

Ziut



Adviesrapport Verlichting Tennispark Grubbenvorst

Gemeente Horst aan de Maas

Juni 2013



Documentversie: 1.2 Definitief
Datum: Juni 2013
Contactpersoon: Anique Wieggers, anique.wiegers@ziut.nl, tel 0652599218
Wouter Haring, wouter.haring@ziut.nl, tel 0646763075



Inhoudsopgave

1	Algemeen	4
1.1	Inleiding.....	4
1.2	Achtergrond.....	4
1.3	Doel van het onderzoek	4
1.4	Leeswijzer	4
2	Normen en richtlijnen	5
2.1	Algemene richtlijn betreffende lichthinder	5
2.2	Lichtnormen tennis	6
3	Lichtberekening.....	7
3.1	Inleiding.....	7
3.2	Uitgangspunten	7
3.3	Werkwijze verlichtingsberekening	8
3.4	Resultaten conventioneel.....	8
3.4.1	Luxwaarden bij toepassen conventionele verlichting	8
3.4.2	Effecten verlichting op bebouwing.....	9
3.4.3	Candela's per armatuur	12
3.5	Resultaten Led-verlichting	13
3.5.1	Luxwaarden bij toepassen led-verlichting	13
3.5.2	Effecten verlichting op bebouwing.....	15
3.5.3	Candela's per armatuur	16
3.6	Conclusie	17
4	TCO berekening.....	19
4.1	Total Cost of Ownership	19
4.2	Resultaten	20
5	Voordelen van ledverlichting.....	21
5.1	Voordelen van ledverlichting	21
5.2	Gelijkmatig helder en wit licht.....	21
5.3	Weinig strooilicht dus minder lichthinder	22
5.4	Duurzaam.....	22
5.5	Lichtmanagement mogelijk bij ledverlichting.....	23
5.6	Lage onderhoudskosten	23
5.7	Lager energieverbruik.....	23

Bijlage 1 Lichtberekening Conventioneel

Bijlage 2 Lichtberekening Ledverlichting



1

Algemeen

1.1 Inleiding

Naar aanleiding van een aantal overleggen tussen dhr. M. Tonen van de gemeente Horst aan de Maas en mevr. A. Wiegers van de firma Ziut, ten aanzien van sportveldverlichting op het nieuw aan te leggen tennispark Grubbenvorst, zijn een aantal vragen naar voren gekomen. Eén van deze vragen betreft het effect van de sportveldverlichting op de directe omgeving (spreiding van licht, lichtopbrengst op de banen, lichthinder voor omwonenden etc.). Daarnaast is de gemeente benieuwd naar de kosten van ledverlichting ten opzichte van conventionele verlichting en is men benieuwd naar de voordelen van led-sportverlichting. Dit onderzoeksrapport zal, d.m.v. een aantal lichtberekeningen en een Totalcost of Ownership berekening, inzicht verschaffen in de effecten van sportveldverlichting, de kosten van zowel led-sportveldverlichting alsmede conventionele sportveldverlichting en de voordelen van ledverlichting.

1.2 Achtergrond

Tennisvereniging Grubbenvorst, nu nog gevestigd aan de Irenestraat op tennispark de Comert, gaat haar activiteiten verplaatsen naar een nieuw aan te leggen tennispark op het Ericaplein. Het nieuwe tennispark grenst straks aan een bestaande woonwijk, waarbij de bewoners vanuit de woningen zicht zullen hebben op de tennisvelden. Omdat er straks niet alleen overdag maar ook 's avonds getennist gaat worden ontstaat de mogelijkheid dat omwonenden (licht)hinder zullen ondervinden van de sportveldverlichting op het tennispark. Vanwege deze mogelijke lichthinder heeft de gemeente Horst aan de Maas de firma Ziut gevraagd een lichtonderzoek uit te voeren om te bezien welke gevolgen en effecten de aanleg van sportveldverlichting zal hebben op de directe omgeving.

