

Rapport

Onderzoek (bio)dynamische verlichting in de praktijk

Datum : 12 mei 2011
Referentie : RMV-110512-PMA-C1
Projectnummer : 217634
Project : Onderzoek (bio)dynamische verlichting

Auteur(s) : Rienk Visser
Goedgekeurd door : Peter Matlung

Opdrachtgever:

Grontmij vestiging Amersfoort

Adviseur:

Grontmij vestiging Amersfoort
Computerweg 11 – 13, 3821 AA Amersfoort
Postbus 68, 3800 AB Amersfoort
T 033-4511411
F 033-4558779
E info@grontmijTM.nl
I www.grontmijTM.nl

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting

1	Inleiding	5
2	Op zoek naar betere lichtconcepten	6
3	”Gezonde” verlichting op de werkplek	7
4	Noodzaak onderzoek naar effecten (bio)dynamische verlichting	13
5	Onderzoek naar (bio)dynamische verlichting bij Grontmij vestiging Amersfoort	14
6	Ervaringen met de toegepaste verlichtingssystemen	17
7	Resultaten metingen	17
8	Resultaten enquêtes	19
9	Conclusies	35
10	Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	40

BIJLAGEN:

- Bijlage 1: Algemene gegevens metingen
- Bijlage 2: Veel voorkomende situering werkplekken
- Bijlage 3: Locaties begane grond
- Bijlage 4: Locaties 1^e verdieping
- Bijlage 5: Locaties 2^e verdieping
- Bijlage 6: Locaties 3^e verdieping
- Bijlage 7: Cycli uitsturing warme en koele lampen systemen Etap
- Bijlage 8: Relatie verlichtingssterkte en kleurtemperatuur volgens Kruithof
- Bijlage 9: Meetresultaten horizontale en verticale verlichtingssterkten
- Bijlage 10: Geraadpleegde literatuur
- Bijlage 11: Andere literatuur
- Bijlage 12: Publicaties betreffende het onderzoek:

SAMENVATTING

Door verschillende fabrikanten zijn zogenaamde biologisch dynamische verlichtingssystemen op de markt gebracht. Uitgangspunt voor deze systemen is om biologische ritmen van de mens zodanig te beïnvloeden dat productiviteit, alertheid, welbevinden en mogelijk op de langere termijn ook de gezondheid in meer of mindere mate toenemen. Dit op basis van verschillende onderzoeken op het gebied van de invloed van licht op circadiane bioritmen van de mens.

Om ervaring met deze systemen in de kantooromgeving op te doen zijn bij en door Grontmij vestiging Amersfoort in Amersfoort op een aantal locaties in het gebouw een aantal van deze systemen aangebracht. Hierna is onderzoek gedaan na de toepassingsmogelijkheden en eigenschappen ervan in de praktijk. Tevens zijn een aantal verlichtingssystemen, waarbij verlichtingsniveau en lichtkleur door de gebruikers kunnen worden beïnvloed, bij dit onderzoek betrokken. Doel hiervan was om na te gaan of mensen mogelijk liever zelf de regie houden en hierdoor beter kunnen functioneren.

Om meer inzicht te krijgen in de invloed van dynamische kunstverlichting en de mate waarin dit voorkomt zijn op alle locaties op verschillende tijdstippen van de dag horizontale en verticale verlichtingssterkten gemeten. Daarnaast zijn wekelijks enquêtes gehouden betreffende de beleving en mogelijke effecten op het functioneren en welzijn.

Een eerste onderzoek is uitgevoerd gedurende de periode van 21 juni tot 21 december 2007. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in het rapport “Onderzoek naar biodynamische verlichtingssystemen” door mevr. Drs. M.P.S. Jansen, BDes, januari 2008 en het rapport “Onderzoek (bio)dynamische verlichting in de praktijk” door ing. R. Visser PLDA, 22 augustus 2008.

Omdat in de praktijk blijkt dat juist in de donkere periode van het jaar na de feestdagen verlichting van invloed kan zijn op het functioneren van de mens is een aanvullend onderzoek uitgevoerd in de hierop volgende periode tot juni 2008. De resultaten van dit onderzoek zijn in dit rapport opgenomen, samen met de belangrijkste uit de eerder genoemde rapporten.

Enige algemene conclusies die kunnen worden getrokken zijn de volgende.

- Installatie en instelling van alle biodynamische verlichtingssystemen leverden problemen op, die lang niet in alle gevallen direct door de leveranciers konden worden opgelost.

- De dynamiek van de verlichting op de werkplekken was geringer dan verwacht.

- Alle systemen leverden een voldoende verticale verlichtingssterkte op de ogen om volledige onderdrukking van melatonine mogelijk te maken. Dit in tegenstelling tot algemeen toegepaste verlichting op basis van de minimaal vereiste verlichtingssterkte voor kantoorwerkplekken volgens NEN-EN 12464-1: Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen. Dit kan van invloed zijn op de productiviteit en mogelijk ook op het welbevinden in de gegeven situatie, met name tijdens de winter.



- Een groot deel van de geënquêteerden vindt dat verlichting een positieve bijdrage levert aan het prestatievermogen en de alertheid. Ook dat er een groot verschil is in energie en slaapbehoefte in de winter. Meer licht zou hieraan een belangrijke positieve bijdrage aan kunnen leveren.
- Een zeer koele lichtkleur, die naar verwachting de grootste bijdrage levert aan het bioritme, wordt bij de aanwezige verlichtingsniveaus als minder prettig ervaren.

ONDERZOEK (BIO)DYNAMISCHE VERLICHTINGSSYSTEMEN IN DE PRAKTIJK

1 Inleiding

Biodynamische verlichting is een samentrekking van biologische en dynamische verlichting. Dit betreft verlichting die bedoeld is om het bioritme van de mens op een positieve wijze te beïnvloeden. Uit diverse onderzoeken is gebleken dat dit een bijdrage levert aan zowel alertheid, veiligheid, welzijn en op de langere duur mogelijk ook aan de gezondheid. Om dit te realiseren wordt zowel het verlichtingsniveau als de kleurtemperatuur door middel van programmering vooral dagelijks automatisch geregeld.

In het buitenland zijn in de afgelopen jaren onderzoeken uitgevoerd naar de invloed van een dergelijke verlichting op het functioneren van de werkende mens in de industrie en van leerlingen in scholen. De onderzoeksresultaten zijn onder andere vastgelegd in het rapport: “Industriële verlichting en productiviteit” door ir. W.J.M. van Bommel, ir. G.J. van den Beld en ir. M.H.F. van Ooyen – Philips Lighting, augustus 2002 en het artikel “Beter licht – hogere cijfers? Philips en Universitätsklinik Hamburg presenteren onderzoek in scholen met verbluffende resultaten” 27 november 2008.

Er zijn nog geen resultaten bekend van onderzoeken in kantoorgebouwen. Tot nu toe zijn in Nederland geen ervaringen bekend van toepassingen van biodynamische verlichting.

Om meer inzicht te krijgen in de mogelijkheden van dergelijke verlichtingssystemen en de werking ervan in de praktijk, zijn deze van een aantal fabrikanten op verschillende locaties en oriëntaties aangebracht in het gebouw van Grontmij vestiging Amersfoort in Amersfoort en op verschillende aspecten getoetst.

Het onderzoek is uitgevoerd op basis van een holistische benadering vanuit de dagelijkse praktijk. De systemen zijn in een normale kantooromgeving toegepast, waarbij geen voorzieningen zijn getroffen om bepaalde factoren te elimineren.

Tevens zijn overeenkomstige verlichtingssystemen beschikbaar, waarbij verlichtingsniveau en kleurtemperatuur kunnen worden ingesteld naar wens van de gebruikers. Ook van dergelijke toepassingen zijn nog geen gebruikerservaringen bekend. Voor dit onderzoek zijn onder andere de publicaties betreffende licht en de relatie met het functioneren van de mens op de werkplek geraadpleegd, die zijn opgenomen in bijlage 11.

Na een gewenningsperiode van enige maanden zijn in de periode van 21 juni tot 21 december 2007 wekelijks lichtmetingen uitgevoerd. Gedurende werktijd is om de twee uur de horizontale verlichtingssterkte gemeten op totaal 28 werkplekken. Tevens zijn verticale verlichtingssterkten op ooghoogte gemeten. Op een aantal locaties is ook de kleurtemperatuur en spectrale samenstelling van het licht gemeten.

Om inzicht te krijgen in de persoonlijke ervaringen is gedurende de eerder genoemde periode ook wekelijks een enquête gehouden.

Gebleken is dat deze periode te kort was om al concrete uitspraken te kunnen doen. Omdat ook geen informatie is verkregen in de donkere maanden van het jaar, met name de voor velen vaak moeilijke maanden na de feestdagen, is een aanvullend onderzoek uitgevoerd in de maanden januari tot en met juni 2008.

Tijdens deze maanden zijn opnieuw enquêtes gehouden met een schaal van 1 tot en met 7, waardoor ze gemakkelijker statistisch zijn te verwerken.

Tevens zijn gedurende deze periode op verschillende dagen overeenkomstige lichtmetingen gedaan als in de eerdere onderzoeksperiode. Dit is gedaan om te kunnen vergelijken of de verlichtingsniveaus veel afwijkingen vertonen ten opzichte van de maanden in de periode van 21 juni tot en met 21 december met overeenkomstige minimale verlichtingsniveaus.

De wijze waarop de resultaten zijn verkregen en verwerkt en de eindresultaten zijn in de volgende hoofdstukken nader omschreven.

Ook is aangegeven of er verschillen zijn geconstateerd ten opzichte van het eerdere onderzoek, waarvan de eindresultaten zijn vastgelegd in het rapport “Onderzoek naar biodynamische verlichtingssystemen” door mevr. Drs. M.P.S. Jansen, BDes, januari 2008 en het rapport “Onderzoek (bio)dynamische verlichting in de praktijk” door ing. R. Visser PLDA, 22 augustus 2008.

Tot slot zijn eindconclusies van beide onderzoeksperioden opgenomen en aanbevelingen voor verder onderzoek.

Opgemerkt dient te worden dat ook Philips, Trilux en de Nederlandse technische vereniging voor installaties in gebouwen TVVL, een belangrijke financiële bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek.

2 Op zoek naar betere lichtconcepten

Verlichting in kantoren wordt in het algemeen ontworpen op basis van de minimale eisen die zijn opgenomen in NEN-EN 12464-1: Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen. Deze zijn met name gericht op het uitvoeren van de visuele taak en het visueel comfort.

Onderzoeken in de afgelopen jaren hebben tot nu toe nog niet kunnen leiden tot duidelijk aantoonbaar betere verlichtingssystemen, die niet alleen hierop zijn gebaseerd op genoemde norm, maar tevens op de invloed van licht op het lichamelijke functioneren en welbevinden.

Dit is mogelijk het geval omdat het voor de kantooromgeving in de praktijk zeer moeilijk is om invloeden een sociale, maatschappelijke en/of culturele achtergrond en persoonlijke gevoeligheden in een onderzoek naar prestatie en welbevinden mee te nemen. Het is daarom bijzonder moeilijk om aan te geven in welke mate een betere verlichting, in welke vorm dan ook, een aanwijsbare en meetbare meerwaarde

geeft, onder andere met betrekking tot prestatie, veiligheid, welbevinden en gezondheid.

Bovendien vragen geavanceerde dynamische verlichtingssystemen met de mogelijkheid om deze vooraf te programmeren veel hogere investeringen dan voor de tot nu toe algemeen gebruikelijke. Dat is dan ook vaak het argument om vooralsnog niets te doen en alles bij het oude te laten op basis van thans gebruikelijke kengetallen voor verlichting. Maar het vormt ook een drempel om met dergelijke systemen ervaring op te doen en in de praktijk verder onderzoek uit te voeren naar het mogelijke belang ervan voor de werkende mens in een kantoor.



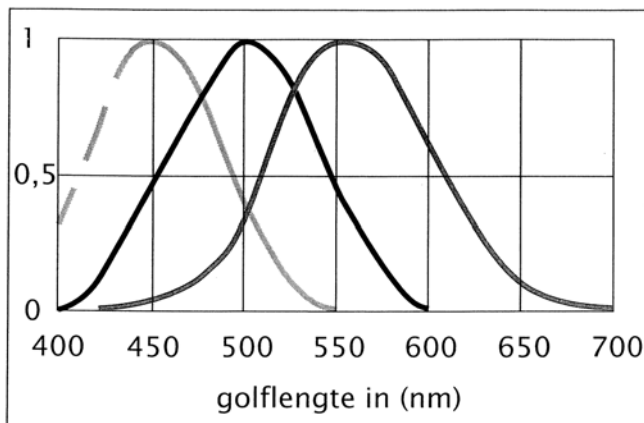
Figuur 1: Veel voorkomende situatie in kantoorgebouwen

3 "Gezonde" verlichting op de werkplek

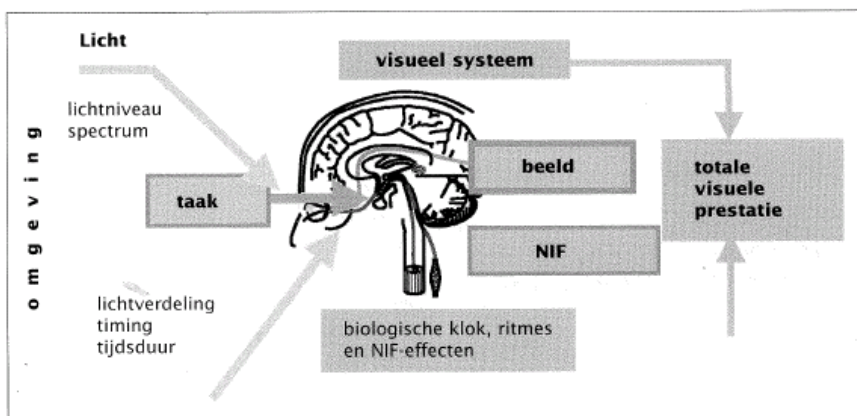
Door wetenschappelijk onderzoek (zie bijlage 10) is het steeds duidelijker geworden dat er niet alleen een aantoonbare relatie is tussen verlichting en de visuele prestatie, maar ook tussen verlichting en beleving, welbevinden, productiviteit en gezondheid. Tijdstip van de dag, jaargetijde, hoeveelheid licht verticaal op het oog en spectrale samenstelling van het licht spelen hierbij een belangrijke rol. Deze zijn onder andere bepalend voor het goed kunnen functioneren van de biologische klok, die onder andere voor een goed slaap/waakritme zorgt.

Deze wordt aangeduid als de suprachiasmatische nucleus en is gesitueerd in de hypothalamus, het centrale deel van de hersenen. De biologische klok wordt aangestuurd door lichtgevoelige ganglioncellen (op basis van melanopsine) die zich met name in de onderste helft van netvlies bevinden.

In het netvlies bevinden zich tevens de lichtgevoelige staafjes (voor het nachtzien) en kegeltjes (voor het zien van kleuren) die via zenuwvezels met de visuele cortex achter in de hersenen zijn verbonden en de visuele waarneming mogelijk maken. De lichtgevoelige ganglioncellen hebben echter een andere spectrale gevoeligheid dan de staafjes en kegeltjes. Ze zijn maximaal gevoelig voor kortgolvig zichtbaar licht met een golflengte van 450 nm. Bij nachtzien (staafjes) is de maximale gevoeligheid bij circa 500 nm en bij kleurenzien (kegeltjes) is dit 555 nm.

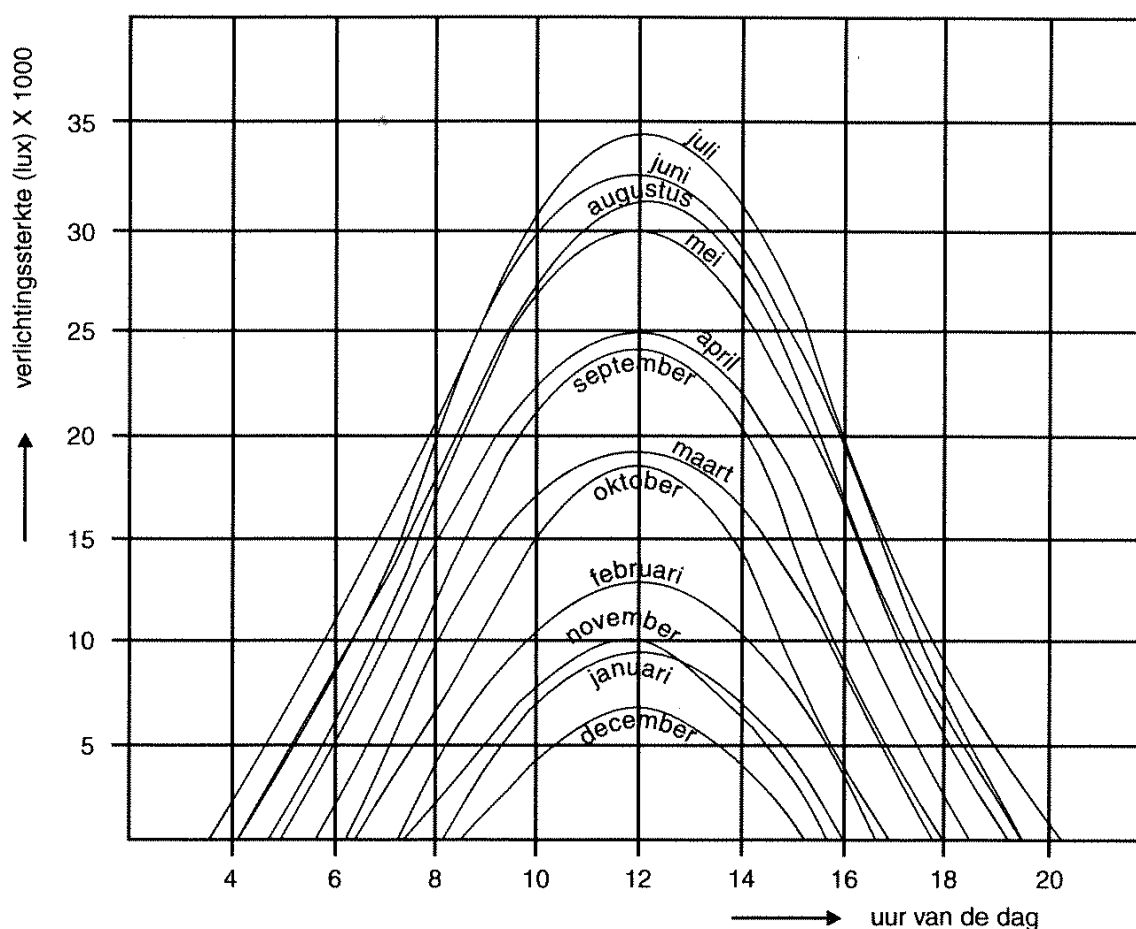


Figuur 2: Actiespectrum voor lichtgevoelige ganglioncellen (linkerkromme), nacht-(scotopisch) zien (middelste kromme) en kleuren-(fotopisch)zien (rechterkromme)



Figuur 3: Licht, oog, zien en niet visuele effecten (NIF-effecten)

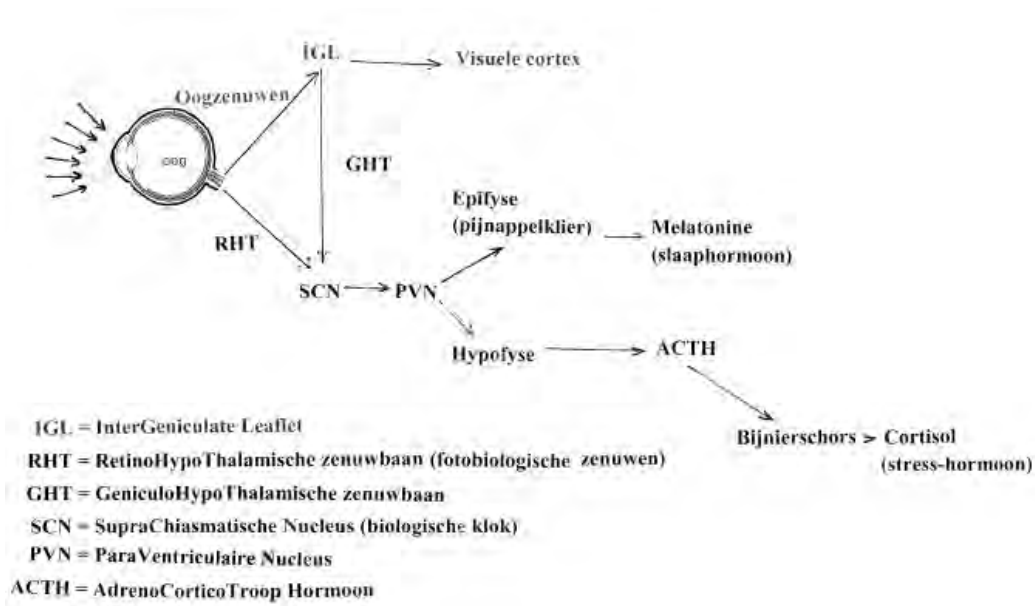
Onder andere door universiteiten, TNO en fabrikanten zijn in de afgelopen jaren diverse onderzoeken over de relatie tussen licht en gezondheid uitgevoerd. Hierbij is onder andere naar voren gekomen dat bijvoorbeeld de kunstverlichting zoals deze veelal in kantoren wordt toegepast, niet voldoende toereikend is voor het goed functioneren van de biologische klok. In een aantal gevallen wordt dit tekort plaatselijk gecompenseerd door binnenvallend daglicht. Om hier zeker van te kunnen zijn, zal dan wel moeten worden bepaald voor welke locaties in een ruimte dit van toepassing is. Daarnaast blijft er dan ook nog de vraag of dit gedurende het hele jaar ook het geval is.



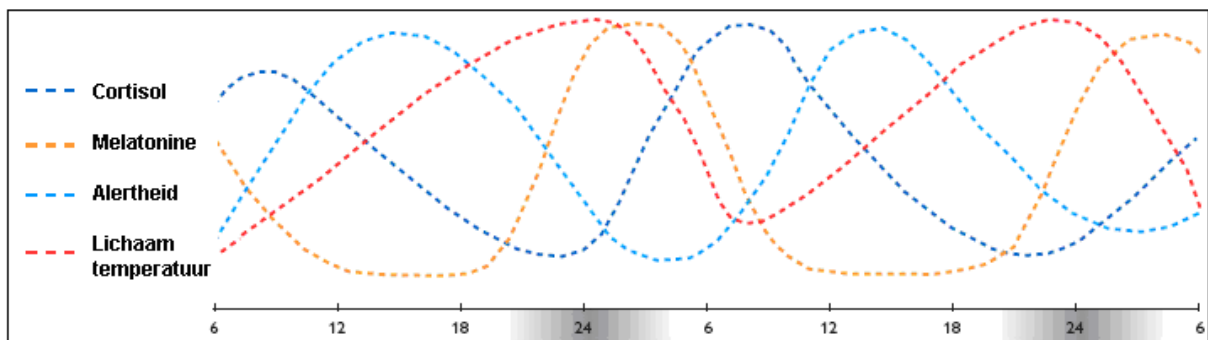
Figuur 4: Minimaal aanwezige hoeveelheid daglicht gedurende het jaar, bij een bedekte hemel in het open veld

De biologische klok regelt diverse bioritmen van de mens, waarbij licht onder natuurlijke condities deze synchroniseert met het dagelijkse 24-uurs ritme. Dit wordt

wel het circadiaanse ritme genoemd. Te weinig licht en verschuiving van werktijden kan dit ritme verstoren, doordat er een verlenging of verkorting plaats gaat vinden. De hoeveelheid door het oog ontvangen licht regelt ook diverse lichaamsfuncties, die door het circadiaanse ritme worden beïnvloed. Zo spelen de hormonen melatonine (slaaphormoon) en cortisol (stresshormoon) een belangrijke rol in de regeling van een goede slaap tijdens de nacht en alertheid overdag.



Figuur 5: Oog, licht, zien en de invloed op de productie van de hormonen melatonine en cortisol



Figuur 6: Biologische ritmes (CIE-publicatie 158)

Licht heeft dus op verschillende wijze invloed op het functioneren van de mens. In het kort kunnen, mits in voldoende mate aanwezig, de volgende positieve invloeden worden genoemd:

- goed slaap/waakritme

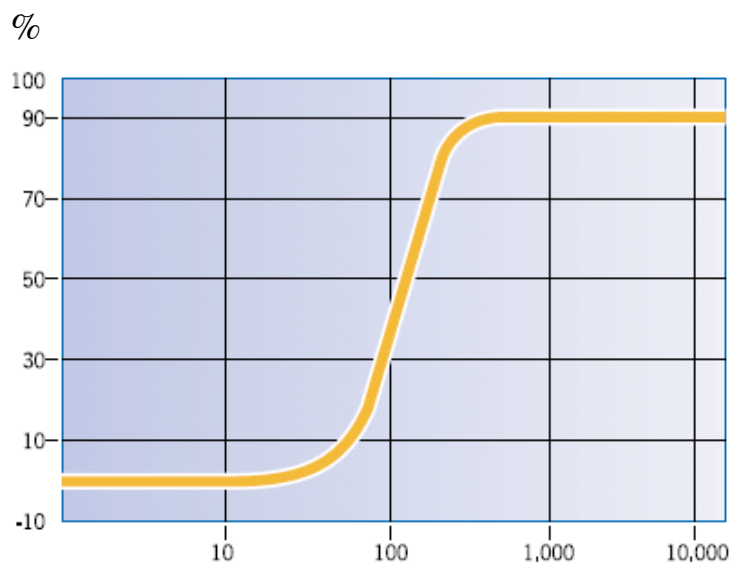
- stimulering waakzaamheid en veiligheid
- onderdrukking kans op winterblues en winterdepressie
- aanmaak van vitaminen C en D (via de huid)

In de gezondheidszorg is tevens gebleken dat Alzheimer-patiënten veel beter functioneren als ze voldoende licht ontvangen. Hierdoor worden ze rustiger en slapen beter.

Verstoring van het circadiaanse ritme heeft onder andere afname van welbevinden, alertheid, veiligheid en prestatie tot gevolg. Te weinig licht overdag heeft bij ouderen tot gevolg dat ze overdag veel hazenslaapjes doen en 's nachts minder en bovendien dan minder diep slapen.

Dit wordt nog meer versterkt door het feit dat de hoeveelheid licht die het oog binnenvalt bij het ouder worden steeds minder wordt, vooral door vergeling van de ooglenzen.

Bij recent onderzoek in Engeland naar mensen die regelmatig 's nachts werken, heeft onder andere aangetoond dat bij vrouwen relatief meer borstkanker voorkomt dan bij vrouwen die overdag werken.

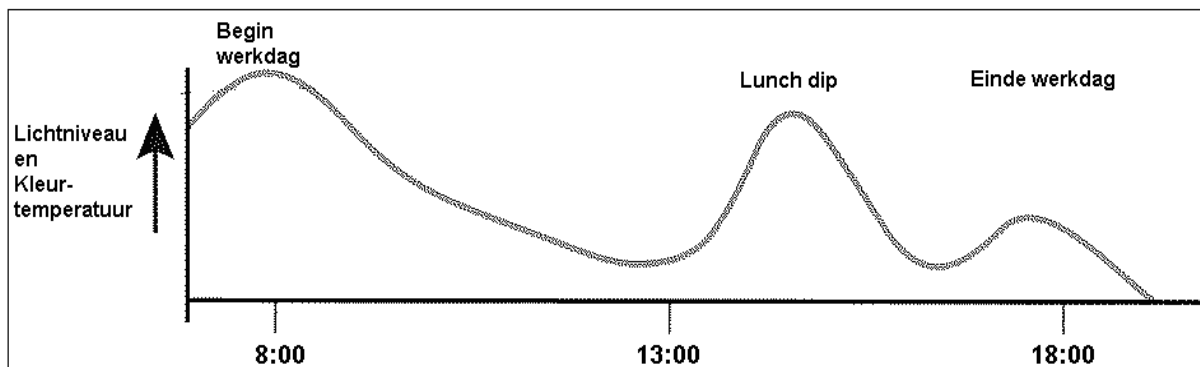


De verticale as geeft de onderdrukking van melatonine aan in %, de horizontale as de verlichtingssterkte op het oog

Figuur 7: Relatie tussen verlichtingsniveau en onderdrukking van melatonine (bron Trilux)

Wat nog niet concreet naar voren is gekomen, is wanneer en hoeveel licht tenminste nodig is om zo optimaal mogelijk te kunnen functioneren. Dit maakt verder onderzoek noodzakelijk. Wel is gebleken dat kortgolvig licht, dus koel licht (bijvoorbeeld van de blauwe hemel) het meeste effect heeft op de circadiaanse ritmen. Dit heeft

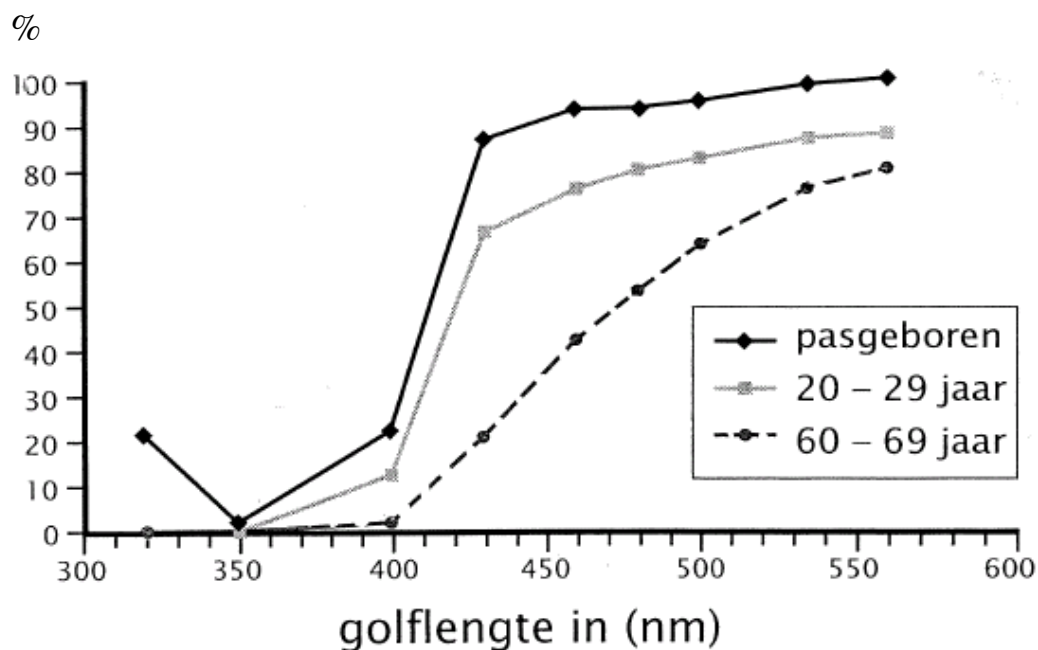
geleid tot het volgende voorstel voor het verloop van de verlichting in ruimten overdag. Bij mensen die veel 's nachts werken is gebleken dat de niet visuele effecten van licht sterk zijn, maar tevens persoonsafhankelijk. Dit zou pleiten voor individueel instelbare verlichting, waarbij zowel de verlichtingssterkte en de kleurtemperatuur moeten kunnen worden geregeld.



Figuur 8: Verlichtingsvoorstel voor de dagdienst (bron NSVV)

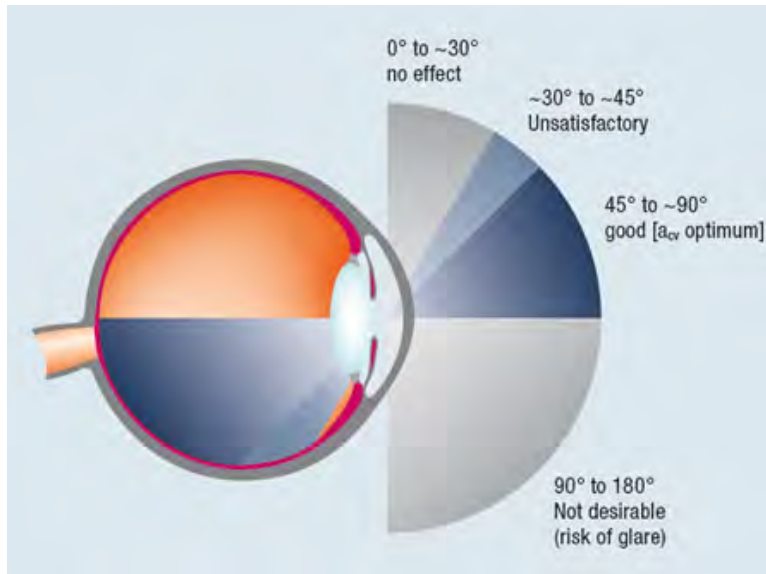
Wat voor het functioneren van de werkende mens van belang is, geldt met betrekking tot veel biologische en psychologische effecten ook voor mensen die andere activiteiten uitvoeren of in rust zijn.

Voor ouderen moet er bovendien rekening mee worden gehouden dat minder kortgolvig licht op het netvlies terecht komt, omdat de lens bij het ouder worden in kwaliteit achteruit gaat.



Figuur 9: Ooglenstransmissie, afgeleid van Brainard. De waarden zijn uitgedrukt in procenten ten opzichte van het 560 nm-punt voor pasgeborenen.

Het is ook belangrijk om rekening te houden met het feit dat met name licht op het onderste deel van het netvlies het meeste effect lijkt te hebben.



Figuur 10: Biologisch effect van licht op het oog

De huidige markt biedt inmiddels tal van standaardproducten waarmee kantoorruimten op zeer diverse wijze kunnen worden verlicht. Hiermee is niet alleen aanpassing aan de omstandigheden voor de betreffende gebruikers mogelijk, maar kan tevens rekening worden gehouden met het bioritme. Dit is mogelijk door aan het begin van de werktijd, direct na de lunch en aan het einde van de werktijd tijdelijk hogere niveaus en verschillende kleurtemperaturen te realiseren.

Ook zou het wel eens kunnen blijken dat de mens zich beter voelt en kan ontwikkelen bij verlichting die hij zelf ten allen tijde kan instellen naar behoefte. Dit zowel voor wat betreft het verlichtingsniveau als de kleurtemperatuur. Onder andere is ook gebleken dat de kleurtemperatuur mede bepalend is voor de beleving van de ruimtemtemperatuur en in de zomer veelal een koelere lichtkleur is gewenst dan in de winter, waarin warmwit licht meer wordt geapprecieerd.

4 Noodzaak onderzoek naar effecten (bio)dynamische verlichting

De praktijk geeft aan dat lang niet iedere beslisser voor de toepassing van kunstverlichting overtuigd is van het nut en de noodzaak om meer uit te geven voor een betere verlichting. Er kan dan wel zijn aangetoond dat in bepaalde industrieën betere resultaten zijn bereikt met betrekking tot productiviteit, waakzaamheid, veiligheid en

gezondheid, maar de vraag is dan meestal of de baten wel in verhouding zijn tot de kosten.

Behalve deze bevindingen zijn er jammer genoeg voor werkplekken, zoals in kantoren, onderwijsinstellingen, winkels, gezondheidszorginstellingen, bewakingsruimten, penitentiaire inrichtingen, enz. nog geen onderzoeken geweest, waarvan de resultaten tot een duidelijk antwoord op deze vraag hebben kunnen leiden.

5 Onderzoek naar (bio)dynamische verlichting bij Grontmij vestiging Amersfoort

Met betrekking tot de gezondheid is uit onderzoek gebleken dat voor een goed bioritme c.q. slaap/waakritme onder andere op gezette tijden van de dag een bepaalde verlichtingssterkte op het oog is vereist. Hiervoor worden in de literatuur waarden voor de verticale verlichtingssterkte tot zelfs 2500 lux genoemd (hoofdstuk 6.3.2 van de publicatie “Licht en gezondheid voor werkenden” van de NSVV).

Volgens de huidige normen is in kantoren op de werkplek een gemiddelde verlichtingssterkte van minimaal 500 lux vereist om de visuele taak gedurende langere tijd naar behoren uit te kunnen voeren. Dit is een waarde die in de praktijk ook het uitgangspunt is voor de meeste ontwerpen. Weliswaar is bij oplevering gemiddeld circa 600 lux aanwezig, maar dit loopt langzamerhand terug tot 500 lux. In het algemeen gaat het hierbij om horizontale werkvlakken. Dit houdt in dat in de praktijk de verticale verlichtingssterkte, dus de verlichtingssterkte in de richting van het oog, niet meer dan zo'n 175 tot maximaal 300 lux bedraagt. Deze waarden liggen dus ver af van de waarden die nodig worden geacht voor "gezonde" verlichting

Er zijn vooralsnog te weinig gegevens beschikbaar om vast te kunnen stellen welke niveaus als uitgangspunt voor biodynamische verlichting moeten worden aangehouden. Om diverse redenen wordt in de praktijk veelal een verhoging van het horizontaal kunstlichtniveau naar circa 800 lux aangehouden. De verticale verlichtingssterkte is hierbij in de praktijk dan tenminste circa 400 lux. De vraag is nu of dit voldoende is voor de gewenste verbetering van productiviteit, waakzaamheid, veiligheid en gezondheid, of dat hogere niveaus noodzakelijk blijken te zijn. Dit is zeker het geval indien geen of nauwelijks een bijdrage van het daglicht mag worden verwacht.

Voor werkplekken ter plaatse van de gevel levert het daglicht gedurende een deel van het jaar ook in meer of mindere bijdrage aan het gewenste verticale niveau. Het is daarom zinvol om na te gaan wat de invloed is van het daglicht gedurende het jaar, met name tijdens de perioden die bepalend zijn voor een goed bioritme.

Toegepaste (bio)dynamische verlichtingssystemen

Om de hiervoor genoemde redenen en tevens om ervaring op te doen met op de markt beschikbare systemen voor biodynamische verlichting en systemen waarmee

op locatie verlichtingsniveau en lichtkleur kunnen worden ingesteld zijn negen zones c.q. ruimten in het gebouw van Grontmij vestiging Amersfoort in Amersfoort hiervan voorzien.

De toegepaste (bio)dynamische verlichtingssystemen zijn van:

- Philips (geprogrammeerd systeem + handmatig in te stellen systeem)
- Etap (voorgeprogrammeerd systeem + gelijk systeem dat naderhand is bijgesteld)
- Zumtobel (geprogrammeerd systeem voor drie verlichtingscomponenten)
- iGuzzini (handmatig in te stellen met de bedoeling om dit later te programmeren)
- RZB (handmatig in te stellen verlichting)
- Trilux (voorgeprogrammeerd systeem + handmatig in te stellen systeem)

Locaties

Bijlage 2 geeft een algemeen beeld van voorkomende locaties van de werkplekken ten opzichte van de gevel en de richtingen waarin de verticale verlichtingssterkten zijn gemeten.

De locaties van de verschillende systemen zijn opgenomen in de bijlagen 3 tot en met 6. Deze geven de locaties met een plattegrond en foto's weer.

Met betrekking tot de daglichttoetreding kan worden opgemerkt dat de lichttoetreding via de toegepaste beglazing slechts 18% is. Hierdoor is de invloed van het daglicht relatief gering, veelal op de verder van de gevel af gesitueerde werkplekken.

Lichtmetingen

Tijdens de onderzoeksperiode van januari tot en met juni 2008 zijn in de praktijk van alledag verlichtingsniveaus gemeten op de 28 geselecteerde werkplekken en ter plaatse van het oog ten gevolge van daglicht in combinatie met kunstlicht. Daartoe zijn tijdens de onderzoeksperiode regelmatig gedurende werktijd om de twee uur de horizontale verlichtingssterkte op het werkvlak gemeten en de verticale verlichtingssterkte op ooghoogte in zittende situatie. Dit niet alleen in de richting van de gebruiker, maar ook in drie andere richtingen.

In totaal zijn in de periode van februari tot juni 2008 de resultaten van circa 8.000 lichtmetingen vastgelegd. Deze zijn vergeleken met de resultaten van de vorige onderzoeksperiode van juli tot en met december 2007 waarin circa 20.000 lichtmetingen zijn uitgevoerd. Dit om een vergelijking te kunnen maken met de meetresultaten in de maanden waarop een overeenkomstige minimale verlichtingssterkte mag worden verwacht (zie figuur 4).

Enquêtes

Door middel van enquêtes is nagegaan hoe de betreffende verlichting is ervaren en of deze mogelijk heeft bijgedragen aan betere werkomstandigheden. Hierbij is ook rekening gehouden met de leeftijd van de gebruikers. De gegevens zijn, voor zover van toepassing, vergeleken met die voor gebieden waarin een meer conventionele, algemeen gebruikelijke kantoorverlichting aanwezig is.

Een van de verdere uitgangspunten is dat zoveel mogelijk is afgestemd op eerdere onderzoeken van de participerende fabrikanten op dit gebied. Uiteraard ook dat de resultaten een bijdrage kunnen leveren aan de inzichten en uitgangspunten voor gezond licht op de werkplek en verlichting waarbij mensen hun taken zo goed en veilig mogelijk uit kunnen voeren in een prettige ambiance.

De enquêtes zijn in de periode van 21 januari tot 21 juni 2008 gehouden. De vragen werden wekelijks via e-mail toegezonden en hierna verwerkt.

