

# NUDGE MET DYNAMISCH LICHT VOOR VEILIGER VERKEERSGEDRAG

M. van Mierlo, MSc\*, V. de Waal, MSc

*Heijmans Infra B.V.*

*Graafsebaan 67, 5248 JT Rosmalen, Nederland*

[\\*mmierlo@heijmans.nl](mailto:*mmierlo@heijmans.nl)

Weggebruikers zijn niet altijd bewust van het gedrag dat ze vertonen en bevinden zich daarom onbewust vaak in een risicovolle verkeerssituatie. Deze paper beschrijft hoe de toepassing van dynamisch licht ingezet kan worden voor nudging oplossingen om veiliger rijgedrag te stimuleren. Nudging is een concept uit de economische gedragswetenschappen dat uitgaat van het simuleren van voorspelbaar gewenst (rij)gedrag zonder de vrijheid van handelen te beperken. Rijgedrag is voor een groot gedeelte gewoontegedrag, zonder dat we bewust zijn van de keuzes die we maken of het gedrag dat we vertonen. Maatregelen in het verkeer die zorgen voor veiligheid, spreken het bewuste besluitvormings- en denkproces aan. Een benodigde aanvulling hierop zijn de verkeersmaatregelen die het automatische en reflectieve cognitieve systeem aanspreken. Voorbeelden hiervan zijn toepassingen als Bikescout, dat een waarschuwing geeft aan automobilisten bij een fietsoversteek, en het nieuwe systeem dat ontwikkeld en getest wordt binnen het project MeBeSafe. Dit dynamische lichtstelsel optimaliseert een verkeerssituatie door middel van lichtkleur en lichtpatronen.

*Trefwoorden: Nudge, Nudging, verkeersveiligheid, dynamisch licht*

## NUDGE MET DYNAMISCH LICHT VOOR VEILIGER VERKEERSGEDRAG

### INTRODUCTIE

Verkeerssituaties in Nederland zijn georganiseerd door verkeersregels en verkeerstekens die aangeven hoe weggebruikers zich horen én moeten gedragen. Nemen we deel aan het verkeer, dan zijn we verplicht om de verkeerstekens te volgen (verkeersborden, verkeerslichten en verkeerstekens op het wegdek) die een gebod of verbod inhouden. Dit is vastgelegd in §1-Artikel 62 van het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens 1990. Een andere manier om gedrag in het verkeer te verbeteren, is door middel van maatregelen gebaseerd op het principe van nudging (Thaler en Sustein, 2008), een concept uit de economische gedragswetenschappen. Dit principe stimuleert gewenst gedrag, zonder de keuzevrijheid te beperken. Deze maatregelen kunnen tot beter gedrag leiden en aanvullend zijn op de huidige verkeerstekens. Dit paper beschrijft hoe nudging principes onbewuste en automatische informatieprocessen beïnvloeden en hoe deze effectief ingezet kunnen worden in het verkeer. Eerst leggen we het ontstaan van gewoonte gedrag van weggebruikers uit. Vervolgens geven we aan dat licht, en dan met name dynamisch licht, een geschikte technologie is voor het stimuleren van gewenst gedrag in het verkeer. Dit illustreren we aan de hand van twee voorbeelden: Bikescout en de nieuw ontwikkelde systeem in het H2020 - project MeBeSafe (**M**asures for **B**ehaving **S**afely in traffic). De paper sluit af met een beschrijving van verkeerssituaties waarbij nudging oplossingen met licht een waardevolle aanvulling zijn op bestaande verkeersregels en verkeerstekens.

### GEWOONTE GEDRAG EN NUDGING

#### **Gewoonte gedrag**

Wanneer mensen voor het eerst handelen in een nieuwe omgeving denken ze vaak na over wat ze doen, hoe ze dit doen en wat het gewenste resultaat is. Volgens de theorie van gepland gedrag (Ajzen, 1991), wordt dit proces bepaald door onze intenties. Deze intenties worden indirect geconstrueerd op basis van onze houding, onze subjectieve normen en onze

perceptie van controle. Na verloop van tijd, wanneer we onze acties herhaaldelijk uitvoeren binnen dezelfde context, wordt ons gedrag meer automatisch (Aarts et al., 1997; Ouellette & Wood, 1998; Verplanken & Aarts, 1999). Het wordt gewoonte gedrag, geleid door signalen uit de omgeving (Verplanken & Wood, 2006).