1.3 Doel van het onderzoek

Het doel van dit adviesrapport is tweeledig, namelijk enerzijds inzicht bieden in de hoeveelheid lichtuitstoot en eventuele lichthinder op de omgeving bij zowel ledverlichting alsmede conventionele verlichting. En op de tweede plaats inzicht bieden in de kosten en voordelen van ledverlichting ten opzichte van conventionele verlichting.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 leest u de algemene richtlijnen betreffende lichthinder die door de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde is opgesteld alsmede de richtlijnen voor het aanlichten van tennisvelden. Deze gegevens zijn van belang voor de lichtberekening die in hoofdstuk 3 is weergegeven. Daarin zijn de uitgangspunten verwoord die van te voren zijn bepaald om de lichtberekening uit te voeren. Vervolgens zijn de resultaten van de lichtberekening af te lezen in paragraaf 3.4 t/m 3.5

In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van de TCO berekening weergegeven waarin ook te zien is wat de terugverdientijd van ledverlichting t.o.v. conventionele verlichting is. En tot slot hoofdstuk 5 waarin de voordelen van ledverlichting zijn weergegeven.



2

Normen en richtlijnen

2.1 Algemene richtlijn betreffende lichthinder

De NSVV, de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde heeft door de Commissie Lichthinder een "Algemene richtlijn betreffende lichthinder" laten omschrijven. Met betrekking tot schijnwerpers bij sportterreinen is dit gepubliceerd in deel 1 (Algemeen en sportveldverlichting). Daaropvolgend zijn er enkele aanvullingen vermeld in de daaropvolgende delen 2 t/m 4.

De definitie van lichthinder is volgens de NSVV: "Het ten gevolge van een buitenverlichtingsinstallatie ontstaan van ongewenst visuele neveneffecten, bij meer dan een nader bepaald percentage personen, buiten de groep van personen waarvoor de verlichtingsinstallatie oorspronkelijk bestemd is." De richtlijnen geven criteria voor het bepalen van lichthinder op mensen die in de omgeving verblijven.

De NSVV onderscheidt de volgende 4 zones om te bepalen welke categorie van toepassing is:

Zone	Omschrijving
E1	Natuurgebieden met een zeer lage omgevingshelderheid; voor de definitie van natuurgebied wordt uitgegaan van de vastgelegde Ecologische Hoofdstructuur door de rijksoverheid
E2	Gebieden met een lage omgevingshelderheid; in het algemeen buitenstedelijke en landelijke woongebieden
E3	Gebieden met een gemiddelde omgevingshelderheid; in het algemeen woongebieden
E4	Gebieden met een hoge omgevingshelderheid; in het algemeen stedelijke gebieden gecombineerd met woon- en industriegebieden met intensieve nachtelijke activiteiten

Tabel 1: grenswaarden voor lichtemissies uit deel 1 van de NSVV

Nadat bepaald is welke zone van toepassing is, kan uit tabel 2 op de volgende bladzijde bepaald worden welke grenswaarden van toepassing zijn. De grenswaarden, in een gewoon lettertype weergegeven, zijn gebaseerd op voor de NSVV toegankelijke onderzoeksgegevens, welke de NSVV als Nederlandse richtlijn acceptabel acht. Niet voor alle situaties zijn dergelijke onderzoeksgegevens echter voorhanden of toegankelijk. De cursief en donker weergegeven grenswaarden hebben betrekking op door derden gehanteerde grenswaarden die in de literatuur beschreven zijn. De Commissie Lichthinder van de NSVV acht deze grenswaarden van voldoende redelijkheid om deze waarden als richtlijn te hanteren (*bron: Algemene Richtlijn betreffende lichthinder, deel 1 Algemeen en grenswaarden voor sportveldverlichting*).



		omgevingszone			
te hanteren parameter	toepassings- conditie	E1 natuurgebied	E2 landelijk gebied	E3 Stedelijk gebied	E4 Stadscentrum/ industriegebied
Ev (lux) op de gevel	dag en avond 07:00-23:00	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
	nacht* 23:00-07:00	1 lux	1 lux	2 lux	4 lux
I (cd) van elk armatuur	dag en avond 07:00-23:00	2500 cd	7500 cd	10000 cd	25000 cd
	nacht* 23:00-07:00	0 cd	500 cd	1000 cd	2500 cd

*In het Besluit Horeca-, Sport- en Recreatie-inrichtingen staat dat na 23:00 uur de verlichting uit moet

Tabel 2: Grenswaarden voor de lichtemissie van een verlichtingsinstallatie voor sportaccommodaties ter voorkoming van lichthinder voor omwonenden

2.2 Lichtnormen tennis

De verschillende sportbonden hebben normen gedefinieerd waaraan veldverlichting moet voldoen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen bijvoorbeeld een trainingsveld en een wedstrijdveld. Maar ook nog tussen een wedstrijdveld en een wedstrijdveld waar regelmatig tv-opnames worden gemaakt. Onderstaande tabel toont de normering voor tennisvelden in klasse I (internationaal en nationaal topniveau) en klasse II (landelijke en regionaal niveau).