Tijdens de enquêtes zijn de volgende vragen gesteld:

- 1. Wat vindt u van de hoeveelheid licht op uw werkplek?
- 2. In welke mate draagt de verlichting bij aan uw prestatievermogen?
- 3. Wanneer voelt u zich minder alert?
- 4. Hoe schat u de invloed van de verlichting op verminderde alertheid?
- 5. Hoe vaak gebruikt u de handbediening? (alleen bij handbediende systemen)
- 6. Merkt u iets van dynamiek in de verlichting?
- 7. Wat vindt u van deze dynamiek?
- 8. Zou u deze dagelijkse cyclus willen aanpassen? (alleen bij automatische systemen)
- 9. Zou u de verlichting op uw werkplek willen aanpassen in hoeveelheid of lichtkleur? (controlegroep)
- 10. Wat zou u willen aanpassen? (alleen bij automatische systemen)
- 11. Op welk moment zou u met name de lichtkleur aan willen passen? (alleen bij automatische systemen)
- 12. Hoe zou u dan de lichtkleur aanpassen? (alleen bij automatische systemen)
- 13. Op welk moment zou u met name de hoeveelheid licht willen aanpassen? (alleen bij automatische systemen)
- 14. Hoe zou u dan de hoeveelheid licht aanpassen? (alleen bij automatische systemen)
- 15. In welke mate ondervindt u invloed van omringende verlichting op de verdieping?
- 16. In welke mate ondervindt u invloed van daglicht?
- 17. In welke mate ondervindt u hinder van direct zonlicht?
- 18. Kunt u direct zonlicht regelen door middel van bijvoorbeeld zonwering of lamellen?
- 19. Hoe vaak gebruikt u het dan?
- 20. Hoeveel tijd bent u gemiddeld de afgelopen week vóór werktijd buiten geweest?
- 21. Hoeveel tijd bent u gemiddeld de afgelopen week in de pauze buiten geweest?
- 22. Hoeveel tijd heeft u de afgelopen week op uw werkplek doorgebracht?
- 23. Bemerkt u een verschil in uw slaapbehoefte tussen winter en zomer?
- 24. Bemerkt u een verschil in uw energie tussen winter en zomer?
- 25. Wat vindt u van de sfeer qua interieur op uw werkplek?

- 26. In welke mate draagt volgens u de verlichting hieraan bij?
- 27. Zou u de verlichting op uw werkplek willen verbeteren?
- 28. Hoe zou u de verlichting op uw werkplek willen verbeteren?

6 Ervaringen met de toegepaste verlichtingssystemen

Op alle locaties zijn voor het eerdere onderzoek van 21 juni tot 21 december 2007 standaardssystemen voor biodynamische verlichting of voor plaatselijke regeling van verlichtingsniveau en lichtkleur geïnstalleerd. Aan de fabrikanten c.q. leveranciers is verzocht om hun systeem zelf te programmeren of in te regelen.

Sommige leveranciers van voor te programmeren systemen gaven destijds aan nog niet over eenduidige informatie over de toe te passen cycli van de regeling gedurende de dag te beschikken. Deze waren daarom vooralsnog experimenteel en zijn dit ook tijdens het vervolgonderzoek gebleven.

In de NSVV-publicatie “Licht en gezondheid voor werkenden” is een verlichtingsvoorstel voor de dagdienst opgenomen (zie figuur 8). Uitgangspunt voor het hoge niveau is 1000 lux bij een kleurtemperatuur van 10.000 K of hoger of 1500 lux als de kleurtemperatuur 4000 – 6500 K bedraagt. De overige verlichtingsniveaus kunnen worden gerealiseerd door te dimmen (tot het minimum volgens de visuele verlichtingsnorm) en het aanpassen van de kleurtemperatuur.

Hierbij kan worden opgemerkt dat niet is aangegeven of het horizontale of verticale verlichtingsniveaus betreft. Uit de opmerking betreffende de minimale waarde kan worden opgemaakt dat het horizontale waarden betreft. Ook is niet aangegeven of deze waarden het resultaat dienen te zijn van de combinatie van daglicht en kunstlicht of alleen van de kunstverlichting. Wel is vermeld dat de kleurtemperatuur bij de lagere niveaus afgestemd dient te worden op die van het daglicht.

Opgemerkt kan worden dat het in de NSVV-publicatie aangegeven verloop door geen van de deelnemende fabrikanten is ingesteld.

7 Resultaten metingen

Op alle werkplekken in de gebieden met nieuwe verlichtingssystemen (totaal 28) zijn tussen 15 februari en 29 mei 2008 gedurende werktijd om de twee uur horizontale en verticale verlichtingssterkten gemeten. De verticale verlichtingssterkte op ooghoogte (in zittende situatie) is niet alleen gemeten ter plaatse van de ogen van de gebruikers, maar ook in de drie andere hoofdoriëntaties. Dit is gedaan om meer inzicht te kunnen krijgen in de invloed van het daglicht.

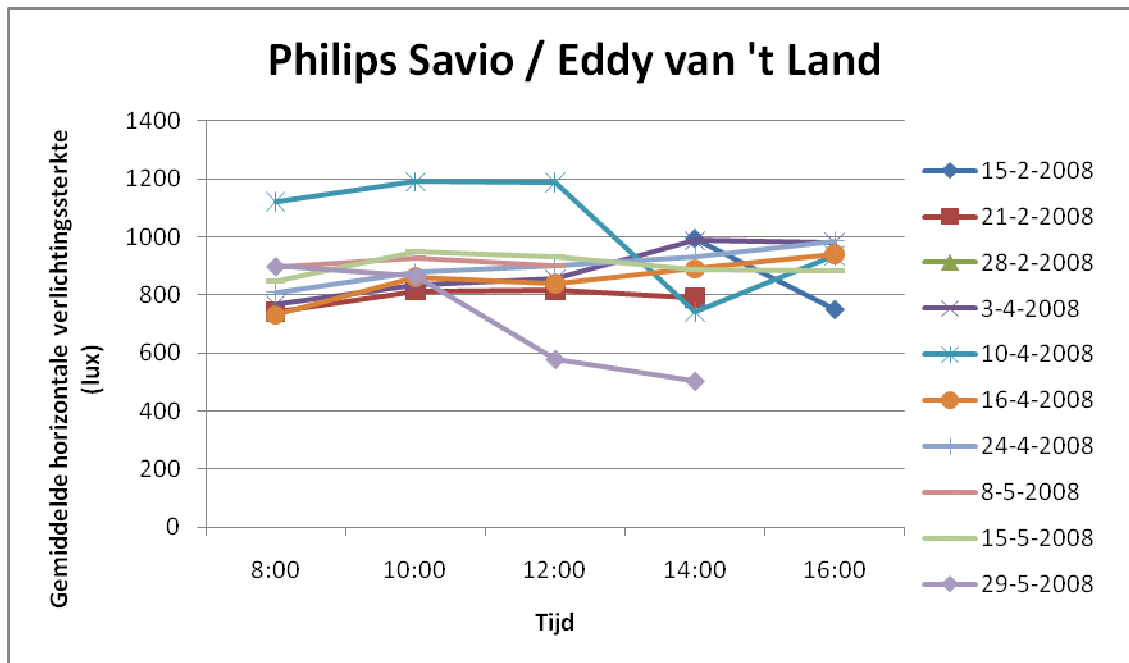
In bijlage 9 is het dagelijks verloop van de horizontale verlichting en de verticale verlichtingssterkte in de kijkrichting van de meeste gebruikers weergegeven. Tevens zijn de gemiddelde waarden per dag grafisch vastgelegd.

De meetresultaten zijn vastgelegd op de wijze zoals voor een werkplek aangegeven in figuur 11 en 12.

Ter vergelijking zijn tevens de meetresultaten van de periode tussen juni en december 2007 opgenomen.

Tijd	Tijd – exact	Datum 2008	E _v – noord	E _v - oost	E _v - zuid	E _v - west	E _v gem	E _h
08.00								
10.00								
12.00								
14.00	14.00	15-02	308	407	455	572	436	995
16.00	16.15	15-02	183	398	368	319	317	751
08.00	08.02	21-02	190	345	304	328	292	743
10.00	10.02	21-02	207	354	332	383	319	814
12.00	11.57	22-02	232	371	349	410	341	815
14.00	13.59	22-02	212	364	330	362	317	750
16.00								
08.00	08.03	28-02	170	315	294	348	282	746
10.00								
12.00								
14.00								
16.00								
08.00	08.03	03-04	185	350	317	315	292	767
10.00	10.04	03-04	202	375	354	372	326	835
12.00	11.57	03-04	192	371	370	373	327	855
14.00	14.00	04-04	273	482	453	481	422	987
16.00	16.00	04-04	240	405	405	441	373	979
08.00	08.20	10-04	266	514	470	488	435	1120
10.00	10.05	10-04	318	604	531	584	509	1190
12.00	12.00	10-04	330	578	566	574	512	1187
14.00	14.10	11-04	226	352	364	470	353	742
16.00	16.00	11-04	304	434	444	587	442	935
08.00	08.07	16-04	198	354	324	344	305	731
10.00	10.00	16-04	223	454	412	402	373	860
12.00	11.58	16-04	228	414	373	380	349	840
14.00	13.48	18-04	260	451	437	459	402	890
16.00	15.33	18-04	256	415	427	526	406	940
08.00	07.58	24-04	222	386	352	371	333	808
10.00	10.00	24-04	227	396	368	408	350	877
12.00	11.55	24-04	240	397	400	438	369	900
14.00	14.00	25-04	273	425	421	557	419	932
16.00	15.50	25-04	315	439	468	664	472	985
08.00	08.03	08-05	263	585	428	485	440	894
10.00	10.00	08-05	243	490	420	544	424	927
12.00	11.58	08-05	262	447	424	504	409	899
14.00								
16.00								
08.00	08.05	15-05	190	353	333	356	308	846
10.00	10.00	15-05	277	506	437	554	444	948
12.00	12.00	15-05	254	465	463	525	427	932
14.00	14.00	16-05	241	402	371	425	360	886
16.00	15.45	16-05	216	390	359	410	344	883
08.00								
10.00	10.00	29-05	246	406	410	453	379	899
12.00	12.00	29-05	242	410	402	420	369	865
14.00	14.03	30-05	202	310	306	380	300	578
16.00	15.45	30-05	150	198	228	305	220	503

Figuur 11: Meetresultaten werkplek Eddy van 't Land, 3^e verdieping, verlichtings-systeem Philips Savio (handbediend)



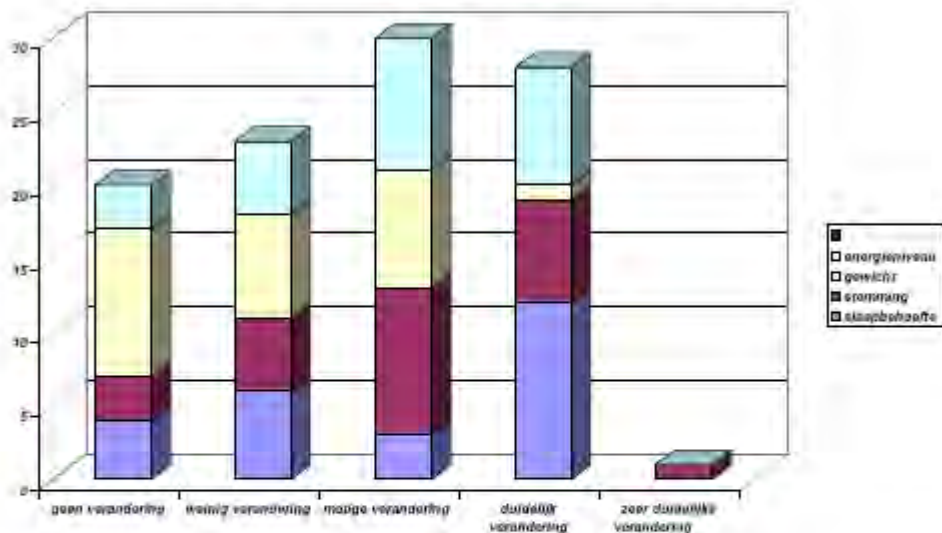
Figuur 12: Meetresultaten werkplek Eddy van 't Land, 3^e verdieping, verlichtings-systeem Philips Savio (handbediend)

8 Resultaten enquêtes

Algemene gegevens en bevindingen van de deelnemers voorafgaande aan het onderzoek:

- de populatie bestaat vooral uit mannen (22 mannen/6 vrouwen)
- de leeftijd van de mannen ligt iets boven het landelijk gemiddelde
- werkplekken c.q. verlichting worden als tamelijk saai ervaren
- de helft heeft wel eens over de verlichting nagedacht, meestal omdat op de een of andere manier hinder wordt ondervonden
- contact met buiten wordt op prijs gesteld, maar soms wordt ook hinder ondervonden van het daglicht
- één derde van de geënquêteerden heeft zeker wel/redelijk het gevoel dat verlichting op een positieve wijze bijdraagt aan het prestatievermogen, een ander derde deel een beetje
- in de loop van de werkdag treden momenten op dat men zich moe of minder alert voelt. Op één na wordt hier op de een of andere manier iets tegen ondernomen
- er worden behoorlijke verschillen ervaren tussen de zomer en de winterperiode, vooral met betrekking op slaapbehoefte, stemming en energieniveau.
- het energieniveau is in de winter lager en belemmert vier deelnemers matig tot duidelijk in het functioneren

Bemerkt u voor uzelf een verschil tussen winter en zomer voor wat betreft:



	geen verandering	weinig verandering	matige verandering	duidelijk verandering	zeer duidelijke verandering
slaapbehoefte	4	8	3	12	0
stemming	3	5	10	7	1
gewicht	10	7	8	1	0
energieniveau	3	5	9	8	0

Er is een zeer duidelijke verandering aan slaapbehoefte in de winter, en stemming en energieniveau zijn in mindere mate ook aan veranderingen onderhevig in de winterperiode. Dat sluit uiteraard aan op de volgende cijfers:

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
ik voel mij het beste in	1	2	6	9	13	15	17	17	13	3	1	1
ik neig tot overgewicht in	8	4	0	0	0	1	1	2	2	1	4	12
ik slaap het minst in	2	2	1	1	2	8	13	9	2	1	1	2
ik voel mij het slechts in	12	11	2	0	0	1	2	1	1	2	6	7
ik slaap het meest in	15	13	0	1	1	1	1	1	0	0	7	13
ik ervaar geen verschil	4 x											

Aangeven van momenten van vermoeidheid of geringere alertheid overdag bij nulmeting en naar aanleiding van de enquêtes

Periode dag	Nulmeting in % deelnemers	Enquête in % deelnemers	Vershil
Gehele dag moe of minder alert	21		- 21
Eerste deel ochtend	7	22	+ 15
Tweede deel ochtend	7	18	+ 11
Rond de lunch		3	+ 3
Eerste deel middag	21	25	+ 4
Tweede deel middag	44	32	- 12
Totaal	100	100	

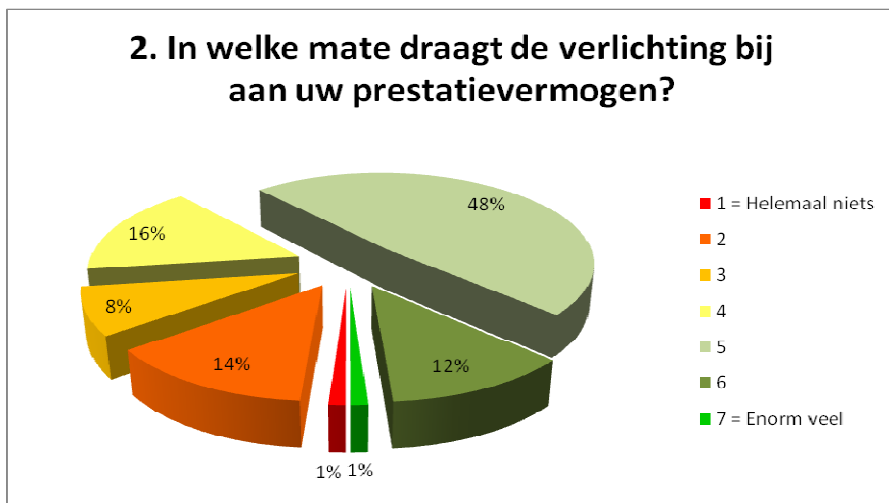
Percentage geënquêteerden dat zich moe of minder alert voelt.

Figuur 13: Enige resultaten nulmeting in juni 2007

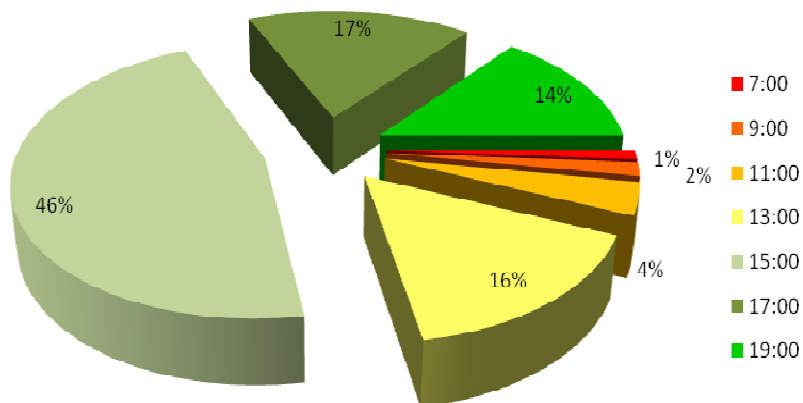
Resultaten enquête in de periode van januari tot en met juni 2008

De resultaten van de enquête die wekelijks gedurende de periode van 21 januari tot 21 juni 2008 is gehouden, zijn in de volgende figuren weergegeven.

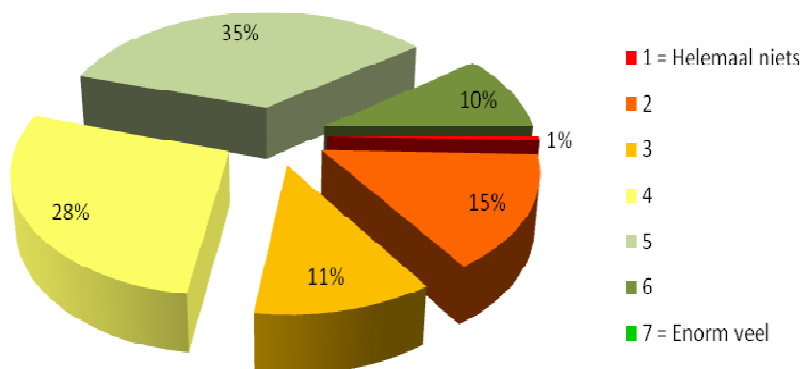
Dit is gedaan op basis van de antwoorden op de vragen die zijn opgenomen in hoofdstuk 5. Hierbij is echter niet geheel dezelfde volgorde aangehouden, omdat sommige vragen van toepassing zijn voor iedereen (vragen 1 t/m 4 en 15 t/m 28) en een aantal vragen specifiek voor gebieden met een biodynamische verlichting (vragen 6 t/m 14) en voor gebieden waarin de gebruikers zelf het niveau en de kleurtemperatuur in konden stellen (vraag 5).

Algemeen


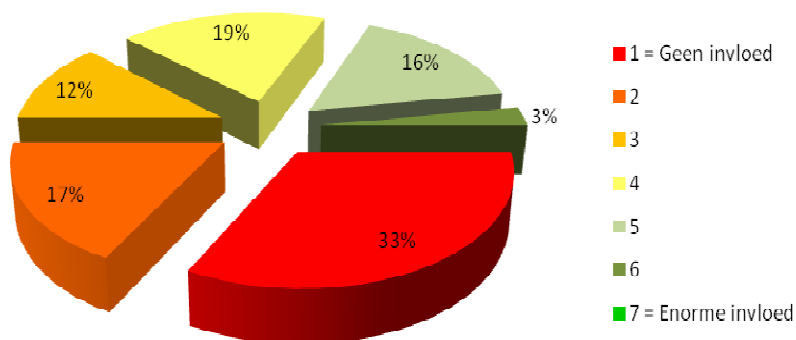
3. Wanneer voelt u zich minder alert?



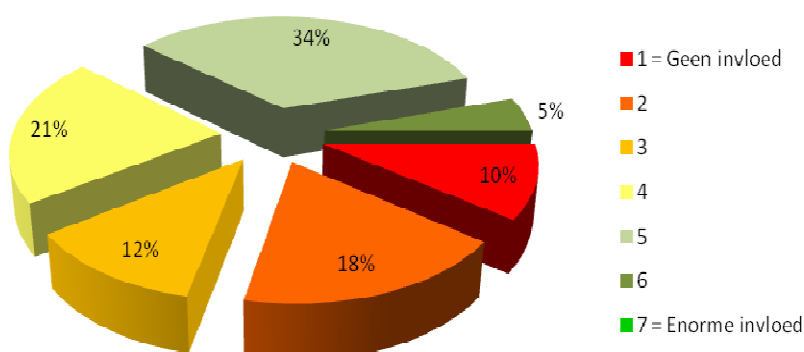
4. Hoe schat u de invloed van de verlichting op verminderde alertheid?



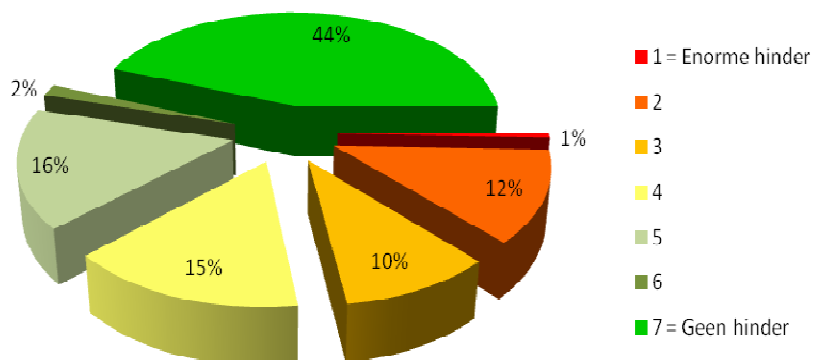
15. In welke mate ondervindt u invloed van omringende verlichting op de verdieping?



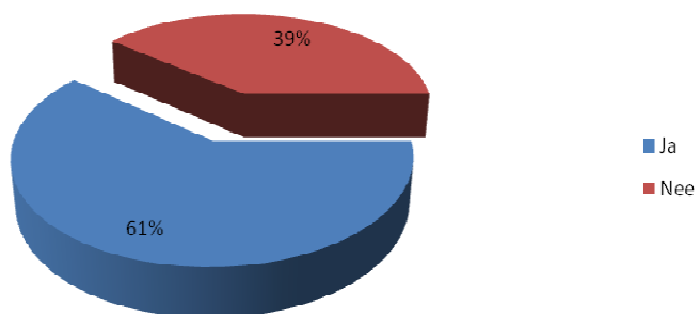
16. In welke mate ondervindt u invloed van daglicht?



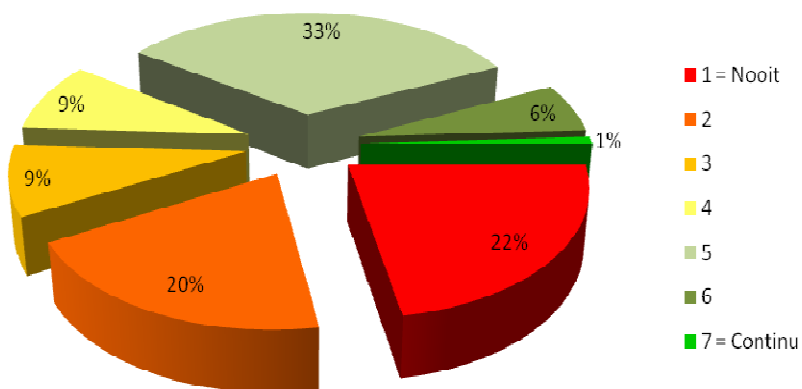
17. In welke mate ondervindt u hinder van direct zonlicht?



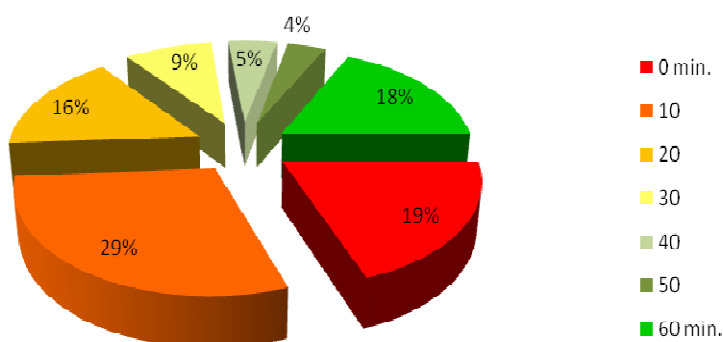
18. Kunt u direct zonlicht regelen door middel van bijvoorbeeld zonnewering of lamellen?



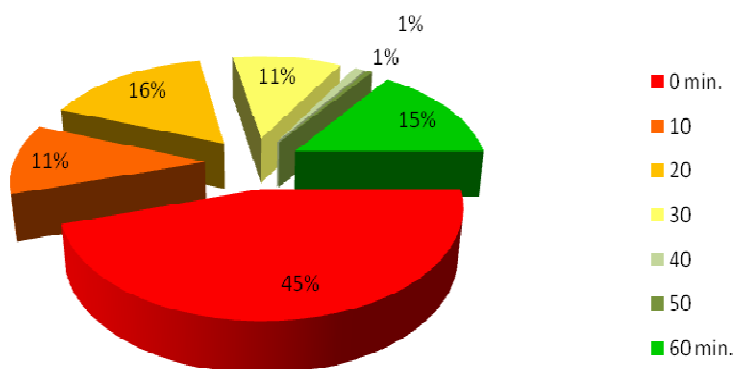
19. Hoe vaak gebruikt u het dan?



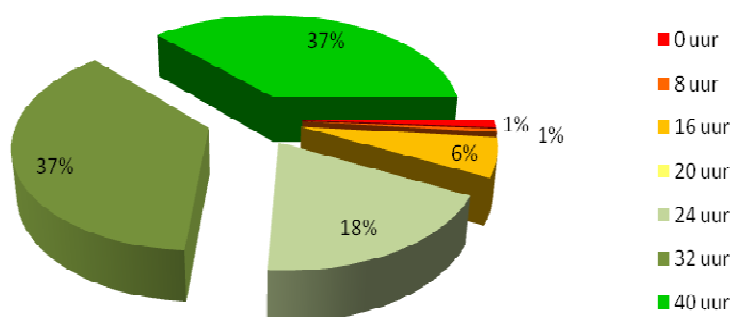
20. Hoeveel tijd bent u gemiddeld de afgelopen week vóór werktijd buiten geweest?



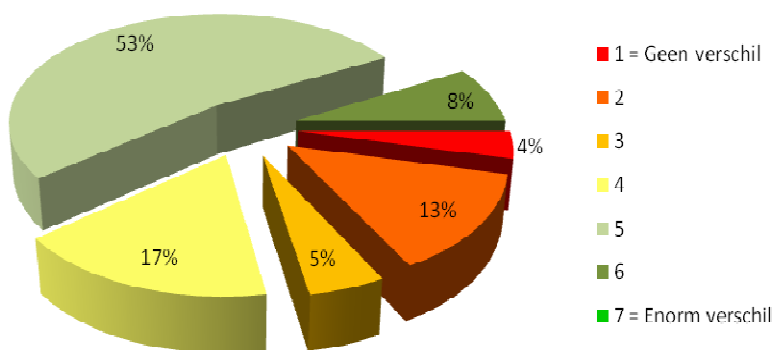
21. Hoeveel tijd bent u gemiddeld de afgelopen week in de pauze buiten geweest?



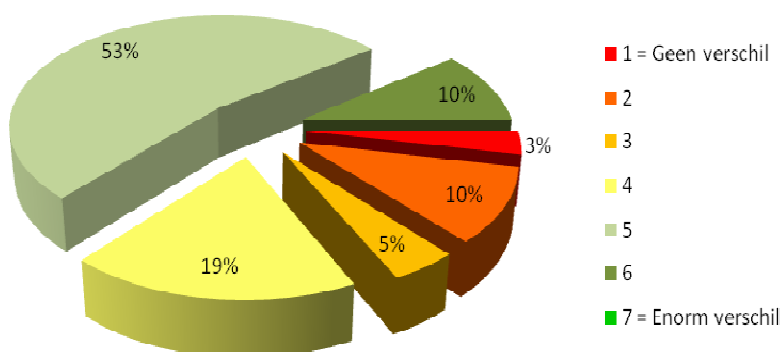
22. Hoeveel tijd heeft u gemiddeld de afgelopen week op uw werkplek doorgebracht?



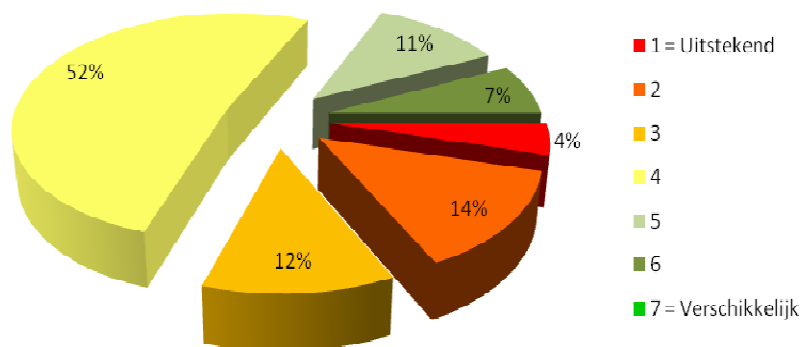
23. Bemerkt u een verschil in uw slaapbehoefte tussen winter en zomer?



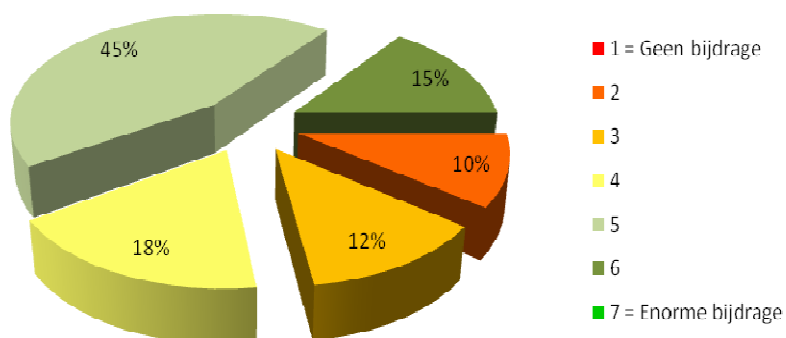
24. Bemerkt u een verschil in uw energie tussen winter en zomer?



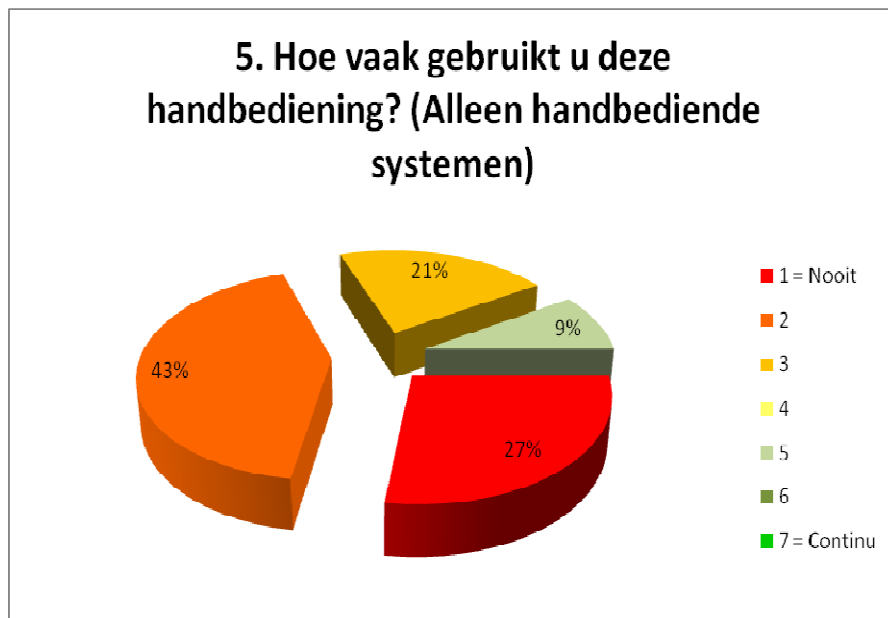
25. Wat vindt u van de sfeer qua interieur op uw werkplek?

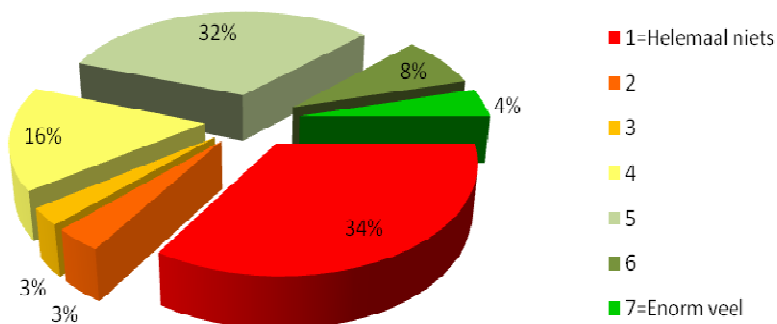
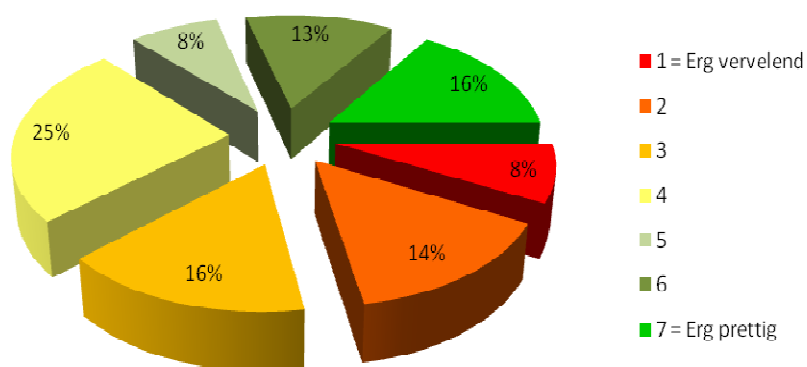


26. In welke mate draagt volgens u de verlichting hieraan bij?

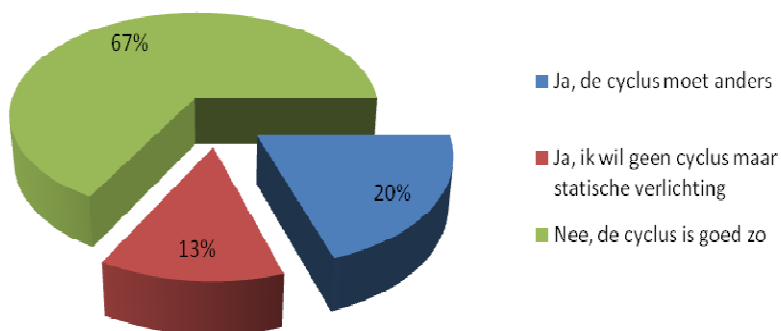


Zones met handbediening

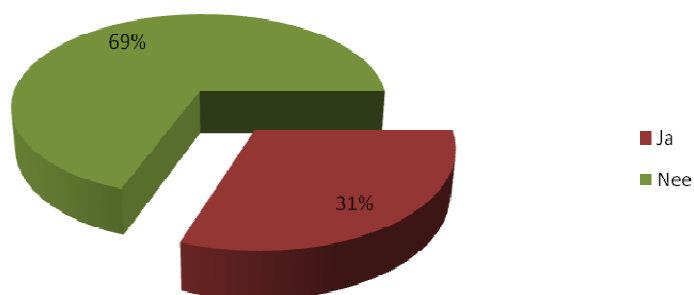


Zones met automatische systemen
6. Merkt u iets van dynamiek in de verlichting? (Alleen automatische systemen)

7. Wat vindt u van deze dynamiek? (Alleen automatische systemen)


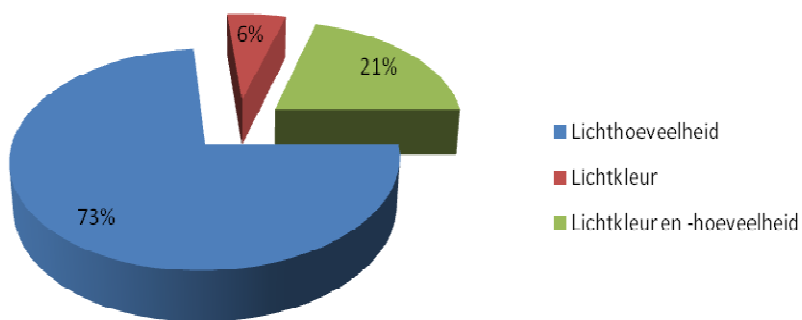
8. Zou u deze dagelijkse cyclus willen aanpassen? (Alleen automatische systemen)



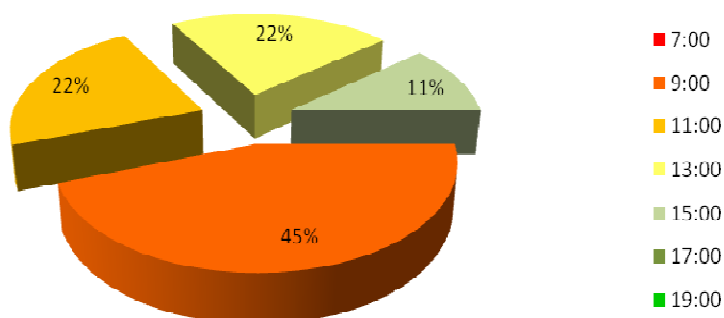
9. Zou u de verlichting op uw werkplek willen aanpassen in hoeveelheid licht of lichtkleur? (Controlegroep)



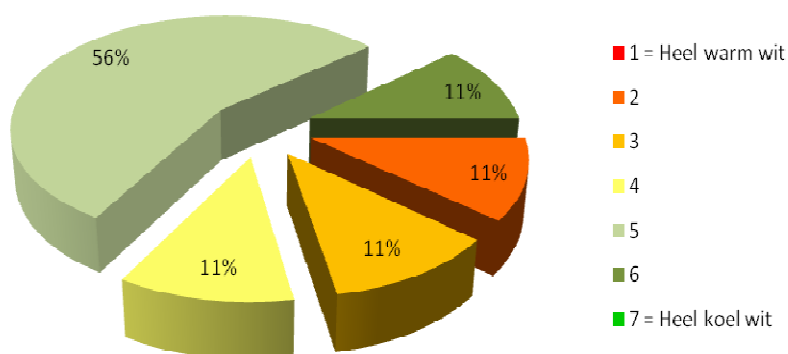
10. Wat zou u willen aanpassen? (Alleen automatische systemen)



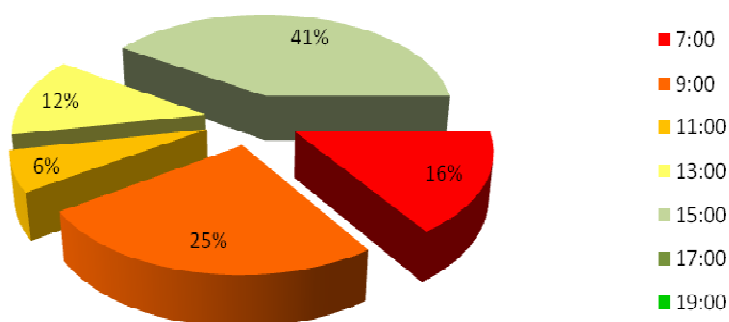
11. Op welk moment zou u met name de lichtkleur willen aanpassen? (Alleen automatische systemen)



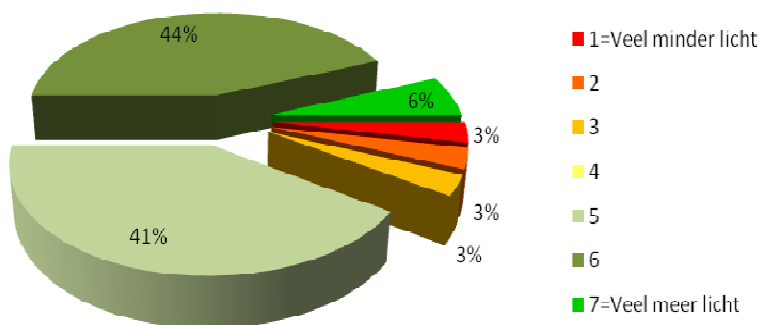
**12. Hoe zou u dan de lichtkleur aanpassen?
(Alleen automatische systemen)**



**13. Op welk moment zou u met name de
hoeveelheid licht willen aanpassen? (Alleen
automatische systemen)**



14. Hoe zou u dan de hoeveelheid licht aanpassen? (Alleen automatische systemen)



9 Conclusies

Uit de verkregen gegevens van de aanleg en het gebruik van de verschillende verlichtingssystemen, de metingen en de enquêtes kunnen verschillende conclusies worden getrokken.

Technologie

Verlichtingssystemen voor biodynamische verlichting en verlichtingssystemen voor individuele regeling van verlichtingsniveau en kleurtemperatuur zijn nog niet op eenvoudige wijze te installeren en in bedrijf te stellen. Dit zal in de praktijk zeker de nodige problemen opleveren als ze worden gemonteerd en aangesloten door de installateur. Dit is ook gebleken bij het in bedrijf stellen van dergelijke systemen in diverse gebouwen in Nederland, met name voor systemen die via een gebouwbeheersysteem worden aangestuurd.

Op een van de locaties met pendelarmaturen, waarbij door de gebruikers een relatief hoog verlichtingsniveau is ingesteld, bleek dat dit problemen gaf met het klimaat in de ruimte. Door het hogere energiegebruik en omdat geen luchtafvoer via de armaturen mogelijk was (voorheen gebeurde dit via inbouwarmaturen in het plafond) liep de ruimtetemperatuur soms teveel op.

Op locatie B – 1^e Verdieping – afdeling PR zijn armaturen van iGuzzini toegepast. Hierin zijn twee lampen met een verschillende kleurtemperatuur naast elkaar geplaatst. Duidelijk naar voren is gekomen dat de ruimte op verschillende locaties hier-

in ook op verschillende wijze werd beleefd. Deze ervaring werd niet als positief beoordeeld.

Oorzaak is het feit dat het licht van lampen met de twee verschillende kleurtemperaturen niet in de armaturen zelf in voldoende mate wordt gemixt.

