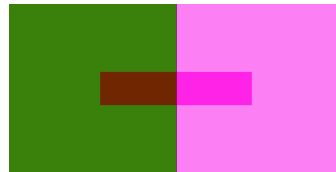


Forskningsöversikt

Rumslig samverkan mellan färg och ljus



Karin Fridell Anter december 2012

SYN-TES rapport 6



Förord

Det tvärvetenskapliga projektet SYN-TES. *Människa, färg och ljus. Syntetisering för ett sammanhållet kunskapsfält* har pågått på Konstfack under 2010-2011, med finansiering från KK-stiftelsen (ref. nr 2009/0195). Projektet har omfattat ett femtontal nordiska färg- och ljusspecialister från företag och olika akademiska discipliner. Alla deltagarna har dessutom arbetat med annan forskning och/eller utvecklingsarbete om ljus- och/eller färgfrågor. I arbetet med SYN-TES har gruppen regelbundet hållit interna seminarier där olika kunskapstraditioner kunde närmas varandra och där gruppen gemensamt formulerade grunderna för ett sammanhållet kunskapsfält som innefattar både färg och ljus. I anslutning till detta har det genomförts ett antal under- eller sidoprojekt kring avgränsade frågeställningar, delvis med finansiering från Energimyndigheten (projekt nr 32266-1 och 34528-1)

Som framgår av projekttiteln var det övergripande syftet att skapa förutsättningarna som ett sammanhållet kunskapsfält som innefattar både färg och ljus, ur ett mänskligt perspektiv. En viktig del av detta arbete har varit att inventera och diskutera aktuell forskning. Denna rapport presenterar resultatet av denna inventering.

Stockholm december 2012

Docent Karin Fridell Anter
projektledare för SYN-TES

www.konstfack.se/SYN-TES

I SAMARBETE MED
KK-stiftelsen 

 **Energimyndigheten**

SYN-TES ledningsgrupp

Karin Fridell Anter, Docent, forskare vid Konstfack, Stockholm (projektledare)

Ulf Klarén, Höskolelektor, forskare vid Konstfack, Stockholm (biträdande projektledare)

Pär Duwe, Teknisk säljchef, Alcro-Beckers AB, Stockholm

Leif Berggren, Senior ljusexpert, tidigare teknik- och miljöansvarig vid Philips AB, Lighting, Stockholm (i ledningsgruppen t.o.m. april 2010, därefter endast i seminariegruppen)

Johan Lång, Försäljningsdirektör, Philips AB, Lighting, Stockholm (fr.o.m. maj 2010)

Referensgrupp som deltagit vid vissa seminarier samt som rådgivare i vissa subprojekt

Catharina Andersson, industridesigner, försöksledare i subprojektet Ljusförstärkande färgsättning

Maud Hårleman, tekn. dr., inredningsarkitekt, Arkitektur, KTH, Stockholm

Anders Liljefors, professor emeritus i belysningslära, Jönköpings tekniska högskola & KTH

Tommy Pettersson, belysningskonsult, Stockholm

Harald Schmalensee, arkitekt SAR/MSA, Stockholm

Kristina Sahlqvist, adj. professor i rumsgestaltning och hållbar utveckling, HDK, Göteborg

Oskar Storm, chef innesälj, Saint-Gobain Emmaboda Glas AB, Emmaboda

Seminariegrupp med aktiv medverkan i workshops och subprojekt

Harald Arnkil, Konstnär, universitetslektor vid University of Art and Design, Helsingfors

Monica Billger, Bitr. professor, Institutionen för Arkitektur, Chalmers, Göteborg

Johanna Enger, Ljus- och industridesigner, Konstfack

Anders Gustafsson, Teknisk chef, Alcro-Beckers AB, Stockholm.

Cecilia Häggström, Tekn. dr., inredningsarkitekt och konstnär, HDK, Göteborg

Ida Järslö, Ljusdesigner, Philips AB, Lighting (under en del av projektet)

Yvonne Karlsson, Färgsättare, Alcro-Beckers AB (färgsättningsansvarig)

Thorbjörn Laike, Docent i miljöpsykologi, Lunds Universitet

Barbara Matusiak, Professor, Institutt for byggekunst, form og farge, NTNU Trondheim

Anders Nilsson, Chef för den kolorimetriska verksamheten vid NCS Colour, Stockholm

Svante Pettersson, Ljusdesigner, Philips AB, Lighting

Helle Wijk, Docent i medicinsk vetenskap, Inst. f. vårdvetenskap o. hälsa, Göteborgs Universitet

SYN-TES

Perceptionsstudion/Konstfack 2010-2011

Finansierat av: **KK-Stiftelsen**, projektnummer 2009/0195 och **Energimyndigheten** projektnummer 32266-1 och 34528-1.

Projektledare: **Karin Fridell Anter**

Layout och grafisk form: **Johanna Enger**

Fotografier: Där inte annat anges **Johanna Enger**

Innehåll

1. Introduktion	6
2. Avgränsning och metod	8
3. Teman i forskningen om färg och ljus	10
4. Den tredje dimensionen	14
5. Ljus och färg i rum	16
6. Diskussioner om frågeställningar och metodik i gränssnittet färg / ljus / rum	18
7. Slutsatser: Kunskapsläge och forskningsbehov	20
8. Lista över genomgången litteratur	22
9. Referenser	24

SYN-TES Rapportserie

(kan hämtas från www.konstfack.se/SYN-TES)

1. OPTIMA. Metodstudie om färg, ljus och rumsupplevelse (Karin Fridell Anter)
2. PERCIFAL – Perceptiv rumslig analys av färg och ljus. Bakgrund och studiehandledning (Ulf Klarén)
3. LJUS- OCH FÄRGBEGREPP och deras användning (Karin Fridell Anter)
4. Ljusförstärkande färgsättning (Cecilia Häggström & Karin Fridell Anter)
5. SYN-TES 2010-2011. Interdisciplinära studier om färg – ljus – rum (Karin Fridell Anter, Ulf Klarén, Leif Berggren, Pär Duwe & Johan Lång)
6. Forskningsöversikt - Rumslig samverkan mellan färg och ljus (Karin Fridell Anter)
7. Colour shifts behind modern glazing. (Barbara Matusiak, Karin Fridell Anter & Kine Angelo)

Samarbetspartners för projektet SYN-TES



PHILIPS



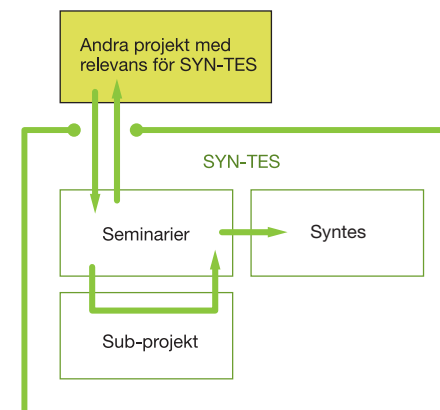
1 Introduktion

Det tvärvetenskapliga nordiska forskningsprojektet *SYN-TES: Människa färg och ljus. Syntetisering för ett sammanhållet kunskapsfält*¹ har, som framgår av namnet, behandlat samverkan mellan färg och ljus och dess betydelse för människor.

Projektet har syftat till att skapa förutsättningar för en integrering av kunskapsområdena färg och ljus, där disparata teoretiska, terminologiska och metodologiska traditioner idag försvårar ett fruktbart samarbete. Utgångspunkten har varit att färg och ljus tillsammans skapar vår inre bild av rummet och är mentalt oskiljaktiga i vår upplevelse av omvärlden.

Huvuddelen av arbetet har bedrivits i form av seminarier / workshops där färg- och ljuse experter från olika akademiska discipliner och industrigrenar tillsammans undersökt olika aspekter av den rumsliga interaktionen mellan färg och ljus. Det har dessutom genomförts ett antal subprojekt, bland annat med inriktning på färgens och ljusets kunskapstraditioner och begrepp.

Som ett led i arbetet inom SYN-TES har forskargruppen inventerat och diskuterat internationell forskning om färg och ljus, och speciellt deras rumsliga samverkan. Resultatet presenteras i denna forskningsöversikt.



Upplägg av projektet SYN-TES

¹ SYN-TES. Colour and light synthesis: Towards a coherent field of knowledge. www.konstfack.se/SYN-TES



SYN-TES projektgrupp (Bilder från SYN-TES Rapport nr 5 - Syntes av SYN-TES)

2

Avgränsning och metod

Forskningsöversikten syftar till att presentera forskningsrapporter och andra vetenskapliga publikationer som uttryckligen behandlar rumslig samverkan mellan färg och ljus. Utöver detta ger vi en översikt över aktuella forskningsämnen som berör den rumsliga verkan av antingen färg eller ljus eller som berör samverkan mellan färg och ljus utan att beakta rumsliga aspekter.² I första hand har vi inventerat och diskuterat arbeten som publicerats 2006-2011, men även vissa äldre arbeten har tagits med eftersom de har bedömts som grundläggande.

För att hitta relevant forskning har vi gått igenom följande internationella publikationer:³

- Proceedings från sex konferenser arrangerade av AIC (International Colour Association) 2006-2011
- Proceedings från sex konferenser och symposier arrangerade av CIE (International Commission on Illumination) 2006-2011.
- Proceedings (eller anteckningar p.g.a. egen medverkan) från ytterligare sex internationella konferenser med anknytning till ämnesområdet, 2009-2011.
- Hela årgångarna 2006-2011 av sjutton vetenskapliga tidskrifter om design, arkitektur, ljus eller färg.
- Böcker och andra publikationer som vi redan kände till eller fått tips om via konferenserna eller tidskrifterna.