	Enkel veld		Dubbel veld		Trippel veld	
Verlichtingsnorm	Klasse I		Klasse II		Klasse II	
Mast (aantal/hoogte)	4	12	4	15	4	15
Armatuuren	4		4		8	
Eh Gem (Lux)	>500	550	>300	340	>300	340
Gelijkmatigheid (Emin/Eh gem)	>0.7	0.85	>0.7	0.85	>0.7	0.85

Tabel 3: Lichtnormen tennis

Tennisvereniging Grubbenvorst speelt op landelijk en regionaal niveau en valt daarom volgens de NEN-EN in Klasse II. Dit heeft tot gevolg dat de gemiddelde horizontale verlichtingssterkte meer dan 300lux moet zijn en de gelijkmatigheid meer dan 0,7 wanneer een dubbel veld wordt aangelicht. Wordt er alleen getraind of op recreatief niveau gespeeld, dan kan worden volstaan met een luxwaarde gelijk of meer dan 200lux en een gelijkmatigheid van 0,6lux (voor speelveld binnen de lijnen). Deze uitgangspunten worden meegenomen in de lichtberekening in hoofdstuk 3.



3

Lichtberekening

3.1 Inleiding

In de paragraaf hieronder leest u welke uitgangspunten zijn gebruikt om de lichtberekening op te stellen. Vervolgens zijn voor conventionele verlichting en voor ledverlichting de resultaten van de lichtberekeningen op het tennisveld en op de bebouwde omgeving in beeld gebracht.

3.2 Uitgangspunten

- Aantal masten – per dubbel tennisveld 4 masten. Aangezien er twee velden aan elkaar grenzen kan er worden volstaan met in totaal 10 masten
- Masthoogte – 15 m
- Positie masten – meest wenselijk, i.v.m. verblinding tennissers, is aan de zijkant van het veld gepositioneerd
- Aantal armaturen – 12 (led) armaturen. De led-armaturen bestaan uit 8 segmenten, de zogenaamde 'led-units' en zijn individueel richtbaar.
- Vermogen led-armatuur: 200W per led unit - 8 led units per armatuur is 1600W totaal.
- Vermogen conventioneel armatuur: 2100W per armatuur
- Gemiddelde horizontale verlichtingssterkte binnen de speellijnen volgens norm NSVV >300 lux
- Gelijkmaticheid binnen de speellijnen (EH gem) > 0,7 en op het totale speelveld 0,4
- Tennisbaanafmetingen volgens officiële richtlijnen KNLTB
- Minimaliseren van lichthinder
- Onderstaand figuur 1 is als uitgangspunt gebruikt voor het tekenen van de velden in het lichtberekeningsprogramma