Verkeersgedrag is voornamelijk gewoonte gedrag, het is een goed getraind proces dat wordt begeleid door de directe context. Dit geldt voornamelijk voor de tactische en operationele taken van automobilisten (Ranney, 1994). Rijtaken binnen het tactische niveau gaan bijvoorbeeld over manoeuvreren, obstakels vermijden, snelheidsselectie of rijstrookkeuze. Operationele taken gaan over het besturen van een voertuig, zoals het behouden van een gewenste snelheid, de gewenste afstand of de juiste positie op de rijbaan. In het geval van gewoontegedrag of automatisch gedrag worden taken in het verkeer voornamelijk uitgevoerd zonder opzettelijke gedachte of expliciete besluitvorming. Dit vermindert onze mentale werklast bij het uitvoeren van rijtaken (Ranney, 1994).

## **Nudging**

Een beroep doen op actieve besluitvorming van de weggebruiker (bijvoorbeeld een verkeersbord aan de kant van de weg) is vanwege het gewoontegedrag niet altijd effectief; het kost namelijk meer cognitieve capaciteit. Vaak is het zelfs nodig eerst de aandacht van de weggebruiker te trekken. Een goed voorbeeld zijn verkeersborden: door middel van kleur, vorm, plaatsing en reflectie trekken ze de aandacht van de weggebruiker (Itti, Koch & Niebur, 1998). Vervolgens wordt een boodschap gecommuniceerd, bijvoorbeeld een snelheidslimiet.

Vanuit studies weten we echter dat het bewust overbrengen van informatie door verkeersborden minder effectief blijkt maar dat het *priming effect* van verkeersborden wel

functioneel is (Crundall & Underwood, 2001). Wanneer automobilisten gestopt worden en vervolgens worden geïnterviewd blijken ze een slechte herinnering hebben van de verkeersborden. Door middel van regelmatige blootstelling aan verkeersborden herkennen we, via onbewuste processen, een boodschap sneller en reageren we er eerder op, dit is het priming effect. Daarnaast is bekend dat informatie die weinig tot geen cognitieve controle of capaciteit kost meer kans heeft rijgedrag te beïnvloeden dan informatie die wel bewust wordt verwerkt. Dit is zeker het geval wanneer de rijtaak zelf al veel moeite kost (Karlsson et al., 2017). Het lijkt daarom veel effectiever om het rijgedrag onbewust te beïnvloeden (middels nudging) en daardoor gewenst gedrag te creëren.

Het principe waarbij gewenst gedrag wordt gestimuleerd zonder alternatief gedrag te verbieden is een concept uit de theorie van de economische gedragswetenschappen. Dit is geïntroduceerd door Thaler en Sustein (2008) als nudging. In tegenstelling tot de theorie van gepland gedrag gaat nudging over hoe ons besluitvormingsproces op onbewuste wijze wordt beïnvloed. Dit is congruent met onze mentale staat tijdens het uitvoeren van rijtaken.

Nudging gaat ervan uit dat het gedrag en het besluitvormingsproces van mensen niet enkel rationeel te verklaren zijn, maar onbewust wordt beïnvloed door de manier waarop onze hersenen werken. Ons mentale proces maakt gebruik van twee systemen (Kahneman, 2011). Systeem 1 is ons reflectieve, automatische systeem. Dit is snel, intuïtief en kost weinig energie. Systeem 2 is langzaam, weloverwogen en het denken op deze wijze kost veel energie. We zetten systeem 2 in om bewust na te denken en complexe problemen op te lossen, bijvoorbeeld een ingewikkelde berekening of een lastig vraagstuk.

Het grootste deel van ons denken en doen wordt gestuurd door ons systeem 1 denken, dit is de default. We gebruiken de tweede denkwijze pas wanneer een situatie daarom vraagt, en dat

is minder vaak dan we zelf denken. We maken namelijk ook gebruik van systeem 1 denken door mentale shortcuts, of wel heuristieken en vooroordelen (Tversky & Kahneman, 1974). Het kiezen van een route bijvoorbeeld wordt door veel mensen bepaald op basis van de bekendheid met het wegennet en eerdere ervaringen, zoals file. Er wordt een snelle keuze gemaakt zonder bewust een vergelijking te maken of na te denken over de feitelijke informatie. Dit voorbeeld wordt de *availability heuristic* genoemd.