Hierdoor wordt het plafond plaatselijk in onderling afwijkende kleuren beleefd en wordt het licht op de ene (werk)plek in de ruimte ook anders ervaren dan op andere. De fabrikant zal hier bij verdere ontwikkeling van het systeem rekening mee moeten houden, bijvoorbeeld door toepassing van een diffusor rondom de lampen.

Lichtmetingen periode juni t/m december 2007

Uit de lichtmetingen kunnen een aantal interessante conclusies worden getrokken:

- Op locaties waar de verlichting door de gebruikers kon worden ingesteld, werden in de meeste gevallen horizontale verlichtingssterkten ingesteld van 800 lux tot circa 1900 lux.

- Op locatie D werd de verlichting regelmatig afgestemd op het gebruik van de ruimte. Op locaties waar meerdere mensen gebruik maken van de verlichting is dit niet of nauwelijks het geval.

- Dynamiek van de verlichting, dus regelmatige wisseling van niveau en lichtkleur, blijkt in de praktijk nauwelijks aanwezig. Er is ook relatief weinig verschil tussen de verlichtingsniveaus ter plaatse van de werkplekken ter plaatse van de gevel en die aan de gangzone. Bij het verlichtingssysteem van Etap (locaties E) is nog het duidelijkst waar te nemen dat aan het begin van de dag en na de lunchpauze hogere niveaus voorkomen dan op andere momenten van de dag.

Oorzaak in de gegeven situatie lijkt vooral de relatief geringe lichttoetredingsfactor (LTA-waarde) van de beglazing van het gebouw. Deze bedraagt slechts 0,18, wat inhoudt dat slechts 18% van het daglicht dat op de ramen valt wordt doorgelaten.

Belangrijke vraag is overigens of bij de instelling van een cyclus door de fabrikant rekening wordt gehouden met invallend daglicht.

Lichtmetingen periode december 2007 tot juni 2008

In het algemeen kan worden gesteld dat de resultaten van de metingen in de maanden december tot juni 2008 nauwelijks significante verschillen laten zien met de maanden met een nagenoeg overeenkomstige bijdrage van het daglicht in de periode van juni tot en met december 2007 conform figuur 4.

Uit alle metingen blijkt opnieuw de relatief geringe bijdrage van het daglicht. De verschillen tussen zomer en winter bedragen maximaal 500 lux. Dit geldt in het algemeen voor alle oriëntaties. Met name werkplekken aan de gevel aan de zuid- en westzijde laten enkele uitschieters zien ten gevolge van direct zonlicht.

Enige dynamiek is wel te zien bij de geprogrammeerde verlichtingssystemen op de tweede en derde verdieping. De verschillen zijn iets minder groot dan de vooraf ingestelde niveaus door invloed van het daglicht.

Op de locaties ter plaatse van het systeem van Zumtobel zijn verschillen in niveaus tijdelijk ook veroorzaakt door persoonlijke ingrijpen op de vooraf geprogrammeerde niveaus.

De gemiddelde horizontale verlichtingssterkte varieerde voor de verschillende locaties tussen circa 600 en 1900 lux. De verticale verlichtingssterkte bedroeg hierbij 250 respectievelijk 600 lux.

Zowel de laagste als de hoogste waarden kwamen voor op de locaties waarop het niveau handmatig kon worden ingesteld.

Een uitzondering vormde de kamer met het verlichtingssysteem van RZB, de enige ruimte voor één persoon. De handmatig ingestelde horizontale verlichtingssterkten varieerden hierin van 200 tot 900 lux, een en ander afhankelijk van het gebruik van de ruimte.

De meest voorkomende gemiddelde horizontale verlichtingsniveaus varieerden van 800 tot 1000 lux en de verticale verlichtingssterkte van 400 tot 500 lux.

Figuur 7 laat zien dat een maximale onderdrukking van het slaaphormoon melatonine plaatsvindt vanaf een verlichtingsniveau van 300 lux op het oog. Bij een niveau van 250 lux is dit ongeveer 5% minder.

Hieruit blijkt dat slechts in enkele situaties de onderdrukking van melatonine wenselijk zou zijn.

Enquêtes juni t/m december 2007

De ervaringen van de deelnemers zijn sterk wisselend, mede afhankelijk van de verlichtingsinstallatie waarmee betrokkenen te maken hebben gehad. In grote lijnen zijn te noemen:

- De meest sterk afwijkende installatie ten opzichte van de algemeen toegepaste verlichting in kantoren roept met name wat betreft de kleurtemperatuur (17.000 K) de meest uitgesproken reacties op.

- Bij de nulmeting kwam naar voren dat de gebruikers graag zelf het licht wil kunnen instellen. Bij vooraf in te stellen cycli wil men graag inspraak hebben in de instelling.

- Als algemene conclusie kan worden opgemerkt dat op de locaties waar handmatige instelling mogelijk is, de verlichting als deze eenmaal ingesteld is niet of nauwelijks meer wordt veranderd en ook geen wensen voor aanpassing kenbaar worden gemaakt

- Bij de nulmeting werd aangegeven dat eigenlijk altijd iets wordt ondernomen als men vermoeid of minder alert is in de loop van de dag. Dit gedrag is echter niet terug te vinden in de onderzoeksperiode. Slechts 40% heeft aangegeven in deze periode daadwerkelijk iets ondernomen te hebben.

- Prestatievermogen en concentratie lijken positief te worden beïnvloed door de nieuwe verlichting. De percentages voor een beetje of redelijk wat verbetering lopen

van 20 tot 30%. Er kunnen echter over dit effect nog geen harde conclusies worden getrokken.

- De mogelijke verbanden tussen slaappatroon en uren die in daglicht zijn doorgebracht gedurende de voorgaande dag zijn interessant. Het lijkt zinvol om ook gegevens van de opgedane dosis daglicht in de hieraan voorafgaande week bij de beoordeling hiervan te betrekken.
- Veranderingen in de sfeer zijn slechts een klein aantal malen genoemd. Dit is in zekere zin teleurstellend. Opgemerkt kan worden, dat men bij de nulmeting heeft aangegeven het kantoor nogal vaak als saai te ervaren. Als suggesties voor verbetering van de sfeer scoorden andere kleurstelling, ander meubilair en meer planten elk net zo hoog als andere verlichting.

Enquêtes december 2007 t/m juni 2008

Algemeen:

- bijna 70% vindt een niveau van tenminste 750 lux goed te noemen
- nagenoeg de helft van de ondervraagden geeft aan dat verlichting tamelijk veel bijdraagt aan het prestatievermogen en 12% zelfs zeer veel
- bijna de helft geeft aan het minst alert te zijn om 15.00 uur
- de invloed van licht op alertheid wordt door bijna 75% onderschreven. 35% geeft aan dat deze tamelijk groot is en 10% zeer veel
- 62% geeft aan dat de beïnvloeding van omringende verlichting niet of zeer gering is geweest. De overigen in enige mate of redelijk wat
- 39% geeft aan dat de invloed van daglicht op de beleving tamelijk veel van invloed is geweest, 21% matig en 40% niet of nauwelijks
- de zon is volgens 62% niet of nauwelijks van invloed geweest, voor 15% matig en voor 23% in meer of mindere mate
- 61% was in staat om toetreding van het zonlicht te kunnen regelen, terwijl 51% hiervan geen of nauwelijks gebruik heeft gemaakt
- 48% van de ondervraagden is voor werktijd 10 minuten of minder buiten geweest, 16% circa 20 minuten en 36% tenminste 30 minuten
- tijdens de lunchpauze gaat 56% 10 minuten of minder naar buiten, 16% circa 20 minuten en 28% tenminste 30 minuten
- 37% geeft aan gemiddeld 40 uur per week op de werkplek aanwezig te zijn, 37% gemiddeld 32 uur, 18% gemiddeld 24 uur en de overige 8% minder dan 24 uur
- 53% geeft aan dat het verschil in slaapbehoefte tussen zomer en winter tamelijk groot is, 8% zeer groot en de overige 39% in geen of enige mate. Het verschil in energie komt nagenoeg met deze verhoudingen overeen.
- opnieuw blijkt dat de sfeer met betrekking tot het interieur grotendeels als onvoldoende tot voldoende wordt geacht.
- 60% geeft aan dat de kunstverlichting hieraan een positieve bijdrage kan leveren

Locaties met handbediening:

- 91% geeft aan dat na een eerste instelling de handbediening niet of nauwelijks meer is gebruikt

Locaties met voorgeprogrammeerde biologisch dynamische verlichtingssystemen:

- 44% geeft aan tamelijk tot zeer veel van de dynamiek te merken. De overigen soms of zelfs geheel niet
- 62% geeft aan dynamische verlichting goed tot zeer prettig te vinden. 38% is hiervan niet of in mindere mate gediend
- 67% vindt de ingestelde cyclus goed. De overigen willen dit graag aanpassen of willen liever een statische verlichting
- 73% van de groep die aanpassingen wil zou graag het verlichtingsniveau aangepast willen hebben, 6% de lichtkleur en 21% beide
- 45% wil graag aanpassing van de lichtkleur bij aanvang van de werkzaamheden, 22% om 11.00 uur, 22% direct na de lunch en 11% om 15.00 uur
- 56% wil graag een neutraal witte lichtkleur (ca. 4000 K), 11% wil graag koeler licht en de overigen warmer wit licht
- aanpassing van het verlichtingsniveau wordt voor zeer uiteenlopende tijdstippen gewenst: 16% om 7.00 uur voor degenen die vroeg beginnen, 25% om 9.00 uur, 6% om 11.00 uur, 12% om 13.00 uur en 41% om 15.00 uur
- 91% wil dan graag meer tot zeer veel meer licht, 9% vindt dat het met minder toe kan

Algemene conclusies

Volgens NEN-EN 12464-1: “Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen” is voor kantoorruimten voor het uitvoeren van de visuele taak een minimale gemiddelde verlichtingssterkte van 500 lux vereist.

In Nederland wordt deze minimale waarde in het algemeen als uitgangspunt voor het ontwerp genomen. Dit houdt in dat een verticale verlichtingsniveau van circa 175 tot 250 lux aanwezig zal zijn, een en ander afhankelijk van de toegepaste verlichtingsarmaturen. Dit heeft tot gevolg dat met name in de donkere maanden van het jaar bij aanvang van de werktijd geen volledige onderdrukking van het slaaphormoon plaats kan vinden. Dit kan dus ook van invloed zijn op de productiviteit en mogelijk ook op het welbevinden in de gegeven situatie.

Op nagenoeg alle locaties was een niveau van tenminste 750 lux aanwezig, op locatie A2 – Administratie zelfs circa 1800 lux tot meer dan 2000 lux. Deze groep bleek het meest tevreden over toegepaste systeem, niveau en sfeer.

De meesten in de geautomatiseerde zones (met 750 tot 900 lux) die aangaven aanpassingen te willen, zouden op bepaalde tijden graag een hoger niveau willen.

Conclusie is daarom dat een hoger niveau dan het minimaal volgens de norm voorgeschreven niveau wenselijk is om goed te kunnen functioneren. Dit is overigens ook in het verleden door diverse onderzoeken aangetoond.

Ook een algemene conclusie is dat een groot deel van de geënquêteerden vindt dat verlichting een bijdrage levert aan het prestatievermogen en de alertheid. Tevens dat

er een groot verschil is in energie en slaapbehoefte in de winter. Meer licht zou hieraan een belangrijke positieve bijdrage aan kunnen leveren.

Wat niet direct is af te leiden uit de enquêtes is welke groep het meest tevreden is, die met een handbediend systeem of met geautomatiseerd verlichtingssysteem. Wel is het zo dat die met een automatisch systeem graag zo nu en dan aanpassingen zouden willen, terwijl de groep met de mogelijkheid om handmatig de verlichting te kunnen beïnvloeden dit na een bepaalde instelling niet of nauwelijks meer doen. Dit geldt met name voor de ruimten waarin zich meerdere mensen bevinden.

Verlichting en energiegebruik

Zowel bij de verlichting met persoonlijke instellingsmogelijkheden als die met de voorgeprogrammeerde instellingen worden op nagenoeg alle locaties verlichtingsniveaus van 800 lux en meer als comfortabel ervaren. Dit is tenminste 300 lux meer dan minimaal is vereist volgens eerder genoemde norm NEN-EN 12464-1.

Dit houdt in dat het geïnstalleerde vermogen ook tenminste 60% hoger dient te zijn en in de gegeven situatie tevens het energiegebruik.

Om nu te voorkomen dat het energiegebruik zal stijgen, moet ervoor gezorgd worden dat meer gebruik kan worden gemaakt van het daglicht. Dit houdt in dat de kunstverlichting regelbaar dient te zijn. Bij toepassing van een voorgeprogrammeerd biologisch dynamisch verlichtingssysteem dient ook een lichtsensor te worden toegepast. Via deze sensor moet er dan wel voor worden gezorgd dat gewenste minimale waarden voor verlichtingsniveau en kleurtemperatuur blijven gehandhaafd.

In de gegeven situatie kan slechts in zeer beperkte mate of nauwelijks gebruik worden gemaakt van het daglicht voor beperking van het energiegebruik, omdat beglazing is toegepast met een zeer geringe lichtdoorlatendheid.

Maatschappelijke ontwikkelingen

Door diverse onderzoeken is aangetoond dat biologische, dynamische verlichting ook een positieve bijdrage levert aan onder andere prestatie en welbevinden. Er zijn door diverse fabrikanten systemen op de markt gebracht die hierop zijn gebaseerd. Toch worden ze vooralsnog relatief weinig toegepast.

Dit wordt mogelijk veroorzaakt door het feit dat maatschappelijk energie-efficiënte verlichting in de afgelopen jaren een hoge prioriteit heeft gekregen.

10 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Zoals was te verwachten levert het uitgevoerde onderzoek wel een aantal belangrijke conclusies op, maar deze zijn nog steeds onvoldoende om concrete uitspraken te doen over de mate van de verbetering van prestatie, welbevinden en gezondheid in kantooromgevingen.

Het blijft daarom belangrijk om verder onderzoek uit te voeren, op basis van de opgedane ervaringen en verkregen resultaten.

Op basis van de resultaten van het onderzoek dient overleg plaats te vinden met de leveranciers van de biodynamische verlichting betreffende mogelijke aanpassingen van de cyclus (niveau en kleurtemperatuur), eventueel ook verschillend voor zomer en winter in overleg met fabrikanten. Dit onder andere om mogelijk meer dynamiek te kunnen realiseren.

Om het energiegebruik zo beperkt mogelijk te houden, dient tevens gezocht te worden naar een nauwkeuriger afstelling van de bovengrens van de verlichtingssterkte. Tevens moet worden afgestemd of het mogelijk is om de cyclus af te stemmen op het daglicht, zowel met betrekking tot dynamiek als het energiegebruik.

Om meer inzicht te krijgen in het effect van daglicht op de dynamiek van de verlichting op de werkplek is het aan te bevelen om één of meer systemen parallel toepassen in gebouw met meer daglichttoetreding (voorstel is het gebouw van Trilux in Amersfoort).

Om beter inzicht te krijgen in de toepassing van en ervaringen met biodynamische verlichtingssystemen in de praktijk is het zeker ook zinvol om te onderzoeken waar overeenkomstige systemen zijn toegepast en ervaringen van de gebruikers te inventariseren.

Verder wetenschappelijk onderzoek is nodig om invloed op productie, alertheid, veiligheid, welbevinden en zo mogelijk ook gezondheid ten opzichte van de meer gangbare tot nu toe in kantoren toegepaste verlichtingssystemen te kunnen kwantificeren.

Er zou ook meer onderzoek uitgevoerd moeten worden over de wijze waarop de bijdrage van daglicht kan leiden tot een acceptabel en maatschappelijk verantwoord energiegebruik.

Bijlage 1

ALGEMENE GEGEVENS METINGEN

Situering werkplekken en samenstelling gebruikers:

- Oriëntatie proefgebieden: noord, oost, zuid, west
- 28 Werkplekken bezet door medewerkers die regelmatig aanwezig zijn
- De groep medewerkers bestaat uit mannen en vrouwen van diverse leeftijden

Metingen:

- Wekelijks op vrijdag om de twee uur vanaf 8.00 tot 17.00 uur
- Horizontale verlichtingssterkte op de werkplek
- Verticale verlichtingssterkte op ooghoogte in vier verschillende richtingen: Raam, evenwijdig aan het raam in twee richtingen en vanaf het raam

Metingen op enkele locaties voor bepaling cyclus:

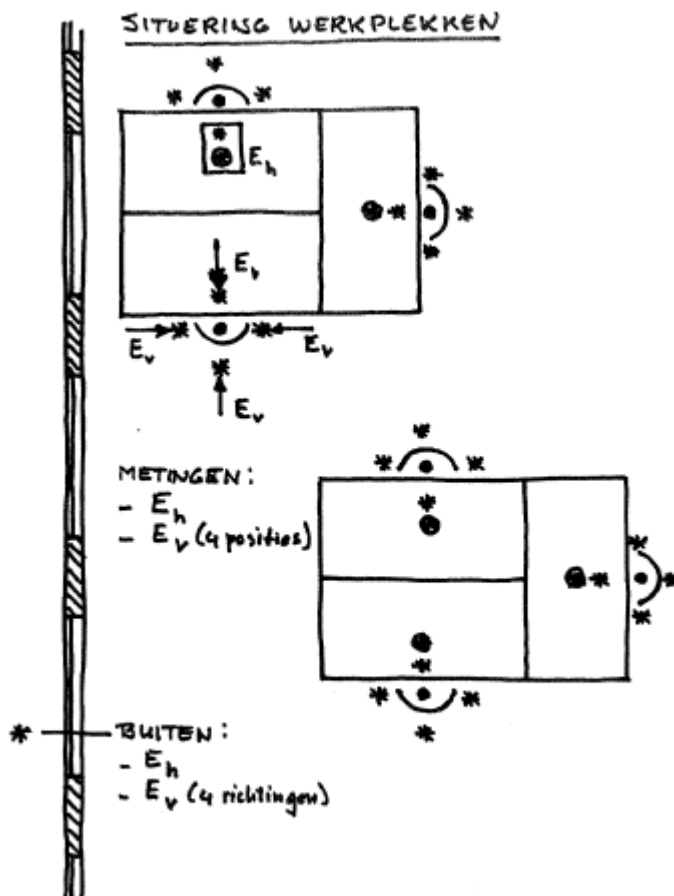
- Kleurtemperatuur
- Kleurweergave-index R_a
- Spectrale samenstelling zichtbaar licht

Totaal aantal uitgevoerde metingen bedroeg circa 20.000 in de periode van juni t/m december 2008 en circa. 8.000 in de periode van december 2007 tot juni 2008.

Enquêtes:

- wekelijks via e-mail

Bijlage 2





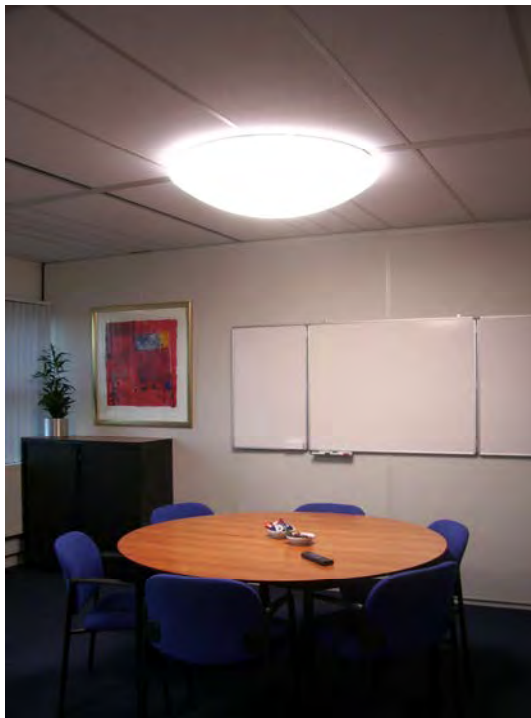
Trilux – locatie A1 – Begane grond - Bedrijfsbureau



Trilux – locatie A2 – Begane grond – Administratie (handmatige bediening)



iGuzzini – locatie B – 1^e Verdieping – afdeling PR (handmatige bediening)



RZB – locatie C – 1^e Verdieping – directie (handmatige bediening)



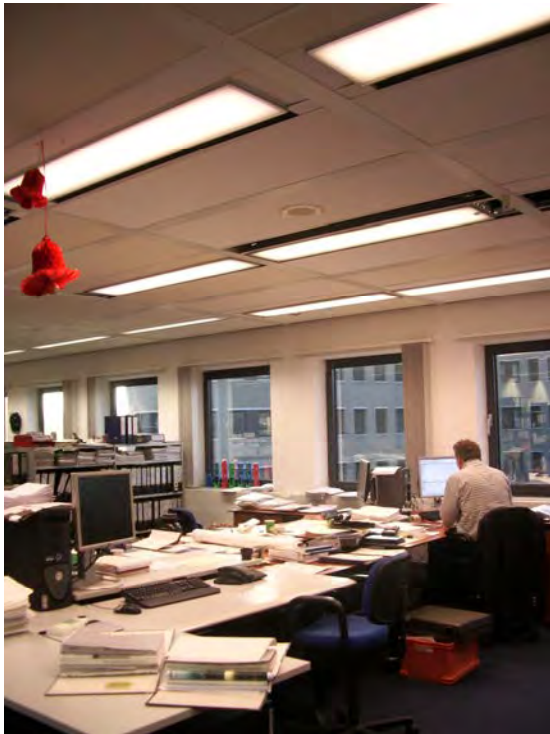
Zumtobel – locatie D – 2^e Verdieping – afdeling calculatie + beheer&onderhoud



Etap – locatie E – 2^e Verdieping



idem (nageregeld)



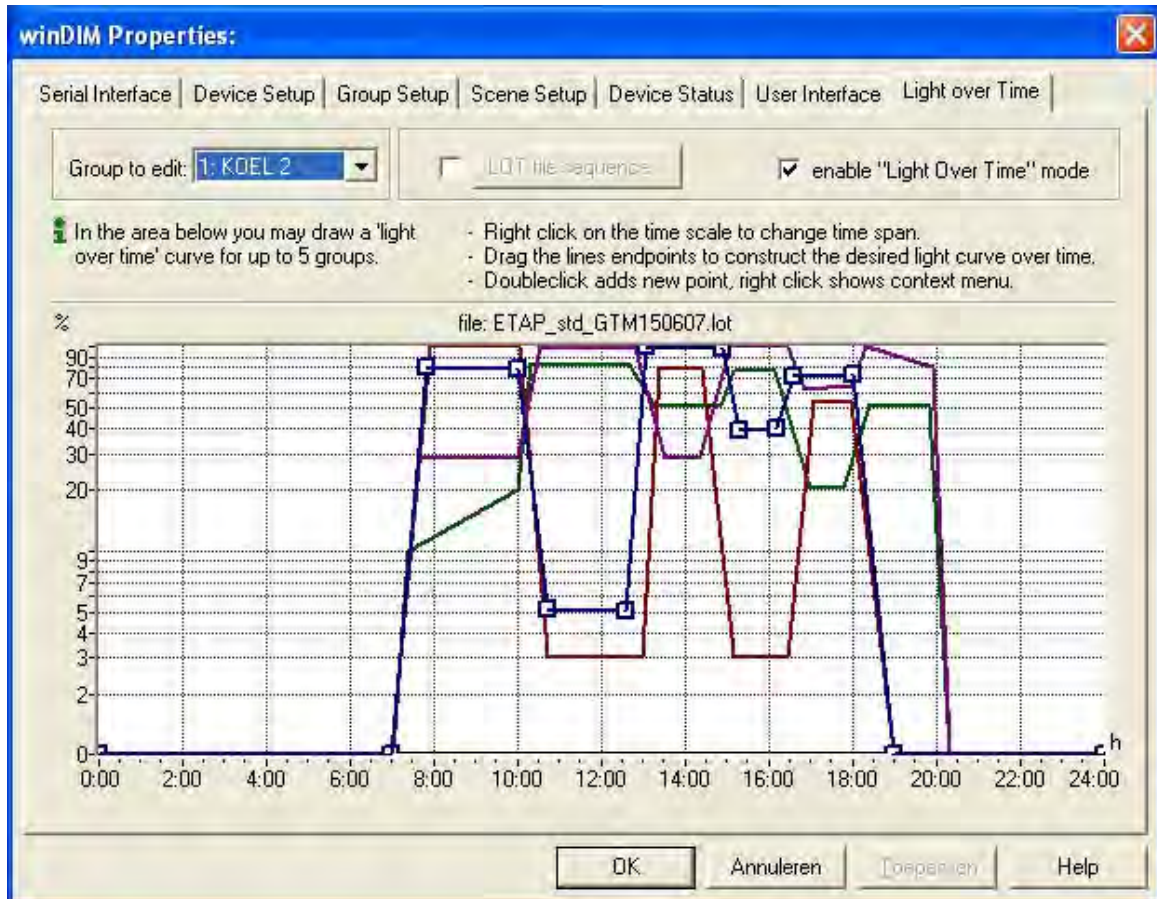
Philips – locatie F1 – 3^e Verdieping



Philips – locatie F2 – 3^e Verdieping (handmatige bediening)

Bijlage 7

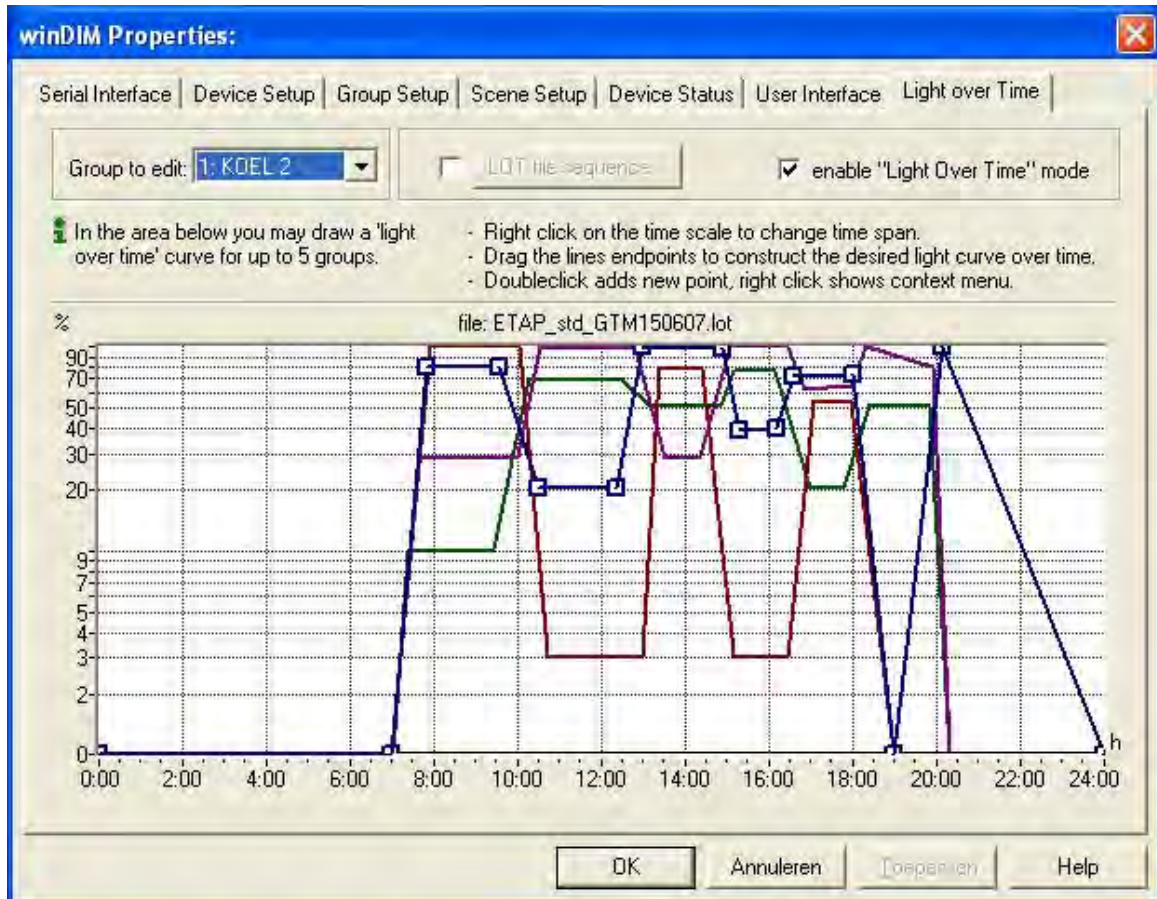
Cycli uitsturing warme en koele lampen systeem Etap in % volgens logaritmische schaal op 9 juli 2007.



De bruine (gedurende de gehele onderzoeksperiode ongewijzigd) en de blauwe kromme geven het percentage van de lichtopbrengst van de koelwitte lampen op de betreffende tijdstippen van de werkdag in resp. de zone met de vooraf geprogrammeerde cyclus en in de zone die op verzoek van de gebruikers is bijgesteld op hiervoor genoemde datum.

De paarse (ook gedurende de gehele onderzoeksperiode ongewijzigd) respectievelijk de groene geven het percentage van de lichtopbrengst van de warmwitte lampen.

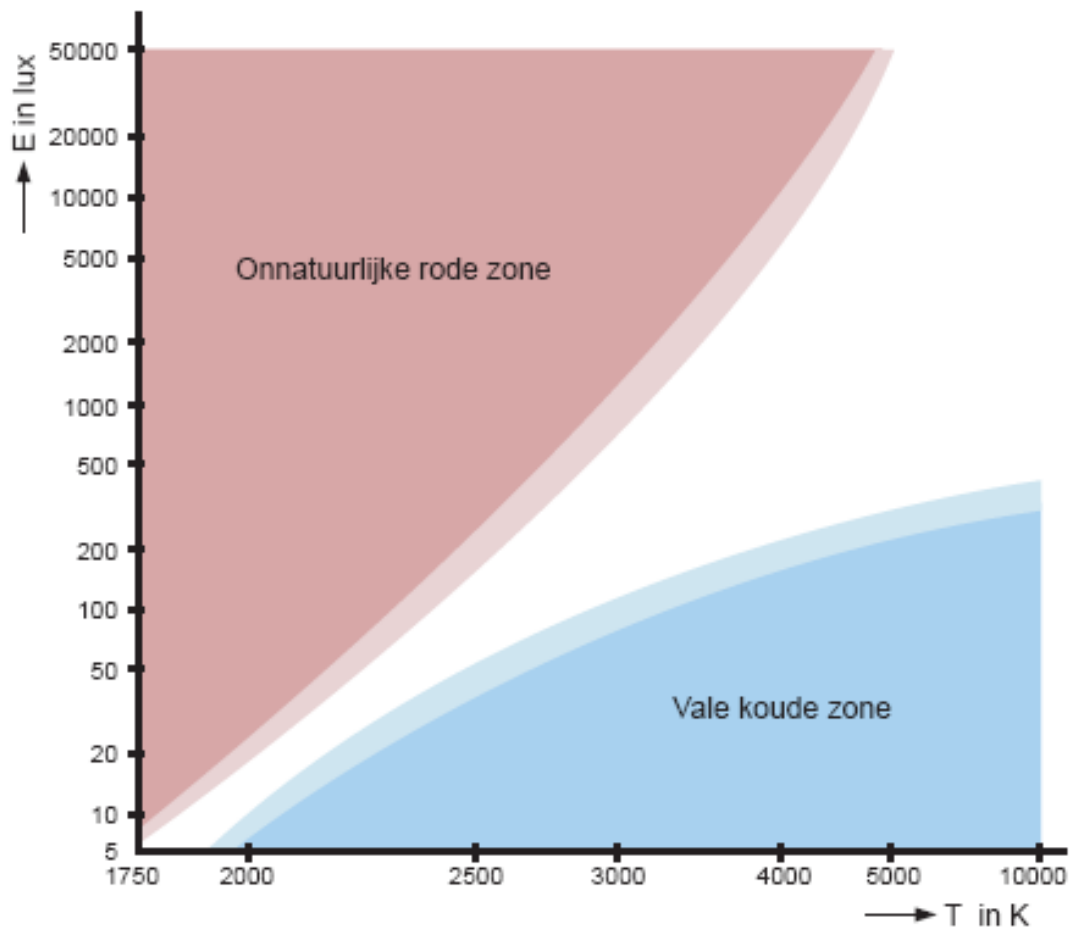
Cycli uitsturing warme en koele lampen in % volgens logaritmische schaal op 20 juli 2007.



De bruine (gedurende de gehele onderzoeksperiode ongewijzigd) en de blauwe kromme geven het percentage van de lichtopbrengst van de koelwitte lampen op de betreffende tijdstippen van de werkdag in resp. de zone met de vooraf geprogrammeerde cyclus en in de zone die op verzoek van de gebruikers is bijgesteld op hiervoor genoemde datum.

De paarse (ook gedurende de gehele onderzoeksperiode ongewijzigd) respectievelijk de groene geven het percentage van de lichtopbrengst van de warmwitte lampen.

Bijlage 8

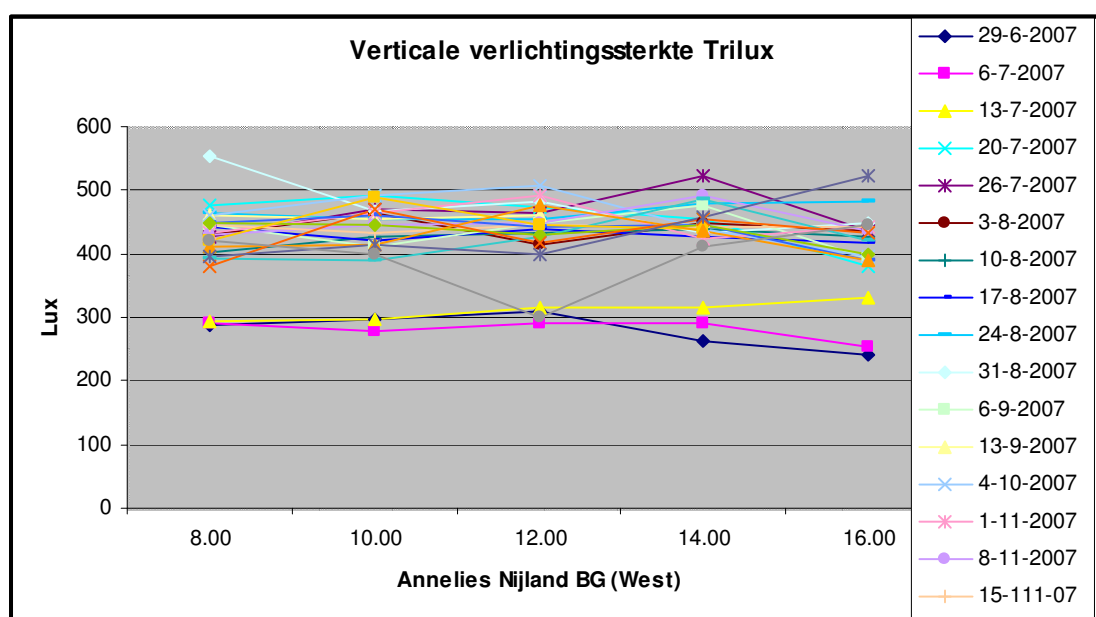
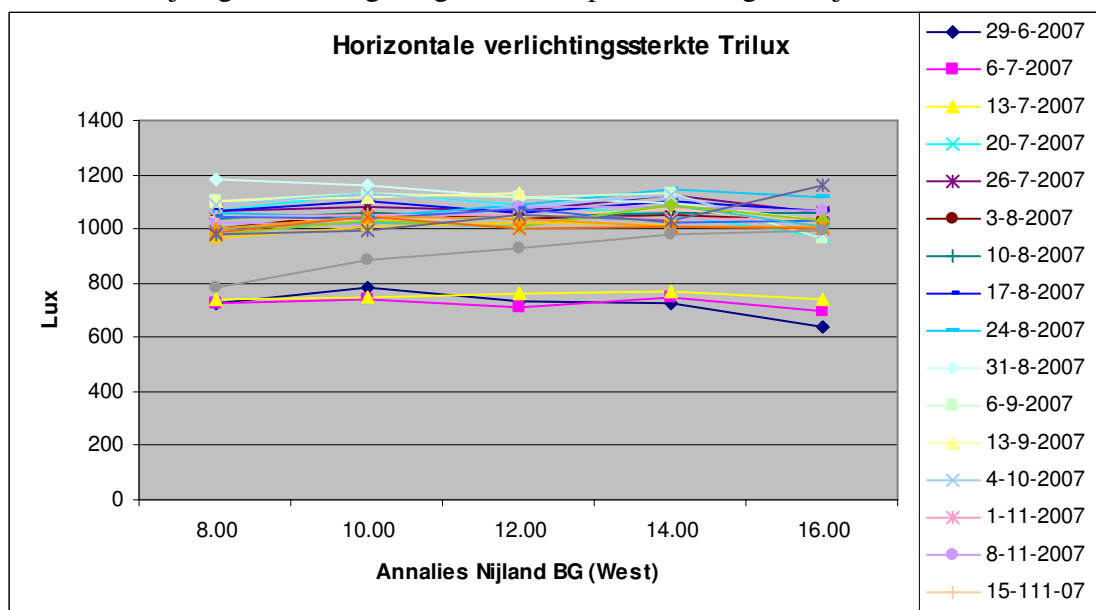


Relatie kleurtemperatuur en verlichtingssterkte volgens Kruithof

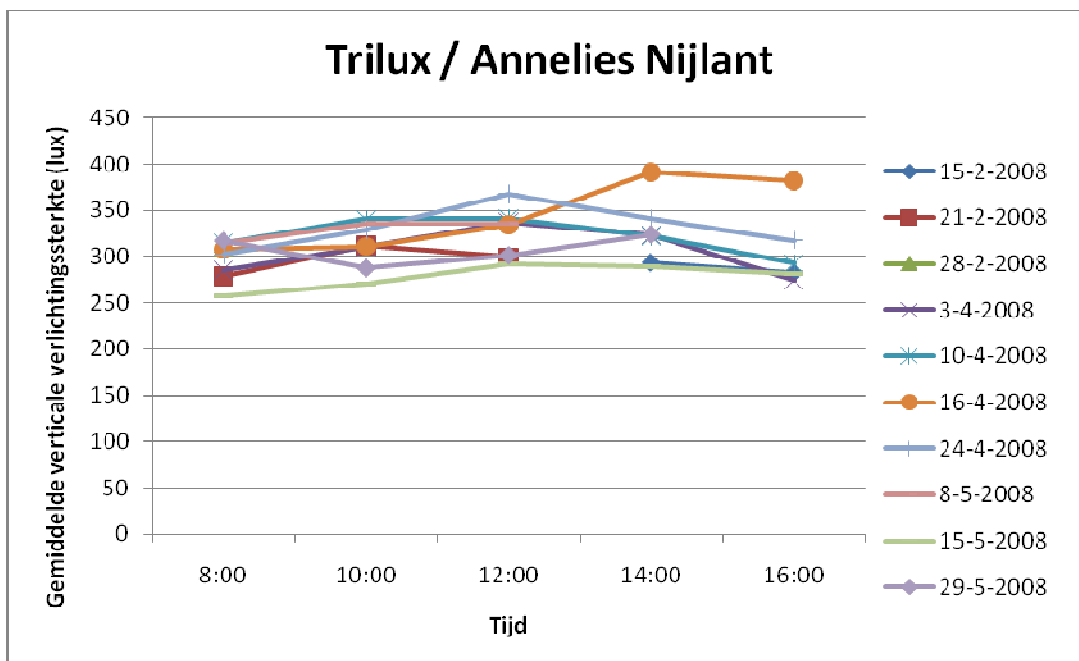
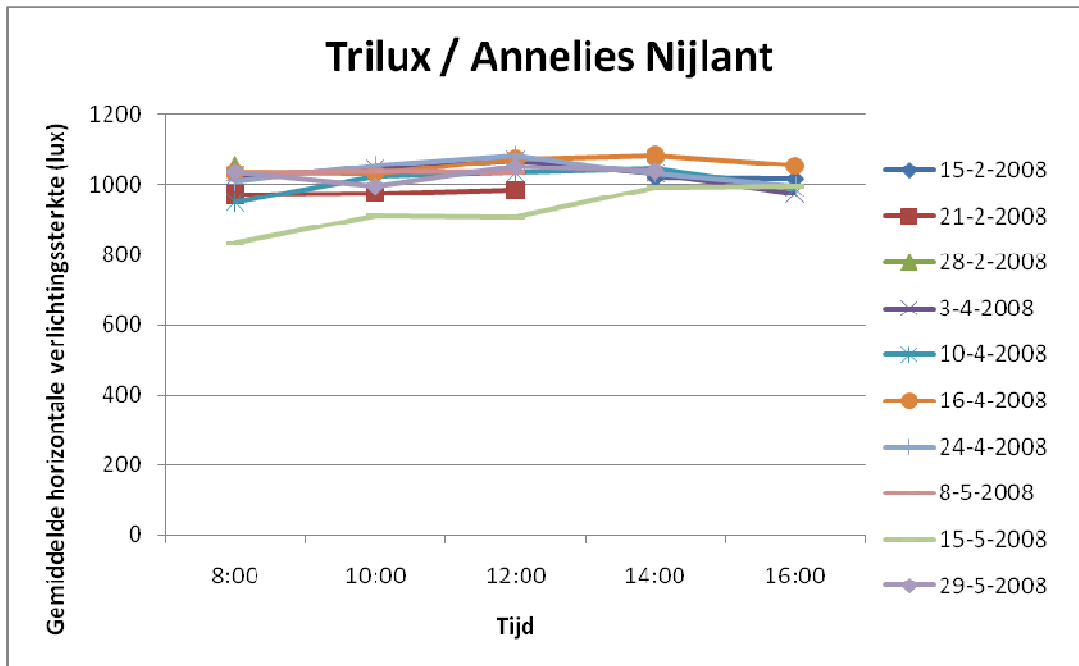
Bijlage 9

Meetresultaten horizontale, verticale en gemiddelde verlichtingssterkten op diverse locaties in de periode van juni t/m december 2007 en in de periode van februari t/m mei 2008.