Figuur 1: nieuwe situatie sportcomplex



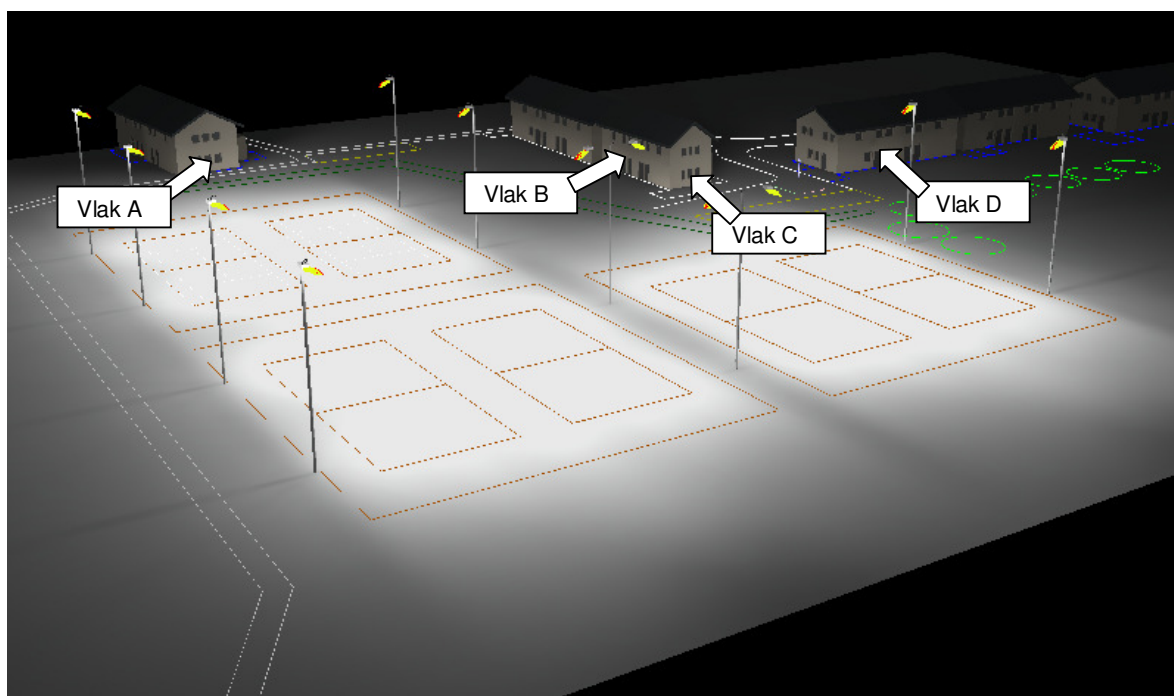
3.3 Werkwijze verlichtingsberekening

Middels het lichtberekenningsprogramma 'Dialux' is voor conventionele verlichting en ledverlichting een lichtberekening uitgevoerd. De volgende stappen zijn doorlopen om tot de uiteindelijke berekening te komen:

1. Intekenen van tennisvelden en omringende bebouwing in Dialux
2. Bepalen van mastposities
3. Specificaties van zowel de led-armaturen als de conventionele armaturen toevoegen in Dialux
4. Verlichting zodanig 'richten' dat meest optimale verlichtingssituatie ontstaat. Meest optimaal in de zin dat de tennisvelden volgens de normen worden verlicht en de omgeving zo min mogelijk lichthinder ondervindt
5. 4 verticale berekeningsvlakken plaatsen op de bebouwing in Dialux, zodat kan worden berekend hoeveel licht er op de bebouwing valt
6. Uitvoeren verschillende verlichtingsberekeningen

3.4 Resultaten conventioneel

Onderstaande afbeelding is een computeranimatie van de verlichtingssituatie wanneer conventionele verlichting wordt geplaatst. De pijlen verwijzen naar de plaatsen waar de verticale verlichtingsvlakken zijn geplaatst om de effecten van verlichting op de bebouwing te kunnen berekenen.



Figuur 2: Verlichtingssituatie uit Dialux bij conventionele verlichting

3.4.1 Luxwaarden bij toepassen conventionele verlichting

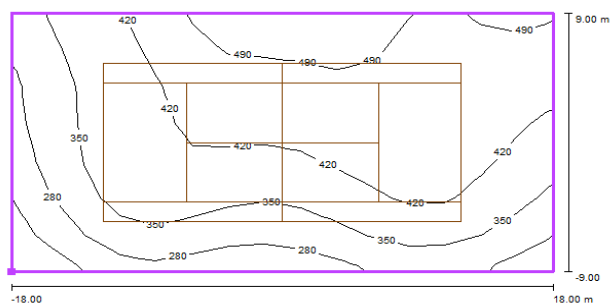
Volgens de tennisrichtlijnen moeten de luxwaarden bij een dubbel veld in Klasse II in ieder geval meer dan 300lux zijn en de gelijkmatigheid meer dan 0,7 (binnen de lijnen) en 0,4 buiten de lijnen.

Figuur 3 op de volgende bladzijde is afkomstig uit Dialux en toont de waarden aan die worden bereikt bij conventionele verlichting. De gemiddelde luxwaarde is 394lux en de gelijkmatigheid voor het hele speelveld 0,44lux. De normen worden dus ruimschoots gehaald.

De gemiddelde luxwaarde voor het speelveld binnen de lijnen is 436 lux en de gelijkmatigheid 0,73. Ook deze waarden overstijgen ruimschoots de normen voor tennisveldverlichting.