Door te begrijpen hoe weggebruikers informatie verwerken, kunnen we verkeersmaatregelen ontwikkelen die beter aansluiten bij de het uitvoeren van de verkeerstaak. Nudging is daarmee een manier om verkeersgedrag op een voorspelbare manier te beïnvloeden richting gewenst gedrag, terwijl weggebruikers autonoom blijven in hun gedrag en het maken van keuzes.

### **LICHT OM TE NUDGEN**

Licht in de openbare ruimte en het verkeer wordt in Nederland al sinds de 16e eeuw toegepast om de veiligheid te verhogen. Eind 19e eeuw komen de eerste elektrische straatlantaarns ter vervanging van kaars-, olie- en gasverlichting. De primaire functie is het reduceren van ongelukken en misdaden door beter zicht. De aanwezigheid van licht staat namelijk direct in relatie tot de verkeersveiligheid en de sociale veiligheid (Schreuder, 2008). Met de komst van elektrische verlichting, waarmee het aan- en uitschakelen eenvoudiger is geworden, wordt de eerste verkeersregelininstallatie in 1928 ingezet om het verkeer te regelen met de kleuren groen – amber – rood.

De ontwikkelingen in het domein van licht en in het domein van informatietechnologie geven ons meer mogelijkheden dynamische verlichtingssystemen in het verkeer toe te passen. LED-verlichting maakt het bijvoorbeeld mogelijk sneller te schakelen tussen kleuren en

intensiteit, met een lager energieverbruik en langere levensduur. Met sensoren en slimme aansturing kunnen we lichtbronnen individueel aanpassen om zo een dynamisch verlichtingssysteem te realiseren die reageert op de omgeving. De combinatie van LED, sensoren en slimme aansturing kunnen we in de verkeersomgeving en de openbare ruimte inzetten als maatregel om (verkeers)gedrag te beïnvloeden.

Nudging met licht is overduidelijk geschikt voor toepassing in het verkeer. Allereerst geeft licht een visueel signaal. Dit is gunstig omdat bijna 90% van de informatie die de bestuurder verwerkt visueel is (Hills, 1980). Dynamische verlichting ontwikkeld op basis van de principes van nudging maakt het mogelijk om doelgericht te stimuleren en een gewenningseffect te voorkomen. Bovendien is het bekend dat we lichtsignalen zowel via onze visuele als non-visuele hersenverbindingen verwerken. De visuele verbindingen worden in onze hersenen omgezet in beelden. Daarnaast wordt lichtsignalen ook verwerkt via non-visuele verbindingen die in relatie staan met de regulatie van gedrag, gemoedstoestand en fysiologie (Smolders, 2013). Voor beide processen, zowel de visuele verbinding als de non-visuele verbinding, geldt dat we dit verwerken via ons automatische, reflectieve systeem.

Met een dynamische verlichting is het mogelijk om geleiding van verkeer en de waarschuwingen in het verkeer doelgerichter in te zetten. Nudging met licht biedt betere en veiligere oplossingen omdat we ons kunnen richten op de onbewuste besluitvormingsprocessen van de bestuurder. Zo beïnvloeden we het rijgedrag op positieve en automatische wijze.

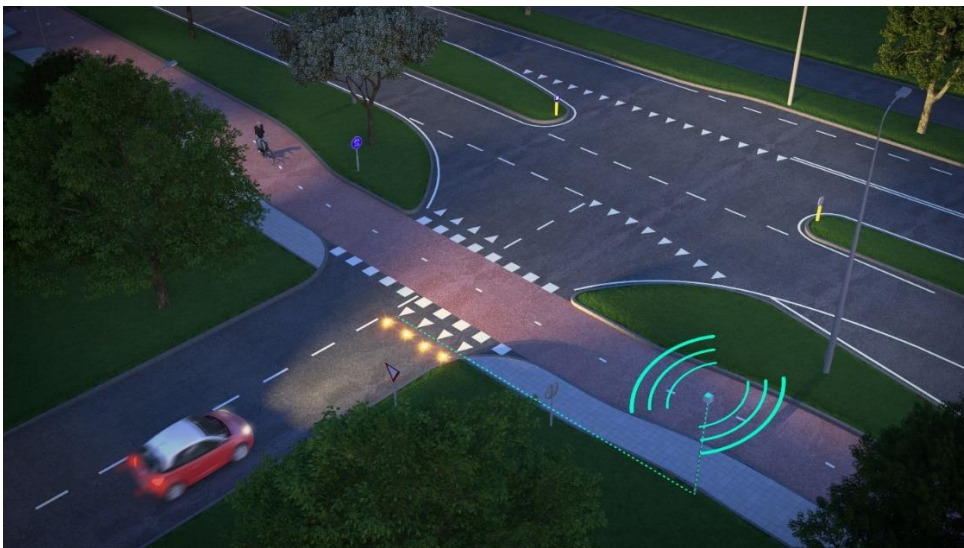
### **NUDGING MET DYNAMISCH LICHT IN HET VERKEER**