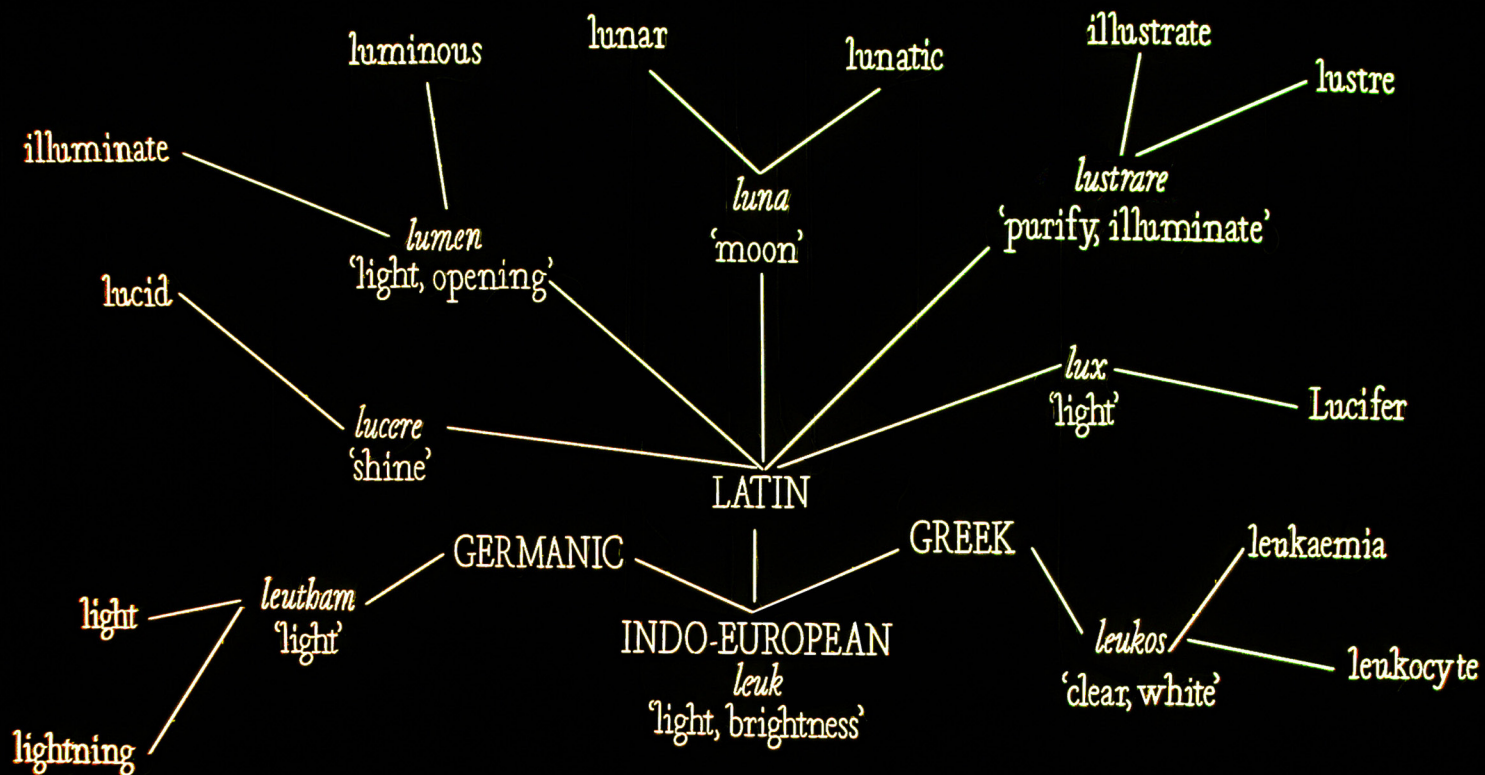
Utöver detta har vi inventerat relevant litteratur med hjälp av den breda flervetenskapliga kompetensen hos de forskare som ingår i SYN-TES seminariegrupp. För den svenska och nordiska forskningen har vi utgått från och kompletterat den kunskapsöversikt och bibliografi som sammanställdes av föreningen SE RUM 2007.⁴

Att läsa och kommentera all potentiellt relevant litteratur har av naturliga skäl inte varit möjligt inom ramen för det aktuella projektet. Forskningsöversiktens referenser ger en översikt över viktiga forskningsteman och nämner tongivande forskare och/eller typiska exempel men är inte avsedda att vara heltäckande.

² Inom dessa för vårt syfte mera perifera områden ger vi inte referenser till enstaka publikationer eller projekt utan endast till samlingsvolym, temakonferenser o.d.

³ Se avsnitt 8 för en fullständig sammanställning av genomgångna publikationer

⁴ Fridell Anter 2008b; Fridell Anter 2008a



Ord som kan härledas från det indoeuropeiska ordet för ljus. Art Gallery of New South Wales, Sydney. (Bild från SYN-TES Rapport nr 3 - Ljus- och färgbegrepp och deras användning)

3

Teman i forskningen om färg och ljus

I den internationella arkitektur- och designforskningen är varken färg eller ljus några stora frågor, och ännu mindre deras rumsliga samverkan. Vid genomgång av ett tiotal design- och arkitekturteoretiska tidskrifter från olika delar av världen har vi bara hittat enstaka artiklar som alls behandlar färg och/eller ljus, och de projekt de har presenterat har varit konstinstallationer snarare än forskning.

Trots detta är både färg och ljus föremål för en hel del forskning, som delvis är relevant även i arkitektur- och designsammanhang. Färg och ljus utgör dock i hög grad två separata forskningsfält, och den absoluta huvuddelen av forskningen behandlar helt andra frågor än deras rumsliga samverkan. På den internationella belysningskommissionen CIE:s konferenser diskuteras främst belysningstekniska frågor som t.ex. mätning av ljuskällors egenskaper och utvärdering av ny teknologi. På motsvarande sätt behandlar den internationella färgassociationen AIC:s konferenser temat *färg* ur en mängd olika aspekter, till exempel tekniker för mätning av färgskillnader⁵, färgpreferenser och deras tillämpning i olika designsammanhang eller färgseendet hos äldre människor. Inom AIC finns *Study Group for Environmental Colour Design*, där många av deltagarna är arkitekturforskare eller praktiker inom arkitektur eller inredning.⁶

Den färgvetenskapliga tidskriften *Color Research and Application* är till största delen tekniskt inriktad men innehåller även enstaka artiklar av exempelvis konstvetenskaplig, perceptionspsykologisk eller designteoretisk karaktär. *Colour: Design & Creativity* är, som namnet antyder, betydligt mera inriktad på färgens estetiska och upplevelseskapande användning.⁷ Flera tidskrifter, t.ex. *Lighting research and technology*, *Leukos* och *Journal of Light & Visual Environment* behandlar ljusfrågor utifrån framför allt belysningstekniska utgångspunkter men innehåller även mera design- och upplevelseinriktade artiklar.

⁵ AIC:s utmärkelse Judd award gick 2007 till Alan Robertson, ledande forskare inom kolorimetri som arbetar med fysisk mätning av färg och färgskillnader. En grundbok i ämnet är Ohta & Robertson 2006.

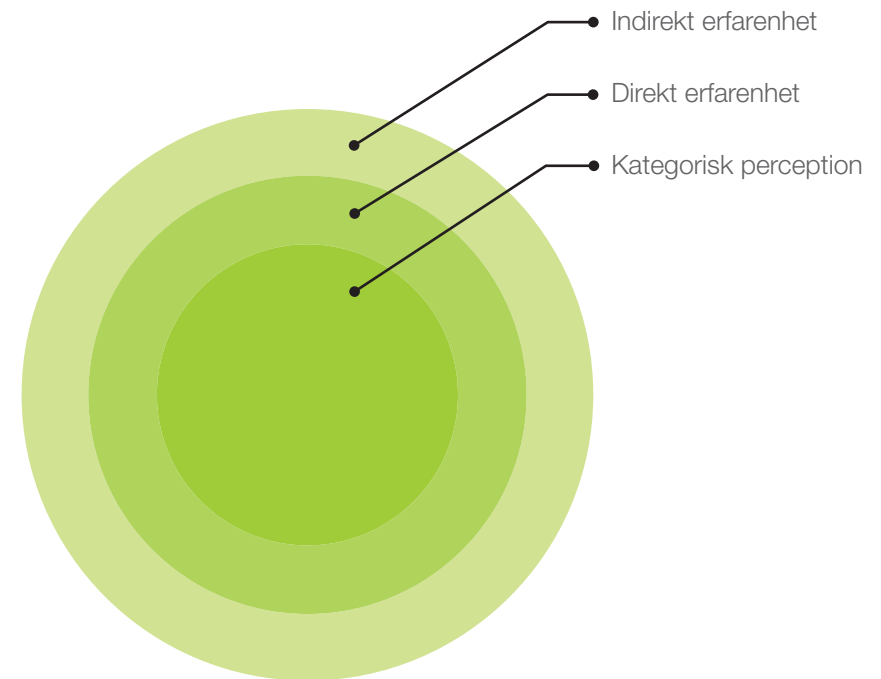
⁶ Ronchi 2010 utgör en sammanställning av ett åttiotal arkitekturrelaterade konferensbidrag vid elva AIC-konferenser 1982-2008.

⁷ Fr.o.m. 2012 har ansvaret för *Colour: Design & Creativity* övertagits av AIC och tidskriften bytt namn till *Journal of the International Colour Association*. Dessa utgåvor ingår inte i forskningsöversiktens underlag.

På senare år har det hållits flera internationella konferenser som uttryckligen fokuserat på både färg och ljus.⁸ Det har också kommit flera böcker på olika språk, som haft både färg och ljus i sina titlar.⁹ De böcker, artiklar eller konferenspresentationer som berör både färg och ljus handlar dock relativt sällan om deras rumsliga samverkan. I stället återkommer ofta ett antal andra teman:

- Fysiologiska och psykologiska aspekter av färg- och ljusperception
- Färgåtergivningsförmågan hos ljuskällor
- Forskning om hur människor påverkas av ljus
- Konstnärliga verk som bygger på färgat ljus
- Beskrivning och/eller analys av hur färg och/eller ljus har använts i specifika arkitektoniska sammanhang

Utvecklingen inom hjärnforskningen har medfört ett ökat intresse för forskning kring det visuella systemet som sådant. Aktuell forskning behandlar grundläggande de fysiologiska grunderna för färg, ljus och rumsuppfattning. Med utgångspunkt från en förståelse av människans fysiologiska förutsättningar i kombination med fotometri och kolorimetri och söker man lagbundenheter i uppfattningen av ljus, färg och visuella kontraster.¹⁰



⁸ 2010 Colour and light in architecture (arr. Università Iuav di Venezia, Venedig, Italien) publicerad i Zennaro 2010; AIC 2011 Interaction of Colour and Light in the Arts and Sciences (Zürich, Schweiz) publicerad i Schindler & Cuber 2011.