De tussen haakjes geplaatste windrichting geeft de kijkrichting aan van de betreffende deelnemer.

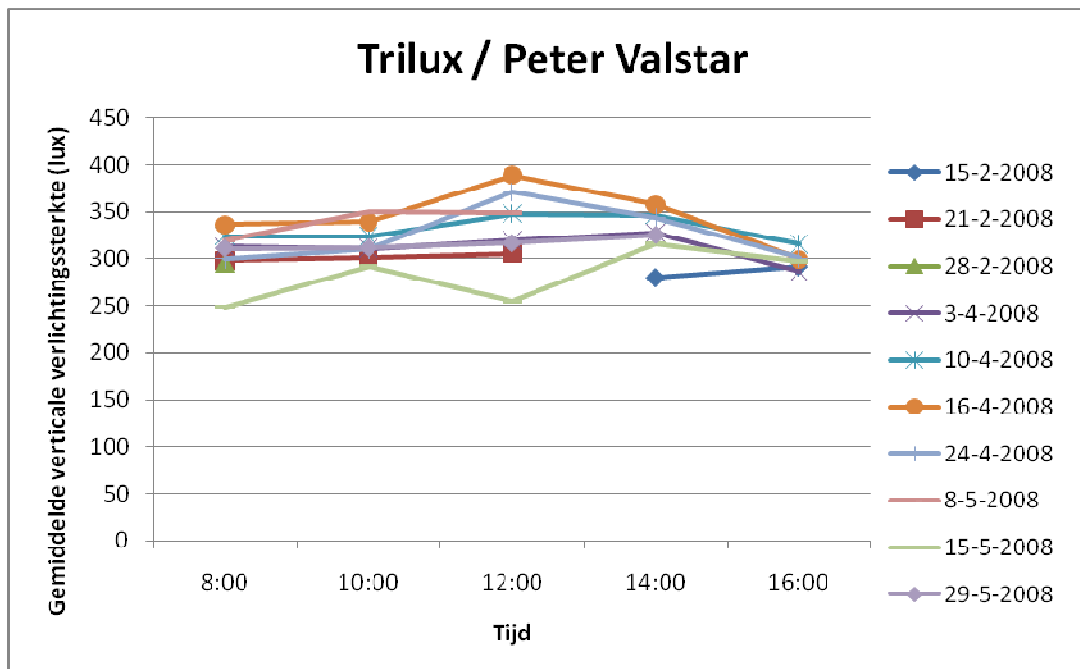
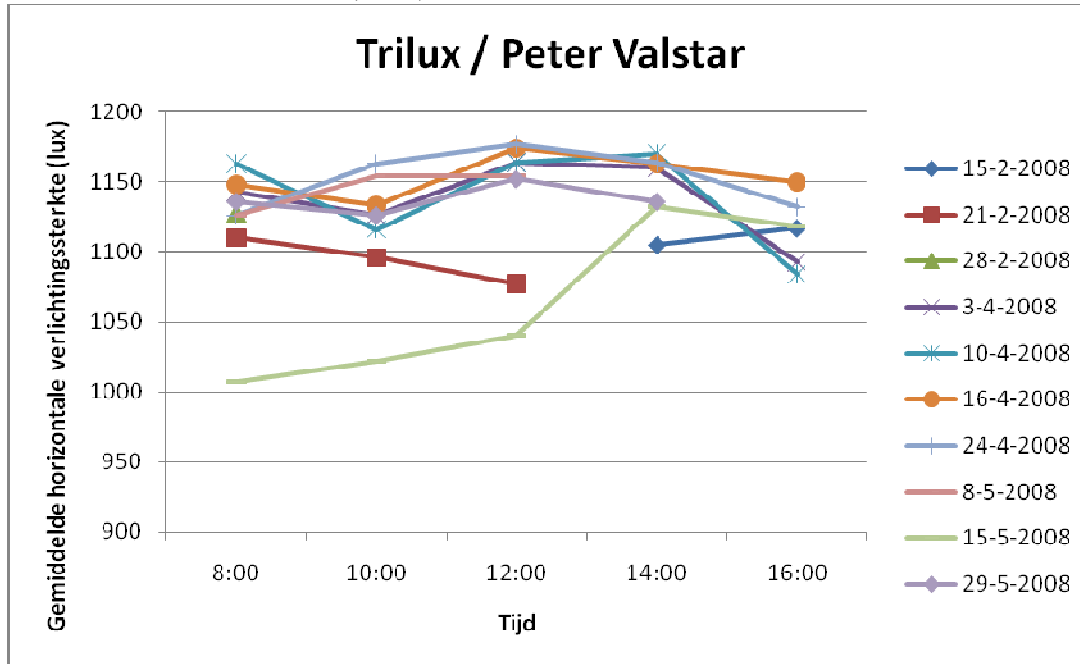
Gevel noordzijde gebouw, begane grond, werkplek aan de gevelzijde – locatie A1


Locatie 23

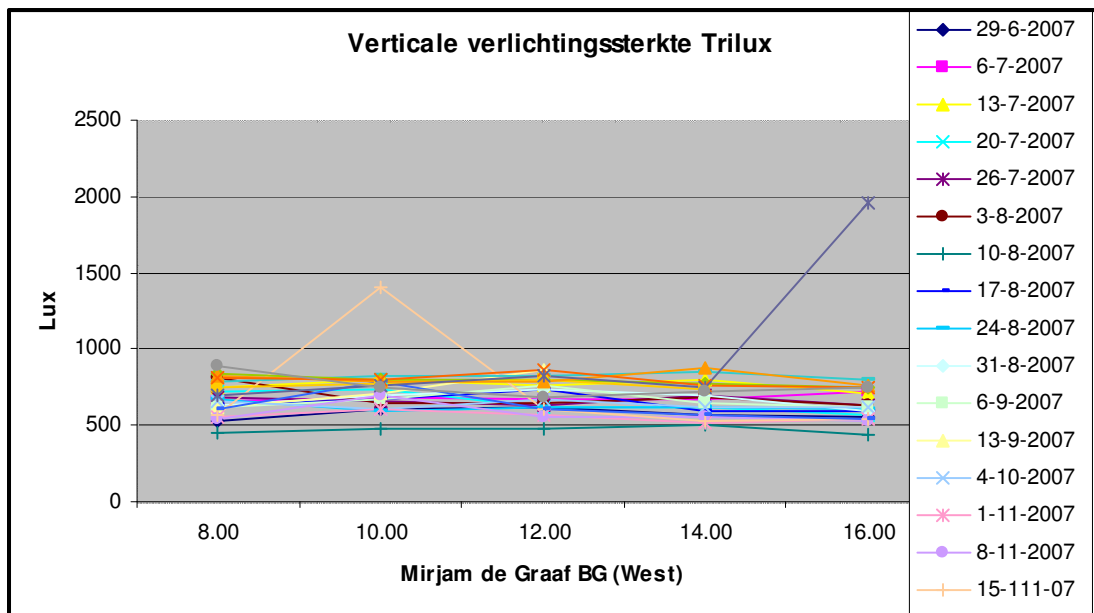
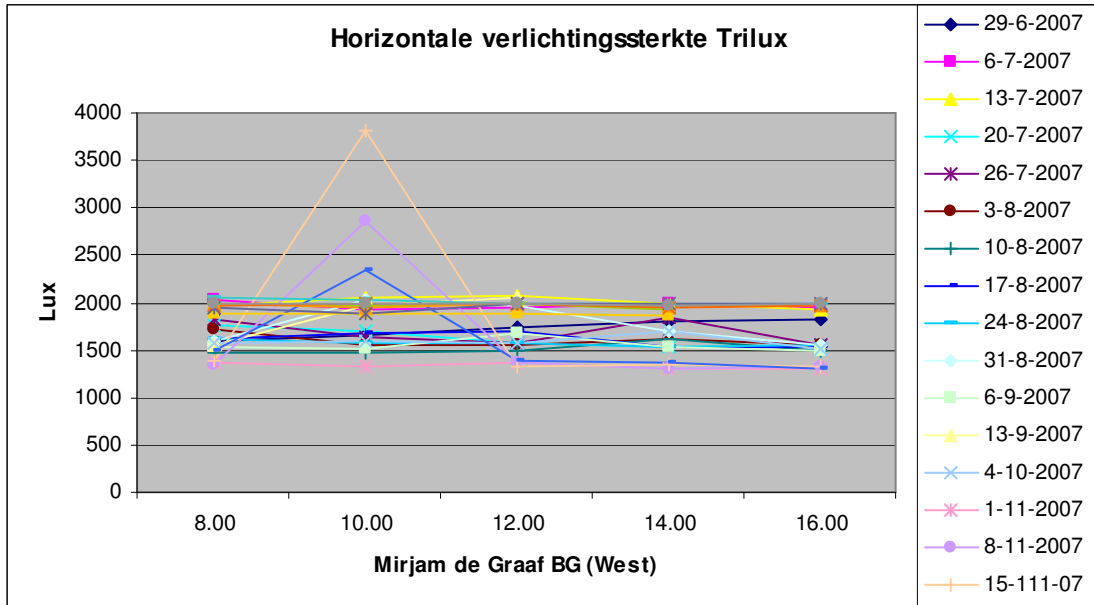


Gevel noordzijde gebouw, begane grond, werkplek aan de gevelzijde – locatie A1

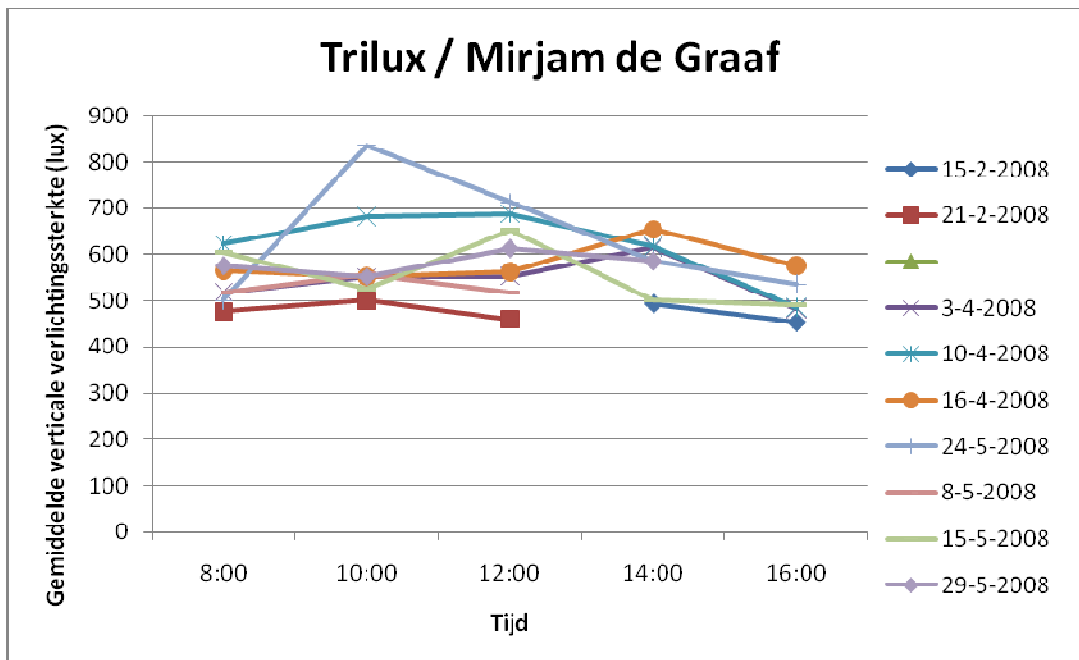
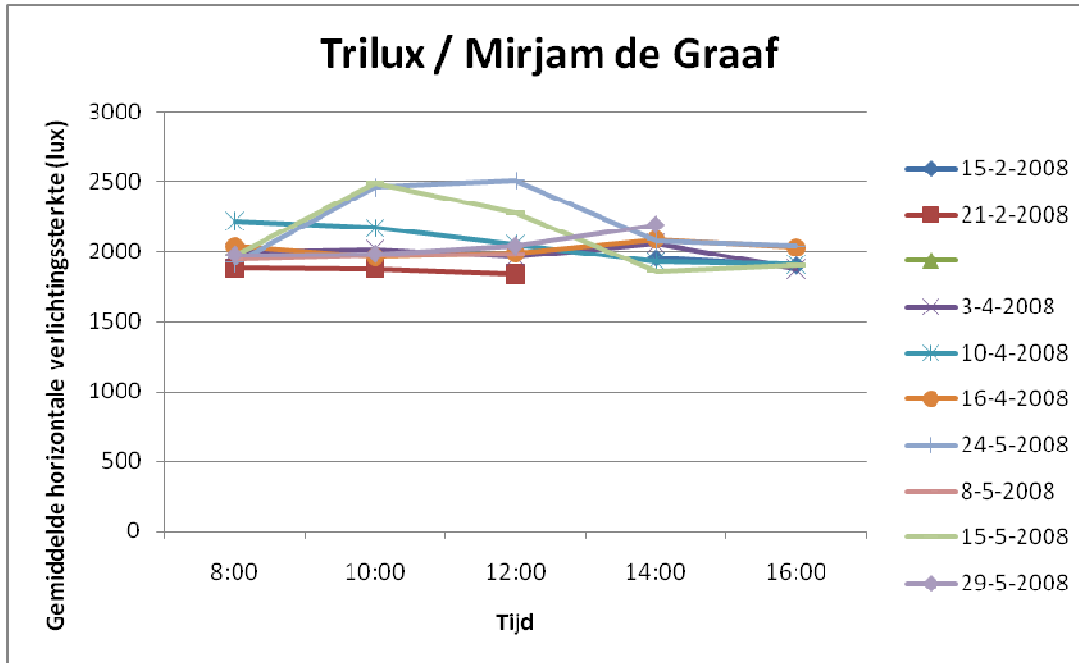
Locatie 24 – Peter Valstar (Oost)



Gevel zuidzijde gebouw, begane grond, werkplek aan de gevelzijde – locatie A2

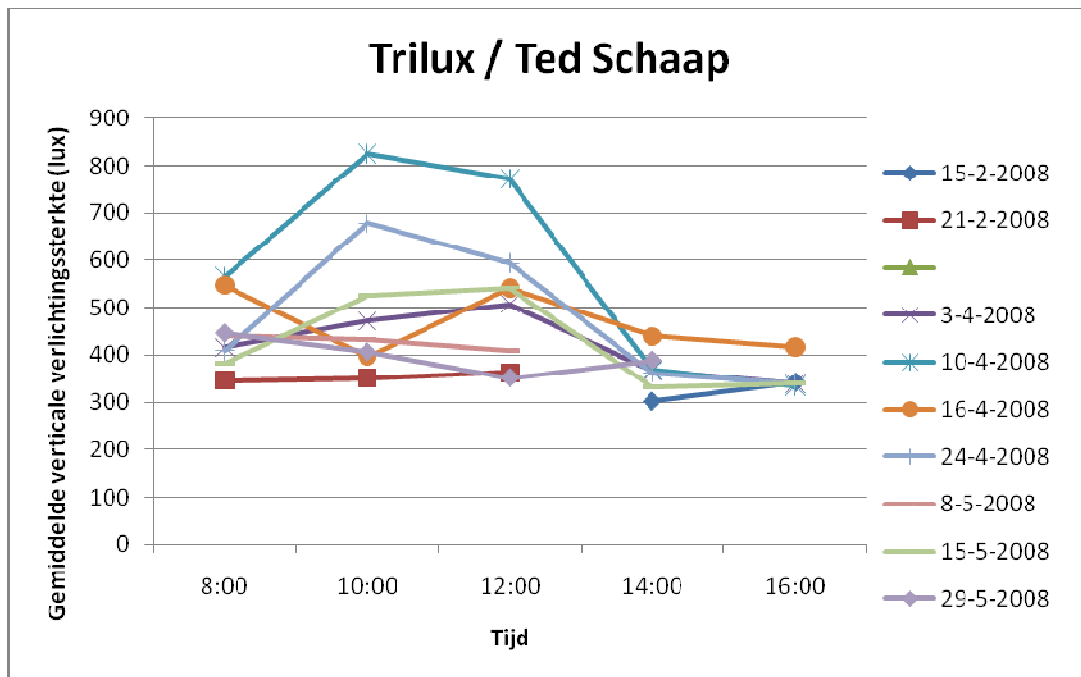
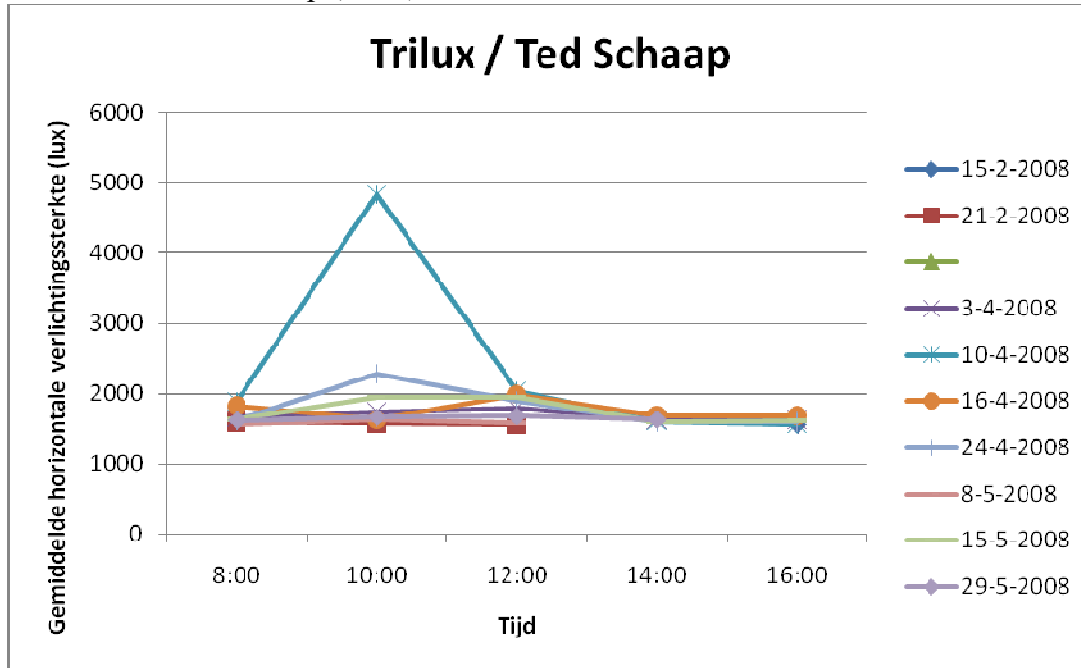


Locatie 27



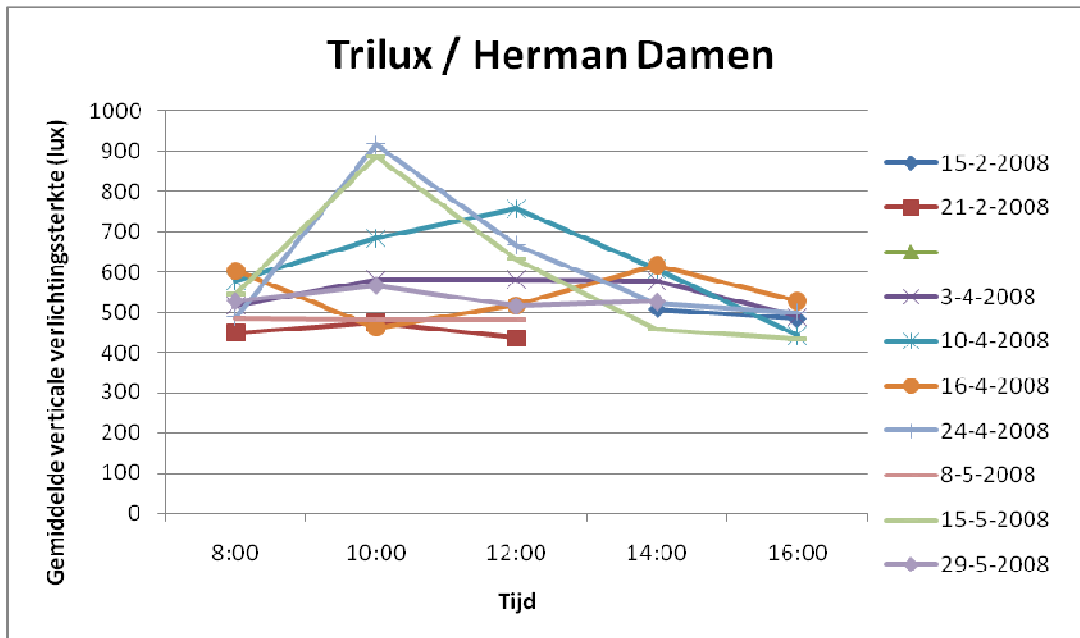
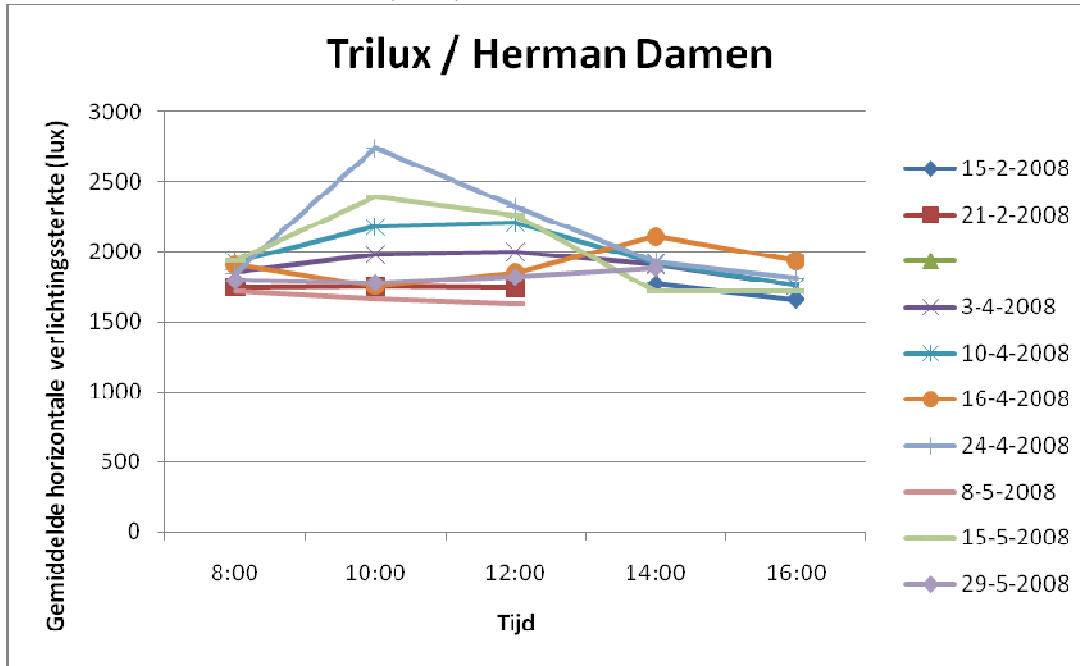
Gevel zuidzijde gebouw, begane grond, werkplek aan de gevelzijde – locatie A2

Locatie 25 – Ted Schaap (West)



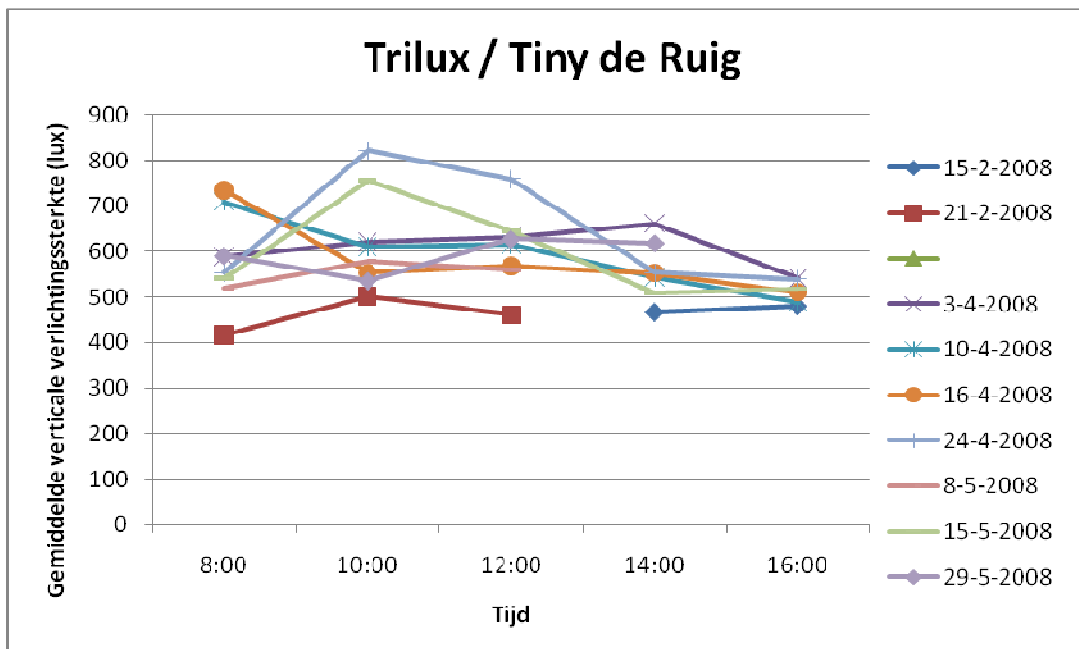
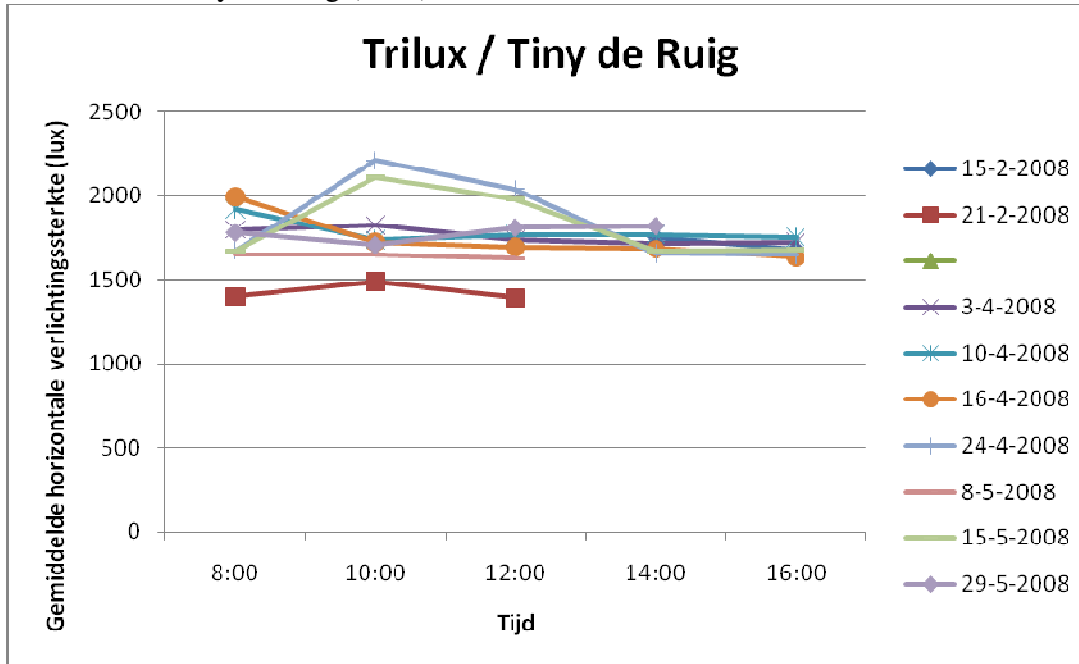
Gevel zuidzijde gebouw, begane grond, werkplek aan de gangzijde – locatie A2

Locatie 26 – Herman Damen (Oost)

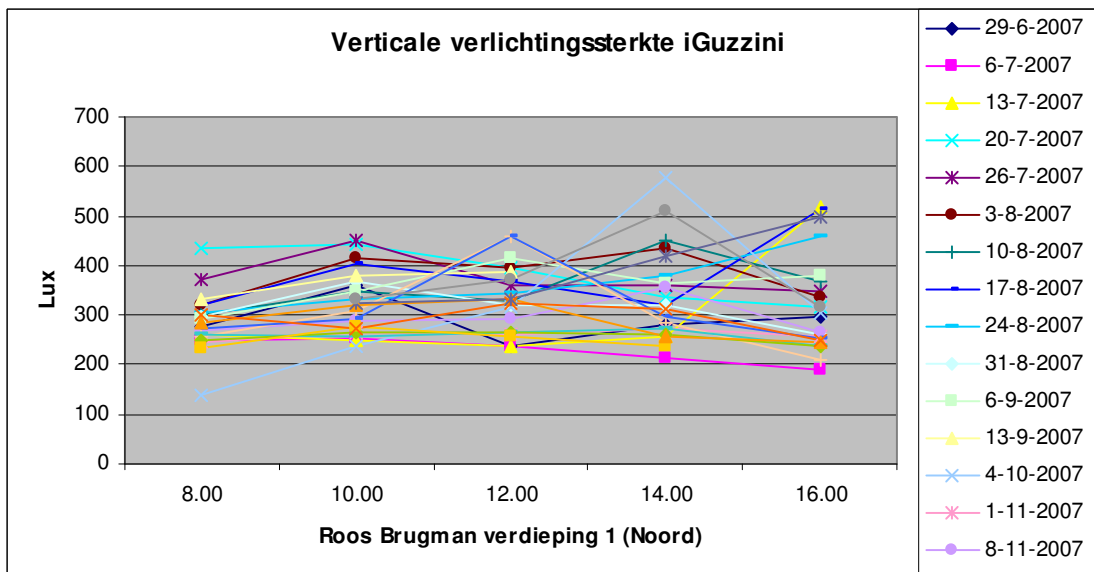
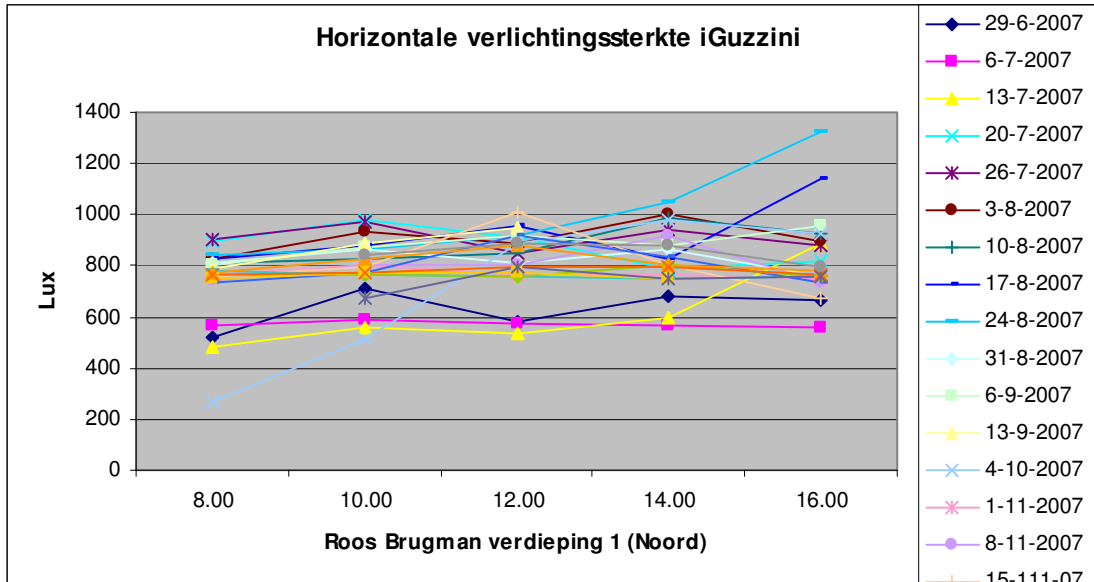


Gevel zuidzijde gebouw, begane grond, werkplek aan de gevelzijde – locatie A2

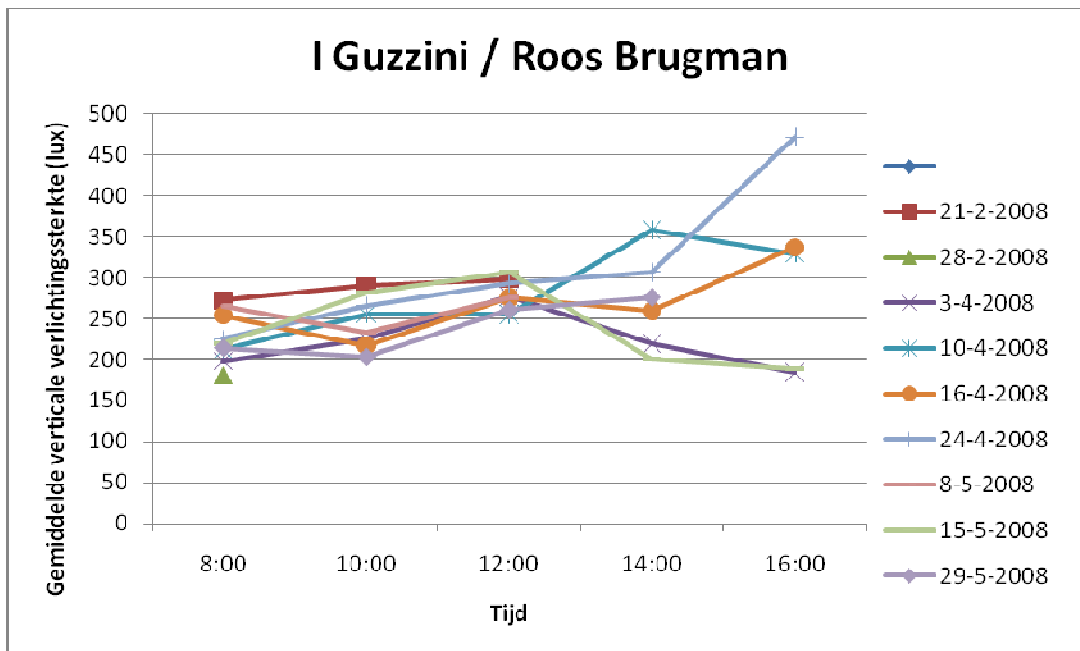
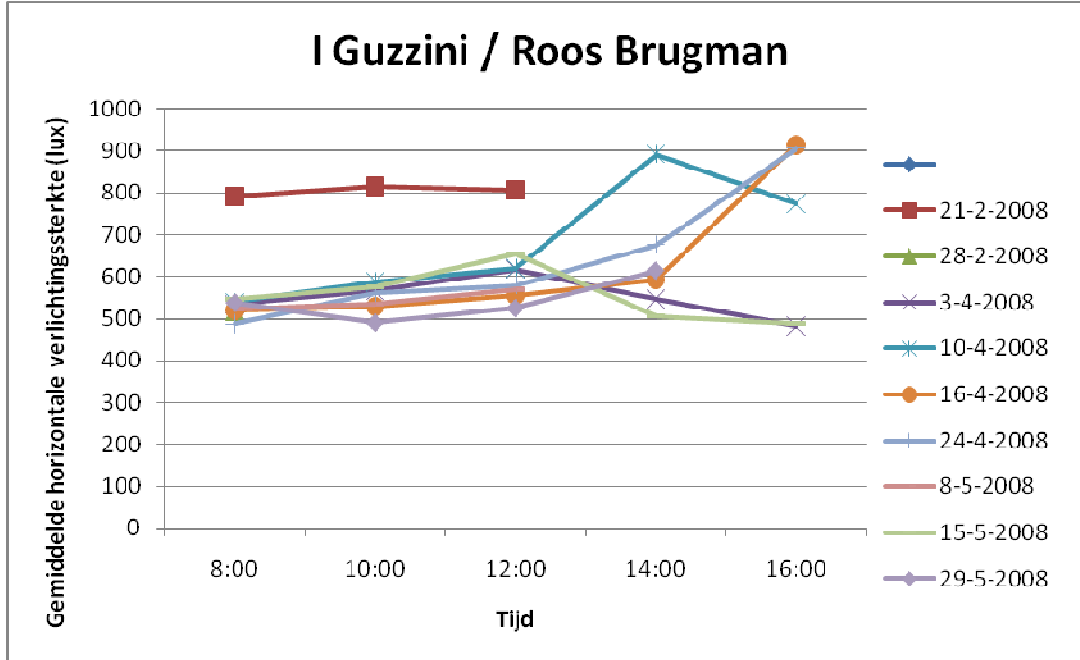
Locatie 28 – Tiny de Ruig (Oost)



Gevel westzijde gebouw, 1^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie B

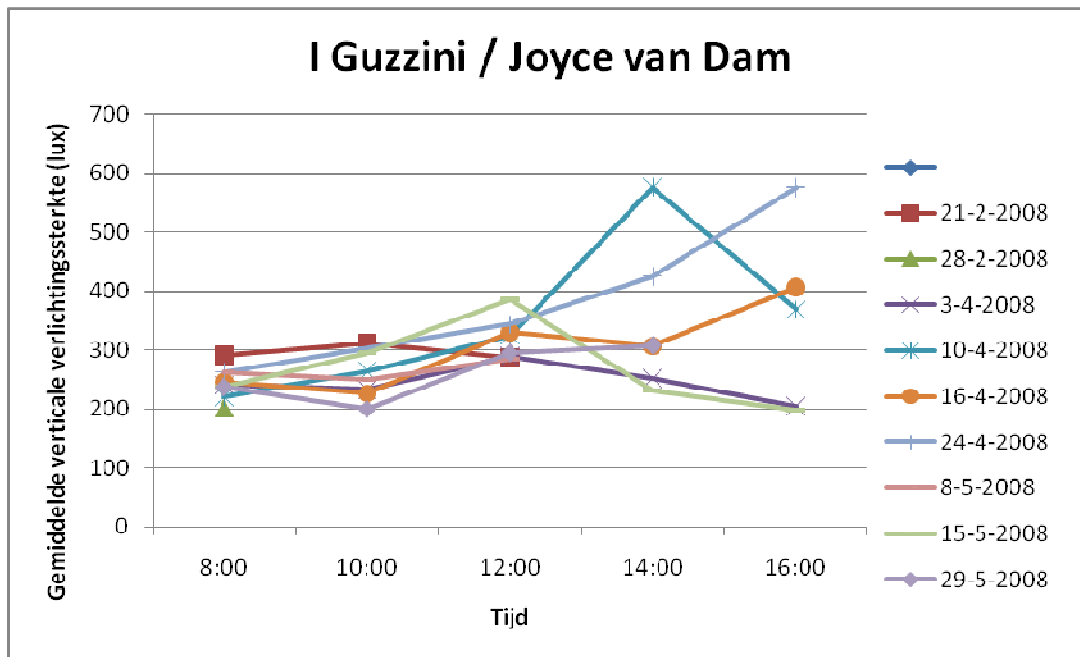
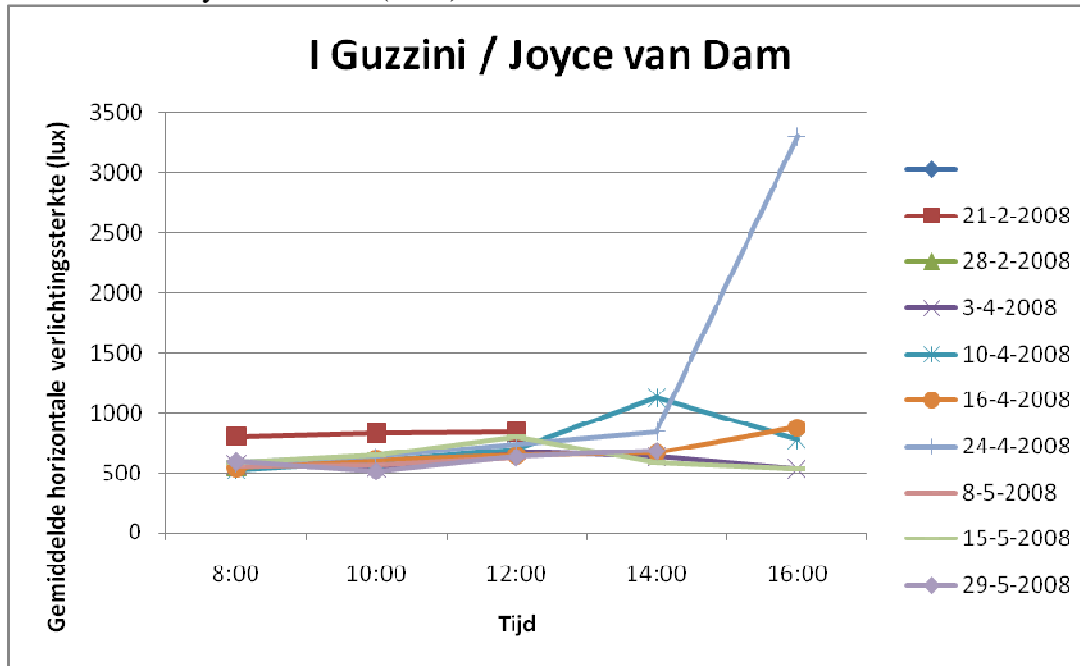