Buitendecor 1 / Tennis 1 Berekeningsraster (PA) / Isolijnen (E, loodrecht)

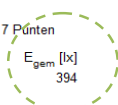


Waarden in Lux, Schaal 1 : 258

Positie van het vlak in het buitendecor:
Gemarkeerd punt: (-76.751 m, 27.924 m,
0.000 m)

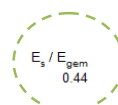


Raster: 15 x 7 Punten



E_s [lx]
174

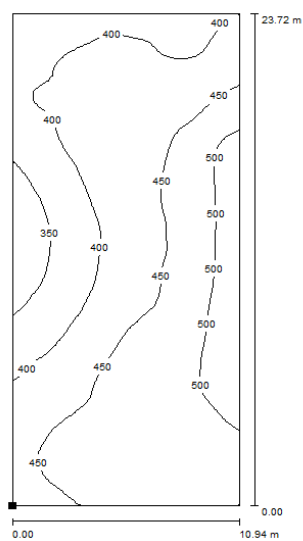
E_{max} [lx]
523



E_s / E_{max}
0.33

Figuur 3: Luxwaarden gehele tennisveld bij conventionele verlichting

Buitendecor 1 / Speelveld binnen lijnen / Isolijnen (E, loodrecht)

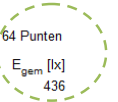


Waarden in Lux, Schaal 1 : 186

Positie van het vlak in het buitendecor:
Gemarkeerd punt: (-73.246 m, -1.928 m,
0.750 m)

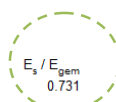


Raster: 32 x 64 Punten



E_s [lx]
319

E_{max} [lx]
548



E_s / E_{max}
0.581

Figuur 4: Luxwaarden binnen de speellijnen bij conventionele verlichting

3.4.2 Effecten verlichting op bebouwing

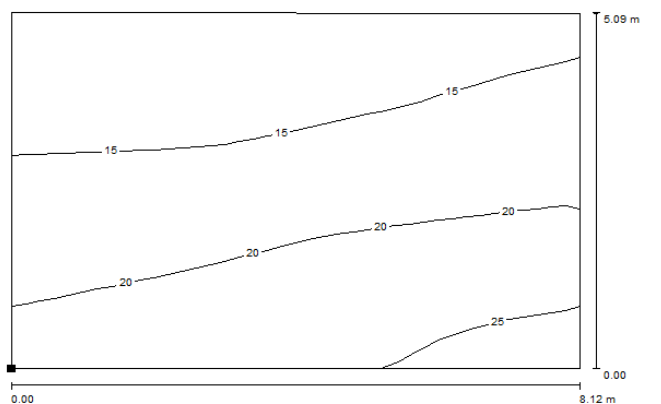
Zoals in figuur 2 te zien is zijn er 4 verticale verlichtingsvlakken geplaatst om te bepalen hoeveel licht erop de omringende bebouwing valt. Zo kan bepaald worden of binnen de normering van lichthinder verlicht wordt.



Vlak A:

De normering voor lichthinder stelt dat er in omgevingszone E3 (stedelijk gebied) tot 23:00 uur **maximaal 10 lux** op de gevel mag vallen en **maximaal 2 lux** na 23:00 uur. Onderstaand figuur toont een gemiddelde luxwaarde van 18lux en een maximale luxwaarde van 27lux. De normering voor lichthinder wordt hier ruimschoots overschreden.

Buitendecor 1 / A / Isolijnen (E, loodrecht)



Positie van het vlak in het buitendecor:
Gemarkeerd punt: (-59.399 m, 48.150 m, 0.008 m)



Waarden in Lux, Schaal 1 : 59

Raster: 6 x 8 Punten

E_{gem} [lx]
18

E_s [lx]
11

E_{max} [lx]
27

E_s / E_{gem}
0.592

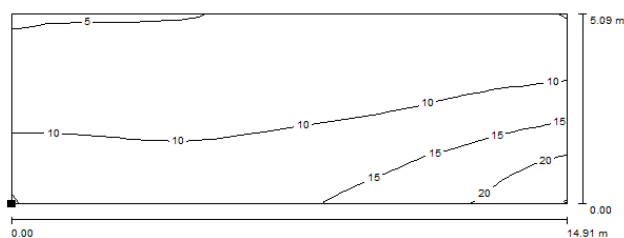
E_s / E_{max}
0.398

Figuur 5: Resultaten lichtberekening vlak A conventionele verlichting

Vlak B

Ook voor vlak B worden de normen voor lichthinder overschreden. Hier is de maximale luxwaarde 24lux en een gemiddelde luxwaarde van 9.94lux (net onder de normering).