⁹ Valberg 2005; Fridell Anter 2006; Härleman 2007; Zennaro et al. 2010; Bachmann 2011

¹⁰ Den internationella färgorganisationen AIC:s stora utmärkelse Judd Award gick 2009 till biofysikern Arne Valberg som bl.a. har skrivit en stor bok om ljus, färg och seende (Valberg 2005) och 2011 till fysikern Lucia Ronchi, som bland annat har sammanfattat forskningsläget kring färg och seende i två rapporter på italienska (Ronchi 2007a; Ronchi 2007b)

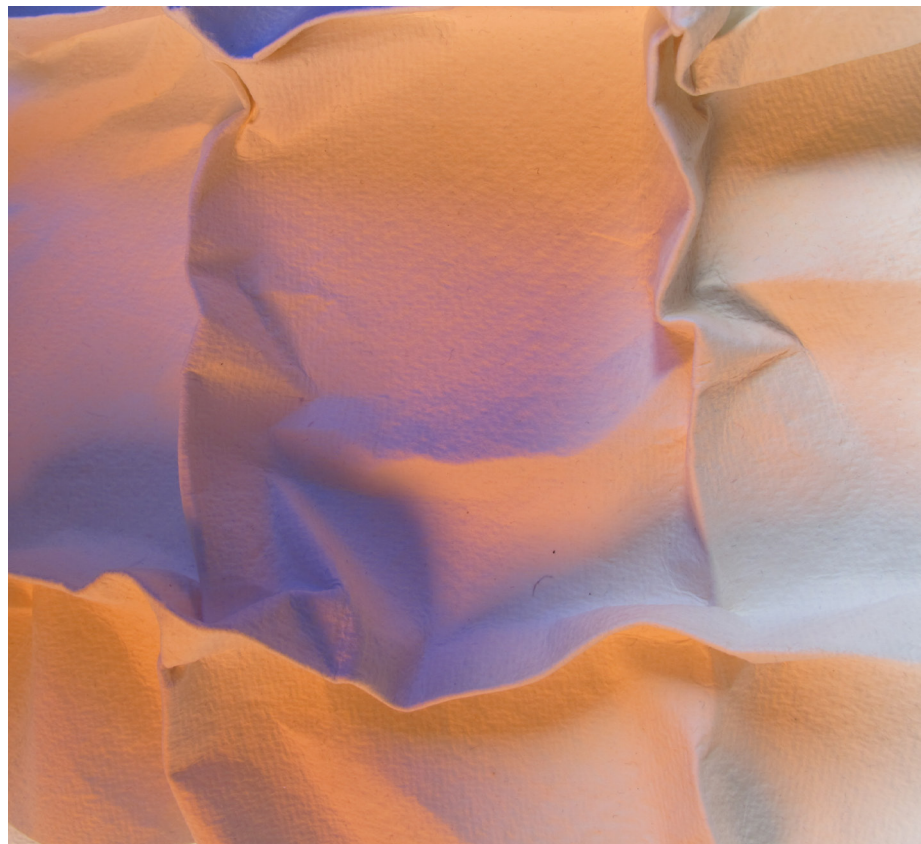
Den grafiska modellen visar upplevelsenivåer baserade i kategorisk perception, i direkt erfarenhet och i indirekt erfarenhet genom kulturella uttryck. De tre nivåerna är inbördes beroende av varandra och finns alla närvarande i varje perception. Färg och ljus kan på samtliga tre nivåer beskrivas på många olika sätt, men de kan aldrig särskiljas från helhetsupplevelsen av världen. (Modell: Ulf Klarén 2010) (Bild från SYN-TES Rapport nr 5 - Syntes av SYN-TES)

Ljuskällors färgåtergivningsförmåga har blivit en viktig forskningsfråga under de senaste åren, till stor del på grund av strävan att byta ut traditionella glödlampor mot nya ljuskällor som förbrukar mindre energi. Människors synsinne, och därmed vårt färgseende, är utvecklat för solljus, och liksom solen avger glödlamporna strålning av alla de våglängder som kan ge upphov till synintryck. Energilampor och LED (ljusemitterande dioder) kan i stället konstrueras för att på ett optimalt sätt uppfylla specificerade krav, och deras strålning kan domineras av vissa våglängder medan andra kan saknas helt. Därmed uppstår frågor om vilka våglängder ljuskälla-konstruktören ska inkludera i sin produkt, och vad detta urval innebär för vad vi ser och hur vi påverkas av ljuset.

De nya ljuskällorna har också aktualiserat och accentuerat redan kända svårigheter med att ange färgåtergivningsförmågan på ett sätt som gör det möjligt att jämföra denna kvalitet hos olika ljuskällor. Det har presenterats en mängd studier av hur ytors färger upplevs under de nya ljuskällorna. Det har också presenterats flera försök att hitta ett mått på färgåtergivning som svarar mot den nya situationen bättre än det Ra-index som utvecklats med glödljuset som utgångspunkt.¹¹

Ra-index är ett teknologiskt grundat mätvärde som framför allt används inom ljuskäleindustrin och vid belysningsplanering. Frågan om ljusets betydelse för färgupplevelsen har dessutom utforskats genom visuella iakttagelser, ofta med metoder som härrör från konst eller design. Man har också undersökt ljuskällornas färgåtergivning i samband med deras användning för specifika ändamål, där pigment eller infärgnings-material kan väljas så att belysning och färg tillsammans ger önskade effekter. Enstaka forskningspresentationen berör frågor om metamerieffekter i samspelet mellan ljus och färg utifrån upplevelsemässig eller teknisk utgångspunkt.

Ett stort forskningsfält arbetar med samverkan mellan ljusstrålningens våglängdssammansättning och människors hälsa och dygnsrytm, frågor som inte nödvändigtvis berör de synliga färgkvaliteterna hos ljuset.¹² Dessa frågor har fått en förnyad aktualitet i och med att de nya ljuskällorna erbjuder möjligheten att designa själva ljuset och dess tidsmässiga variationer.¹³



¹¹ Artiklar eller presentationer om färgåtergivningsproblematiken återfinns i både färg- och ljusorienterade tidskrifter och konferenser, och har ägnats speciella sessioner och workshops vid CIE-konferenserna 2006 (Paris), 2007, 2010 och 2011. CIE:s Technical Committee 1:69 har arbetat med frågan om färgåtergivning utan att kunna enas om ett förslag till nya kriterier och mätmetoder. (Davies 2011)

¹² När det gäller ljusets icke-visuella effekter på människor har den miljöpsykologiska enheten vid Lunds tekniska högskola länge hört till de internationellt ledande forskningsinstitutionerna och dess tidigare professor Rikard Küller är en av författarna till en mycket omfattande bibliografi över forskningsområdet (Küller & Küller 2001). CIE:s Division 6 arbetar med fotobiologi och fotokemi och en mängd studier inom området presenterades vid CIE-konferenserna 2006 (Ottawa), 2007 och 2011. Se även Govén et al. 2007 och Küller 2008.

¹³ Ljusets och belysningsmöjligheternas påverkan på kulturen och samhällslivet i ett längre tidsperspektiv diskuteras i Garnert 1993; Brox 2003; Barbara 2010

Ljusedioderna har givit helt nya möjligheter att skapa ljus med olika färg, något som utnyttjas både interiört och exteriört. Därmed reses också en mängd frågor om hur människor påverkas biologiskt och emotionellt av det färgade ljuset och vad som upplevs som behagligt eller vackert. Ofta behandlar denna typ av forskning relativt avgränsade frågeställningar, exempelvis upplevelsen av trädelysning med olika färger eller den lämpliga färgen på måltidsljus.

Dioder med olika färger används för konstinstallationer och för så kallade mediafasader, där hela fasadytor fungerar som stora bildskärmar. De konferensbidrag och artiklar som berör sådana fenomen har oftast karaktären av beskrivande presentationer av egna eller andras installationer, och mera sällan förekommer en kritisk debatt eller analys.¹⁴ När det gäller design och avbildande konst kan man på motsvarande sätt beskriva och diskutera färg- och ljusverkan i det enskilda verket utan ambitionen att komma fram till generaliserbara slutsatser. Mera metodisk konstinriktad forskning i skärningspunkten mellan färg och ljus berör exempelvis samverkan mellan bildkonst och belysning och möjligheterna att återskapa förlorade målningar med hjälp av färgat ljus. På Zürich University of the Arts (ZHdK) genomfördes 2010-2011 ett pedagogiskt och konstnärligt inriktat forskningsprojekt som utforskade det färgade ljusets möjligheter i interaktiva demonstrationer av olika färgfenomen.¹⁵

Forskning om färg och/eller ljus i direkta arkitektursammanhang är inte vanlig. Den som finns handlar oftast om färgbehandlingen i olika byggnader, städer eller tidsperioder och kan då beröra även ljusföring och belysning. Perspektivet är ofta arkitekturhistoriskt eller bebyggelseantikvariskt och man ställer sig inte uppgiften att analysera samverkan mellan färg och ljus.¹⁶

¹⁴ En samling exempel på ljusdesign i arkitektursammanhang finns i Porter & Mikellides 2009 sid 143-169. Ytterligare internationella exempel visas och diskuteras regelbundet i PLD Magazine, organ för Professional Lighting Designers Association.

¹⁵ Bachmann 2011. Trots en uttrycklig ambition att skapa ny kunskap om förhållandet mellan färg och ljus inskränker sig projektet till att undersöka färgat ljus, och behandlar inte samspelet mellan färgade ytor och ljus av olika karaktär.

¹⁶ AIC:s konferens i Stockholm 2008 ägnade flera sessioner åt att diskutera exempel på färgsättning av bebyggelseområden, byggnader och interiörer. Porter & Mikellides 2009 är en antologi med artiklar om färganvändning i olika städer och i olika arkitekters arbete samt korta presentationer av aktuell forskning. Boeri 2010 ger en översikt över olika teoretiska utgångspunkter vid formuleringen av färgplaner för städer och listar aktuella exempel. Aktuella doktorsavhandlingar är Kjellström 2009; Serra Lluch 2010 och Ferring 2011.



Bilder från doktorandkursen Nordic Light and Colour på NTNU, Trondheim (se vidare sid 19) Modellerna visar effekten av reflekterat ljus från färgade ytor. (Foto: Johanna Enger) (Bilder från SYN-TES Rapport nr 5 - Syntes av SYN-TES)



4 Den tredje dimensionen

Form och rum uppfattas genom samtidig perception av ytornas färger och ljusets riktning och karaktär, och i en vardaglig situation kan vi oftast omedelbart och oreflekterat dra korrekta slutsatser om den tredimensionella världen omkring oss. Förståelsen av färg som visuellt fenomen har dock hitintills framför allt berört förenklade, tvådimensionella sammanhang.¹⁷ Nyare forskning har också berört färg i komplexa sammanhang, färg i samspel med ljus och färg i realistiska rumsliga situationer.¹⁸ Detta har givit nya insikter som visar att den plana färglärans lärdomar om visuella illusioner, induktion eller assimilationsfenomen sällan är giltiga i det tredimensionella rummet.¹⁹ Enstaka studier har också behandlat färgernas och de kromatiska kontrasternas betydelse för formperceptionen.²⁰

En föregångare inom den tredimensionella färgläran är den amerikanska konstnären Lois Swirnoff.²¹ Många andra konstnärer har använt sin konst för att utforska sambanden mellan ljus-, färg-, form- och rumsupplevelse, och en handfull av dem har också presenterat sina rön på ett sådant sätt att de kan bidra till en vetenskaplig kunskapsuppbyggnad.²²

Arkitekturprofessorn Galen Minah har tillämpat Lois Swirnoffs analysmetoder för att klargöra hur byggnader och andra färgelement grupperas visuellt när vi betraktar landskap och stadsvyer.²³ Han och andra forskare har också undersökt hur byggnaders uppfattade färg påverkas av betraktningsavstånd och väderleksförhållanden och även utvecklat metodiken för sådana undersökningar.²⁴

Färgen hos ett föremål kan ha olika uppträdandeformer²⁵, som påverkas av ljusets brytning och reflektion i eller mot ett material. På senare tid har det presenterats en del forskning som undersöker exempelvis volymfärgerna hos glas eller vätskor och färgen hos material med transparenta eller translucenta ytor, till exempel glaserad keramik.²⁶ Sådana undersökningar av färger som inte bara tillhör föremålets yta innebär att den tredimensionella samverkan mellan ljus och färg utforskas på detaljnivå.