Toepassing van licht voor nudging oplossingen in het verkeer kunnen op verschillende manieren worden ontworpen. In dit deel introduceren we twee verschillende oplossingen van een

dynamisch lichtstelsel in een verkeerssituatie, Bikescout en een nieuw systeem ontwikkeld door Heijmans binnen het project MeBeSafe. Bikescout is momenteel op enkele plekken in Nederland en België geïnstalleerd. Het nieuwe systeem wordt momenteel getest.

### *Bikescout*

Bikescout is een nudging oplossing met licht waarbij verlichting in het wegdek bij een fietsoversteekplaats, automobilisten een signaal geeft wanneer fietsers naderen. Bikescout wordt toegepast bij oversteekplaatsen met tweerichtingsfietspaden of onoverzichtelijke oversteekplaatsen waar de fietser voorrang heeft. Hierdoor kunnen automobilisten in één oogopslag zien of er fietsers vanuit één of beide richtingen de fietsoversteek naderen. Het lichtsignaal wordt geschakeld op basis van de snelheid van de fietser. Altijd vijf seconden voor het oversteken wordt het signaal geactiveerd. Zo heeft de bestuurder voldoende tijd om te reageren. Het lichtsignaal gaat uit wanneer de fietser is overgestoken. Dit leidt tot een hoge stimulus-response-compatibiliteit. Wanneer geen verkeer de fietsoversteek nadert of op de oversteek aanwezig is, wordt de automobilist niet onnodig gestoord in het uitvoeren van de rijtaak.



Figuur 1: Overzicht situatie: fietsoversteek met Bikescout



Doordat automobilisten alleen gewaarschuwd worden op het moment dat dit relevant is, treedt er geen gewenning op. De nauwkeurigheid en relevantie van het waarschuwingssignaal nemen elke aanleiding weg om toch door te rijden. Daarom leidt deze aanpak eerder tot conditionering van gedrag. Dit betekent dat de actie ‘stoppen’ een aangeleerde reactie wordt op de conditie ‘knipperende lampen’. Het lichtsignaal betekent voor de automobilist “er nadert een fiets, ik moet stoppen”. Op deze wijze zorgt een bewust ontvangen signaal van licht voor een snelle, intuïtieve ondersteuning voor het uitvoeren van de rijtaak. Een nudge waarbij ons handelen of onze besluitvorming automatisch wordt beïnvloed door een bewuste verwerking van informatie, noemen we een *Type-2 nudge* of een *Mindfull nudge* (Hansen & Jespersen, 2013; House, Lyons & Soman, 2013).

Bikescout benadrukt de fietsoversteek waar fietsers voorrang hebben. Het lichtsignaal werkt attentie verhogend, houdt automobilisten alert en biedt extra zekerheid. Fietsers steken met een veilig gevoel over. Zo versterken we de functie van een doorgaand fietspad. Daarnaast biedt dit ook meer zekerheid voor de automobilist.