Buitendecor 1 / B / Isolijnen (E, loodrecht)



Positie van het vlak in het buitendecor:
Gemarkeerd punt: (-11.744 m, 24.991 m, 0.008 m)



Waarden in Lux, Schaal 1 : 107

Raster: 16 x 8 Punten

E_{gem} [lx]
9.94

E_s [lx]
4.89

E_{max} [lx]
24

E_s / E_{gem}
0.492

E_s / E_{max}
0.203

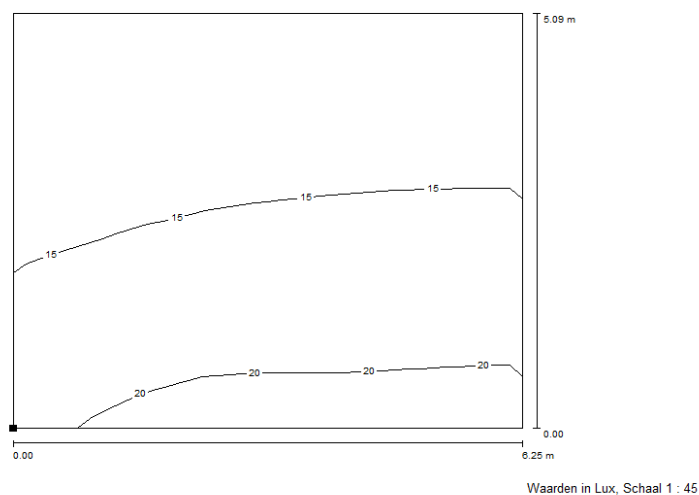
Figuur 6: Resultaten lichtberekening vlak B conventionele verlichting



Vlak C

Op vlak C is een gemiddelde luxwaarde van 16lux gemeten en een maximale luxwaarde van 21lux. Ook op deze locatie worden de normen voor lichthinder overschreden.

Buitendecor 1 / C / Isolijnen (E, loodrecht)

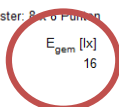


Positie van het vlak in het buitendecor:
Gemarkeerd punt: (-11.423 m, 9.997 m, 0.008 m)

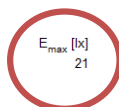


Waarden in Lux, Schaal 1 : 45

Raster: 8 x 0 Punten



E_s [lx]
10



E_s / E_{gem}
0.670

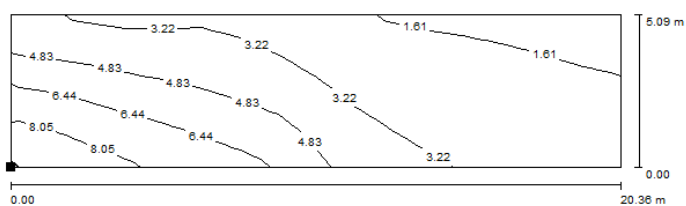
E_s / E_{max}
0.492

Figuur 7: Resultaten lichtberekening vlak C conventionele verlichting

Vlak D

Op vlak D is een gemiddelde luxwaarde van 3,75lux en een maximale luxwaarde van 9,27lux gemeten. Deze waarden vallen wel onder de normen voor lichthinder.

Buitendecor 1 / D / Isolijnen (E, loodrecht)

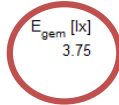


Positie van het vlak in het buitendecor:
Gemarkeerd punt: (11.055 m, 5.251 m, 0.008 m)

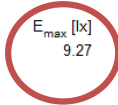


Waarden in Lux, Schaal 1 : 146

Raster: 16 x 4 Punten



E_s [lx]
1.23



E_s / E_{gem}
0.327

E_s / E_{max}
0.132

Figuur 8: Resultaten lichtberekening vlak D conventionele verlichting



3.4.3 Candela's per armatuur

In de normen voor lichthinder wordt niet alleen gekeken naar de luxwaarden op de gevel maar wordt ook gekeken naar de hoeveelheid licht (in candela's) die elk armatuur uitstraalt. Candela is de eenheid voor lichtsterkte en geeft aan hoeveel licht zich bevindt in ieder stukje van een lichtbundel. Om een praktisch voorbeeld te noemen. De lichtsterkte van een gewone zaklamp is circa 1 candela en een gloeilamp van 100watt heeft een lichtsterkte van circa 120 candela.