¹⁷ Inom AIC finns en Study group for visual illusions, ledd av psykologiprofessorn Osvaldo da Pos, Padua. AIC:s konferenser innehåller ofta bidrag eller hela sessioner om perceptionen och värderingen av tvådimensionella färgsammanställningar. I Fridell Anter & Billger 2010 diskuteras i vilken mån denna typ av färgforskning är relevant i rumsliga sammanhang.

¹⁸ En aktuell doktorsavhandling är Olsson 2009.

¹⁹ Fridell Anter & Klarén 2008; Fridell Anter & Klarén 2009; Mizokami & Yaguchi 2010; Klarén & Fridell Anter 2011

²⁰ Akizuki & Inoue 2009

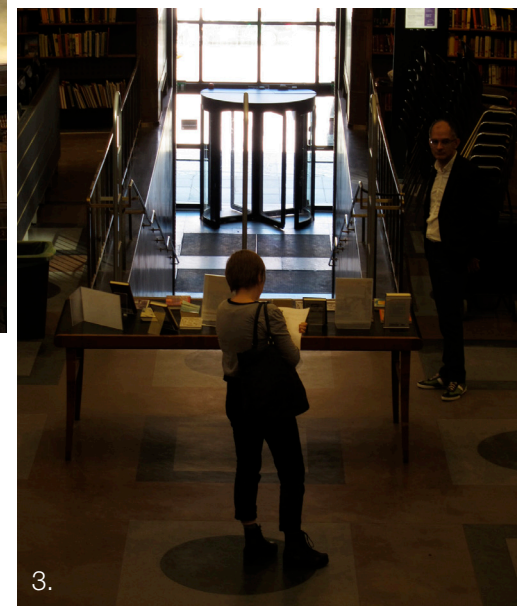
²¹ Swirnoff 2003



1.



2.



3.

1. Med ljusfördelning menas hur mörker och ljus fördelar sig över rummet.
2. Ljusfläckar kan t ex vara orsakade av infallande eller återspeglad solljus eller av enskilda artificiella ljuskällor.
3. Exempel på "Kall" och "varm" ljusfärg.

(Foto: Ulf Klarén)
(Bilder från SYN-TES Rapport nr 2 - PERCIFAL)

22 Wessel et al. 2008; Häggström 2009; Moorhouse 2009; Häggström 2010 samt några av de konstnärer som presenteras i Bachmann 2011
23 Minah 2001
24 Minah 1997; Fridell Anter 2000; Pernão 2011
25 Katz 1935
26 AIC:s konferens i Stockholm 2008 innehöll en tvärdisciplinär session med titeln Aspects of materiality. Även på AIC:s konferens i Zürich presenterades åtskilliga bidrag som analyserade färgupplevelsens samband med ytstruktur och uppträdandeform. Frågor om ytstruktur och färgupplevelse har också diskuterats av Caivano et al. 2004 och Svedmyr 2002.



5

Ljus och färg i rum

Om man går vidare och ser på färg och ljus i det som i mera vardaglig betydelse kallas rum – alltså engelska *room* till skillnad från *space* – så pågår relativt omfattande forskning om hur dagsljus når in i rum under olika förutsättningar och vad detta innebär för rummens ljusnivå, bländning mm.²⁷ Det har också gjorts vissa forskningsinsatser om hur rumsupplevelsen påverkas av ljuset.²⁸ Ett angreppssätt har här utgått från Katz (1935) och Gilchrist et al. (1999) och diskuterat ljusupplevelsen i rummet i termer av färgens uppträdandeformer.²⁹

Man har också undersökt hur rummets upplevda form påverkas av fönstrens form och placering³⁰, hur uppfattningen av rummets storlek och proportioner påverkas av mängden dagsljus³¹ och hur det artificiella ljusets riktning och spridningsmönster påverkar rumsupplevelsen³². Det finns också studier av hur olika belysningslösningar uppfattas av människor med nedsatt syn³³ och vilken belysning som är lämplig i lokaler för olika verksamheter, till exempel i kontor³⁴, i skolor³⁵ eller de skiftande behoven i sjuksalar³⁶. Man har också studerat belysningens betydelse för upplevelsen av rumslighet i en för övrigt mörk utomhusmiljö³⁷. Dessutom finns ett antal studier som rör sambandet mellan fotometriska variabler som t.ex. luminans och upplevelsen av ljusets styrka eller rummets ljushet.³⁸

När man undersöker rums- och fasadfärgernas betydelse är det ofta i form av preferensundersökningar, som inte kan göra anspråk på att ge generaliserbara resultat.³⁹ Det finns dock även forskning som ställer frågor om vad som ligger till grund för sådana preferenser.⁴⁰ Det finns också undersökningar om hur rummets färger påverkar produktiviteten⁴¹, hur färgsättningen kan stödja eller försvåra rumsuppfattningen hos människor med visuella eller kognitiva handikapp⁴² och vilka effekter rumsfärgerna har på människors hormonutsöndring, hjärtfrekvens och andra biologiska funktioner.⁴³

²⁷ Amorim et al. 2011

²⁸ Vogels et al. 2009

²⁹ Yamaguchi & Shinoda 2007; Yoshizawa 2007

³⁰ Matusiak 2004; Matusiak 2006

³¹ Matusiak & Sudbø 2008

³² Wänström Lindh 2010

³³ Matusiak et al. 2009

³⁴ Boyce 2006; Veitch et al. 2008; Kronqvist 2010; Veitch et al. 2010. En litteraturoversikt över brukarpreferenser för kontor finns i Galasiu & Veitch 2008.

³⁵ Govén et al. 2010.

³⁶ Pechacek et al. 2008; Tannöver et al. 2008; Stidsen et al. 2010



(Bilder från SYN-TES Rapport nr 1 - OPTIMA)

Ett fåtal undersökningar behandlar samverkan mellan ljus och färg i byggda rum. Monica Billger har genomfört pionjärbete kring färguppfattningens och rumsupplevelsens förändring med ändrad belysning och utarbetat metoder och begrepp för att identifiera och jämföra färgupplevelsen under olika förhållanden.⁴⁴ Karin Fridell Anter har genomfört liknande studier om samverkan mellan fasadfärger och olika typer av dagsljus.⁴⁵ Andra forskare har undersökt hur färg- och rumsupplevelsen kan variera i rum med dagsljus från olika väderstreck⁴⁶, i rum med olika typer av fönsterglas⁴⁷ och i rum med olika färgat artificiellt ljus.⁴⁸ Även sambandet mellan färgtemperatur och väggfärgspreferenser har undersökts.⁴⁹ Man har också försökt förstå vilka principer som legat bakom forna tiders arkitektoniska verk genom att analysera hur färg och ljus bringades att samverka.⁵⁰ Inom projektet SYN-TES har det genomförts pilotförsök som utvecklar metodiken för att undersöka komplexa samband mellan färg, ljus och rum.⁵¹

De ovan nämnda undersökningarna har ofta genomförts med hjälp av försökspersoner som vistas i verkliga rum eller bedömer realistiskt utformade modeller. Man har också använt sig av *Virtual Reality*-simuleringar för att ta reda på hur människor upplever och reagerar på olika kombinationer av färg och ljus.⁵² Dessutom finns forskning som genom starkt kontrollerade laboratorieförsök försöker utveckla matematiska modeller för hur färger uppfattas i olika rumsliga sammanhang. Forskningsfältet kallas *Colour appearance* och är föremål för mycket arbete, bland annat med anknytning till CIE:s Division 1, som arbetar med ljus, färg och seende.⁵³