Gebruikersonderzoek, uitgevoerd onder fietsers en automobilisten, bevestigt een verbeterde ervaring van de verkeerssituatie na aanleg van Bikescout (Mierlo & Kuhn, 2018). De gebruikerswaarde van Bikescout is onderzocht op basis van enquêtes en interviews, waarbij gevraagd werd naar ervaringen met betrekking tot *gevoel van veiligheid, duidelijkheid van het (licht)signaal, effect op de doorstroming, overzicht op de verkeerssituatie en acceptatie van de technologie*. Het dynamisch lichtstelsel zorgt voor een veiligere verkeerssituatie, een beter overzicht en een goede doorstroming van zowel automobilisten en fietsers. In het donker blijkt het stelsel van nog hogere toegevoegde waarde te zijn; de automobilist verwacht minder fietsers en is geneigd door te rijden. Juist in het donker zijn de fietsers zonder Bikescout vaak

slecht zichtbaar. Dit geldt zeker voor de fietsers zonder licht. Momenteel vindt er kwantitatief vervolgonderzoek plaats om het effect van het nudging signaal op het verkeersgedrag (deceleratiepad, stopafstand) en het keuzegedrag (doorrijden / stoppen, moment van stoppen) te meten.

### *MeBeSafe project*

Het Europese MeBeSafe project (Measures for Behaving Safely in traffic, [www.mebesafe.eu](http://www.mebesafe.eu)) ontwikkelt en test meerdere nudge oplossingen voor automobilisten en fietsers om de verkeersveiligheid te verbeteren. Eén van de oplossingen is een infrastructuur nudge gericht op automobilisten. Door het gebruik van een dynamisch verlichtingssysteem in het wegdek, stimuleert deze oplossing automobilisten doelgericht om de juiste snelheid en positie op de rijbaan aan te nemen.

Hiervoor is een systeem ontwikkeld dat het gedrag van automobilisten detecteert. Het systeem vergelijkt het rijgedrag met het gewenste gedrag in de verkeerssituatie. Op basis hiervan bepaalt het systeem of automobilisten al dan niet een nudge ontvangen. Bij een te hoge snelheid activeert de verlichting in het wegdek. De verlichting is specifiek gericht op de individuele automobilist en deze wordt genudged middels patronen en kleuren.

De aanwezigheid van het lichtstelsel en de kleuren van de verlichting is net als Bikescout een *Type-2 nudge*, een bewuste waarneming van een signaal en de associatie van een kleur met een boodschap wat leidt tot het automatisch aanpassen van het rijgedrag. De patronen, die de verlichting laat zien en de snelheidsperceptie beïnvloeden worden volledig onbewust waargenomen. Daardoor worden de patronen van het lichtstelsel geclassificeerd als een *Type 1 nudge* of een *Mindless nudge* (Hansen et al. 2013, House et al. 2013).



Figuur 2; MeBeSafe test locatie in Eindhoven

De ontwikkeling van dit systeem is gebaseerd op diverse studies over de invloed van dynamisch licht in het verkeer. Een verkennende studie naar de interactie tussen licht en rijgedrag op de weg van de toekomst in Oss (Mierlo, 2017), toonde aan dat een dynamisch lichtstelsel gedrag significant kan veranderen en dat verschillende patronen (statisch, lichtpatroon in tegengestelde richting aan de rijrichting, knipperend) verschillende effecten hebben. Zo zorgde het patroon dat naar automobilisten toe beweegt voor een daling van de gemiddelde snelheid (in vergelijking met het licht zonder bewegend patroon). Dit is verklaarbaar doordat het patroon er toe leidt dat een automobilist de perceptie heeft van een hogere snelheid. Statisch en knipperend licht leidt tot een verhoging van de gemiddelde snelheid door de verhoogde zichtbaarheid van het verloop van weg. Het kleur effect, amber, was niet significant. In de praktijk bleken automobilisten de lichtkleur niet als amber te ervaren maar als warm licht.

Het verkennend onderzoek leidt tot meer vragen en roept op tot aanvullende studies. Er wordt gestreefd naar meer inzicht om de effecten van dynamisch licht te vergroten en beter af te stemmen op de context van de verkeerssituatie. Simulatorexperimenten op de RWTH Aachen University bestuderen het effect van verschillende licht- en kleurpatronen in het wegdek, op

rijgedrag op een afrit (Kohler, Op den Camp, Mierlo, Ladwig, Schwalm, 2019). Kohler et al. vonden hetzelfde effect van een lichtpatroon dat naar de automobilist toe beweegt; in de simulator bleken participanten eerder te starten met remmen. Daarnaast bleek uit de kwalitatieve evaluatie dat deelnemers een kleurpreferentie hebben bij het stimuleren van bepaald gedrag: rood voor vertragen en wit voor versnellen.

