computer and Information Science, vol 1819. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-37189-9\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-031-37189-9_17).

Stahre Wästberg, B., Latino F., Eriksson, T., Sjölie, D., Eleftheriou, O., Naserentin, V., Pleijel, H. (2021). Visual conflicts - Challenges in combining rich volumetric 3D-data in a realistic VR city model. CUPUM - Computational Urban Planning and Urban Management, Helsinki, Finland, June 9–11, 2021 (online).

Forssén, J., Höstmad, P., Stahre Wästberg, B., Billger, M., Ögren, M., Latino, F., Naserentin, V., Eleutheriou, O. (2020). An urban planning tool demonstrator with auralisation and visualisation of the sound environment. In Forum Acusticum, Lyon, France, 2020.

Stahre Wästberg, B., Billger, M., Adelfio, M. (2020) A User-Based Look at Visualization Tools for Environmental Data and Suggestions for Improvement—An Inventory among City Planners in Gothenburg. Sustainability. 2020; 12(7): 2882.

Billger, M., Thuvander, L., Stahre Wästberg, B. (2017). In search of visualization challenges: The development and implementation of dialogue tools for supporting urban planning processes. Environment and Planning B: Planning and Design, 44(6), 2017, pp. 1012 -1035, DOI: 10.1177/0265813516657341.

Stahre Wästberg, B., Billger, M., Forssén, J., Holmes, M., Jonsson, P., Sjölie, D., Wästberg, D. (2017). Visualizing environmental data for pedestrian comfort analysis in urban planning processes. In: Proceedings for CUPUM 2017 - 15th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, Adelaide, Australia. July 11–14, 2017

### Populärvetenskaplig publikation:

Stahre Wästberg, B., Forssén, J., Thuvander, L., Billger, M., Logg, A., Latino, F. (2020). Visualisering och auralisering av buller i stadsmiljö, Bygg & teknik (3)2020, pp 8–12.

## ***Beata Stahre Wästberg***

[beata.wastberg@chalmers.se](mailto:beata.wastberg@chalmers.se)

Docent, Interaktionsdesign, Data- och informationsteknik

Chalmers tekniska högskola

## ***Monica Billger***

[monica.billger@chalmers.se](mailto:monica.billger@chalmers.se)

Professor, Arkitekturens teori och metod, Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola

## ***Liane Thuvander***

[liane.thuvander@chalmers.se](mailto:liane.thuvander@chalmers.se)

Biträdande professor, Arkitekturens teori och metod,  
Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola

## ***Susanne van Raalte***

[Susanne.van-raalte@trafikverket.se](mailto:Susanne.van-raalte@trafikverket.se)

Strateg BIM, CF Ekonomi & styrning, Verksamhetsutveckling

Trafikverket

## **ÖVRIGA MEDVERKANDE I PROJEKTET**

### **Chalmers tekniska högskola**

Fabio Latino, Fysik (InfraVis, E-commons)

Orfeas Eleftheriou (InfraVis, Digital Twin Cities Center)

Vasilis Naserentin, Matematiska vetenskaper (Digital Twin Cities Center)

Jessica Lundin, Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Lina Zachrisson, Data och informationsteknik

### **Högskolan Väst**

Daniel Sjölie, Avdelningen för informatik (InfraVis, Digital Twin Cities Center)

### **Trafikverket**

Magnus Palm, Verksamhetsområde Planering, Trafikverket





## CENTRUM FÖR MANAGEMENT I BYGGSEKTORN

Cmb är ett samarbete mellan de byggrelaterade institutionerna på Chalmers och cirka 70 företag och organisationer från hela samhällsbyggnadssektorn. Målet är ett hållbart och effektivt samhällsbyggande. Medlet är ökad kunskap om ledarskap och management.