40 Janssens & Küller 2008

41 Kwaliek et al. 2007

42 Wijk 2006; Häggström 2011

43 Küller et al. 2006; Küller et al. 2009

44 Billger 1999; Billger 2006

45 Fridell Anter 2000

46 Härleman 2006; Härleman 2007

47 Dubois et al. 2007; Pineault & Dubois 2008; Pineault et al. 2008

48 Vogels 2008

49 Manav et al. 2007

50 Tantcheva 2010; Zennaro et al. 2010; Tantcheva & Häggström 2011

51 Fridell Anter 2011b.

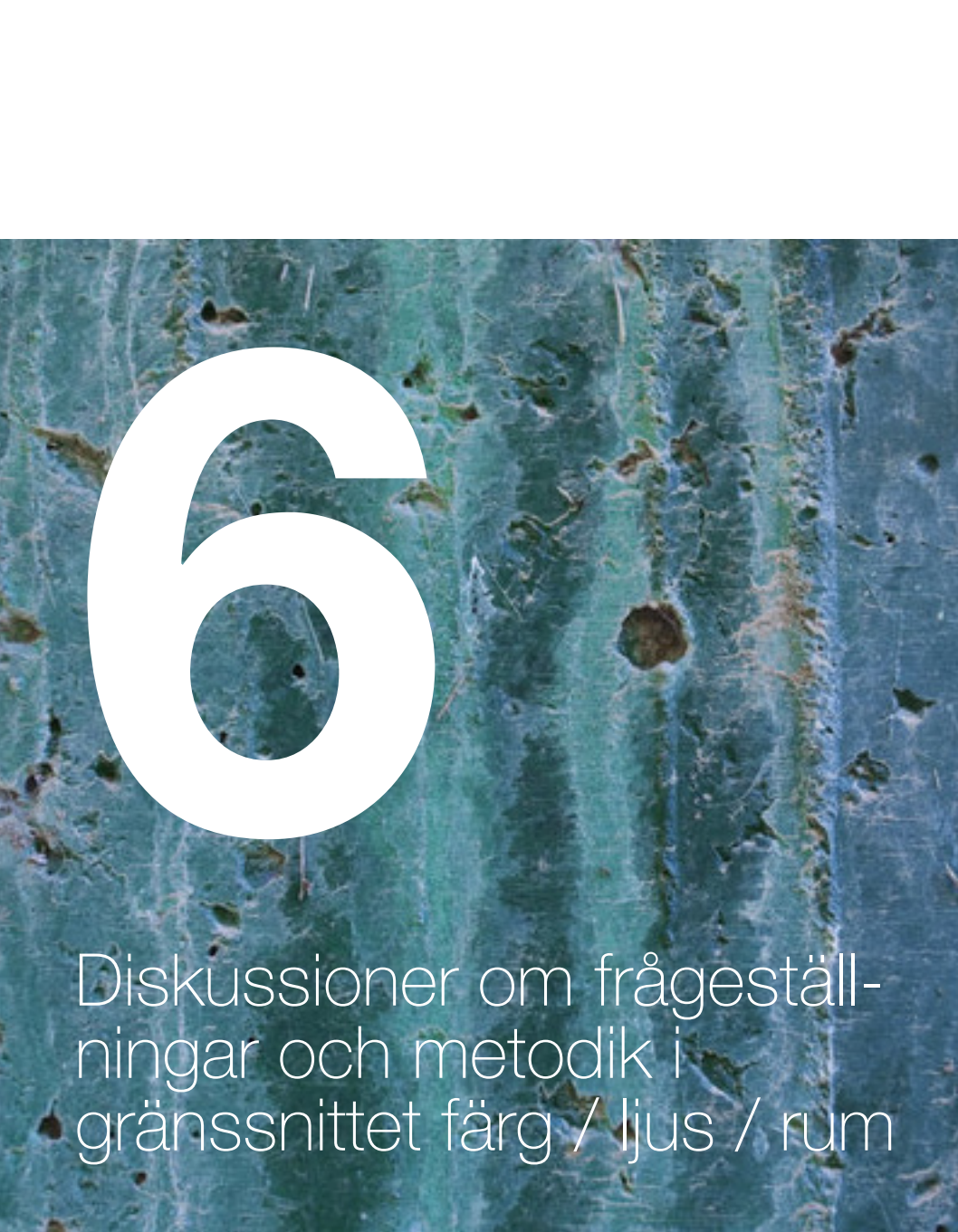
52 van Hagen et al. 2009 använder VR för att undersöka bl.a. tidsuppfattningen på en järnvägsstation. Möjligheterna och begränsningarna hos VR för sådana ändamål utreds av Stahre 2009.

53 Några exempel från detta stora arbetsfält är Gombos & Schanda 2006; Ji et al. 2006; Kutas & Bodrogi 2008; Xiao et al. 2010

37 Raynham 2007; Johansson et al. 2011; Wänström Lindh 2011

38 Fotios & Houser 2007 sammanfattar och utvärderar ett tjugotal sådana studier.

39 Det kan exempelvis handla om turkiska skolbarns preferenser vad gäller klassrummens väggfärger (Basoglu 2006) eller japanska småhusägarens preferenser vad gäller fasadfärger (Yamamoto et al. 2008)

A large white number 6 is positioned on the left side of the page, set against a textured, mottled background of blue and green hues. The texture resembles aged paper or a natural material with some darker spots and fibers visible.

6

Diskussioner om frågeställningar och metodik i gränssnittet färg / ljus / rum

Färgens rumsliga aspekter och den rumliga samverkan mellan färg och ljus är alltså relativt nya forskningsområden. Utöver de specifika undersökningarna förs en viss diskussion om hur färg- och ljusforskningen kan förhålla sig till varandra och hur den rumsligt inriktade forskningen kan förhålla sig till den "plana" färglärans resultat. Viktiga aspekter i detta sammanhang är frågan om färg- och ljusutbildning och om hur färg- och ljusfrågor kan samordnas i design- och projekteringsprocesserna.

Med utgångspunkt från tillämpningsområden som arkitektur eller design har flera forskare lyft fram behovet av tvärvetenskaplig samverkan.⁵⁴ Samtidigt har de pekat på en rad svårigheter som gör att man inte omedelbart kan överföra resultaten från ett fält till ett annat. Ett av SYN-TES underprojekt har prövat och utvärderat metoder att skapa kunskap som bygger både på designerfarenhet och på vetenskaplig analys.⁵⁵

Ett viktigt problem i sammanhanget är begreppsmässigt och terminologiskt. Det finns gott om exempel på att ett och samma ord används i flera olika betydelser.⁵⁶ Samtidigt saknas ofta etablerade begrepp för upplevda rumsliga färg- och ljuskvaliteter. En följd av detta är att fysiskt/tekniskt definierade begrepp ofta används även för upplevelsefrågor, med missuppfattningar som följd. Den nordiska forskargruppen SYN-TES har presenterat en metod för visuell analys av ljus i rum, byggd på begrepp utvecklade av professor Anders Liljefors.⁵⁷ Andra forskare analyserar olika arkitektoniska verk som underlag för formulering av begrepp för ljusbehandlingen⁵⁸ och begrepp för att kategorisera byggnaders färgverkan.⁵⁹

Det förs också en viss diskussion om etiska aspekter av färg- och ljusanvändning⁶⁰ samt om hur färg- och ljusfrågor hanteras i projekteringsprocessen.⁶¹ Möjligheter och begränsningar hos digital teknik för att visualisera färg och ljus i rum diskuteras utifrån vitt skilda utgångspunkter, såväl arkitektens som dataspelsutvecklarens.⁶²

Utbildningen om färg- och ljusfrågor är naturligtvis central när det gäller olika professioners förståelse av kunskapsområdet. I Sverige finns ingen etablerad utbildning som behandlar ljus och färg på ett sammanhållet sätt⁶³ och vad vi förstå så finns den ingen annanstans heller. Det finns ett antal internationellt välrenommerade utbildningar i ljusdesign på masternivå, men deras utbildningsplaner innehåller mycket litet om färg.⁶⁴ I vilken mån och i så fall hur färg och ljus behandlas i den ordinarie utbildningen av designers och arkitekter varierar mycket mellan olika platser och förefaller till stor del vara beroende av enstaka individers drivkraft och intresse.⁶⁵ På internationella konferenser och i andra sammanhang har vi träffat åtskilliga arkitekter och arkitekturlärare från olika länder som på olika sätt har uttryckt en frustration över att detta för arkitekturen så viktiga kunskapsområde inte tillgodoses tillräckligt i arkitektutbildningen.⁶⁶

På doktorandnivå har det tagits ett antal initiativ på nordisk och internationell nivå. Ett exempel är nätverket CREATE, som med stöd av EU-medel har arbetat med att bygga upp ett nätverk med fokus på färgutbildning.⁶⁷ Ett annat exempel är doktorandkursen *Nordic Light and Colours* som initierats inom projektet SYN-TES och som hölls våren 2012 vid NTNU, Trondheim, med finansiering från NordForsk.⁶⁸ Båda dessa initiativ måste dock ännu så länge ses som temporära, i avsaknad av tillräcklig ekonomisk och organisatorisk stabilitet.

54 Hutchings & Luo 2009; Fridell Anter & Billger 2010; Van Wilgenburg 2009

55 Fridell Anter 2011b

56 Green-Armytage 2006; Fridell Anter 2011a; Arnkil et al. 2012

57 Liljefors 2003; Liljefors 2006; Arnkil et al. 2011; Klarén 2011; Matusiak et al. 2011

58 Piscitelli 2010

59 Arrarte-Grau 2008

60 John Hutchings, 2005 års mottagare av AIC:s utmärkelse Judd award, har tagit upp frågan om färg och etik i Hutchings 2006. Liknande teman tas upp av bl.a. Schanda 2007.

61 Barrett 2010; Reisinger 2011

62 Tonn & Donath 2006; Heldal et al. 2008; Stahre 2009; Ashdown. 2011

63 För en sammanställning av situationen 2007 se Fridell Anter 2008b bilaga 1.

64 PKTH Lighting Laboratory, Hanninge: <http://www.kth.se/sth/hanninge/ljus> Lighting Research Centre, Troy, USA: <http://www.lrc.rpi.edu/>

65 Några exempel på rapporter från engagerade färgpedagoger är García Gil et al. 2006; Green-Armytage 2006; Mikellides 2006; Minah 2008

66 Fridell Anter 2012 är en aktuell utredning om belysningsprojektering i Sverige och innehåller bl.a. en analys av arkitekters utbildningsbehov vad gäller ljus.

67 www.create.uwe.ac.uk/, Parraman & Rizzi 2008

68 <http://www.ntnu.edu/bff/lightandcolour>



7

Slutsatser: kunskapsläge och forskningsbehov

Genomgången av internationell forskningslitteratur visar att relativt litet forskning har bedrivits om den rumsliga samverkan mellan färg och ljus, men att intresset för detta forskningsområde har ökat under de senaste åren. Trots att två stora konferenser under 2010-2011 uttryckligen handlade om *färg och ljus* så har de allra flesta konferensbidragen ändå handlat om antingen färg eller ljus.⁶⁹ Ser man till den forskning som uttryckligen behandlar båda dessa aspekter av den visuella upplevelsen så har nordiska forskare en stark ställning i det internationella forskarsamfundet. Därmed vågar vi påstå att den tvärvetenskapliga samverkan mellan färg- och ljuskunskap som karakteriserar forskningsprojektet SYN-TES är mycket ovanlig, sedd i ett internationellt perspektiv.

Det finns ett stort behov av ytterligare forskning om rumslig samverkan mellan ljus och färg. Inledningsvis krävs en utveckling av metoder som kan inkludera flera upplevelseaspekter samtidigt, och som kan användas i sammanhang som inte kan styras eller kontrolleras på det sätt som krävs i experimentella studier.

⁶⁹ Zennaro 2010; Schindler & Cuber 2011

En förutsättning för utvecklingen av kunskapsområdet är att kontakter mellan olika akademiska discipliner och näringslivsgrenar fördjupas och konsolideras. I detta sammanhang är det mycket angeläget att olika professioner läs sig något av varandras språk och tankesätt. Utbildning inom det sammanhållna kunskapsområdet färg – ljus – rum är därmed av högsta prioritet. Orienterande inslag om detta område bör ingå i en rad olika utbildningar med olika inriktning – arkitektur, design, belysningsplanering, måleri etc. – och på olika nivåer. För att skapa en kritisk massa av tillräckligt initierade människor finns dessutom ett stort behov av en mera genomgripande utbildning inom området, exempelvis färg- och ljusdesign på avancerad nivå (masternivå) för studenter som redan har en relevant grundutbildning.