Voor de simulatorexperimenten is de afrit van de J.F. Kennedylaan naar de Tempellaan te Eindhoven virtueel gesimuleerd. Op deze afrit is in het voorjaar het systeem daadwerkelijk geïnstalleerd. In het najaar van 2019 wordt het systeem geactiveerd, nadat het volledig is gekalibreerd en getest. Dan starten ook verschillende veldtesten, waarin lichtscenario's kwantitatief en kwalitatief geëvalueerd worden. Dit is een onderdeel van het MeBeSafe project.

Parallel aan het MeBeSafe project wordt onderzocht om het systeem toe te passen om de doorstroming te bevorderen bij samenvoegend verkeer.

### **WANNEER EEN NUDGE TOEPASSEN IN HET VERKEER**

In een goed ontworpen weginrichting zijn de huidige verkeersregels en verkeerstekens normaliter voldoende om het gewenste gedrag van automobilisten te ontlokken. Echter, over tijd kan een verkeerssituatie veranderen. Het wordt drukker of de prioriteit wordt anders geregeld, door bijvoorbeeld door een wijziging in de voorrangsituatie tussen auto- en fietsverkeer. Het realiseren van de ideale weginrichting is niet altijd mogelijk. Aanpassingen aan de infrastructuur zijn kostbaar en gericht op de lange termijn. Verkeersmaatregelen zijn in dit soort gevallen betaalbare effectieve oplossingen. Toepassingen van nudging met dynamisch licht zijn onder andere geschikt voor onderstaande situaties:

- Onoverzichtelijk of complexe verkeerssituaties, zoals bij kruisend verkeer.
- De overgang naar een andere snelheid, zoals van auto(snel)wegen naar stad of van een provinciale weg naar de bebouwde kom.
- Bevordering van doorstroming bij samenvoegend verkeer.
- Voetgangersstromen op drukke locaties zoals uitgaansgebieden, OV-pleinen of in/uitstappen van OV.
- Verandering van de voorrangssituatie waarbij het nodig is gewoontegedrag te doorbreken.

Slimme wegsystemen blijven ook in de toekomst relevant. De ontwikkeling van dit soort systemen past uitstekend in de transitie van not-connected vehicles naar connected vehicles.

Licht is het outputsignaal, in dit geval een visuele prikkel, gericht aan de op automobilist. In de toekomst kan dit signaal via een ander medium naar een voertuig worden gecommuniceerd.

Hierbij is met name de detectie van voertuigen en de aansturingsoftware cruciaal.

## Referenties

- Crundall, D., & Underwood, G. (2001). The priming function of road signs. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 4(3), 187-200.
- Hansen, P. G., & Jespersen, A. M. (2013). Nudge and the manipulation of choice: A framework for the responsible use of the nudge approach to behaviour change in public policy. *European Journal of Risk Regulation*, 4(1), 3-28.
- Hills, B. L. (1980). Vision, visibility, and perception in driving. *Perception*, 9(2), 183-216.
- House, J., Lyons, E., & Soman, D. (2013). Towards a taxonomy of nudging strategies. Rotman School of Management. University of Toronto.
- Itti, L., Koch, C., & Niebur, E. (1998). A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence* (11), 1254-1259.
- Kahnemann, D. (2011). *Thinking, fast and slow* (1st Ed.). New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Karlsson M., et al (2017). Integrated Framework, D1.1 delivery report for MeBeSafe. Retrieved August 23rd, from [www.mebesafe.eu](http://www.mebesafe.eu)
- Köhler, A. & Op Den Camp, O. & Van Mierlo, M. & Ladwig, S. & Schwalm, M. (2019). Nudging Drivers Towards Higher Safety Margins– Applications of the H2020-Project MeBeSafe.
- M. van Mierlo & H. Kuhn (2018) Gebruikersonderzoek Bikescout. Geraadpleegd via <https://www.heijmans.nl/nl/bikescout/>
- Ranney, T. A. (1994). Models of driving behaviour: a review of their evolution. *Accident Analysis & Prevention*, vol.26(6), 733-750.
- Schreuder, D. (2008). *Outdoor lighting: physics, vision and perception* (pp. 286-311). New York, NY: Springer.

Smolders, K. C. H. J. (2013). Daytime light exposure: effects and preferences.

Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases.

science, 185(4157), 1124-1131.

Thaler R., Sunstein C. (2008). Nudge - Improving decisions about health, wealth and happiness.

New Haven: Yale University Press.