Locatie 20

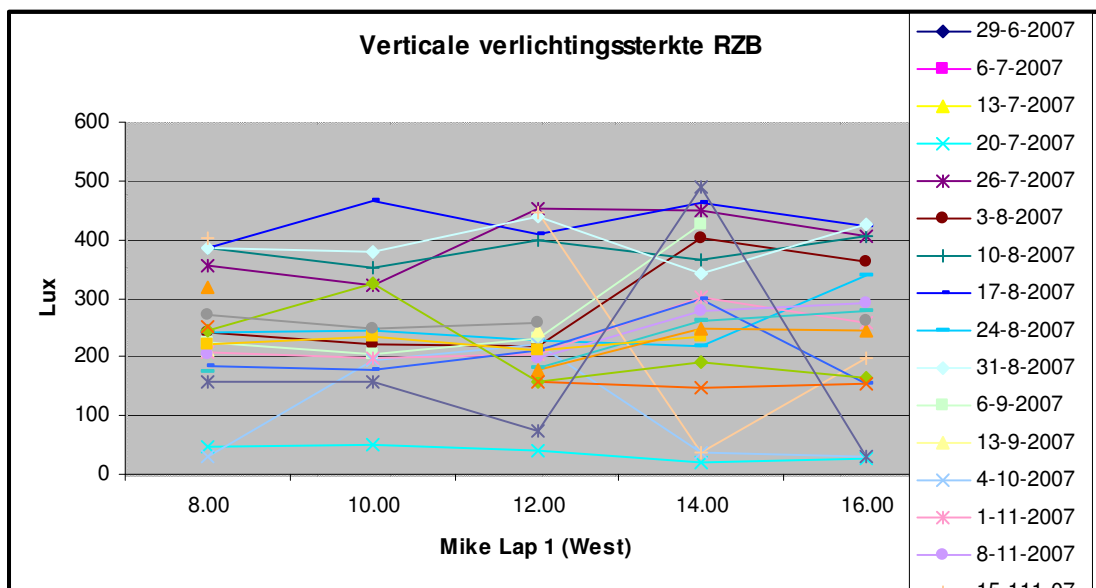
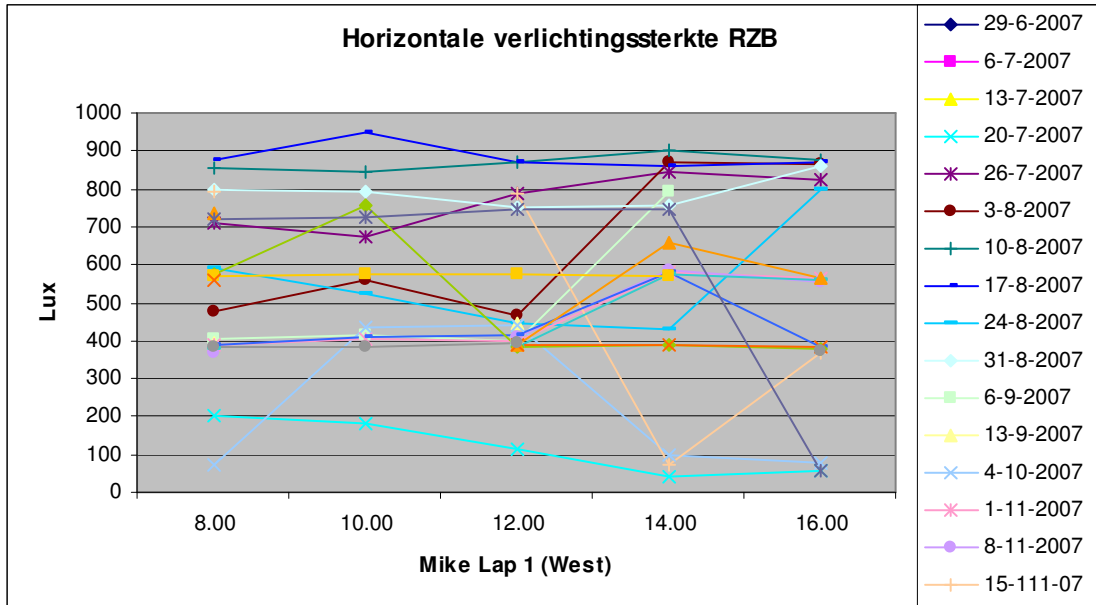


Gevel westzijde gebouw, 1^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie B

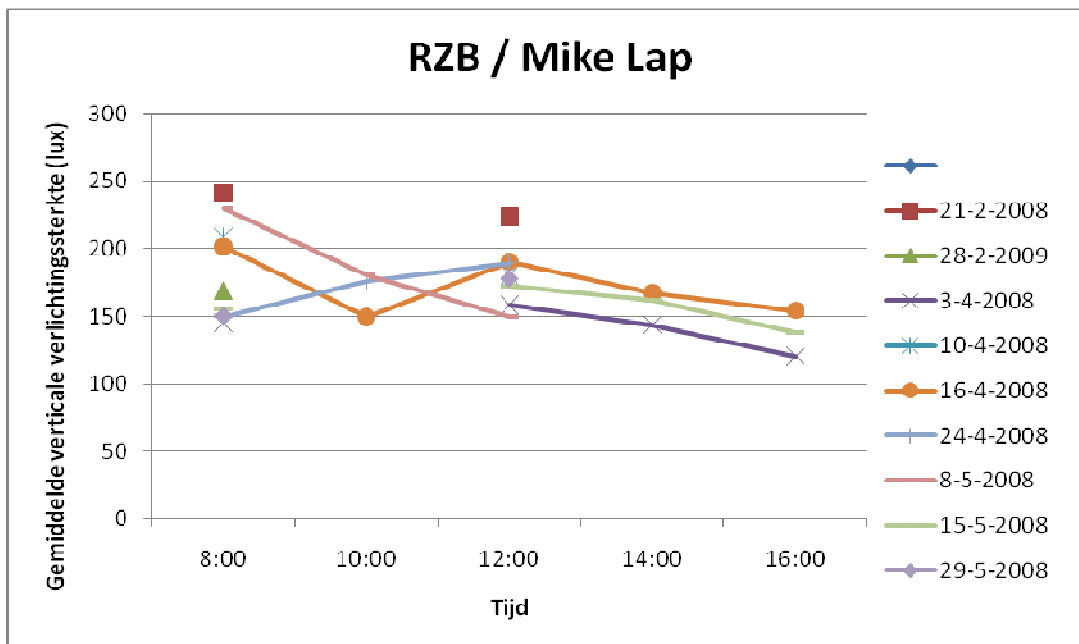
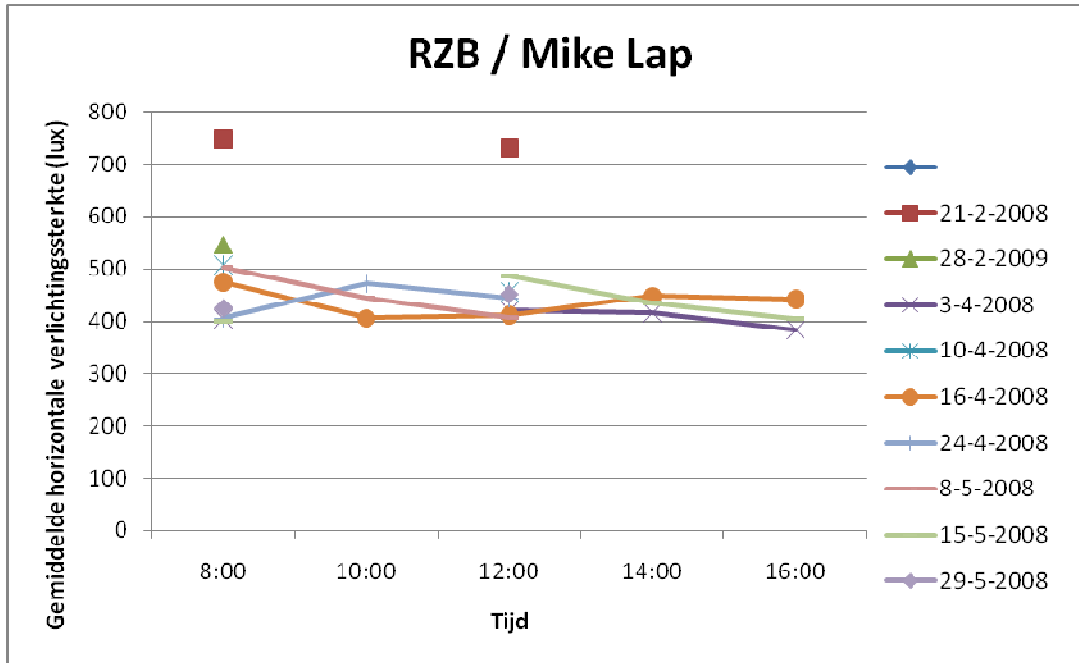
Locatie 21 – Joyce van Dam (Zuid)



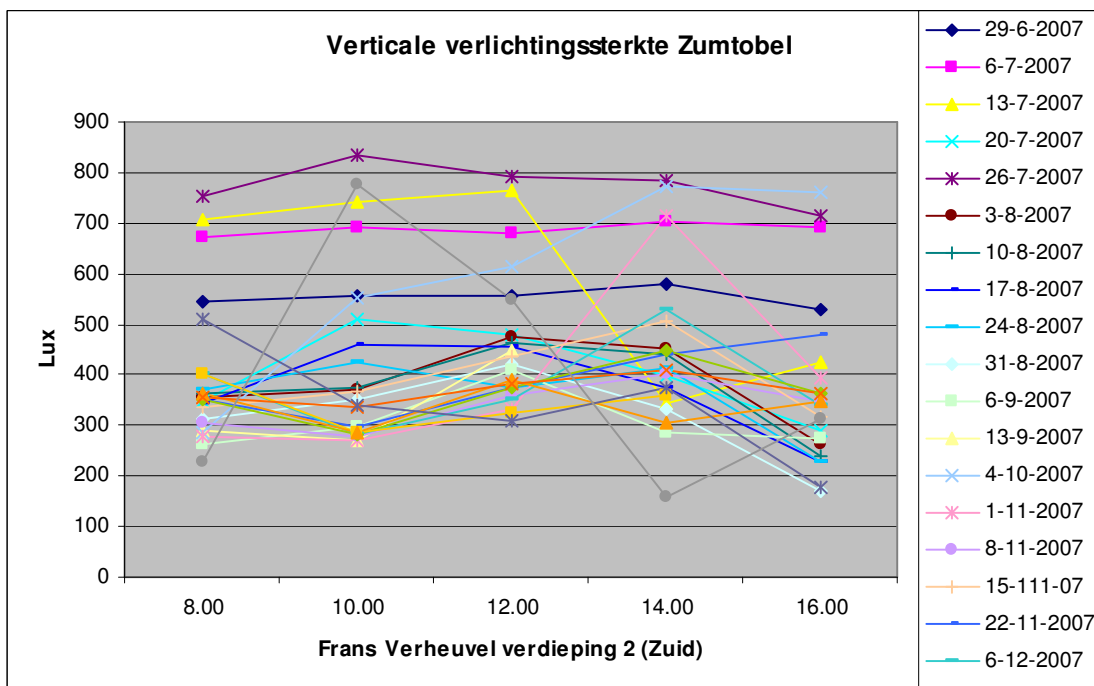
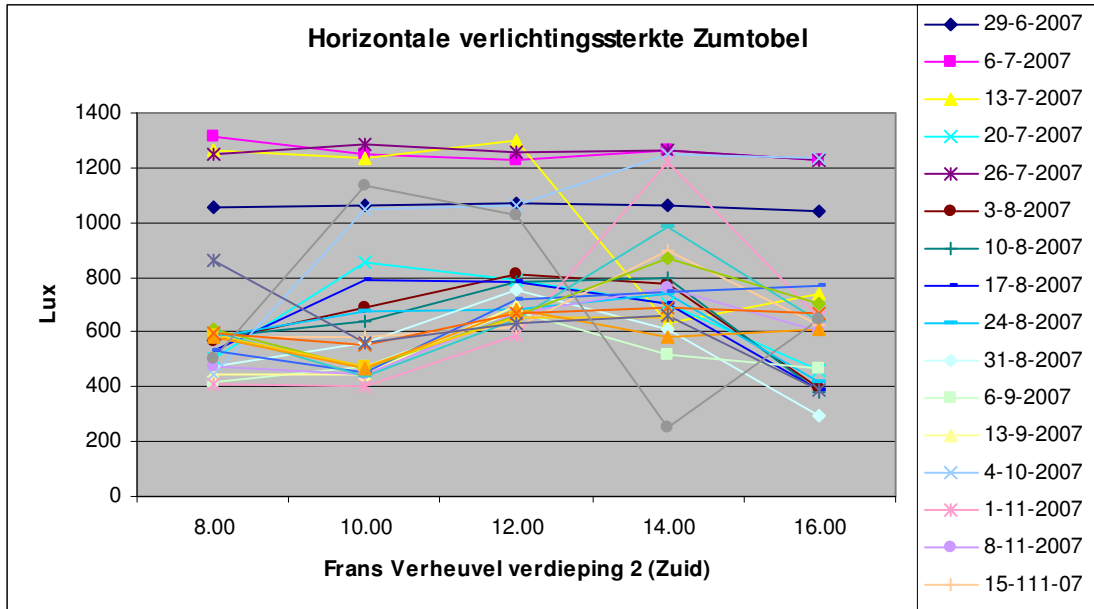
Gevel oostzijde gebouw, 1^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie C



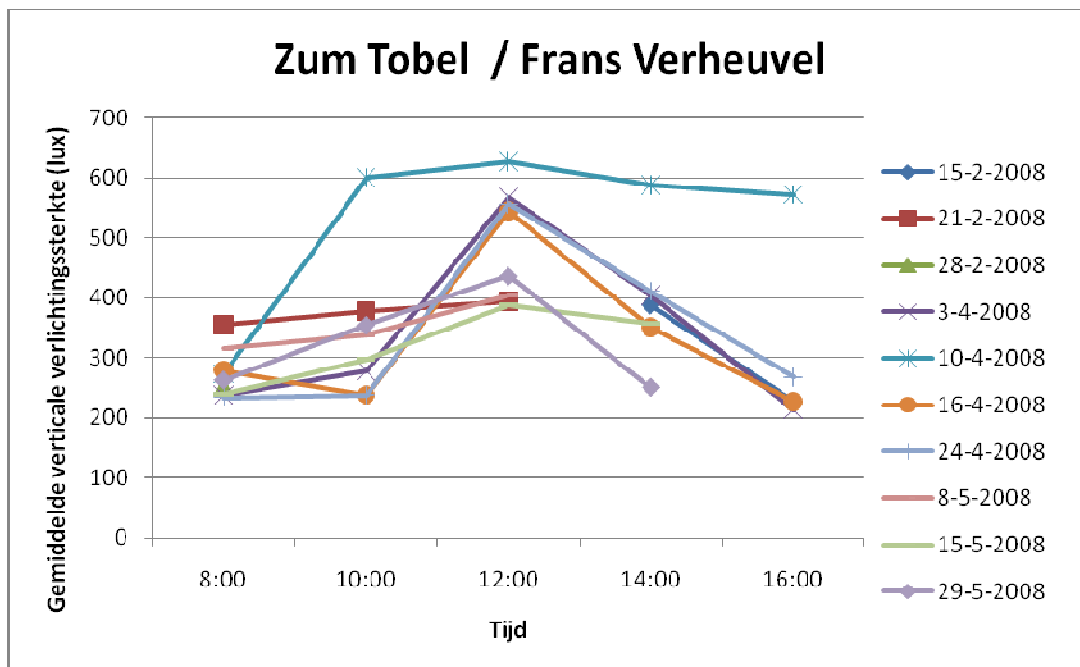
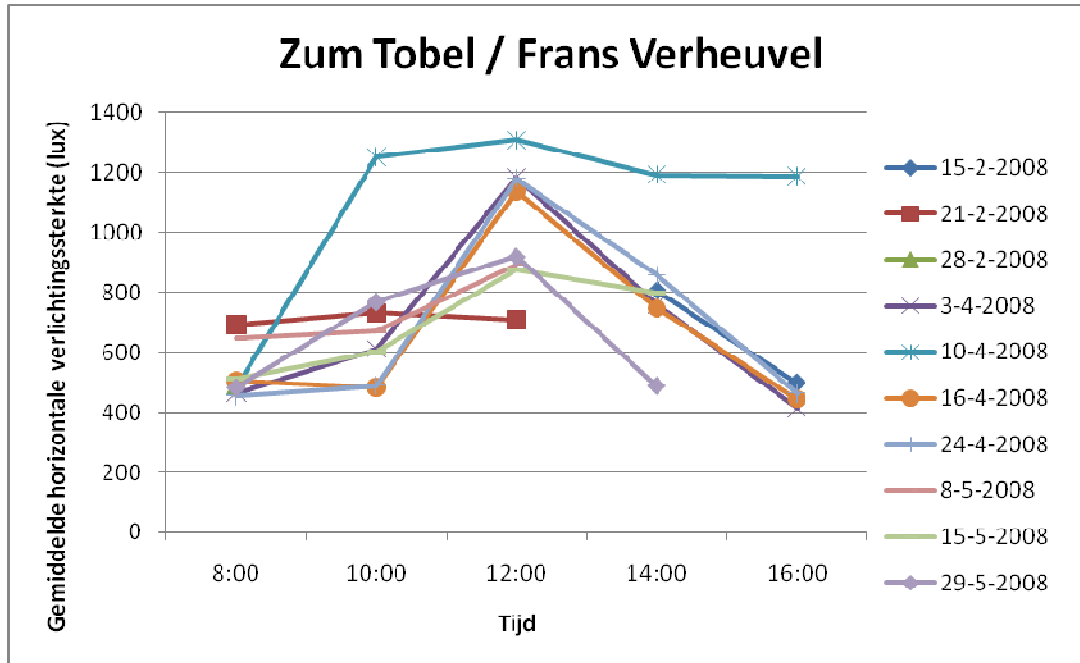
Locatie 22



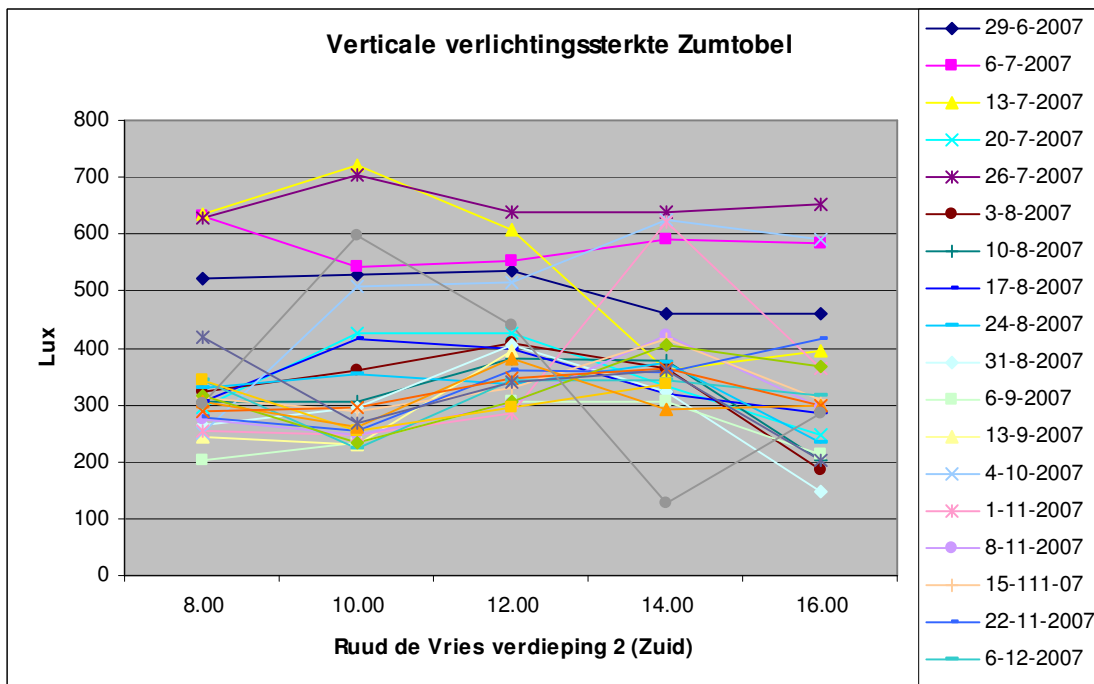
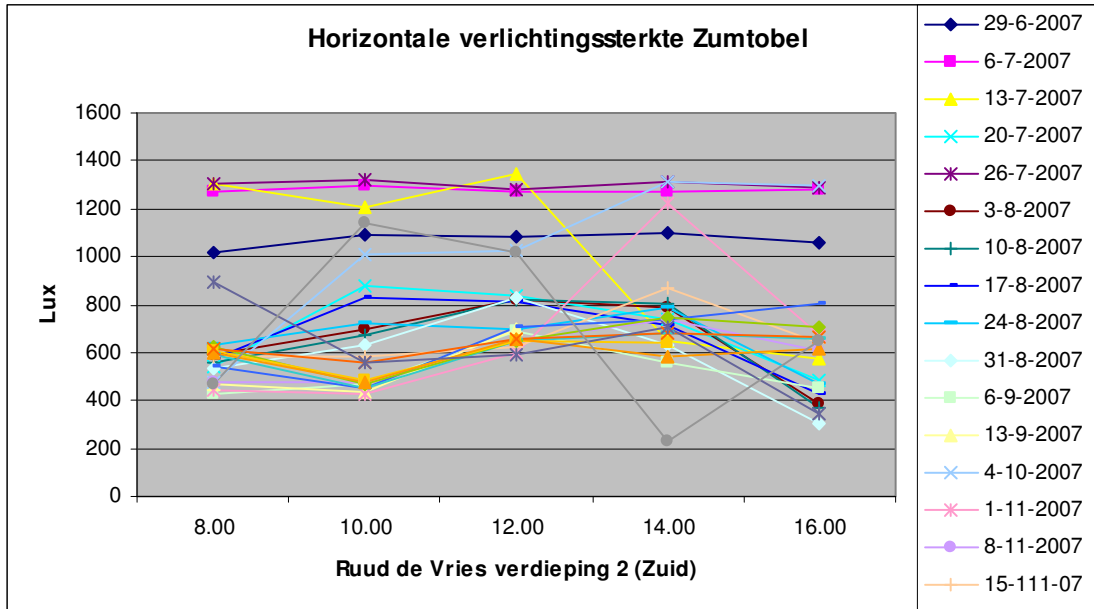
Gevel westzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gangzijde – locatie D



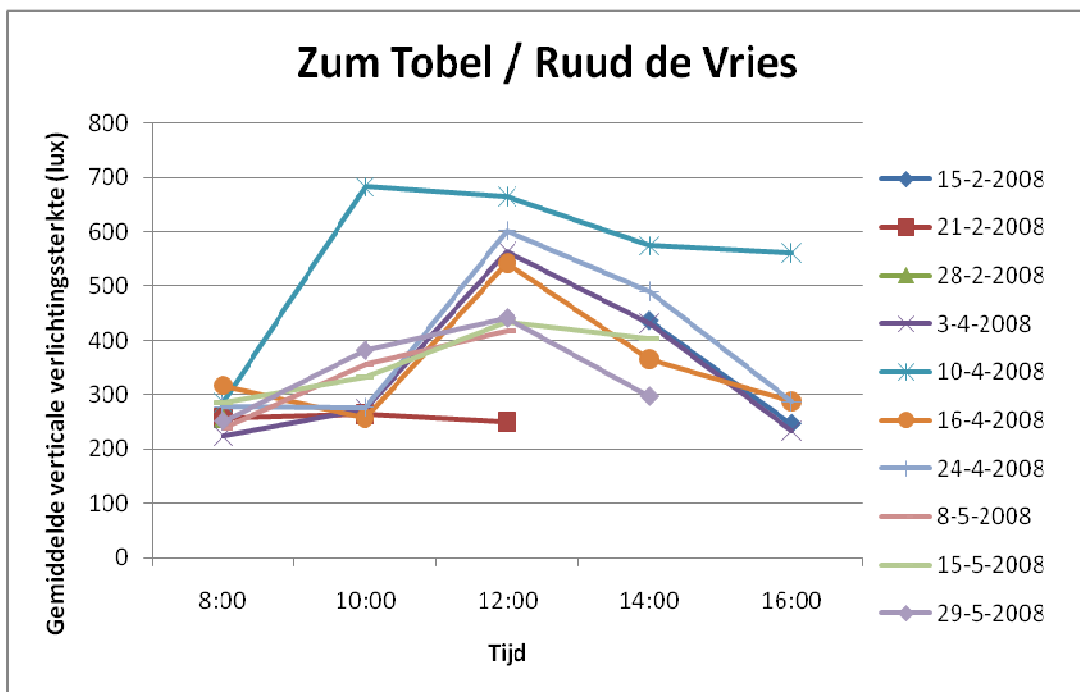
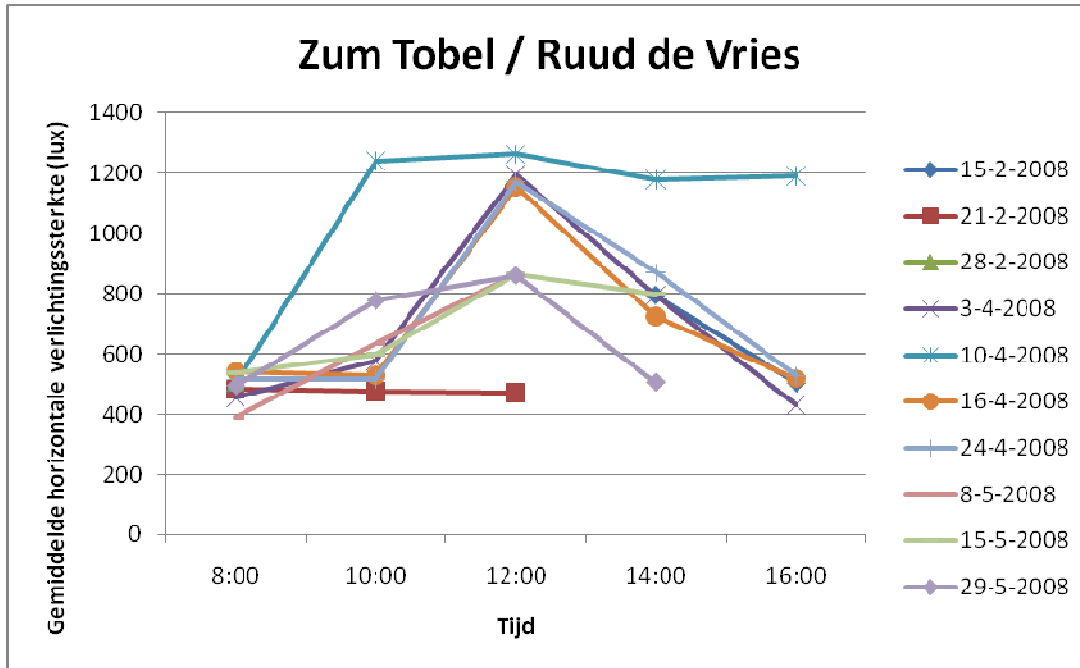
Locatie 19



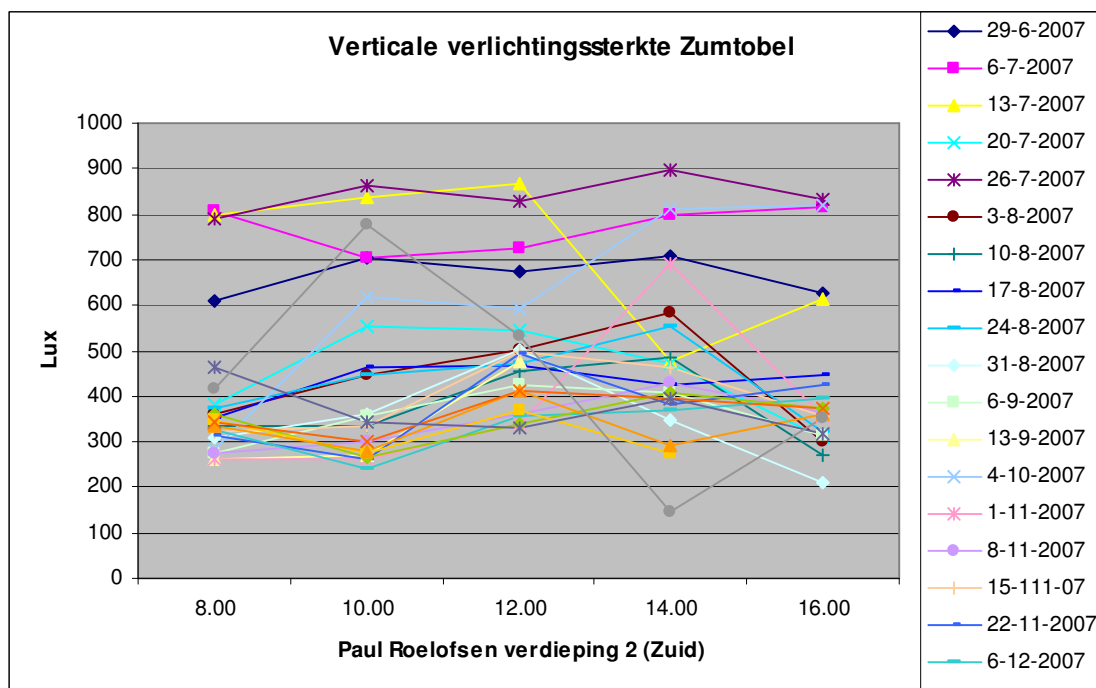
Gevel westzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gangzijde – locatie D



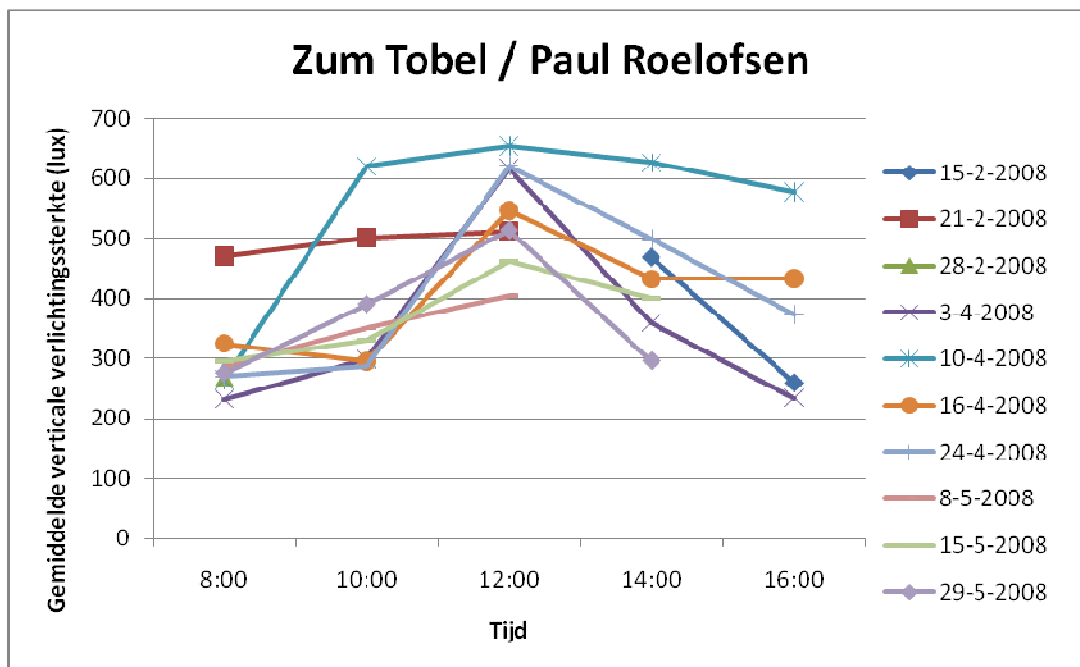
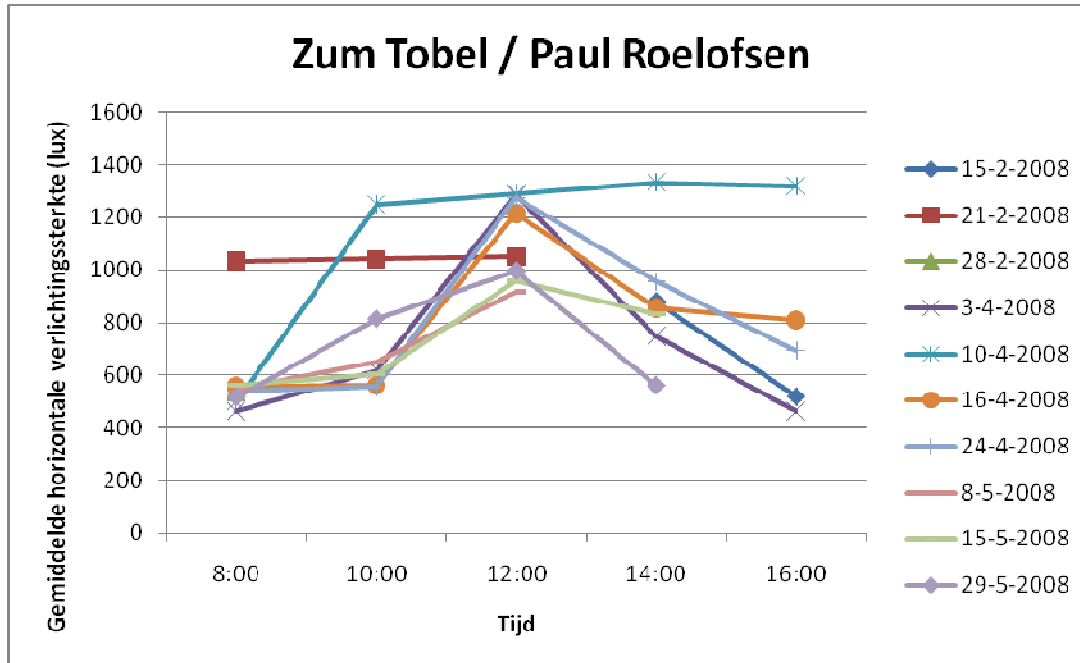
Locatie 18



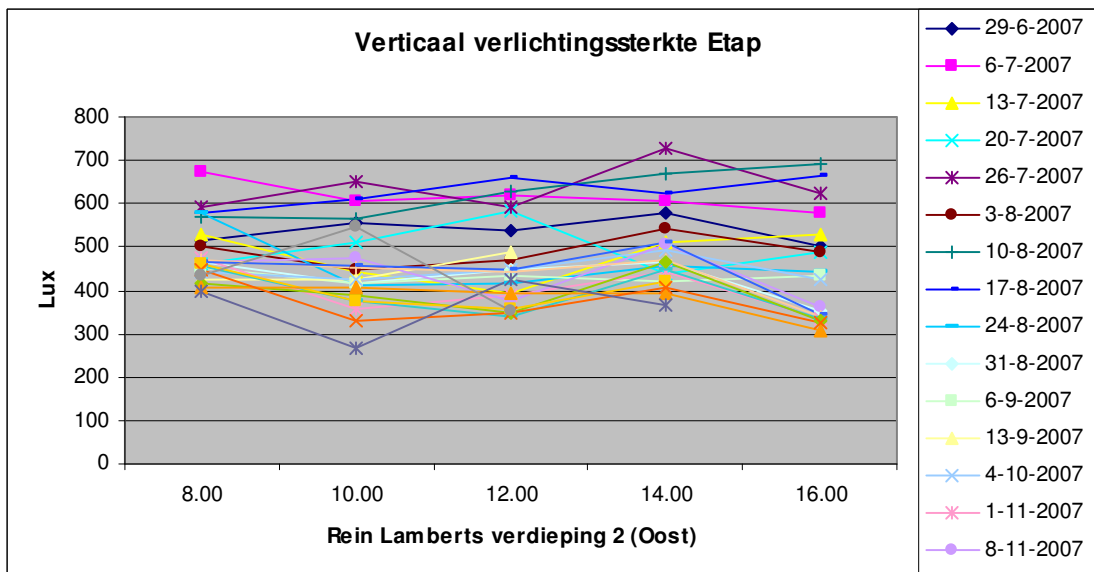
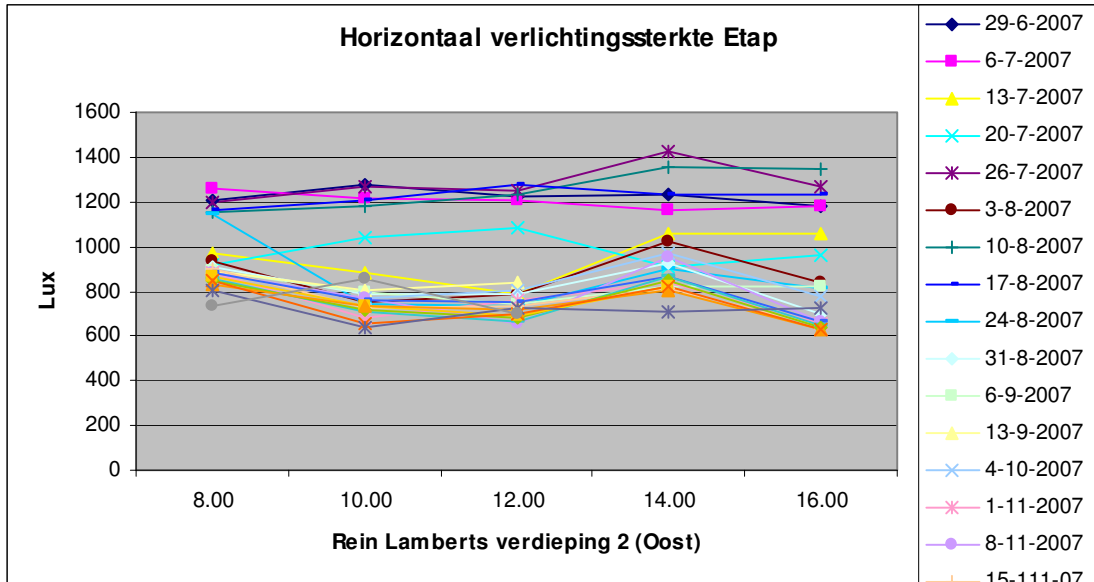
Gevel westzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gangzijde – locatie D



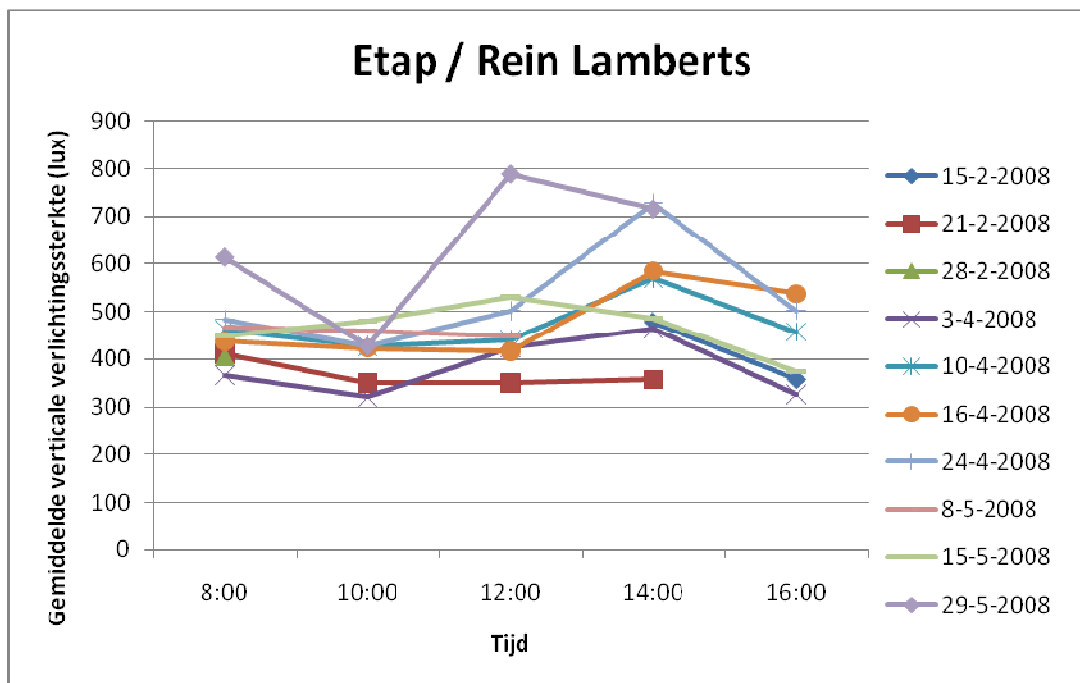
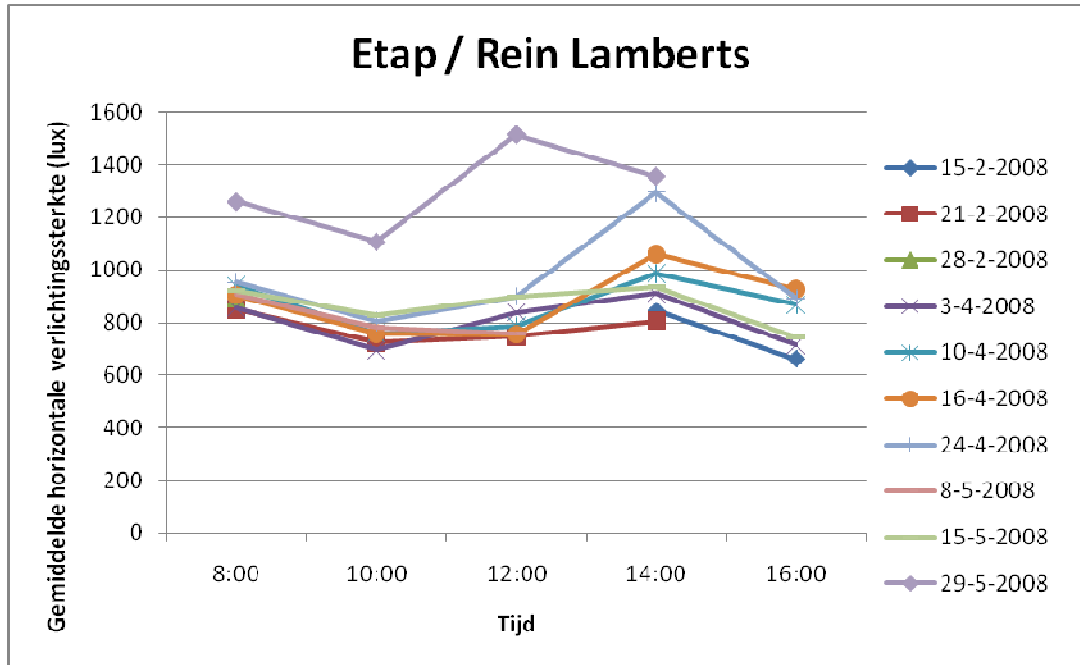
Locatie 17