8

Lista över genomgångna publikationer

Vetenskapliga tidskrifter 2006-2011, utan uttrycklig inriktning på färg och/eller ljus⁷⁰

- ✦ Swedish Design Research Journal
- ✦ Nordic Journal of Architectural Research
- ✦ Journal of Design Research (JDR)
- ✦ International Journal of Design
- ✦ Design Research Journal
- ✦ Point. Art and design research journal
- ✦ Design Studies)
- ✦ Journal of Architectural and Planning Research
- ✦ International Journal of Architectural Research
- ✦ arq: Architectural Research Quarterly
- ✦ Architectural Design Research
- ✦ Architectural Science Review

Vetenskapliga tidskrifter 2006-2011 med uttrycklig inriktning på färg

- ✦ Color Research and Application
- ✦ Colour Design and Creativity

Vetenskapliga tidskrifter 2006-2011 med uttrycklig inriktning på ljus

- ✦ Lighting research and technology
- ✦ Journal of Light & Visual Environment

LEUKOS – the Journal of the Illuminating Engineering Society of North America

Böcker, rapporter och enstaka artiklar

- ✦ - se referenslistan.

⁷⁰ Ingen av dessa tidskrifter innehåller någon artikel om den rumsliga samverkan mellan färg och ljus

Proceedings från konferenser arrangerade av AIC (International Colour Association)

- 2006 Colour in Culture and Colour in Fashion (Johannesburg, Sydafrika)
- 2007 Colour Science for Industry (Hangzhou, Kina)
- 2008 Colour – Effects and Affects (Stockholm, Sverige)
- 2009 AIC 11:th congress (Sydney, Australien)
- 2010 Colour and Food – from the Farm to the Table (Mar del Plata, Argentina)
- 2011 Interaction of Colour and Light in the Arts and Sciences (Zürich, Schweiz)

Proceedings från konferenser och symposier arrangerade av CIE (International Commission on Illumination)

- 2006 2nd CIE Expert Symposium on Light and Health (Ottawa, Canada)
- 2006 CIE Expert Symposium on Visual Appearance (Paris, Frankrike)
- 2007 CIE Session and World Conference (Beijing, Kina)
- 2010 2nd CIE Expert Symposium on Appearance: When Appearance meets Lighting (Gent, Belgien)
- 2010 Lighting Quality and Energy Efficiency (Wien, Österrike)
- 2011 CIE Session and World Conference (Sun City, Sydafrika)

Proceedings (eller anteckningar pga egen medverkan) från övriga konferenser med anknytning till ämnesområdet

- 2009 Experiencing Light, International Conference on the Effects of Light on Wellbeing (arr. Eindhoven University of Technology, the Netherlands)
- 2009 Seminário Internacional: Cor – Arquitectura e Design (arr. Universidade Luisiada de Lisboa, Lissabon, Portugal)
- 2010 Colour and light in architecture (arr. Università Iuav di Venezia, Venedig, Italien)
- 2009, 2010 och 2011. Ceebel - Centrum för energieffektiv belysning. Programkonferenser i Katrineholm, Sverige.



Studentexperiment från Perceptionsstudion, Konstfack.
(Ulf Klaréns arkiv 2000-2011) (Bild från SYN-TES Rapport nr 5 - Syntes av SYN-TES)



9

Referenser

Akizuki, Y. & Y. Inoue (2009). 'Effects of Three Color Factors on Recognizable Threshold of Form Perception Taking into Account Individual Differences of Visual Abilities.' *Journal of Light & Visual Environment* 33(2): 88-100.

Amorim, C. N. D., M. Sampaio Cintra, L. Olivier Sudbrack, G. Elias Camolesi & C. Silva (2011). 'Architectural variables and its impact in daylighting: Unse of dynamic simulation in Brazilian context.' *27th session of the CIE. South Africa 2011. Proceedings.* CIE. Vienna, CIE: 376-386.

Arnkil, H., K. Fridell Anter & U. Klarén (2012). *Colour and Light - Concepts and Confusions.* Helsinki, Aalto University School of Arts, Architecture and Design in cooperation with SYN-TES project.

Arnkil, H., K. Fridell Anter, U. Klarén & B. Matusiak (2011). 'PERCIFAL. Visual analysis of space, light and colour'. AIC 2011, *Interaction of Colour & Light in the Arts and Sciences, Midterm Meeting of the International Color Association, Zurich, Switzerland, 7-10 June 2011: Conference Proceedings.* V. M. Schindler and S. Cuber. Zürich, pro/colore: 229-232.

Arrarte-Grau, M. (2008). 'On the bonding of colour and architecture: Colouring modes.' *Proceedings from AIC Interim Meeting Colour - Effects and Affects, Stockholm June 2008, web publication www.aic2008.org*: Research paper 048.

Ashdown, I. (2011). 'The influence of color interreflections on lighting simulations.' *LEUKOS – the Journal of the Illuminating Engineering Society of North America* 7(3).

Bachmann, U. (2011). *Farbe und Licht. Materialien zur Farb-Licht-Lehre (Colour and Light. Materials for a Theory of Colour and Light).* Zürich, Niggli.

Barbara, A. (2010). 'Timer Design: Light and Color in the Interaction with Time'. *Colour & Light in Architecture.* P. Zennaro. Verona (Italy), Knemesi: 79-85.

Barrett, P. (2010). 'Creating Sensory-sensitive Creative Spaces'. *Colour & Light in Architecture.* P. Zennaro. Verona (Italy), Knemesi: 187-192.

- Basoglu, Z.** (2006). 'A Comparative Study on Color Scheme Preferences of Elementary School Children for their School Environments: Two Private Schools in Ankara.' *Colour in Fashion and Colour in Culture. Proceedings of the Interim Meeting of the International Colour Association, 24-27 Oct 2006. Misty Hills South Africa*: 176-178.
- Billger, M.** (1999). *Colour in Enclosed Space*. Göteborg, Dep. of Building Design, Chalmers University of Technology.
- Billger, M.** (2006). 'Rummet som färgernas mötesplats.' *Forskare och praktiker om FÄRG LJUS RUM*. K. Fridell Anter. Stockholm, Formas: 147-164.
- Boeri, C.** (2010). 'A perceptual approach to the urban colour reading.' *Colour & Light in Architecture*. P. Zennaro. Verona (Italy), Knemesi: 459-463.
- Boyce, P. R. e. a.** (2006). 'Lighting quality and office work: Two field simulation experiments.' *Lighting Research and Technology* 38(3): 191-223.
- Brox, J.** (2003). *Brilliant: The Evolution of Artificial Light*. Boston, Houghton Mifflin Harcourt.
- Caivano, J. L., I. Menghi & N. Iadisernia** (2004). 'Cesia and paints: An atlas of cesia with painted samples.' *AIC 2004, Color and Paints, Interim Meeting of the International Color Association*. Porto Alegre, Brazil, Web publication: <http://www.fadu.uba.ar/sitios/sicyt/color/aic2004/113-116.pdf>: 113ff.
- Davies, W.** (2011). 'Recent developments of the color rendering index.' *27th session of the CIE. South Africa 2011. Proceedings. CIE. Vienna, CIE*: 24-25.
- Dubois, M.-C., F. Cantin & K. Johnsen** (2007). 'The effect of coated glazing on visual perception: A pilot study using scale models' *Lighting Research and Technology* 39(3): 283-304.
- Ferring, M.** (2011). *Den levande väggen. Färg och arkitektur i svenskt 1970-tal*. Stockholm, KTH/ Gidlunds förlag.
- Fotios, S. & K. Houser** (2007). 'Research of lamp SPD effects on the perception of interior spaces: The current state of knowledge.' *26th session of the CIE. Beijing 4 July – 11 July 2007. Proceedings. CIE. Vienna, CIE*: D1-111-114.
- Fridell Anter, K.** (2000). *What colour is the red house? Perceived colour of painted facades*. Stockholm, Arkitektur, KTH, Stockholm.
- Fridell Anter, K., Ed.** (2006). *Forskare och praktiker om FÄRG, LJUS, RUM*. Stockholm, Formas.
- Fridell Anter, K.** (2008a). *Aktuell svensk litteratur om ljus och färg. Annoterad bibliografi 2007*, Föreningen SE RUM, www.se-rum.se.
- Fridell Anter, K.** (2008b). *Ljus, färg och deras samverkan i rummet. Kunskapsöversikt 2007*, Föreningen SE RUM, www.se-rum.se.
- Fridell Anter, K.** (2011a). *Ljus- och färgbegrepp och deras användning*. Stockholm, University College of Arts, Crafts and Design, www.konstfack.se/SYN-TES.
- Fridell Anter, K.** (2011b). *OPTIMA. Metodstudie om färg, ljus och rumsupplevelse*. Stockholm, University College of Arts, Crafts and Design, www.konstfack.se/SYN-TES.
- Fridell Anter, K.** (2012). *Om belysningsprojektering. En undersökning om arkitekters och andra konsulters arbete och kunskapsbehov*. Stockholm, Stiftelsen Arkus <http://www.arkus.se/>.
- Fridell Anter, K. & M. Billger** (2010). 'Colour research with architectural relevance: How can different approaches gain from each other?' *Color Research and Application* 35(2): 145-152.
- Fridell Anter, K. & U. Klarén** (2008). *Den rymliga gråheten - om färg, ljus och rum*. Stockholm, KU - Konstfack.
- Fridell Anter, K. & U. Klarén** (2009). *Så vitt vi vet. Om färg, ljus och rum*. Stockholm, KU - Konstfack.