In tabel 2 op blz. 6 is te lezen dat elke armatuur in omgevingszone E3 tussen 07:00 en 23:00 uur een maximale lichtsterkte van 10.000cd mag hebben en in de nachtelijke uren 1000cd. Echter, in het Besluit Horeca-, Sport- en Recreatie-inrichtingen staat dat na 23:00 uur de verlichting uit moet. De maximale candela waarden van 1000cd zijn dus niet van belang.

Om te berekenen hoeveel candela's elke armatuur uitstraalt zijn weer 4 verschillende punten geplaatst. Vervolgens is berekend hoeveel candela's per afzonderlijk armatuur er in dit punt schijnen.

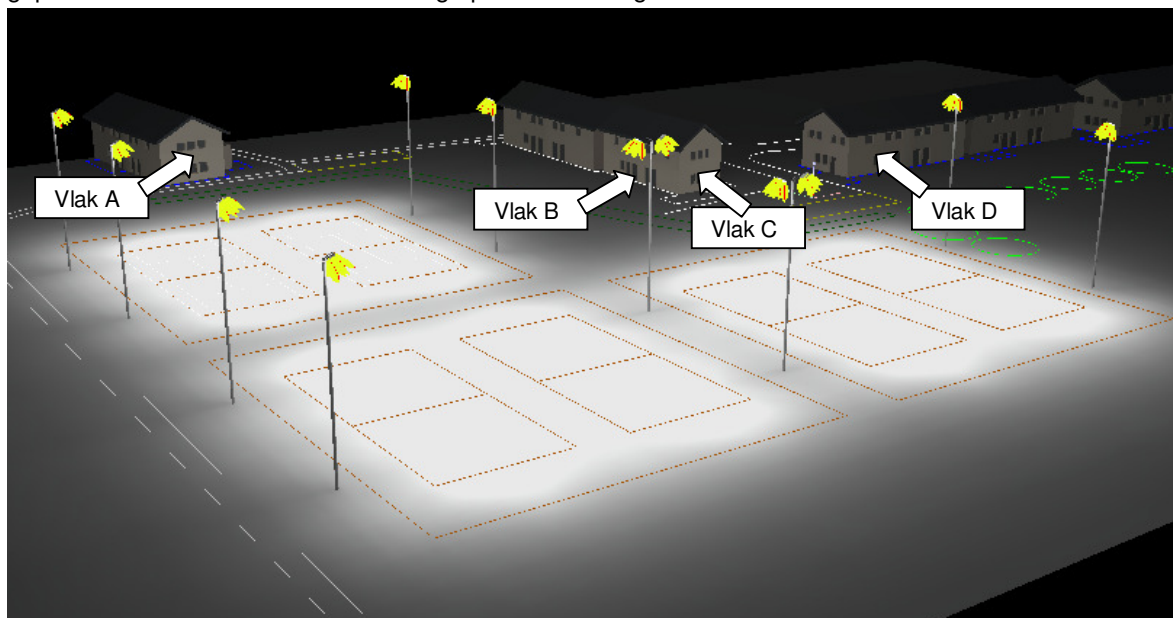
In de aparte bijlage 'Lichtberekening Conventioneel' vindt u vanaf bladzijde 14 alle bereikte waarden per armatuur voor de 4 berekeningspunten (zie hieronder voorbeeld uit deze bijlage). Gelet op die waarden dan kan worden geconcludeerd dat vanuit alle punten één of meer armaturen de grenswaarde van 10.000cd overschrijden. Kortom, wanneer conventionele verlichting wordt toegepast worden de normen voor lichthinder overschreden.