Gevel noordzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie E

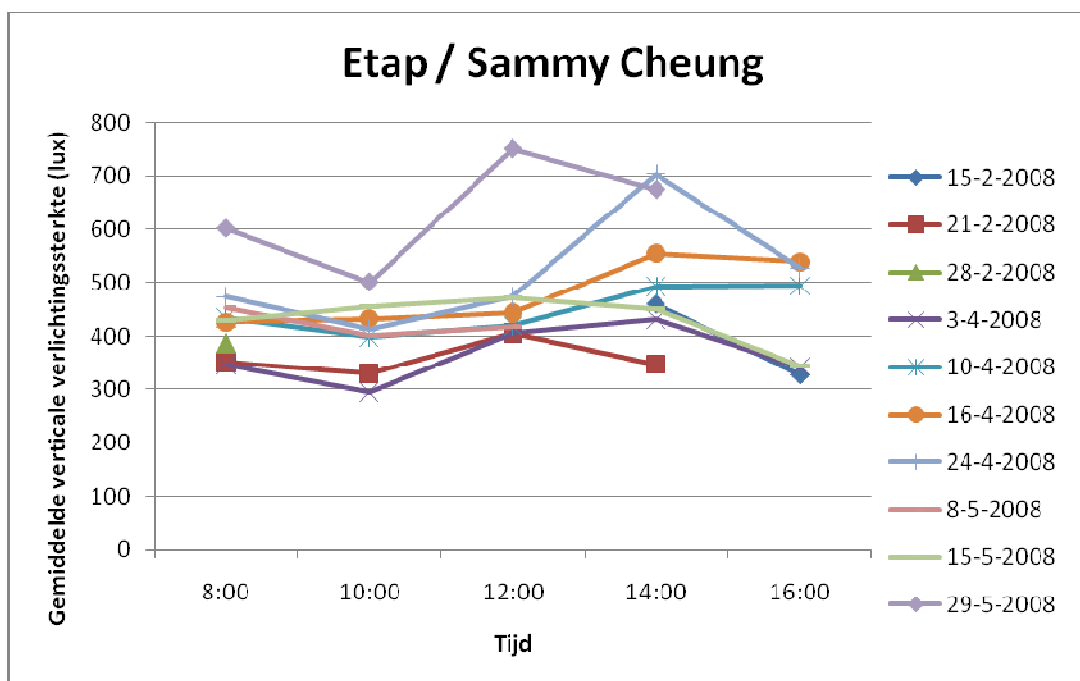
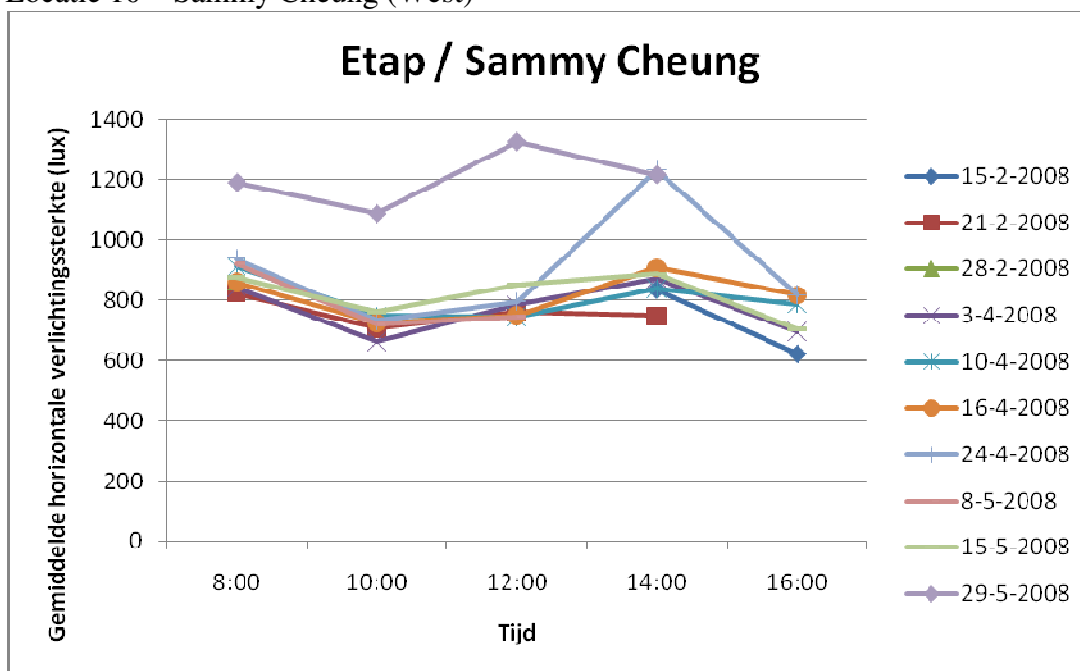


Locatie 9



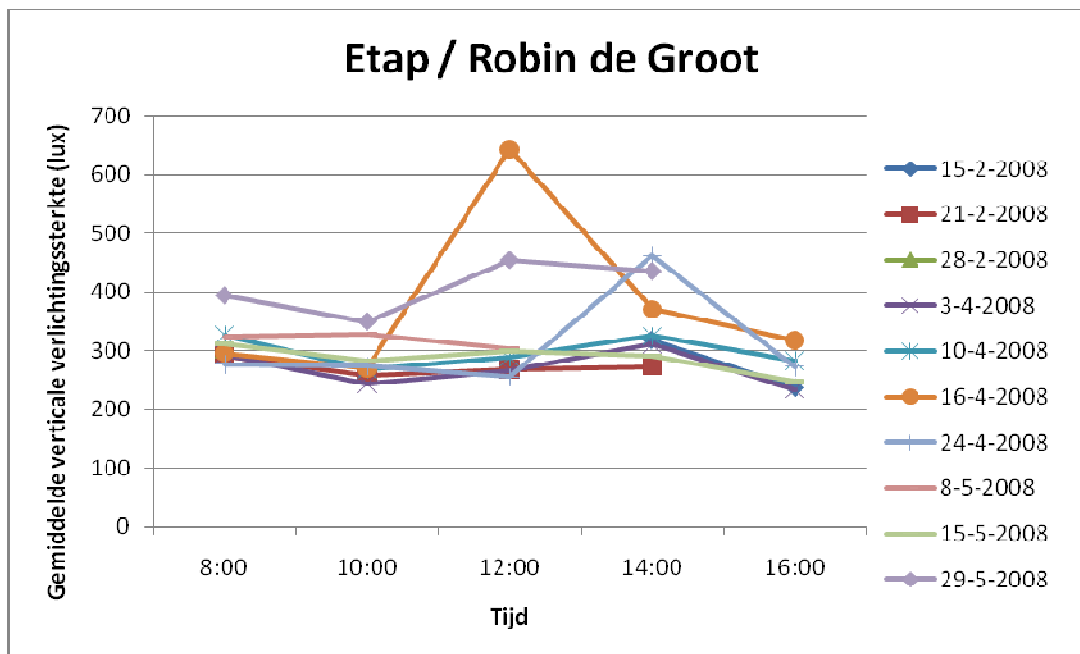
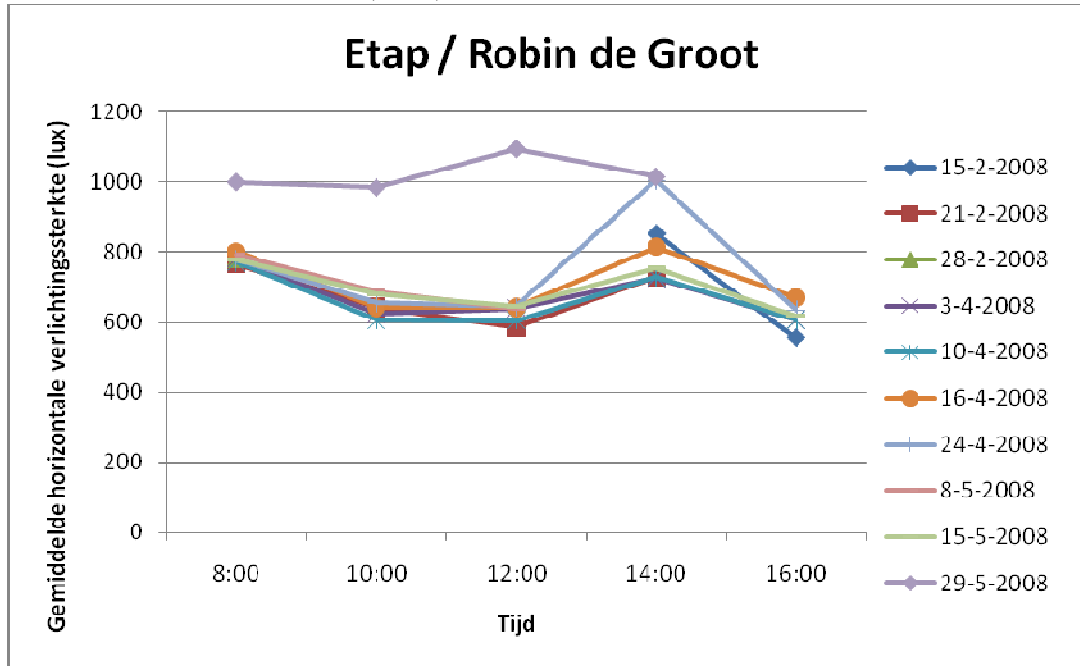
Gevel noordzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie E

Locatie 10 – Sammy Cheung (West)



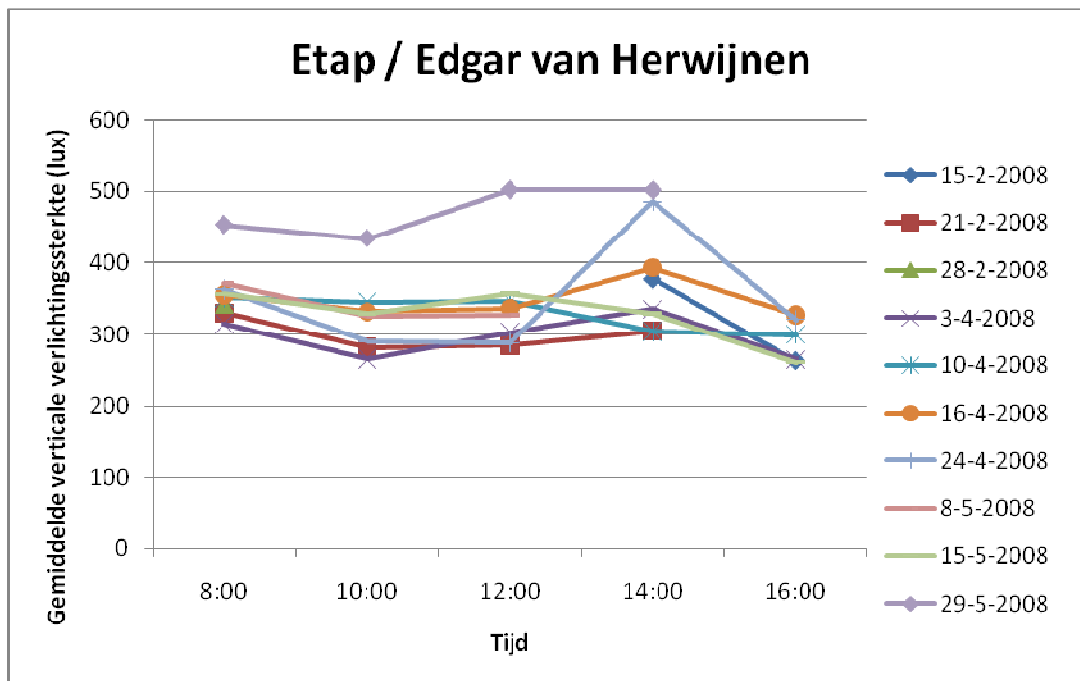
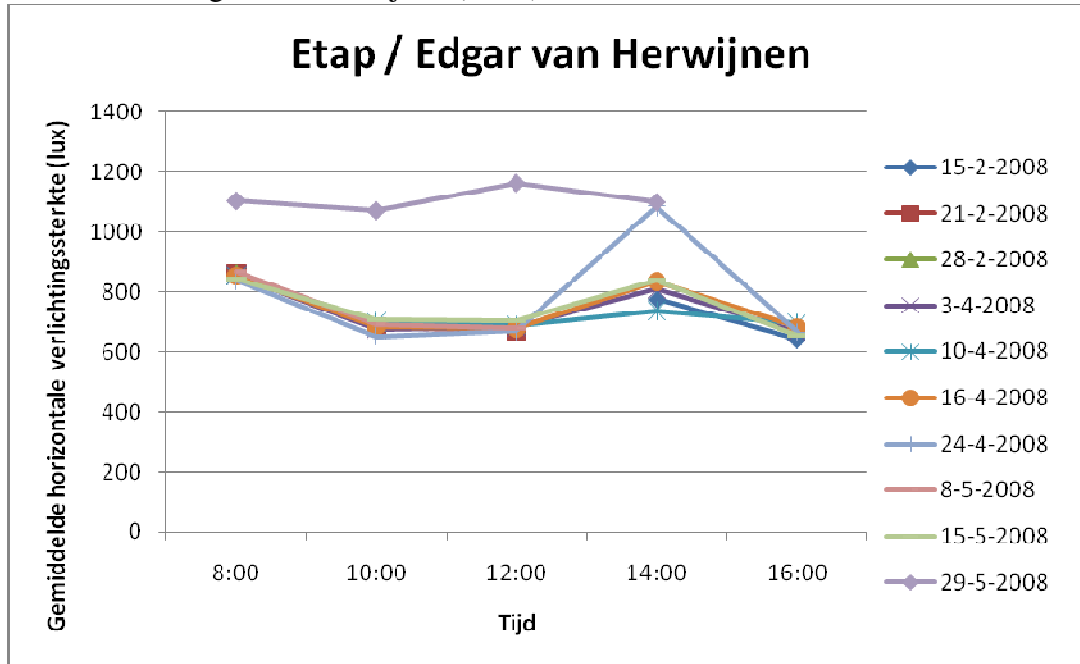
Gevel noordzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gangzijde – locatie E

Locatie 8 – Robin de Groot (Oost)

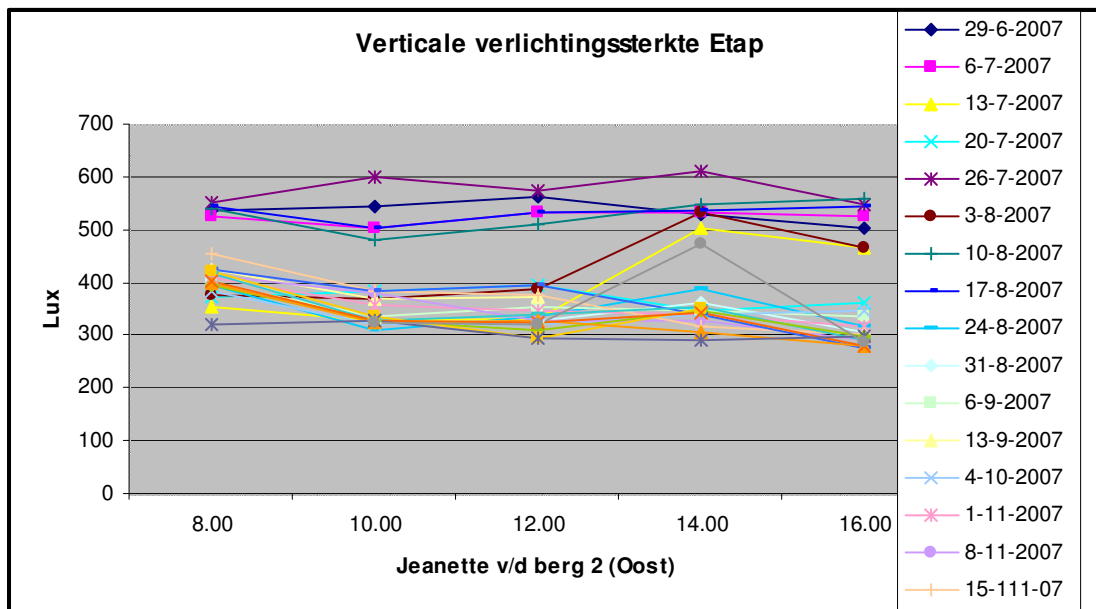
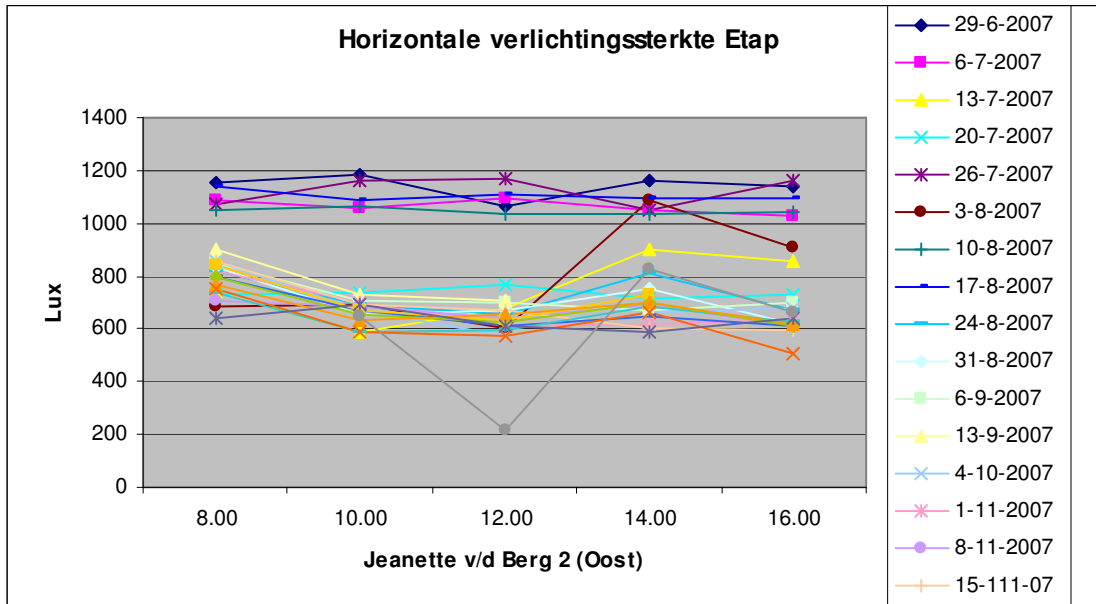


Gevel noordzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gangzijde – locatie E

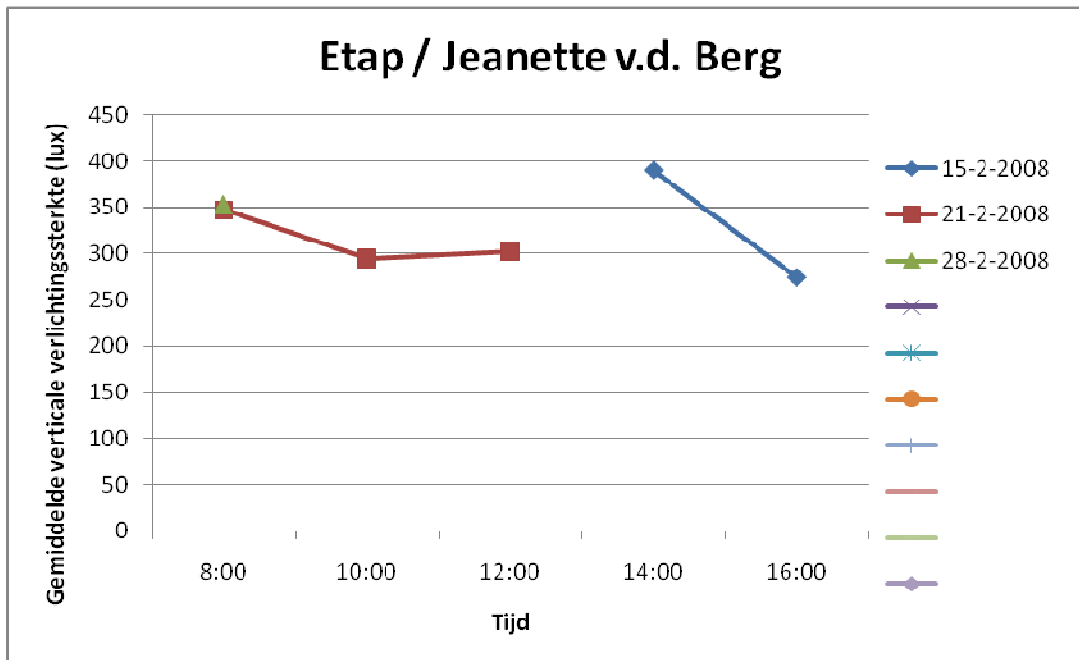
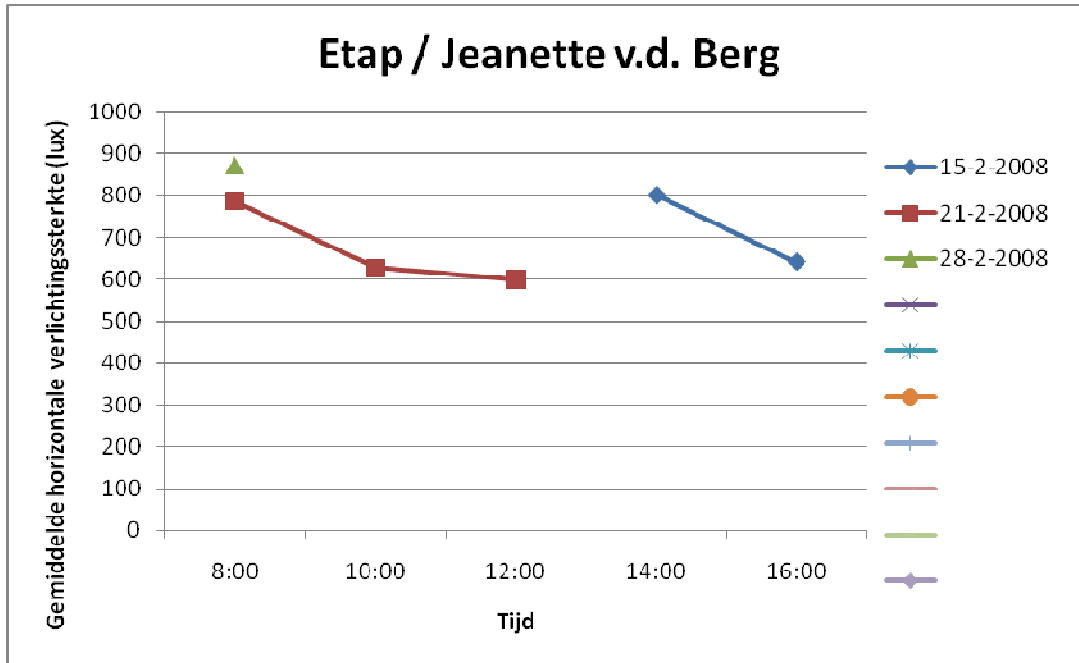
Locatie 11 – Edgar van Herwijnen (West)



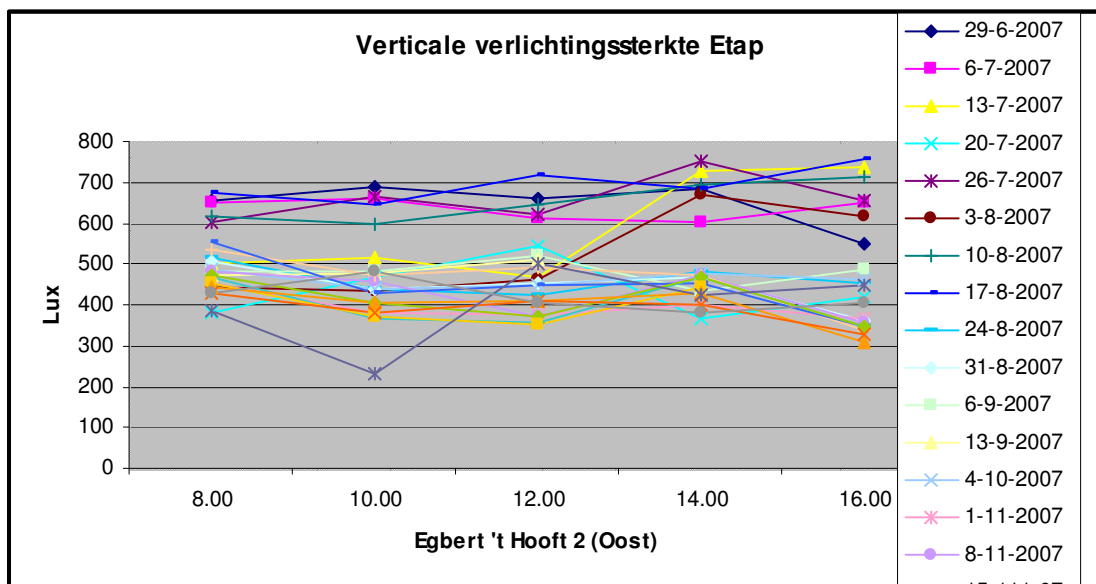
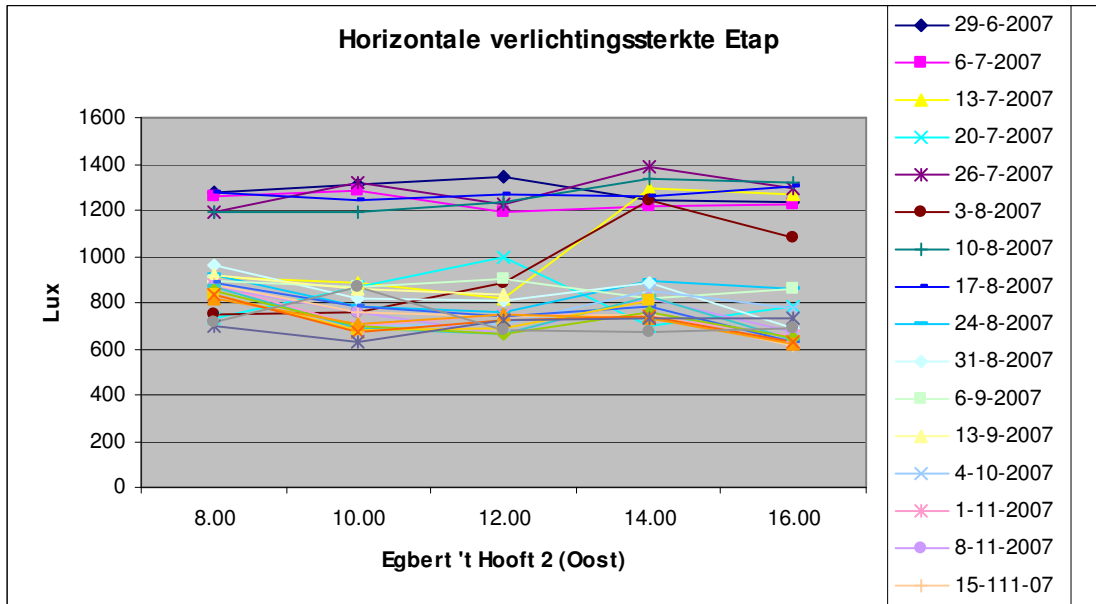
Gevel noordzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gangzijde - locatie E, bijgeregeld



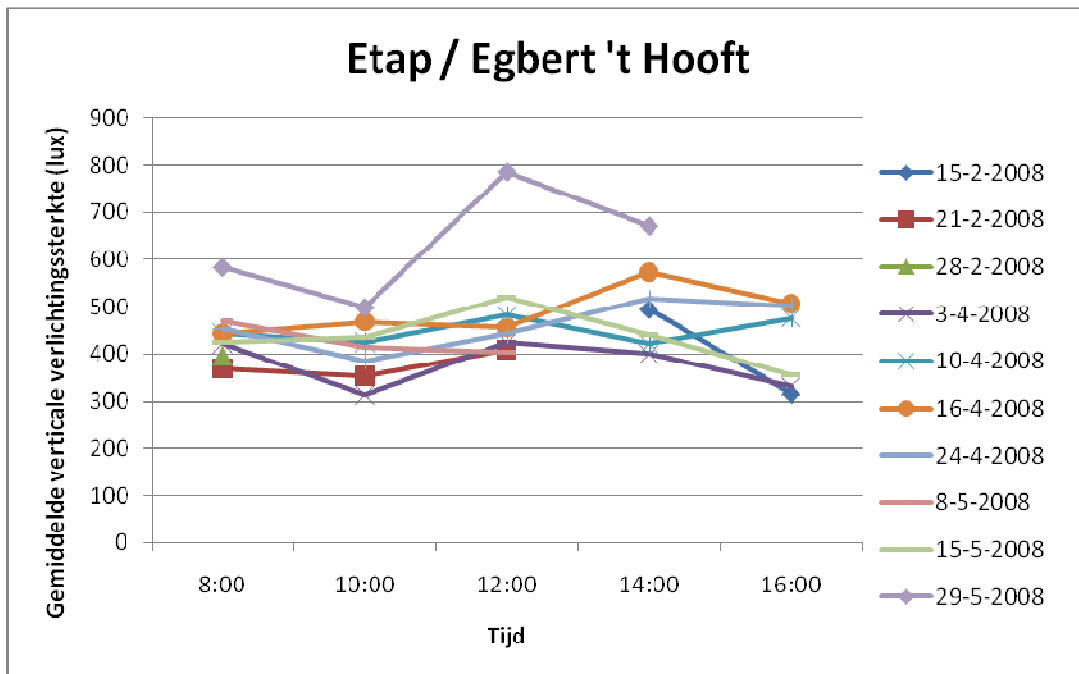
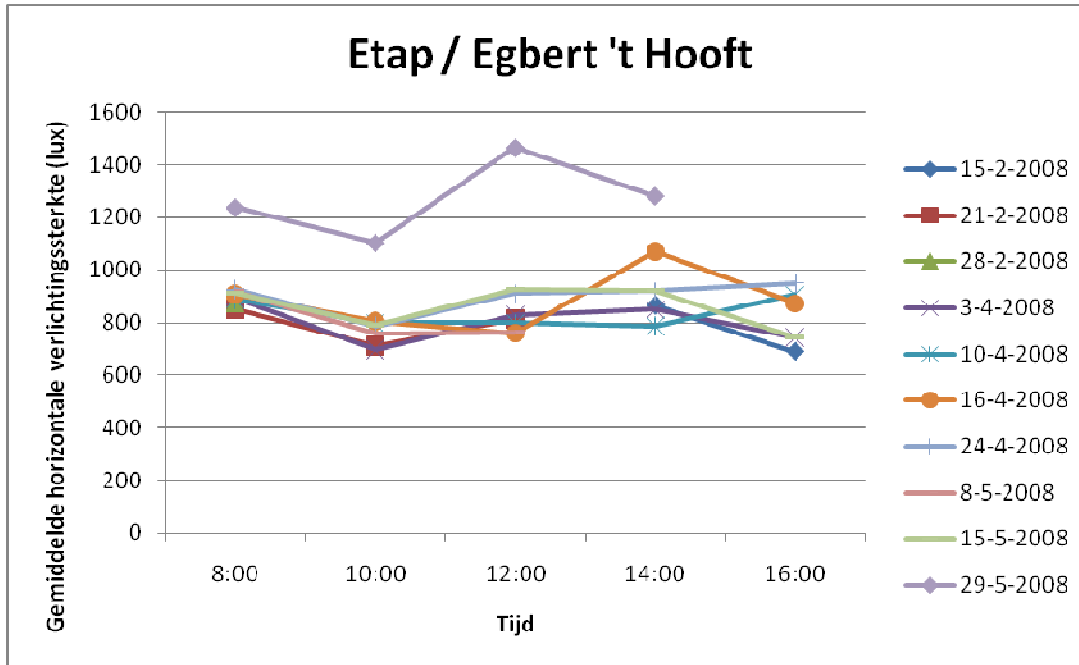
Locatie 14



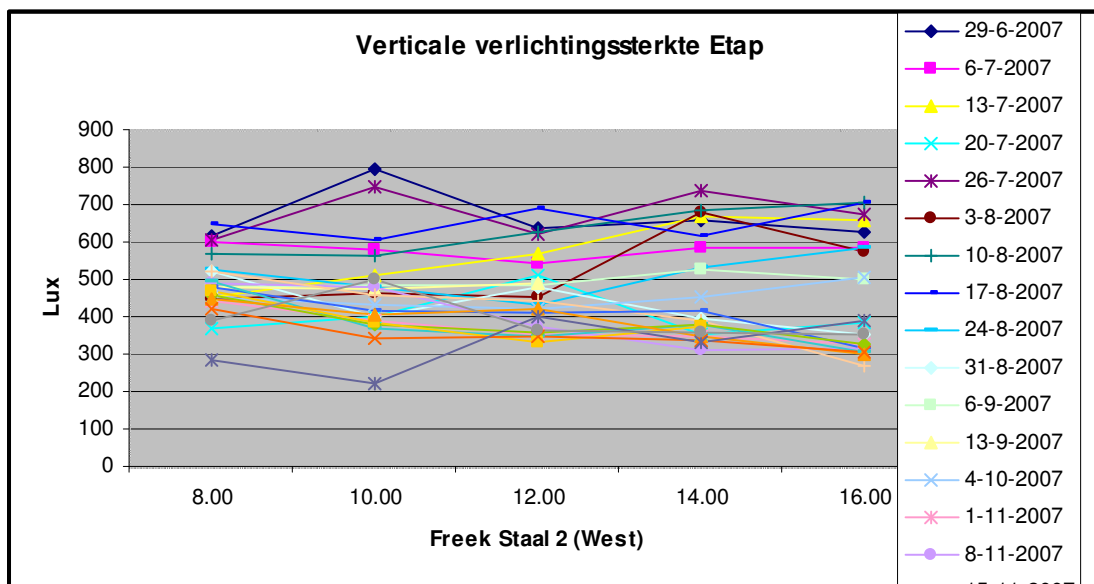
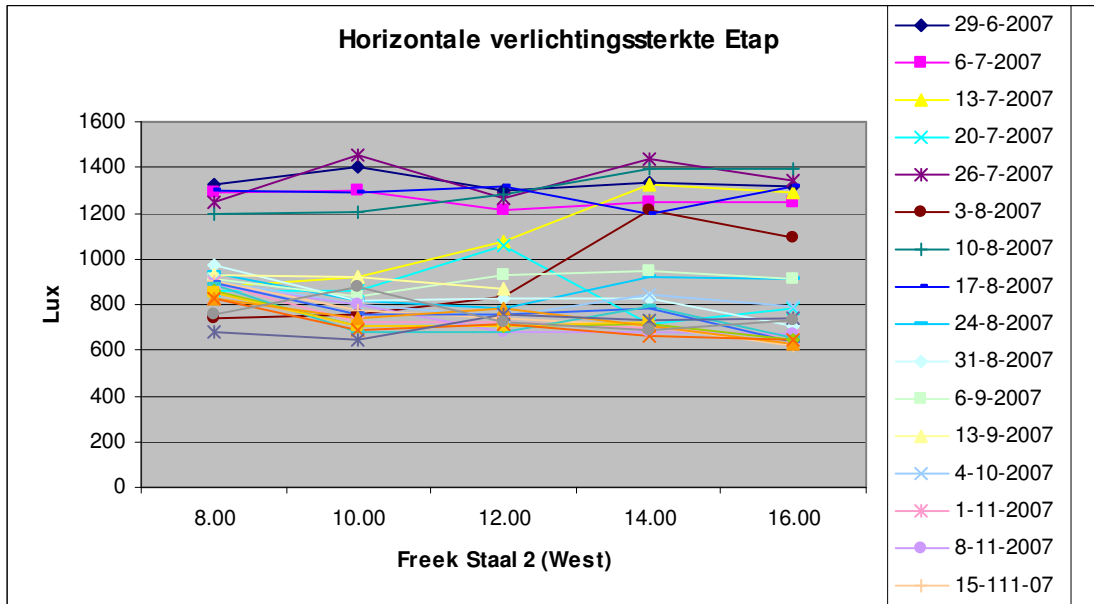
Gevel noordzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie E, bijgeregeld



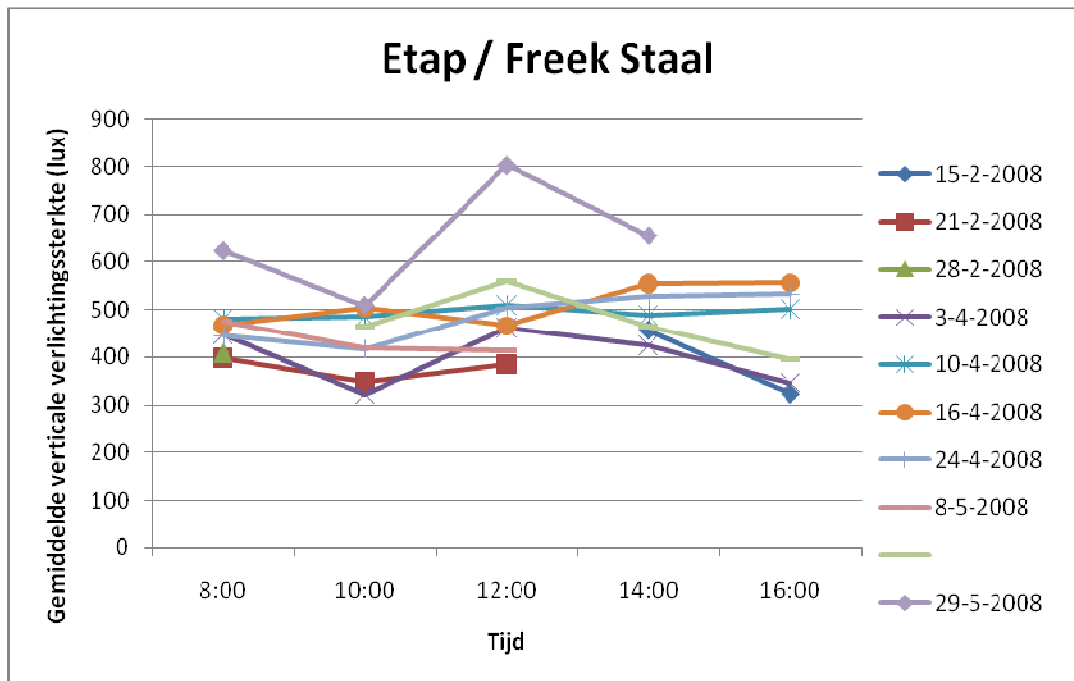
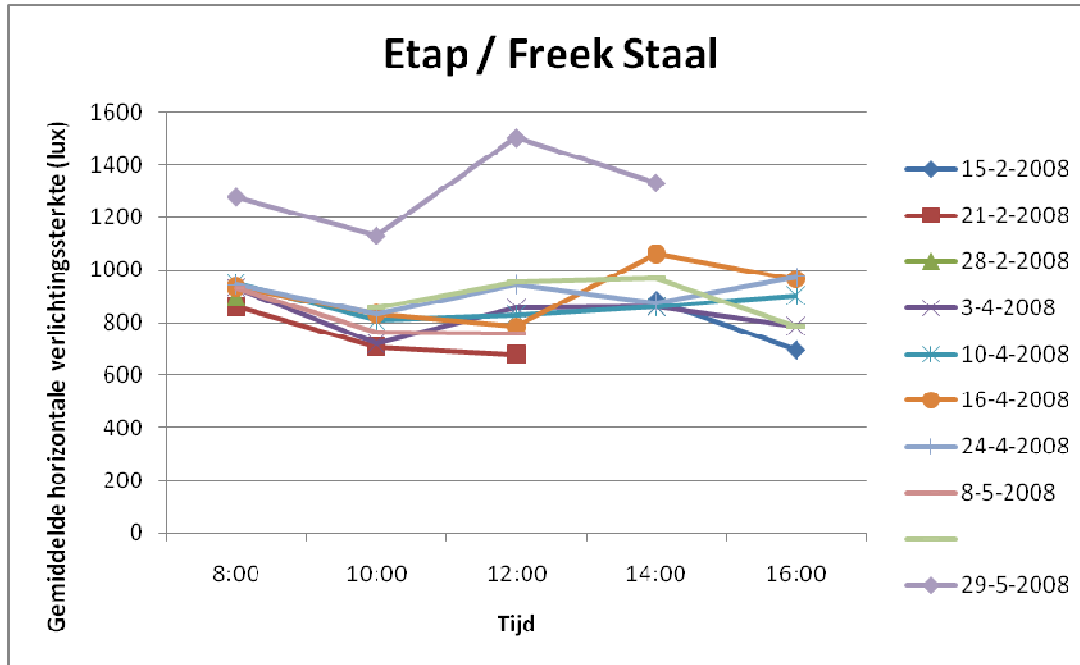
Locatie 12