- Galasiu, A. D. & J. A. Veitch** (2008). 'Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review.' *Energy and Buildings* 38(7): 728-742.
- García Gil, F., A. Garcia Lopez, I. Soler Ruiz, A. Lozano Salmerón, M. Garrido Román, J. Romero Torres, M. E. Úbeda Fernández, G. Román Jiménez, S. Teva Almendros & T. Vida Sánchez** (2006). 'Laboratory of light and materials: Faculty of Fine Arts, University of Granada, Spain.' *Colour in Fashion and Colour in Culture. Proceedings of the Interim Meeting of the International Colour Association. 24-27 October 2006. Misty Hills, South Africa.* C. G. o. S. Africa, <http://www.aic-color.org/>.
- Garnert, J.** (1993). *Anden i lampan*. Stockholm, Carlssons.
- Gilchrist, A., C. Kyssofidis, F. Benato, T. Agostini, J. Cataliotti, X. Li, B. Spehar, V. Annan & E. Economou** (1999). 'An Anchoring Theory of Lightness Perception.' *Psychological Review* 106(4): 795-834.
- Gombos, K. & J. Schanda** (2006). 'Interrelationship between size and brightness dimensions of appearance.' *CIE Expert Symposium on Visual Appearance, Paris, 19-20 October 2006*.
- Govén, T., T. Laike, B. Pendse & K. Sjöberg** (2007). 'The background luminance and colour temperatures influence on alertness and mental health.' *Proceedings Volume 2CIE 26th session of the CIE, Beijing, China: D608-D611*.
- Govén, T., T. Laike, P. Raynham & E. Sansal** (2010). 'The Influence of Ambient Lighting on Pupils in Classrooms - Considering Visual, Biological and Emotional Aspects as well as Use of Energy.' *Proceedings of CIE 2010 "Lighting Quality and Energy Efficiency"* Vienna Austria <http://vienna2010.cie.co.at/>.
- Green-Armytage, P.** (2006). 'The Value of Knowledge for Colour Design.' *Color Res. Appl* 31(4): 253-269.
- Heldal, I., L. Bråthe, B. Stahre, R. Schroeder & A. Steed** (2008). 'The Influence of Virtual Environment Technologies on Estimating Object Sizes and Colours.' *Proceedings of the VSMM '08 - Conference on Virtual Systems and Multi Media, Limassol, Cyprus. October 20 - 26, 2008: 43-48*.
- Hutchings, J.** (2006). 'Talking about colour and ethics.' *Color Research & Application* 31(2): 87-89.
- Hutchings, J. & M. R. Luo** (2009). 'Appearance Science Applied to Design.' *Proceedings of 11th congress of the International Colour Association, Sydney 2009.* D. Smith, P. Green-Armytage, M. A. Pope and N. Harkness. <http://www.coloursociety.org.au/csa/index.php?c=7>, The Colour Society of Australia.
- Hårleman, M.** (2006). 'Varmt och kallt i norr och söder.' *Forskare och praktiker om FÄRG LJUS RUM*. K. Fridell Anter. Stockholm, Formas.
- Hårleman, M.** (2007). *Daylight Influence on Colour Design. Empirical study on perceived colour and colour experience indoors*. Stockholm, Axl Books.
- Häggström, C.** (2009). 'Visual distinction between colour and shape - a functional explanation applying camouflage concepts in analysis of colour design effects on experimental relieves.' *Proceedings of the 11th Congress of the International Colour Association (AIC 2009).* D. Smith, P. Green-Armytage, M. A. Pope and N. Harkness. Sydney, Colour Society of Australia (CD).
- Häggström, C.** (2010). 'Colour design effects on the visibility of shape: Exploring shape defining design concepts in architectural theory and practice.' *Colour and Light in Architecture*. P. Zennaro. Verona, Knemesi.
- Häggström, C.** (2011). 'Spatial visibility: Camouflaging functions of recommended colour design solutions for improved accessibility.' *AIC 2011. Interaction of Colour & Light in the Arts and Sciences. Midterm meeting of the International Colour Association, Zürich, Switzerland 7-10 Juni 2011.* V. M. Schindler and S. Cuber, www.aic-color.org: 115-120.
- Janssens, J. & R. Küller** (2008). 'Preferences for Colours on Buildings.' *Colour for Architecture Today*. T. Porter and B. Mikellides. Oxford, Taylor and Francis: 124-127.
- Ji, W., M. R. Pointer, M. R. Luo & J. Dakin** (2006). 'Gloss as an Aspect of the Measurement of Appearance.' *J. Opt. Soc. Am* 23: 22-33.
- Johansson, M., M. Rosén & R. Küller** (2011). 'Individual factors influencing the assessment of outdoor lighting of an urban footpath.' *Lighting Research and Technology* 43: 31-43.

Katz, D. (1935). *The world of colour*. London.

Kjellström, R. (2009). *Exterior Colours at Rural Dwellings in Southern Sweden during the 19th Century - To increase knowledge regarding local differentiations*. Lund, Lund University, Dept. of Architecture and Built Environment.

Klarén, U. (2011). PERCIFAL. *Perceptiv rumslig analys av färg och ljus*. Stockholm, University College of Arts, Crafts and Design, www.konstfack.se/SYN-TES.

Klarén, U. & K. Fridell Anter (2011). 'Colour and light in space: Dynamic adaptation and spatial understanding.' AIC 2011, *Interaction of Colour & Light in the Arts and Sciences*, Midterm Meeting of the International Color Association, Zurich, Switzerland, 7–10 June 2011: *Conference Proceedings*. V. M. Schindler and S. Cuber. Zürich, pro/colore: 485-488.

Kronqvist, A. (2010). 'The Influence of the Lighting Environment on Performance and Well-being in Offices.' *Colour and Light in Architecture*. P. Zennaro. Verona (Italy), Kne-mesi: 212-217.

Kutas, G. & P. Bodrogi (2008). 'Color appearance of a large homogenous visual field.' *Color Research & Application* 33(1): 45-54.

Kwallek, N., K. Soon & C. M. Lewis (2007). 'Work week productivity, visual complexity, and individual environmental sensitivity in three offices of different color interiors.' *Color Research & Application* 32(2): 130-143.

Küller, R. (2008). 'Light, Mood and Seasonal Disorders.' *Colour for Architecture Today*. T. Porter and B. Mikellides. Oxford, Taylor and Francis: 138-142.

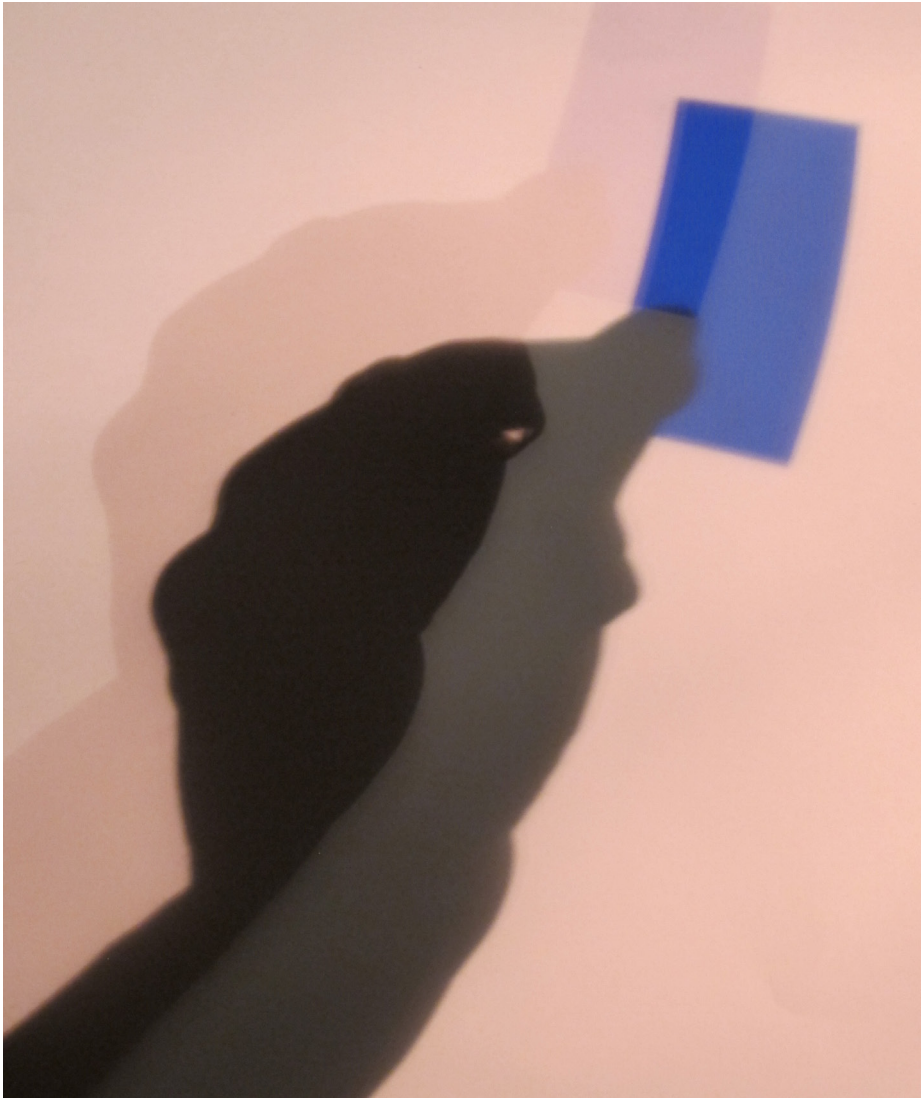
Küller, R., S. Ballal, T. Laike, B. Mikellides & G. Tonello (2006). 'The impact of light and colour on psychological mood: A cross-cultural study of indoor work environments.' *Ergonomics* 49: 1496-1507.

Küller, R. & M. Küller (2001). *The influence of daylight and artificial light on diurnal and seasonal variations in humans. A bibliography. Final report of TC6-16: Psychobiological Effects of Lighting*. Vienna, Commission International de l'Eclairage, CIE.

Küller, R., B. Mikellides & J. Janssens (2009). 'Color, Arousal and Performance - A Comparison of Three Experiments.' *Color Research and Application* 34(2): 141-152.



Färgdiskrimineringstest Farnsworth-Munsell. (Bild från SYN-TES Rapport nr 1 - OPTIMA)



Liljefors, A. (2003). *Seende och ljusstrålning*. Jönköping, Belysningslära, Ljushögskolan, Högskolan i Jönköping.

Liljefors, A. (2006). 'Ljus och färg i seendets rum'. *Forskare och praktiker om FÄRG LJUS RUM*. K. Fridell Anter. Stockholm, Formas: 229-250.

Manav, B., Ö. Güler, S. Onaygil & M. Ş. Küçükdoğu (2007). 'Effects of different colour temperatures and illuminance levels on the preference of wall colours at offices'. *26th session of the CIE. Beijing 4 July – 11 July 2007. Proceedings*. CIE. Vienna, CIE: D3-82-85.

Matusiak, B. (2004). 'The impact of lighting/daylighting and reflectances on the size impression of the room: Full-scale studies'. *Architectural Science Review* 47(2): 115-119.

Matusiak, B. (2006). 'The impact of window form on the size impression of the room. Fullscale studies'. *Architectural Science Review* 49(1).

Matusiak, B., P. Fosse & A. E. Sörgjerd (2009). *Daylighting/lighting for subjects with visual impairment and for subjects with normal vision, a full-scale study in a room laboratory*. Trondheim, NTNU rapport, ISBN: 978-82-7551-050-9.

Matusiak, B., K. Fridell Anter, H. Arnkil & U. Klarén (2011). 'PERCIFAL method in use: Visual evaluation of three spaces'. *AIC 2011, Interaction of Colour & Light in the Arts and Sciences, Midterm Meeting of the International Color Association, Zurich, Switzerland, 7–10 June 2011: Conference Proceedings*. V. M. Schindler and S. Cuber. Zürich, pro/colore: 568-571.

Matusiak, B. & B. Sudbø (2008). 'Width or Height? Which has the strongest impact on the size impression of rooms? Results from full-scale studies and computer simulations'. *Architectural Science Review* 51(2): 165-172.

Mikellides, B. (2006). 'The Psychology of Light and Colour in Architectural Education'. *Colour in Fashion and Colour in Culture. Proceedings of the Interim Meeting of the International Colour Association. 24-27 October 2006. Misty Hills, South Africa*. C. G. o. S. Africa, <http://www.aic-color.org/>: 31-34.

Minah, G. (1997). 'Figural Color in the Seattle Cityscape'. *AIC Color 97*. Kyoto, Japan. II: 883-886.

- Minah, G.** (2001). 'Color constellations in the Seattle cityscape.' *The 9th Congress of the International Colour Association*. R. Chung and A. Rodrigues. Rochester, N.Y. USA: 146-149.
- Minah, G.** (2008). 'Colour as Idea: The Conceptual Basis for Using Colour in Architecture and Urban Design.' *Colour: Design & Creativity* 2.
- Mizokami, Y. & H. Yaguchi** (2010). 'Perception of Colorfulness Influenced by Chromatic Variance in Indoor Environments.' *Journal of Light & Visual Environment* 34(2): 69-75.
- Moorhouse, S.** (2009). 'Spatial Colour effects across three-dimensional form: From The planar shift to the whole form illusion.' *Proceedings of the 11:th Congress of the International Colour Association Sydney 2009*, www.aic-color.org.
- Ohta, N. & A. Robertson** (2006). *Colorimetry: Fundamentals and Applications*. Chichester (USA), John Wiley & Sons.
- Olsson, G.** (2009). *The Visible and the Invisible. Colour Contrast Phenomena in Space*. Stockholm, KTH / Axl Books.
- Parraman, C. & A. Rizzi** (2008). 'CREATE: Developing a European Exchange in the Application of Colour.' *Colour: Design & Creativity* 3.
- Pechacek, C. S., M. Anderson & S. W. Lockley** (2008). 'Preliminary method for prospective analysis of the circadian efficacy of (day)light with applications to health-care architecture.' *LEUKOS – the Journal of the Illuminating Engineering Society of North America* 5(1).
- Pernão, J. N.** (2011). *A cor como forma do espaço definida no tempo: Princípios estéticos e metodológicos para o estudo aplicação da cor em arquitetura e nas artes*. Lisboa, Faculdade de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa.
- Pineault, N. & M.-C. Dubois** (2008). 'Effects of window glazing type on daylight quality: Scale model study of a living room under natural sky.' *Leukos. The journal of the Illuminating Engineering Society of North America*. 5(2).
- Pineault, N., M.-C. Dubois, C. M. Demers & M. Briche** (2008). 'Effect of coated and tinted glazing on daylight quality in a residential space: experimental study in scale model.' <http://www.glassfiles.com/library/2/article1330.htm>.
- Piscitelli, M.** (2010). 'Light patterns.' *Colour & Light in Architecture*. P. Zennaro. Verona (Italy), Knemesi: 66-72.
- Porter, T. & B. Mikellides, Eds.** (2009). *Colour for Architecture Today*. Oxon & New York, Taylor & Francis.
- Raynham, P.** (2007). 'Public lighting in cities.' *Proceedings International conference Illuminat 2007*. Cluj-Napoca, Romania.
- Reisinger, M.** (2011). 'Facilitating Surface, Colour and Lighting Choice.' *AIC 2011. Interaction of Colour & Light in the Arts and Sciences. Midterm meeting of the International Colour Association, Zürich, Switzerland 7-10 Juni 2011*. V. M. Schindler and S. Cuber, www.aic-color.org.
- Ronchi, L. R.** (2007a). *Il processo del colore nel XXI secolo*. Firenze, Fondazione Giorgio Ronchi.
- Ronchi, L. R.** (2007b). *Il processo visivo nel III millennio*. Firenze, Fondazione Giorgio Ronchi.
- Ronchi, L. R.** (2010). *Color communication in architecture dealt with by AIC from 1982 to 2008*. Firenze, Fondazione Giorgio Ronchi.
- Schanda, J.** (2007). 'Light and color. Some ethical issues.' *Color Research & Application* 32(3): 232-235.
- Schindler, V. M. & S. Cuber, Eds.** (2011). *AIC 2011. Interaction of Colour & Light in the Arts and Sciences. Midterm meeting of the International Colour Association, Zürich, Switzerland 7-10 Juni 2011.*, www.aic-color.org.
- Serra Lluch, J.** (2010). *La versatilidad del color en la composición de la arquitectura contemporánea europea: contexto artístico, estrategias plásticas e intenciones*. Valencia, Universidad Politécnica de Valencia.

- Stahre, B.** (2009). *Defining Reality in Virtual Reality: Exploring Visual Appearance and Spatial Experience Focusing on Colour*. Gothenburg, Chalmers University of Technology, Dep. of Architecture (Diss).
- Stidsen, L., P. H. Kirkegaard, A. M. Fisker & J. Sabra** (2010). 'Design Proposal for Pleasurable Light Atmosphere in Hospital Wards.' *Colour and Light in Architecture*. P. Zennaro. Verona (Italy), Knemesi.
- Svedmyr, Å.** (2002). *Den målade fasadytans materialitet*. Stockholm, Arkitektur/Form-lära, KTH.
- Swirnof, L.** (2003). *Dimensional Color, second edition*. New York & London, W.W. Norton & Company.
- Tannöver, S., A. Düzgüneş & S. Yilmazer** (2008). 'A Critical Analysis of Sunlight Patches in Patient Rooms via Simulation.' *Architectural Science Review* 51(3): 193-203.
- Tantcheva, E.** (2010). 'Colour and Light in the Post-Byzantine Church Architecture in the Town of Arbanassi, Bulgaria.' *Colour & Light in Architecture*. P. Zennaro. Verona (Italy), Knemesi: 25-31.
- Tantcheva, E. & C. Häggström** (2011). 'Colour-shape interaction analysis of the post-Byzantine nave decoration in the Church of the Nativity of Christ, Arbanassi, Bulgaria.' *AIC 2011. Interaction of Colour & Light in the Arts and Sciences. Midterm meeting of the International Colour Association, Zürich, Switzerland 7-10 Juni 2011*. V. M. Schindler and S. Cuber, www.aic-color.org: 775-779.
- Tonn, C. & D. Donath** (2006). 'Color, Material and Light in the Design Process - A software concept.' *Proceedings of the Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering (ICCCBE)*, Montréal, Canada. June 14 - 16, 2006: 1467-1476.
- Valberg, A.** (2005). *Light Vision Color*. Chichester (USA), John Wiley & Sons.
- van Hagen, M., M. Galetzka, A. Pruyn & J. Peters** (2009). 'Effects of Colour and Light on Customer Experience and Time Perception at a Virtual Railway Station.' *Proceedings EXPERIENCING LIGHT 2009. International Conference on the Effects of Light on Wellbeing*. Y. A. W. de Kort, I. W. A., I. M. L. C. Vogelset al. Eindhoven, Eindhoven University of Technology: 137-145.
- Van Wilgenburg, C.** (2009). 'The Unifying Vision of Colour.' *Proceedings of 11th congress of the International Colour Association, Sydney 2009*. D. Smith, P. Green-Armytage, M. A. Pope and N. Harkness. <http://www.coloursociety.org.au/csa/index.php?c=7>.
- Veitch, J. A., G. R. Newsham, P. R. Boyce & C. C. Jones** (2008). 'Lighting appraisal, well-being and performance in open-plan offices: A linked mechanisms approach.' *Lighting Research and Technology* 40: 133-151.
- Veitch, J. A., G. R. Newsham, C. C. Jones, C. D. Arsenault & S. Mancini** (2010). 'High- quality lighting: Energy-efficiency that enhances employee well-being.' *Proceedings of CIE 2010 "Lighting Quality and Energy Efficiency" Vienna Austria* <http://vienna2010.cie.co.at/>: 197-204.
- Wessel, G., L. Högman, U. Klarén & R. Lindhé** (2008). *Slutrapport: Visuella Världar 2. 2003-2008*. Stockholm konstfack.diva-portal.org/smash/get/diva2:399802/FULLTEXT01.
- Wijk, H.** (2006). 'Färg som stöd och stimulans i vårdmiljön.' *Forskare och praktiker om FÄRG LJUS RUM*. K. Fridell Anter. Stockholm, Formas: 213-228.
- Vogels, I.** (2008). 'Effect of coloured light on atmosphere perception.' *Proceedings from AIC Interim Meeting Colour - Effects and Affects, Stockholm June 2008*, <http://www.aic-color.org/histo.htm>: Research paper 060.
- Vogels, I., D. Sekulovski, R. Clout & R. Moors** (2009). 'A quantitative study on the impact of light on the atmosphere of an environment.' *Lux Europa 2009; 11th european lighting congress, Istanbul, September 2009*. A. K. Yener and L. D. Oztürk. Istanbul, Turkish national committee on illumination: 385-392.

Wänström Lindh, U. (2010). 'Spatial Interpretations in Relations to Designer Intentions: A Combined Strategies Study in an Auditorium with Variable Lighting'. *Colour and Light in Architecture*. P. Zennaro. Verona (Italy), Knemesi: 258-263.

Wänström Lindh, U. (2011). Lighting design research in public space: A holistic approach to a complex reality. *The 27:th session of the CIE International conference 10-15 July 2011*. Sun City, South Africa, CIE: 767-776.

Xiao, K., M. R. Luo, C. Li & G. Hong (2010). 'Colour Appearance of Room Colours'. *Color Research and Application* 35: 284-293.

Yamaguchi, H. & H. Shinoda (2007). 'Evaluation of space brightness based on the border luminance of colour appearance mode'. *26th session of the CIE. Beijing 4 July – 11 July 2007. Proceedings*. CIE. Vienna, CIE: D1-150-153.

Yamamoto, S., S. Inoue, M. Ota & K. Nishikawa (2008). 'Colour preferences for facades of detached houses in Japan'. *Proceedings from AIC Interim Meeting Colour - Effects and Affects, Stockholm June 2008, web publication* <http://www.aic-color.org/histo.htm>: Research paper 121.

Yoshizawa, N. (2007). 'Light phenomena in architecture and their relation to the illumination and texture'. *26th session of the CIE. Beijing 4 July – 11 July 2007. Proceedings*. CIE. Venna, CIE: D3-209.

Zennaro, P., Ed. (2010). *Colour and Light in Architecture*. Verona, Knemesi.

Zennaro, P., K. Gasparini & A. Premier, Eds. (2010). *Colore e luce in architettura: Fra antico e contemporaneo*. Vicenza, Knemesi.



Tempelplatsens kyrka "Bergskyrkan", Helsingfors

Konstfack

University College of
Arts, Crafts and Design