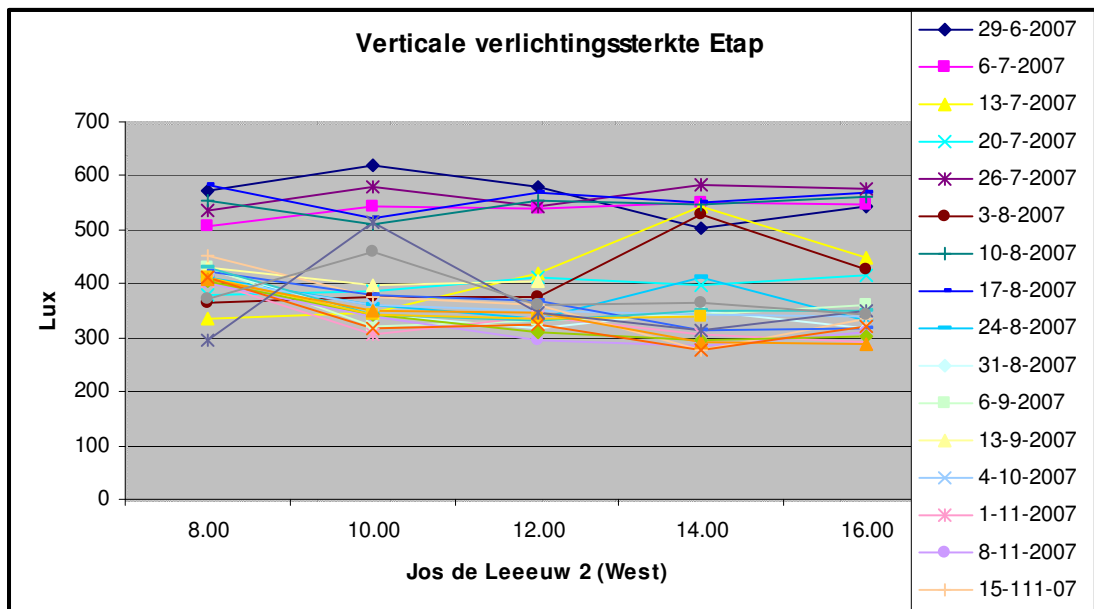
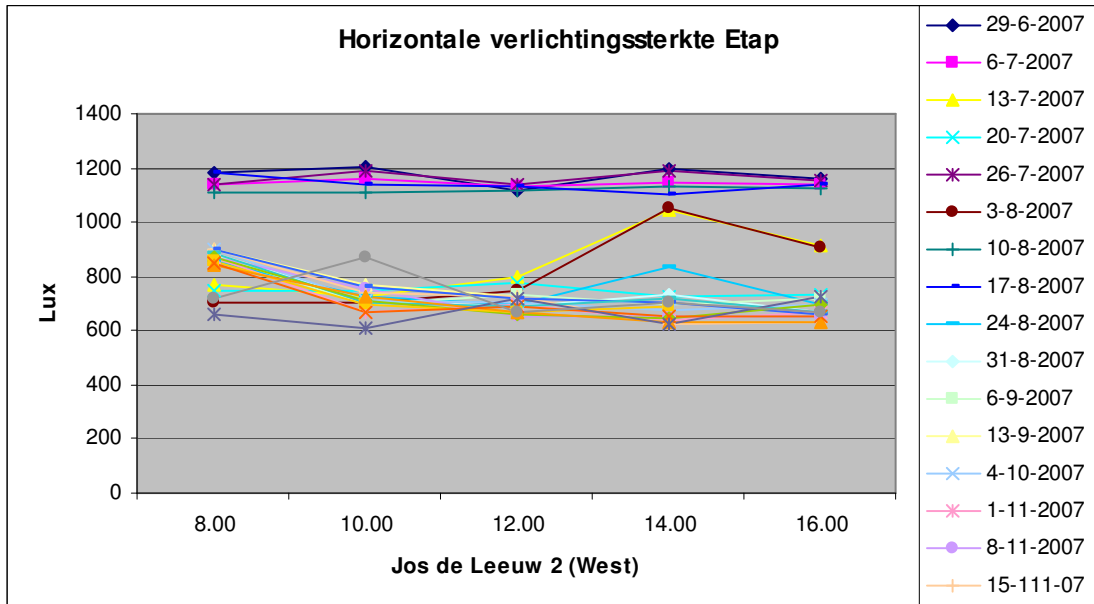
Gevel noordzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie E, bijgeregeld



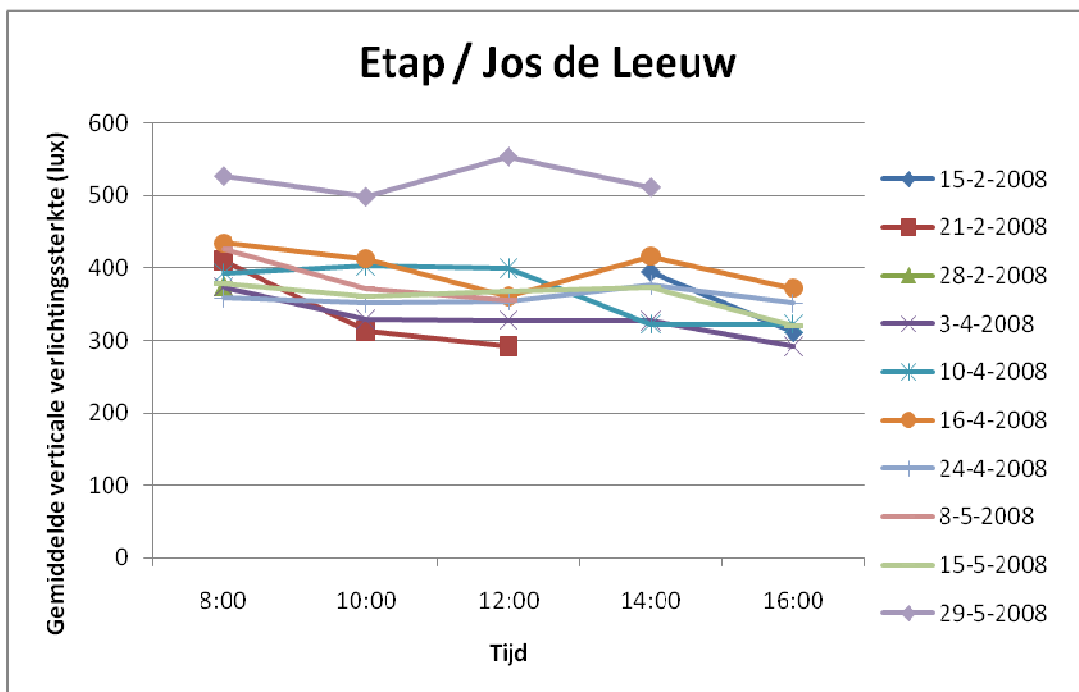
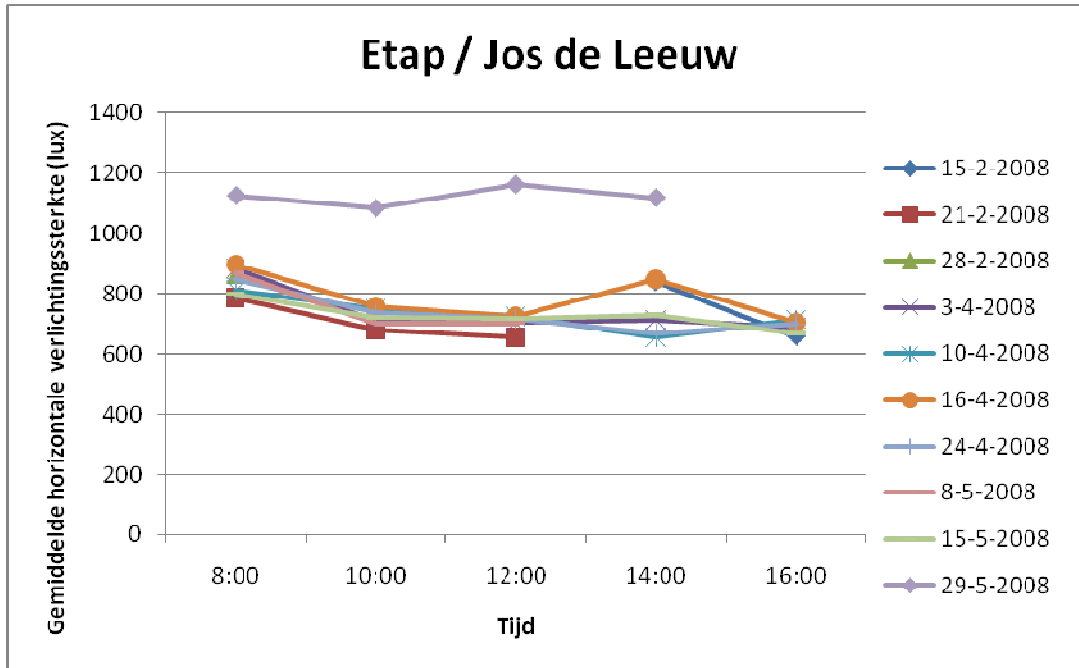
Locatie 13



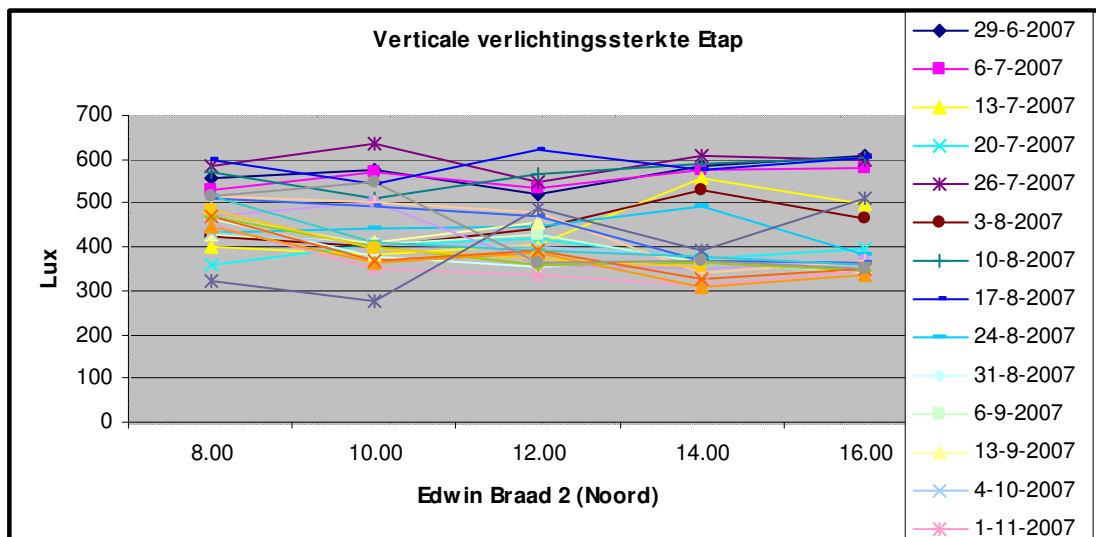
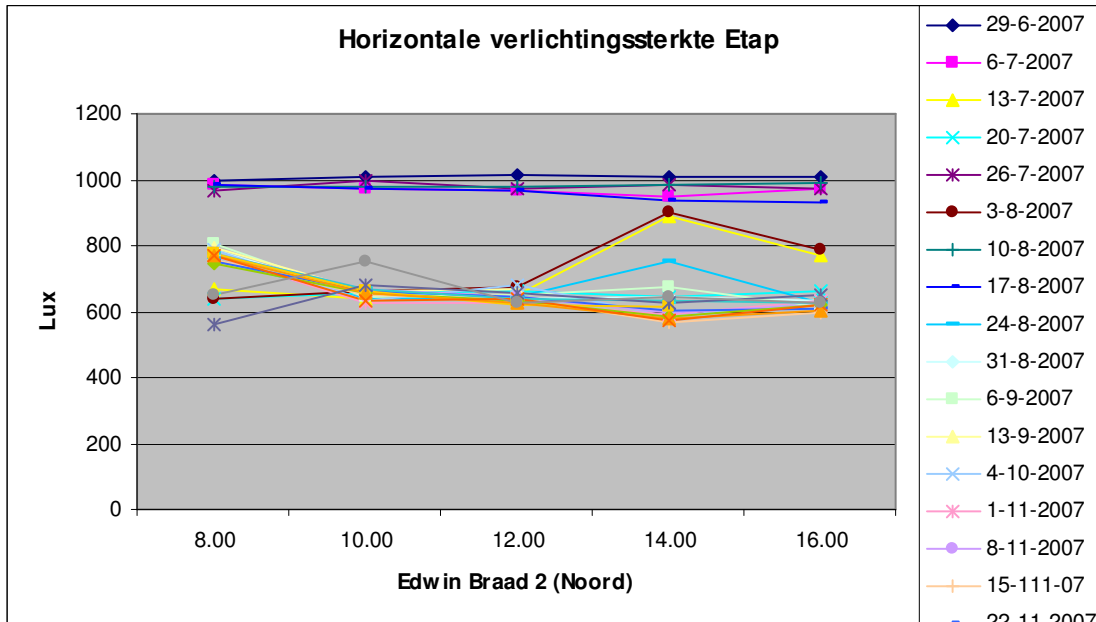
Gevel noordzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gangzijde – locatie E, bijgeregeld



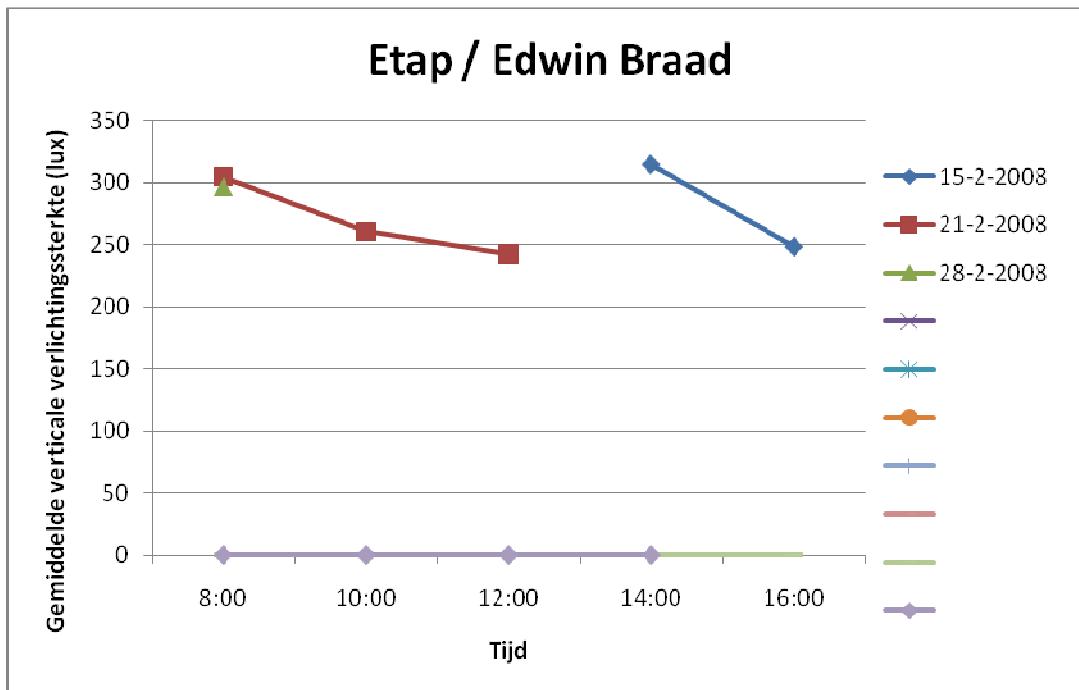
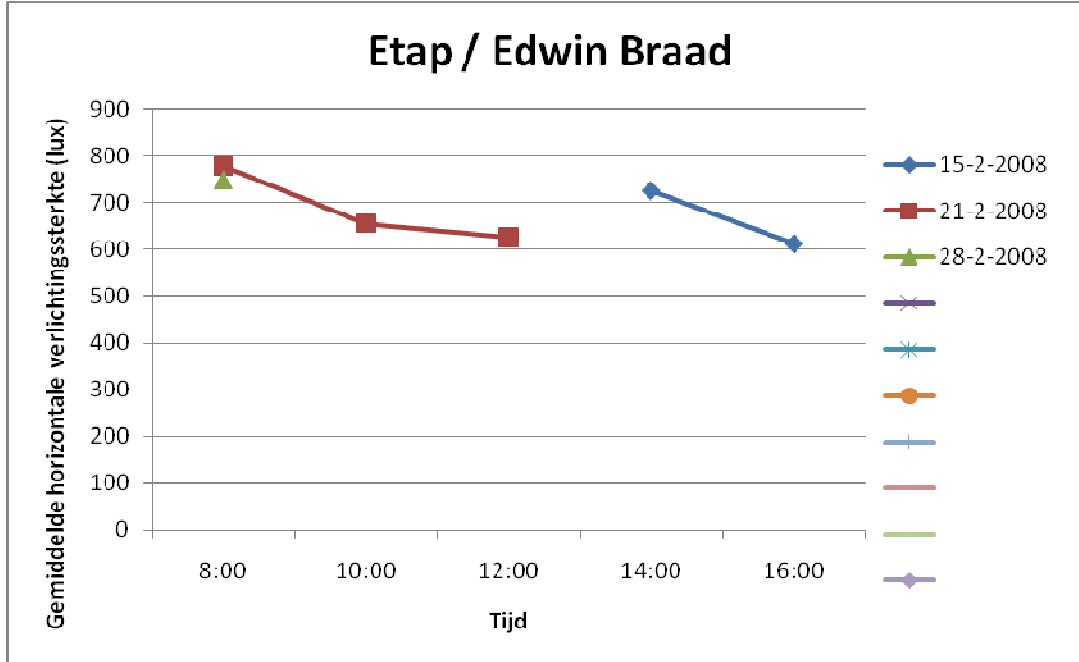
Locatie 15



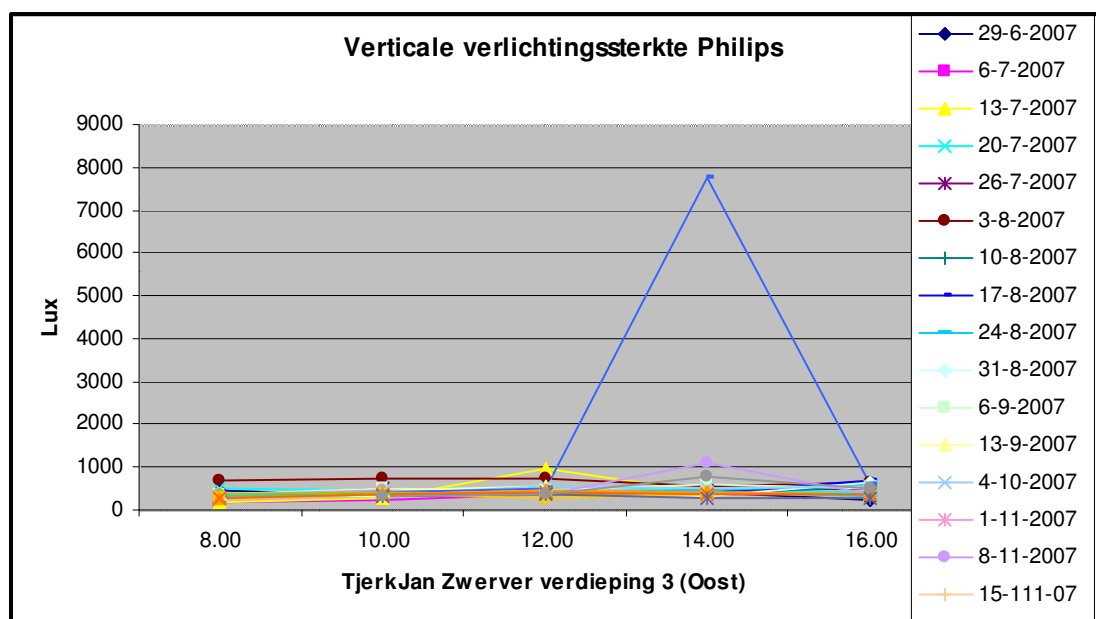
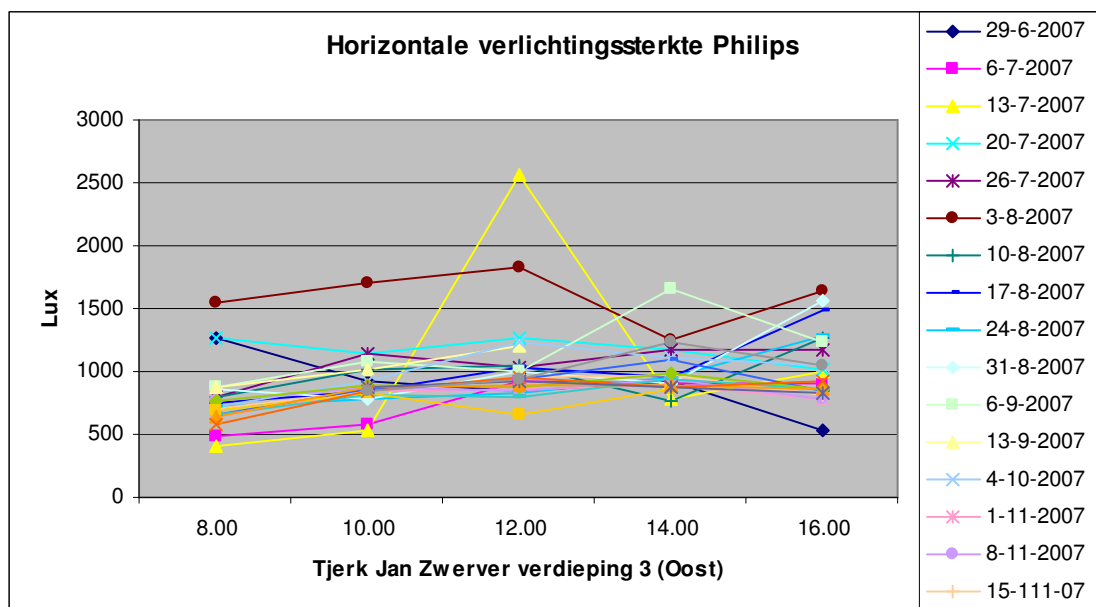
Gevel noordzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gangzijde – locatie E, bijgeregeld



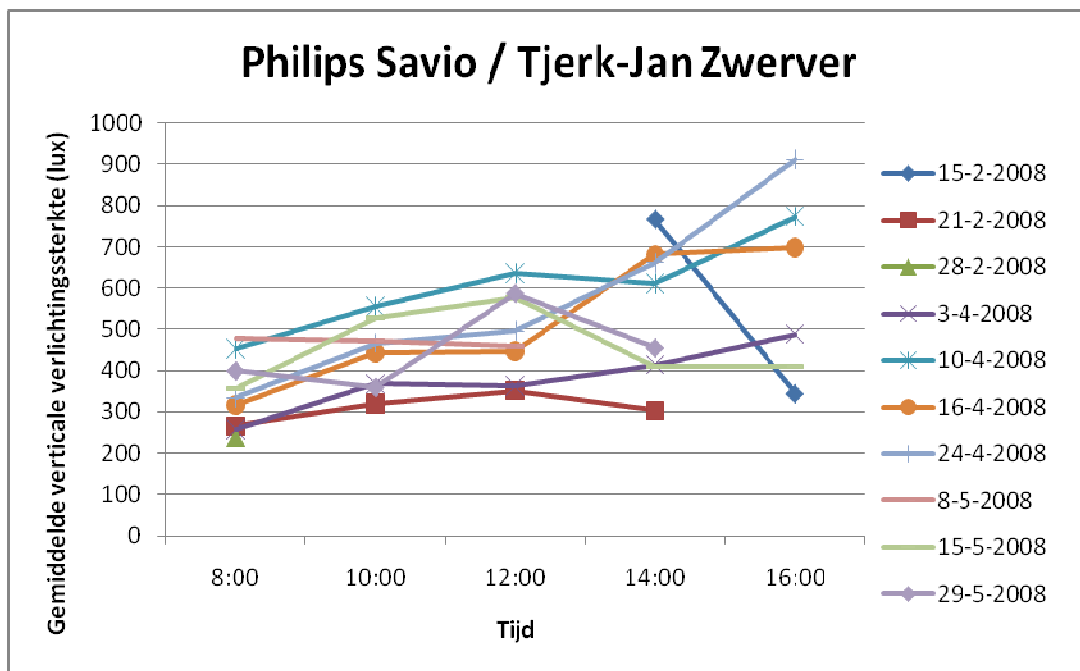
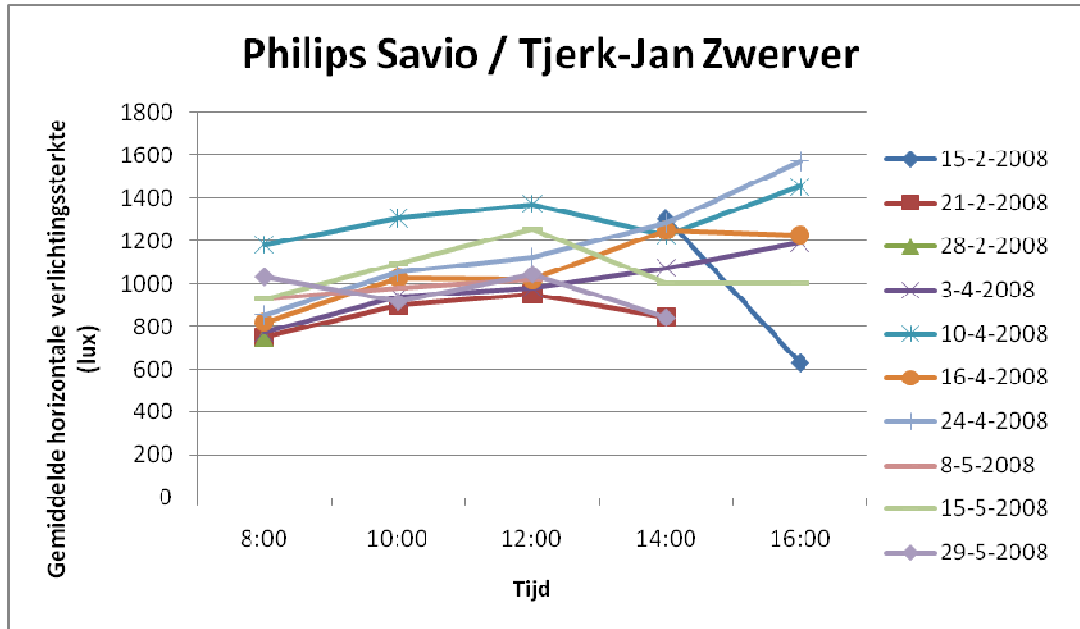
Locatie 16



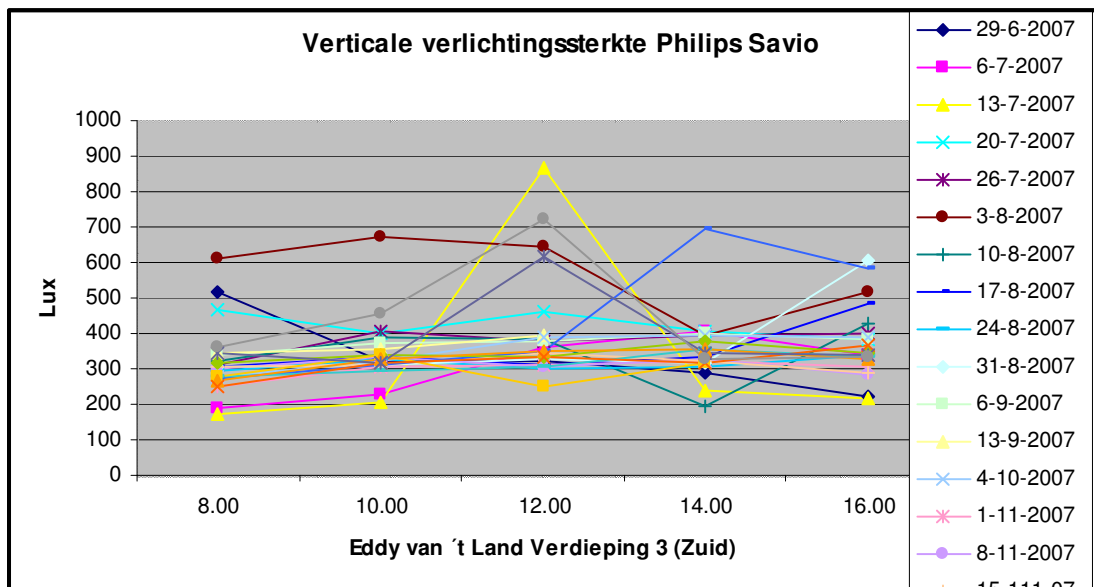
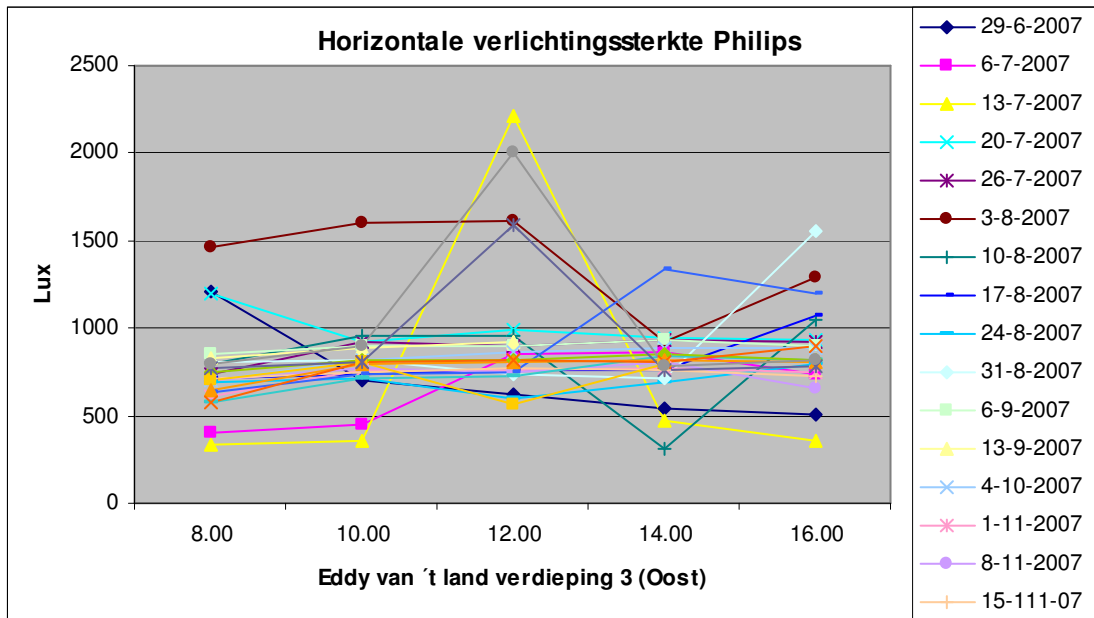
Gevel westzijde gebouw, 3^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie F1



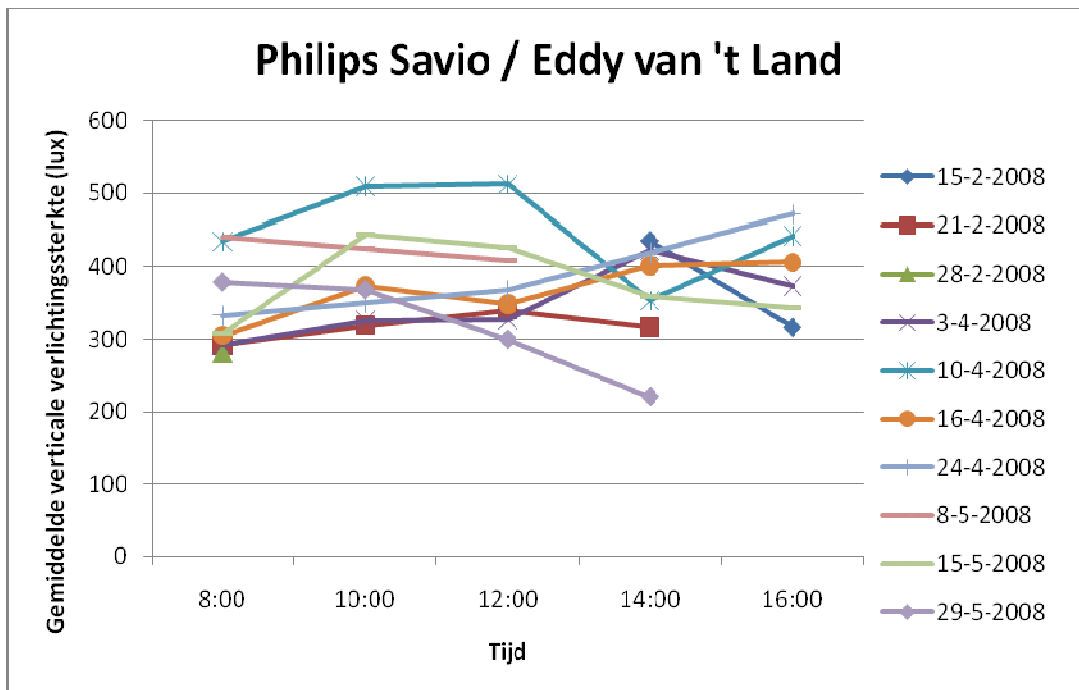
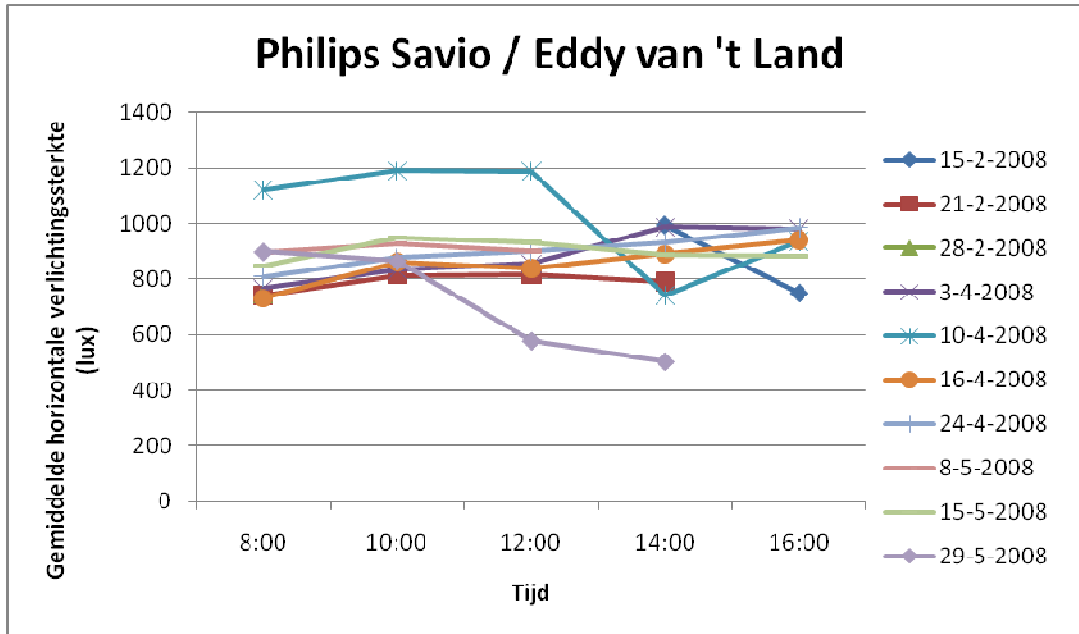
Locatie 2



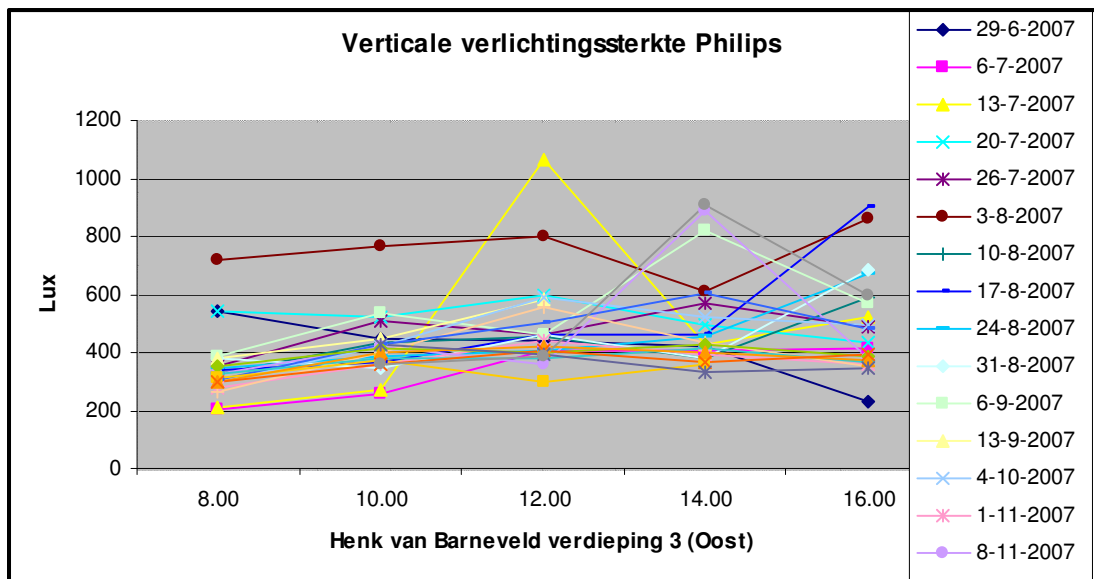
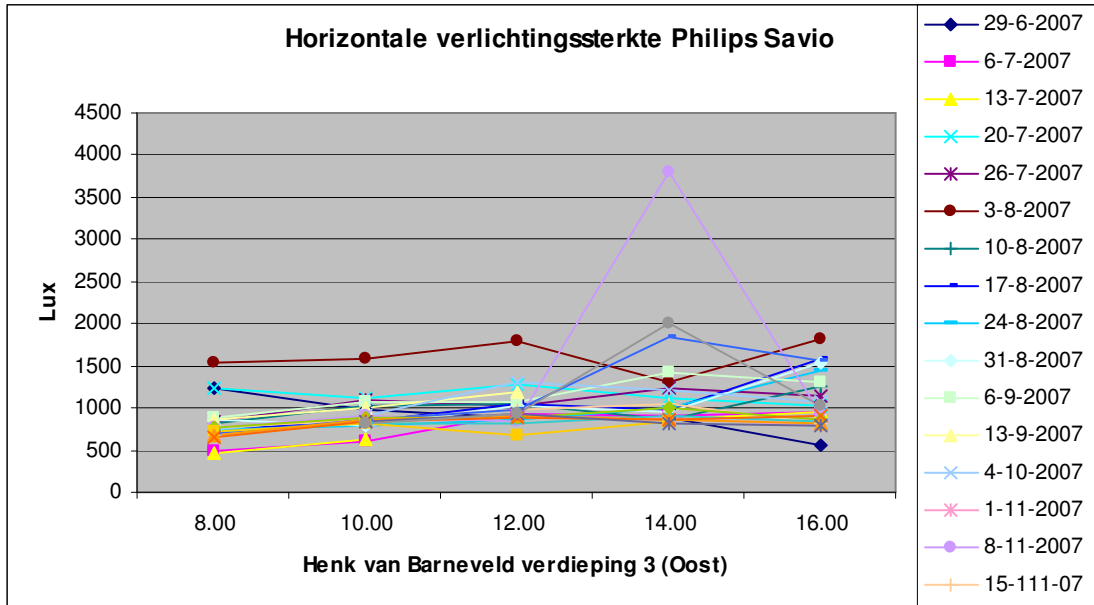
Gevel westzijde gebouw, 3^e verdieping, werkplek aan de gangzijde – locatie F1



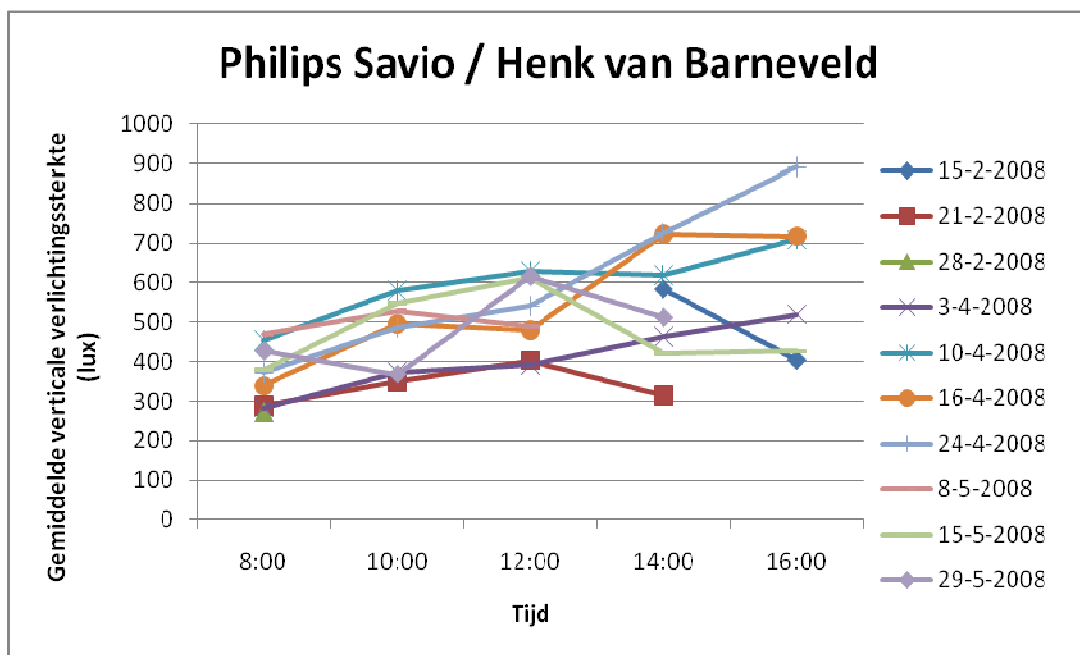
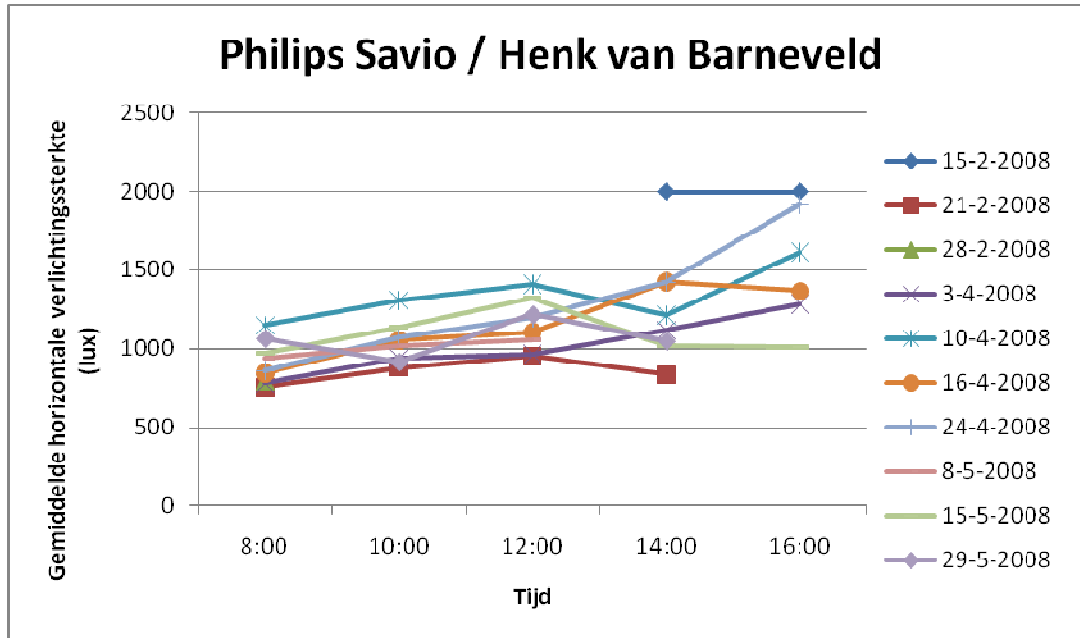
Locatie 1



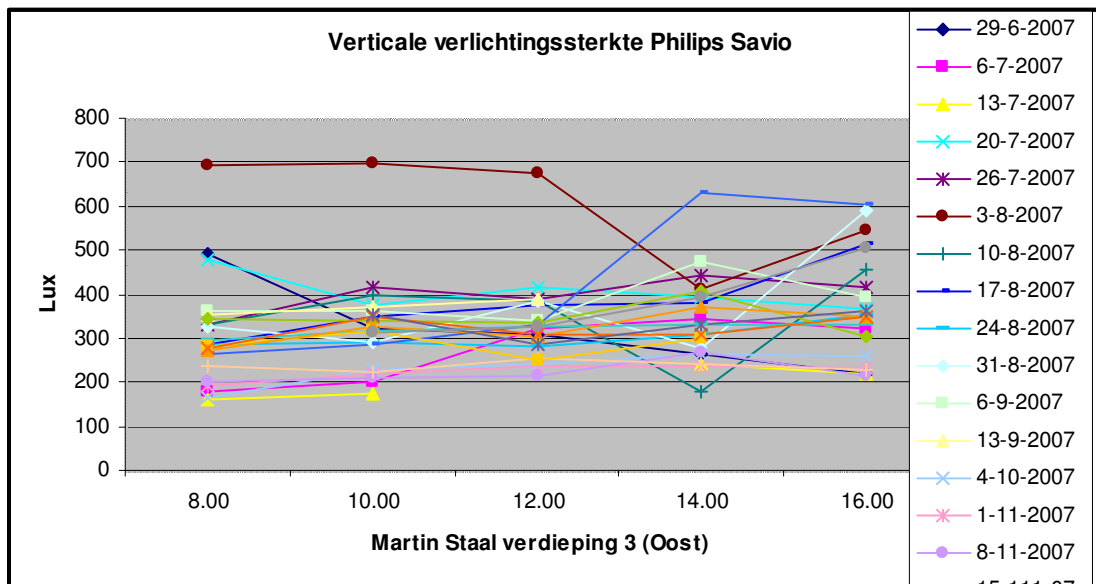
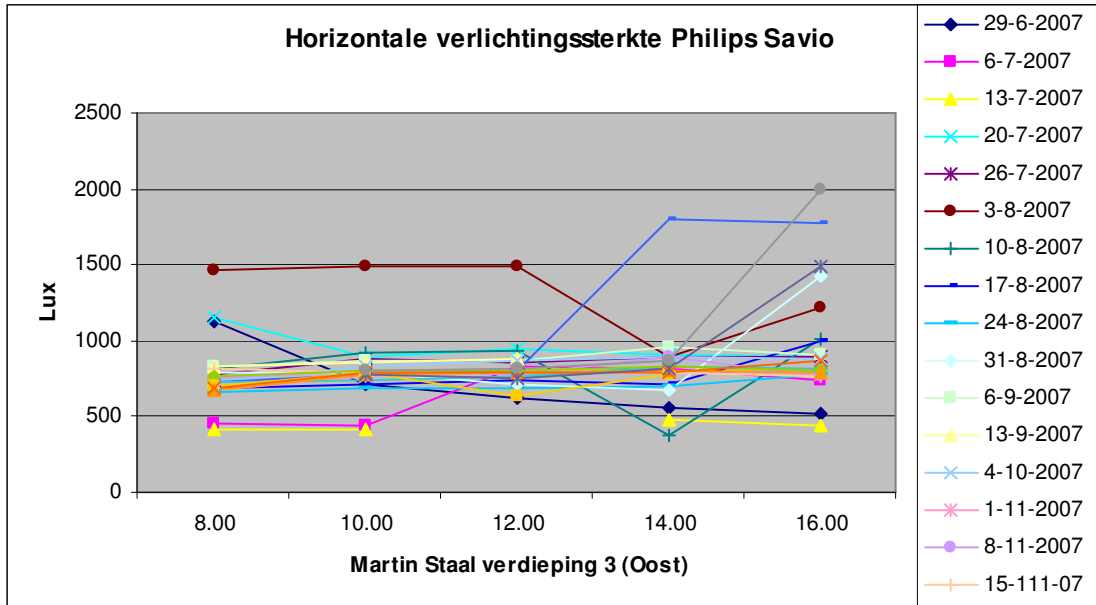
Gevel westzijde gebouw, 3^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie F1



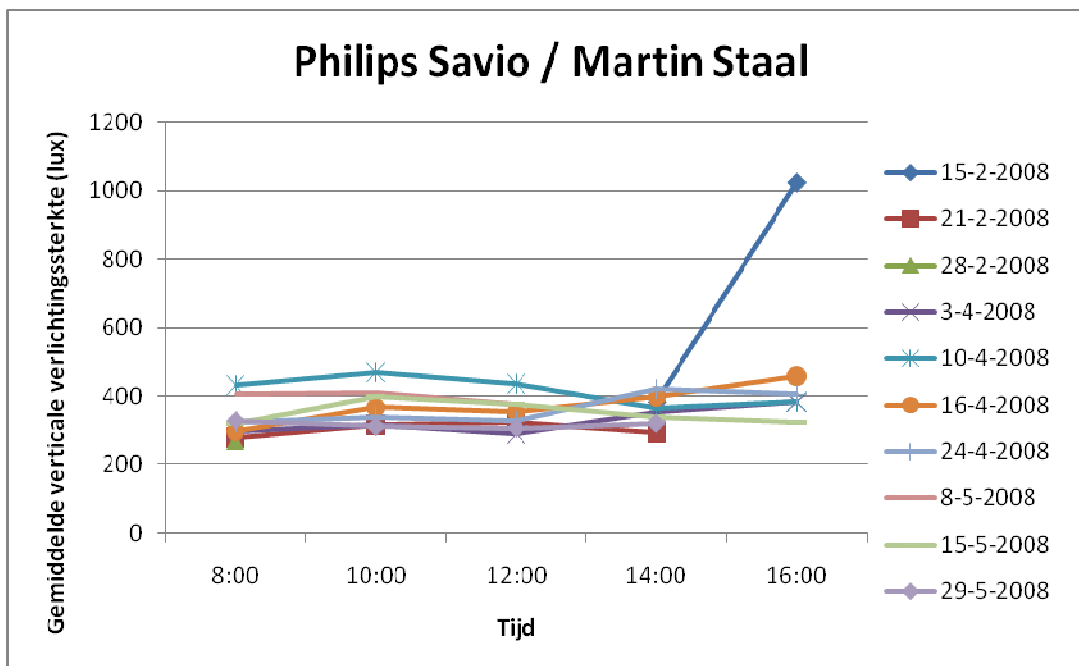
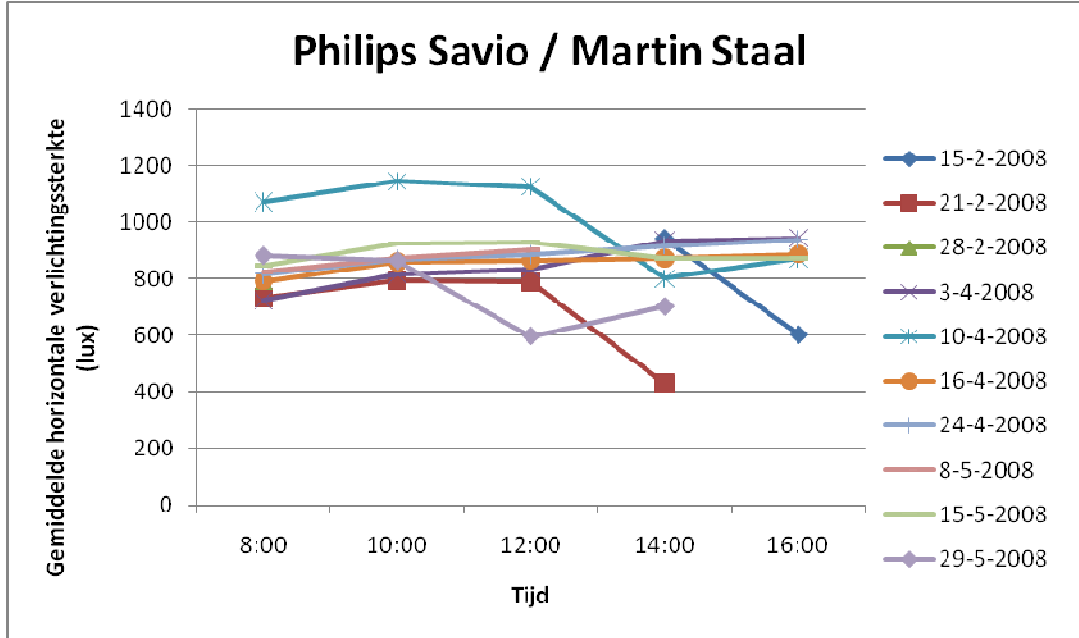
Locatie 3



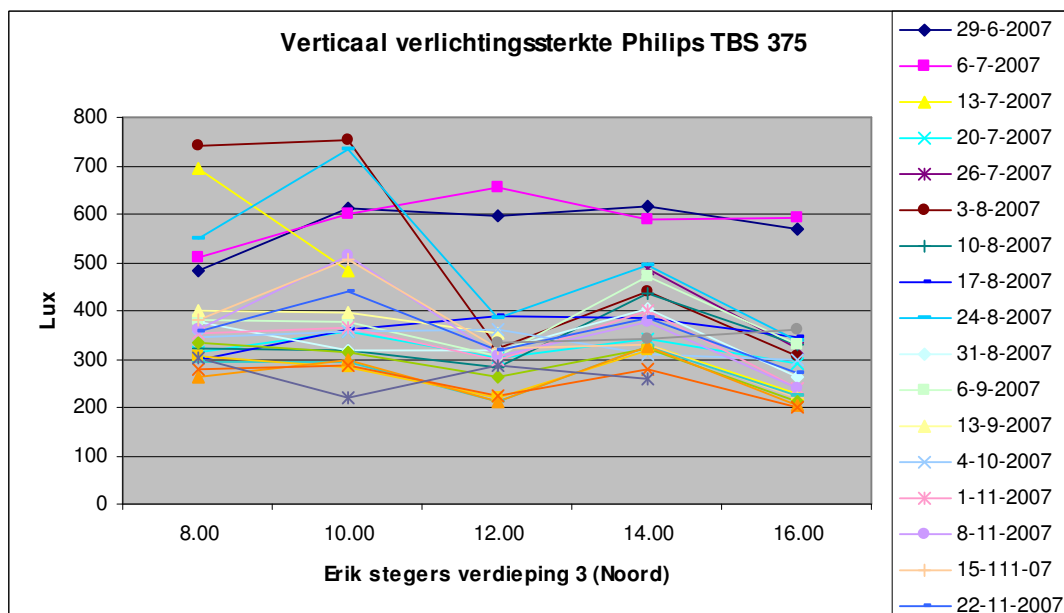
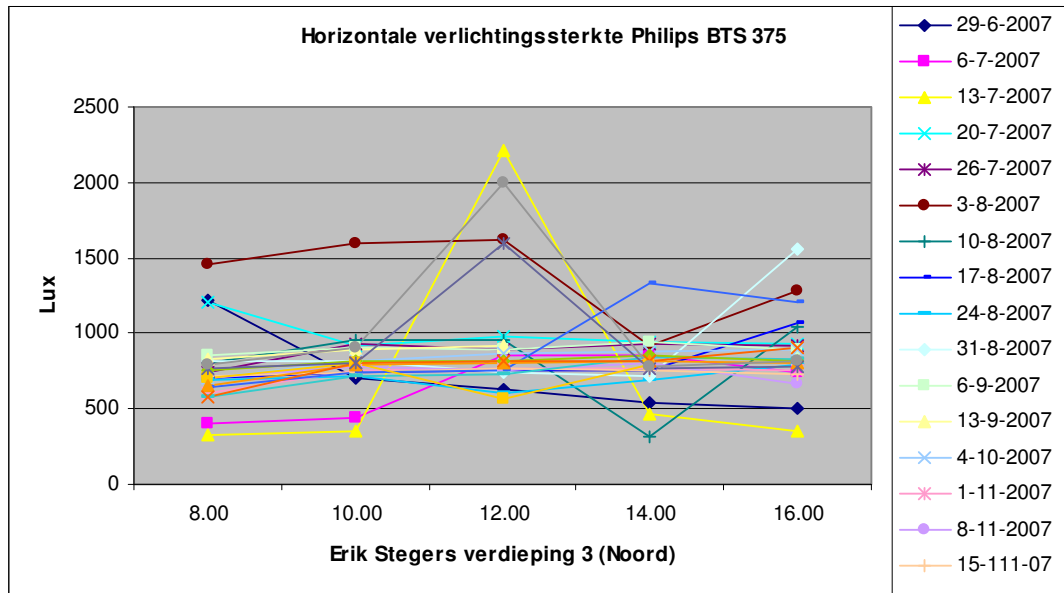
Gevel westzijde gebouw, 3^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie F1



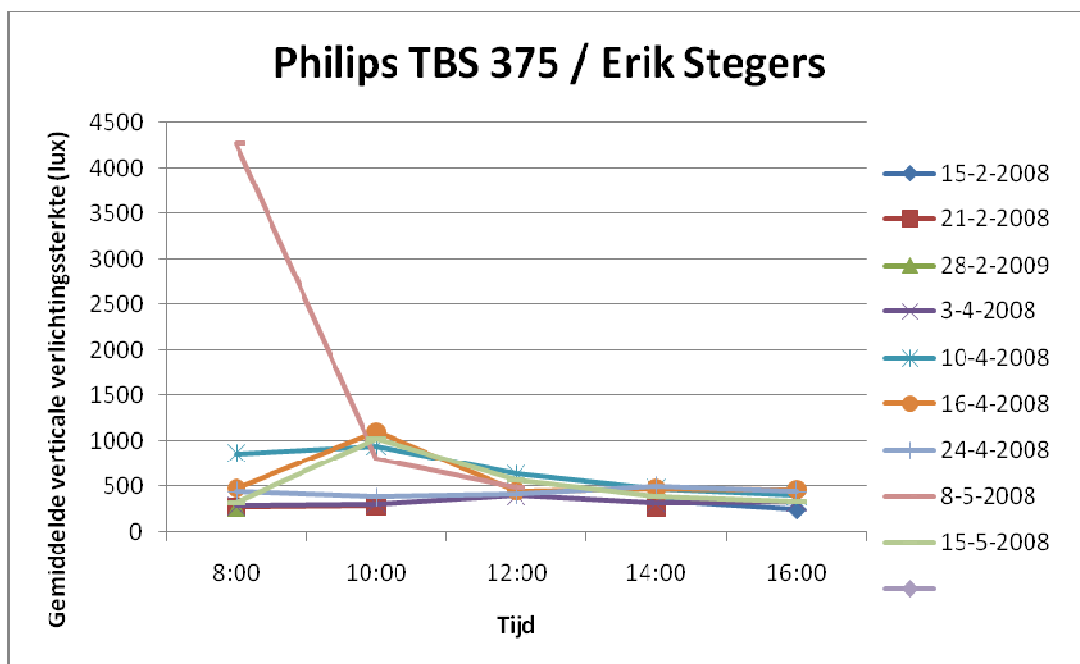
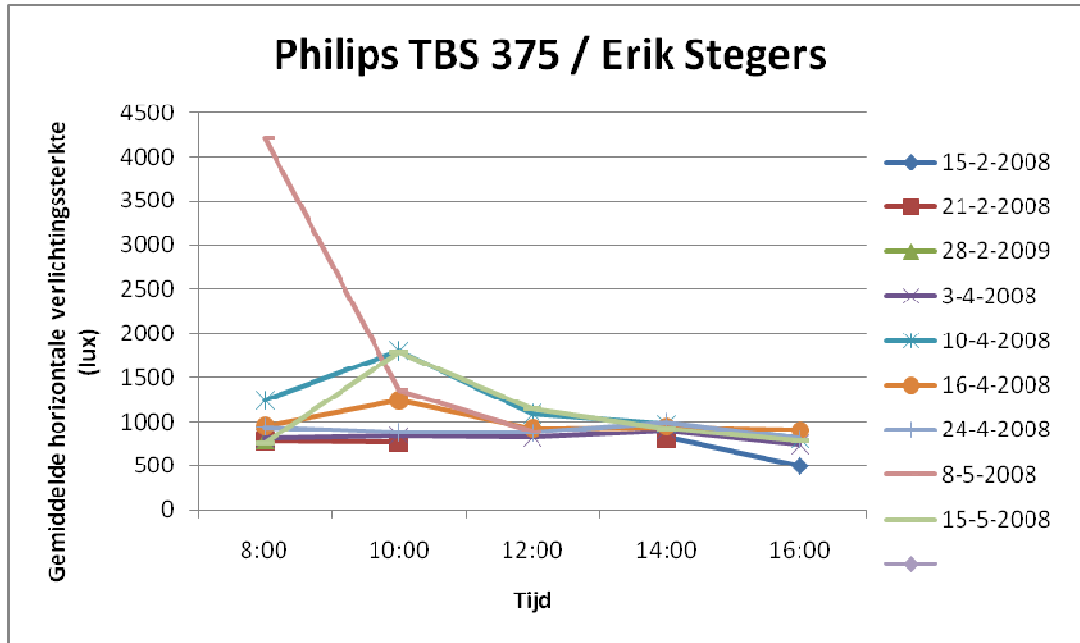
Locatie 4



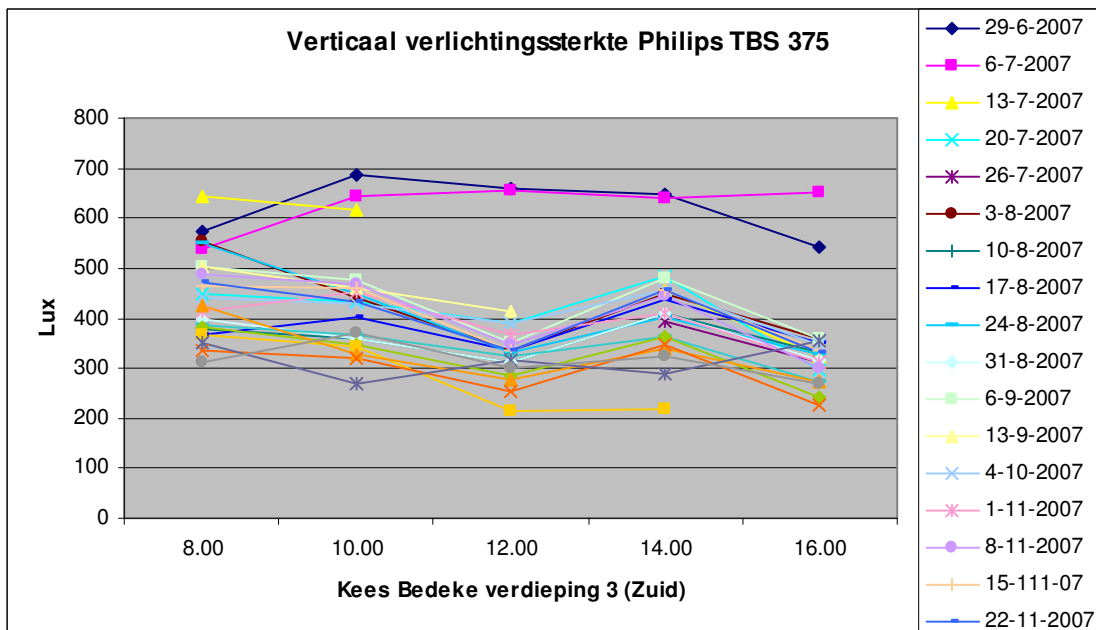
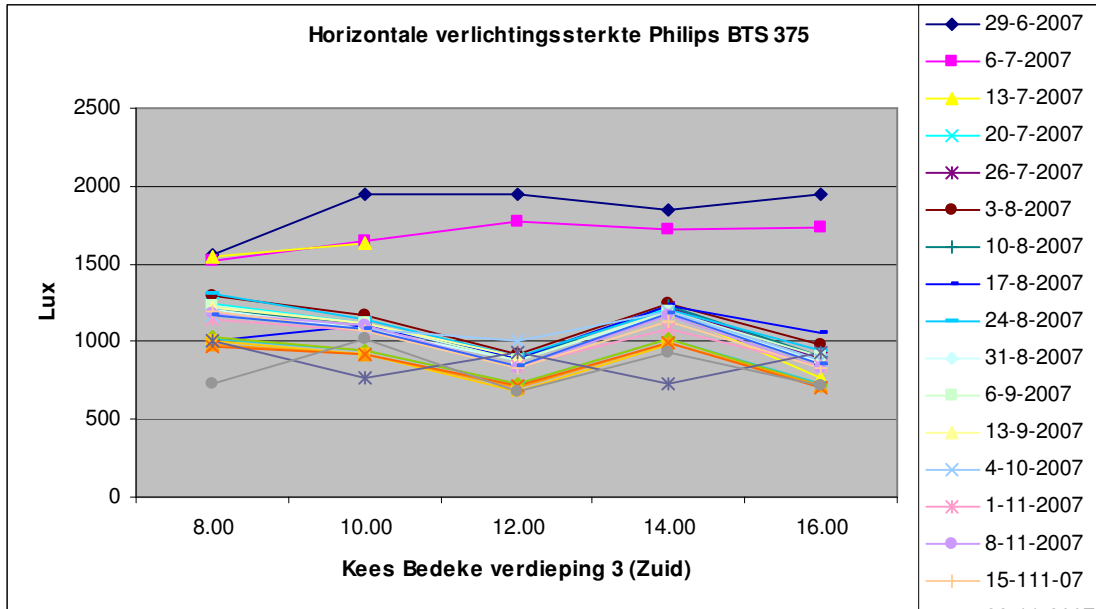
Gevel noordzijde gebouw, 2^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie F2



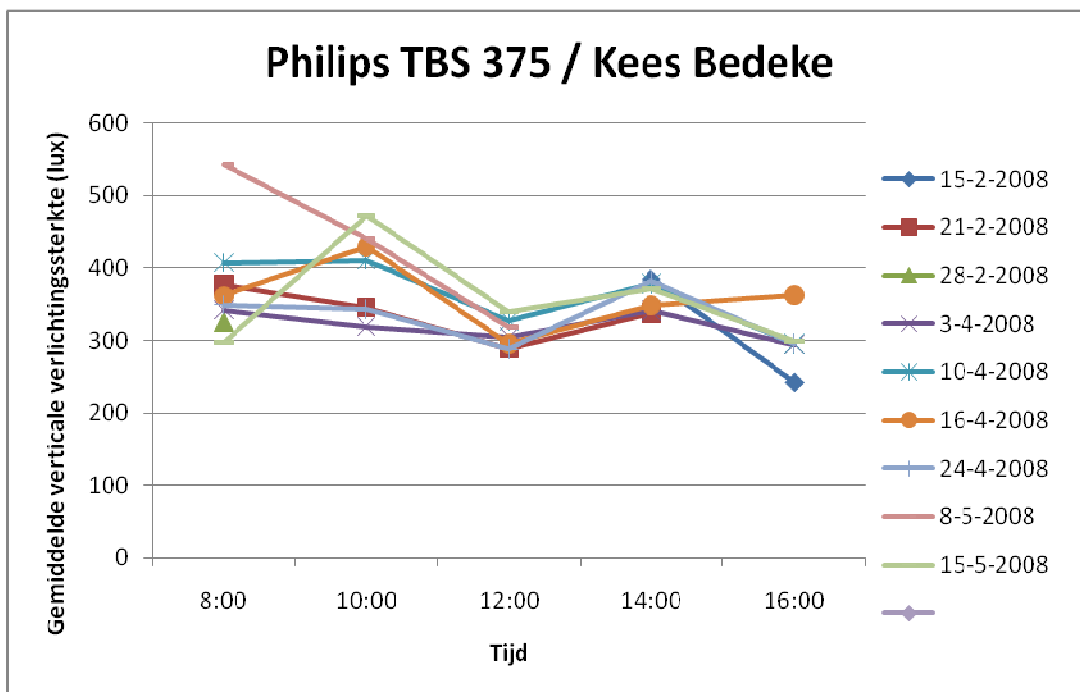
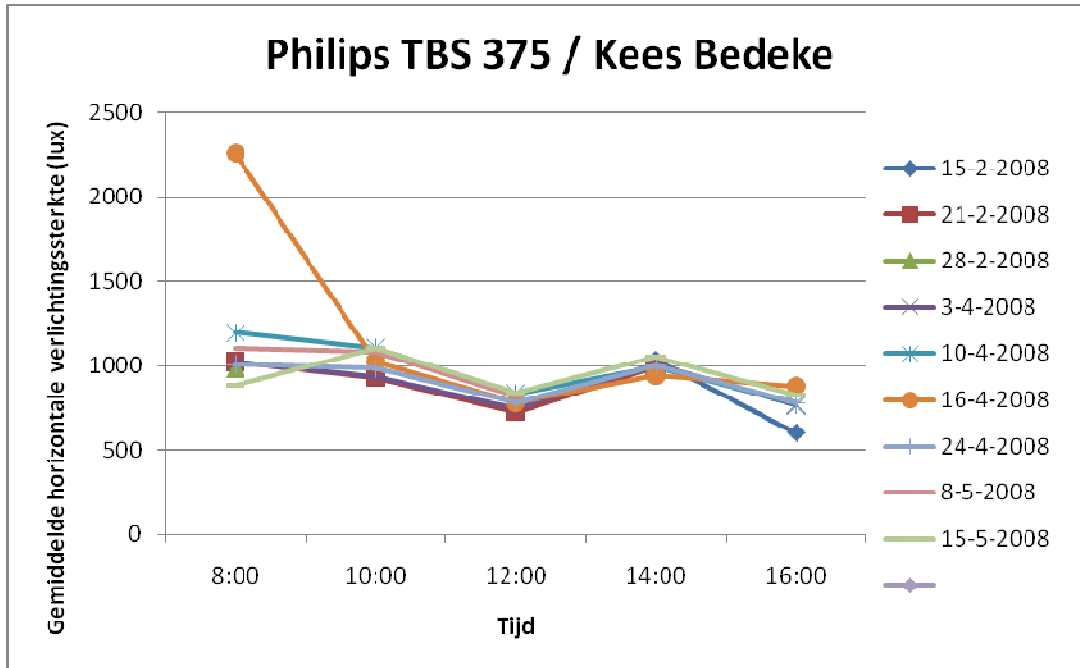
Locatie 5



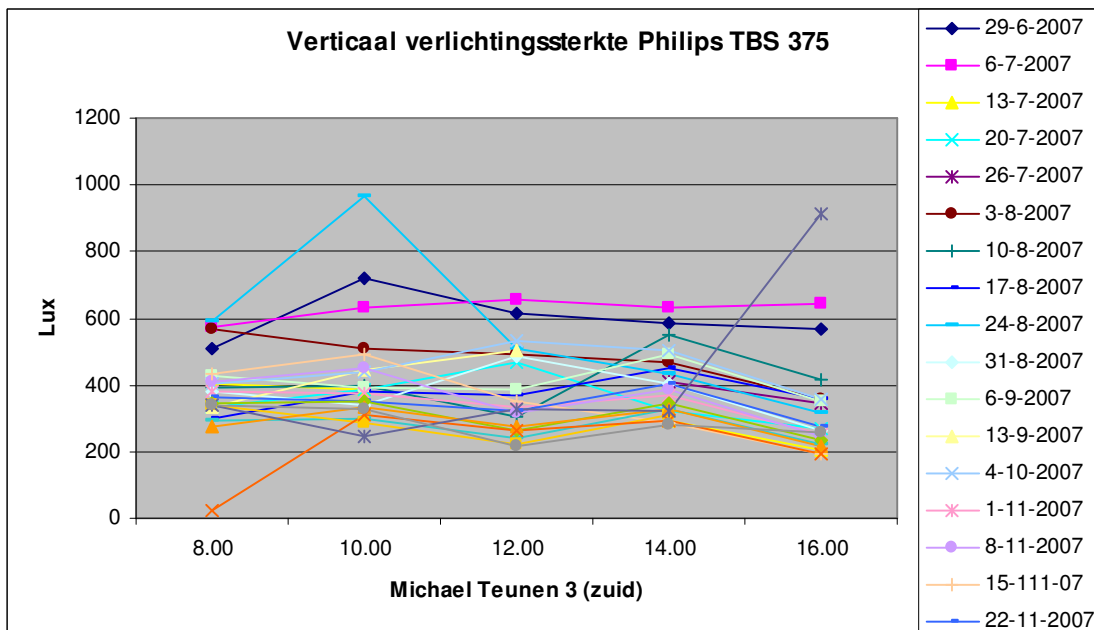
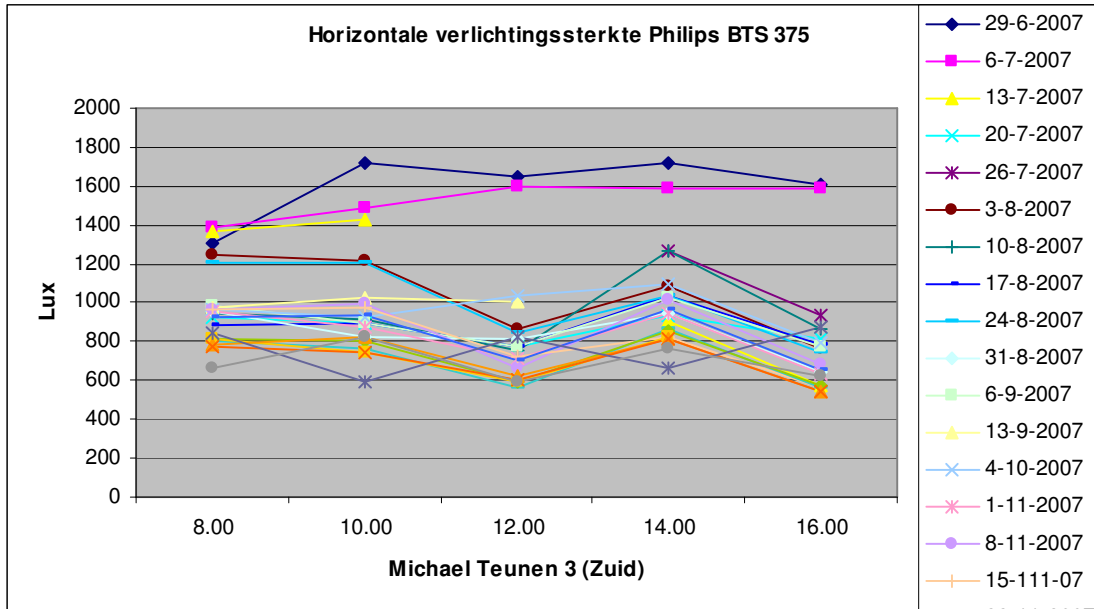
Gevel oostzijde gebouw, 3^e verdieping, werkplek aan de gangzijde – locatie F2



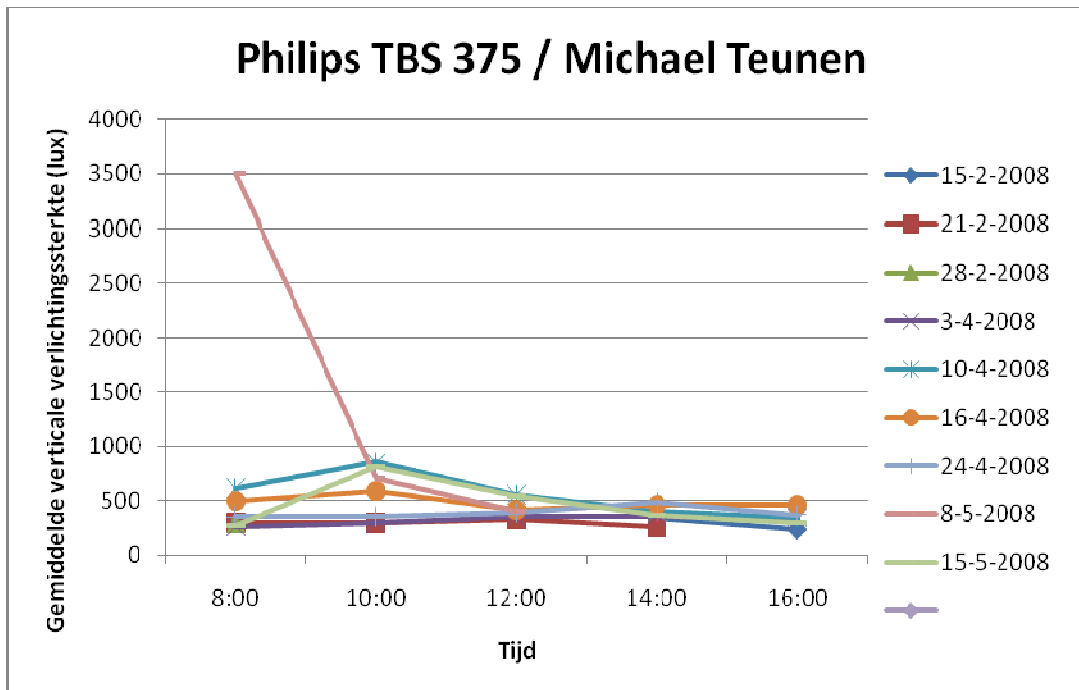
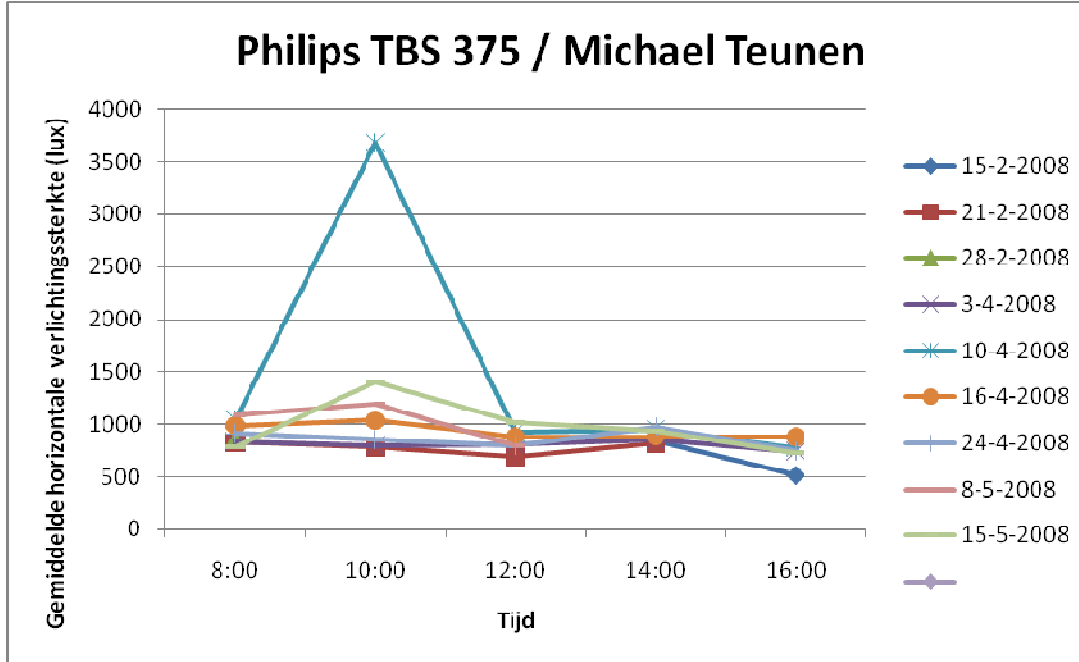
Locatie 6



Gevel oostzijde gebouw, 3^e verdieping, werkplek aan de gevelzijde – locatie F2



Locatie 7



Bijlage 10**Geraadpleegde literatuur**

- NEN-EN 12464-1: Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen
- Lighting the graveyard-shift: the influence of a daylight-simulating skylight on the task performance and mood of night shift workers – P.R. Boyce et. al. – Lighting Research and Technology, 1997
- Lighting and the Visual Environment for Senior Living – IESNA RP-28-98, 1998 – ISBN 0 87995 131 1
- Biodynamic light – the philosophy and the possible applications - iGuzzini
- Photoreception for regulation of melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor – G.C. Brainard et. al. – Journal of Neuroscience, 2001
- The living Clock – The Orchestrator of Biological Rhythms – John D. Palmer – Oxford University Press, 2002 – ISBN 0 19 514340 X
- Industriële verlichting en productiviteit – ir. W.J.M. van Bommel, ir. G.J. van den Beld en ir. M.H.F. van Ooyen – Philips Lighting, Nederland- augustus 2002
- Licht en gezondheid voor werkenden – Aanbeveling NSVV, november 2003
- Werkverlichting: Visuele en biologische effecten – ir. W.J.M. van Bommel en ir. G.J. van den Beld, Philips Lighting, Nederland, april 2003
- Humanergy balance - Zumtobel
- Daglicht, kunstlicht, mensbeleving – Paul J.M. Settels Eur.Erg – Syllabus NSVV Het Nationale Lichtcongres 2007
- Glühlampenlicht und Gesundheit – Ein midizinisches Plädoyer für gesundes Licht – Alexander Wunsch – Licht 11/12, 2007
- More than vision – Mark Rea, Pasquale Montagna, Valerio Chiarini and Roberto Piperno – Centro Studi e Ricerca iGuzzini – ilibriGuzzini, maart 2007
- Behandeling met licht effectief bij slaap- en waakstoornissen – Leo den Dulk - Allicht nr. 2, maart 2008-08-14
- Rest-activity rhythms in aging, Alzheimer’s disease and Parkinson’s disease, E.J.W. van Someren, Academisch proefschrift, juli 1997



- Beter licht – hogere cijfers? Presentatie van de Universitätsklinik Hamburg en Philips betreffende onderzoek naar effect van verlichting in scholen, 27 november 2008

- Gedeelten van de literatuur zoals opgenomen in bijlage 11

Bijlage 11

Aan te bevelen literatuur

- Biological Determinants of Optimal Health - S. Boyden – in D.J.M. Voster (Ed) Proceedings of the Human Biology of Environmental Change Conference, April, Blantyre Malawi, 5-12, 1971
- Fluorescent lighting, headaches and eyestrain - A.J. Wilkins, I. Nimmo-Smith, A.I. Slater en L. Bedocs – Lighting Research and Technology, 21 (1), 11-18, 1989
- Positive affect as a factor in organizational behavior – A. Isen en R. Baron – in L.L. Cummings & B.M. Staw (Eds), Research in Organizational Behaviour, 13, 1-54, 1991
- The Effects of Light on Human Physiology and Behaviour – G.C. Brainard en C.A. Bernecker – Proceedings of the 23th session of the CIE, New Delhi, 1995
- Effect of lensed-indirect and parabolic lighting on the satisfaction, visual health, and productivity of office workers – Alen Hedge, William R. Sims en Franklin D. Becker – Ergonomics, Vol. 38, No. 2, 260-280, 1995
- Light and well-being – G. van den Beld – Lighting & Engineering, 12 (4), 11-15, 2002
- Daylighting impacts on human performance in school – L. Heschong, R.L. Wright en S. Okura – Journal of Illuminating Engineering Society, 101-114, 2002
- The development of myopia (nearsightedness) in relation to the lighting environment – M.L. Wolbarsht – Proceedings of the Light and Human Health Conference, Lake Buena Vista (USA), 17-23, 2002
- CIE publicatie 158: Ocular lighting effects on human physiology and behavior - 2004
- Blue-enriched white light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality – Antoine U Viola PhD, Lynette M. James, Luc J.M. Schlangen PhD en Derk-Jan Dijk PhD, Scand J Work Environ Health, 34 (4), 297-306, 2008

Zie verder ook de uitgebreide literatuurlijsten in de NSVV-publicaties “Licht en gezondheid voor werkenden” en “Licht, welzijn en de ouder wordende mens” en Symposium Proceedings “Light, Performance and Quality of Life”, Eindhoven, 10 augustus 2007, gepubliceerd op 8 november 2008.

Bijlage 12**Publicaties betreffende het onderzoek:**

- (Bio)dynamische verlichtingssystemen – Rienk Visser – Stedebouw & Architectuur, nr. 11, december 2006
 - Vergelijkend onderzoek rond biodynamische verlichting – Jelle Vaartjes – Licht nr. 1, februari 2007
 - (Bio)dynamische verlichting – Werkt het? – Johan G. Smits – Plafond & Wand nr. 4, 2007
 - Onderzoek naar biodynamische verlichtingssystemen (in opdracht en bij Grontmij vestiging Amersfoort) – mw. drs. M.P.S. Jansen, BDes, januari 2008
 - Biodynamische verlichting onder de loep – Henk-Jan Hoekjen – Inside Informatie/Verlichting, nr. 3, juni 2008-08-14
 - Onderzoek biodynamische verlichting – P.H. Muijs – stageverslag, mei 2008
- en diverse algemene artikelen over het onderwerp gezonde verlichting.