Nr.	Armatuur	Positie [m]			Lichtuitstraling	Lichtsterkte [cd]
		X	Y	Z		
1	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-76.862	19.643	15.000	Lichtuitstraling 1	24644
2	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-42.994	19.686	15.000	Lichtuitstraling 1	3162
3	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-76.986	0.370	15.000	Lichtuitstraling 1	311
4	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-43.118	0.413	15.000	Lichtuitstraling 1	399
5	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-43.084	-41.134	15.000	Lichtuitstraling 1	144
6	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-76.952	-41.177	15.000	Lichtuitstraling 1	148
7	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-42.960	-21.861	15.000	Lichtuitstraling 1	210
8	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-76.828	-21.904	15.000	Lichtuitstraling 1	221
9	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-4.404	-41.386	15.000	Lichtuitstraling 1	158
10	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-38.272	-41.429	15.000	Lichtuitstraling 1	0
11	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-4.280	-22.113	15.000	Lichtuitstraling 1	686
12	Siteco 5NA76901WB03 SiCOMPACT A3 MAXI	-38.148	-22.156	15.000	Lichtuitstraling 1	0



3.5 Resultaten Led-verlichting

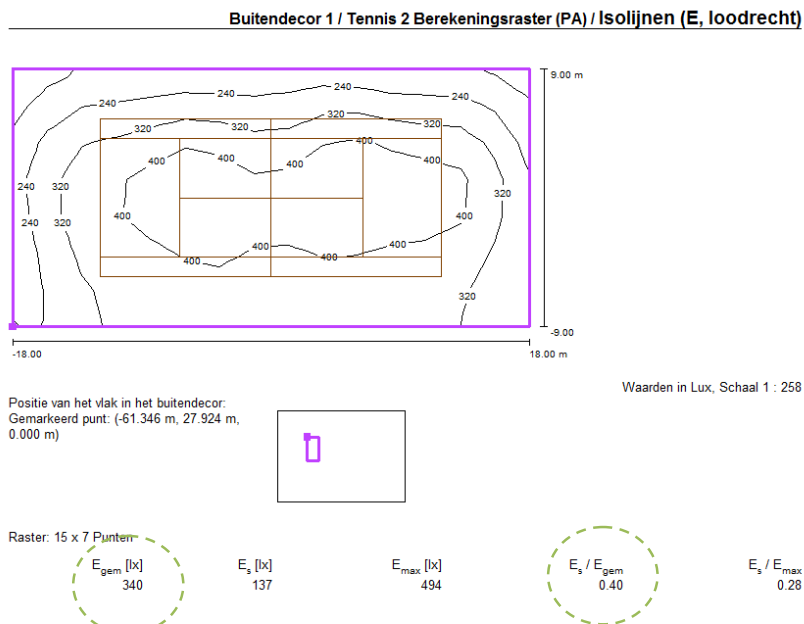
Onderstaande afbeelding is een computeranimatie van de verlichtingssituatie wanneer ledverlichting wordt geplaatst. De pijlen verwijzen naar de plaatsen waar de verticale verlichtingsvlakken zijn geplaatst om de effecten van verlichting op de bebouwing te kunnen berekenen.



Figuur 9: Verlichtingssituatie bij ledverlichting uit Dialux

3.5.1 Luxwaarden bij toepassen led-verlichting

Onderstaand overzicht toont de verlichtingsresultaten wanneer ledverlichting wordt toegepast. Voor het gehele speelveld wordt een gemiddelde verlichtingssterkte van 340lux behaald (dit is conform de norm) en gelijkmatigheid van 0,40 (ook volgens de norm). Qua verlichtingssterkte voldoet de ledverlichting, zoals deze nu gepositioneerd is, aan de normen voor het aanlichten van tennisvelden.

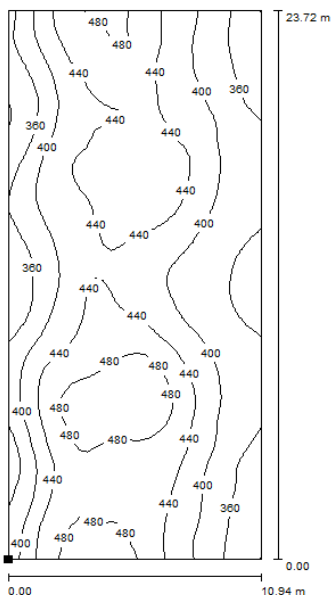


Figuur 10: Luxwaarden gehele tennisveld bij ledverlichting



Onderstaand figuur geeft de waarden voor het speelveld binnen de lijnen. Volgens de berekening wordt hier een gemiddelde luxwaarde van 419lux en een gelijkmatigheid van 0,75 behaald.

Buitendecor 1 / Speelveld binnen lijnen / Isolijnen (E, loodrecht)



Waarden in Lux, Schaal 1 : 186

Positie van het vlak in het buitendecor:
Gemarkeerd punt: (-73.246 m, -1.928 m, 0.750 m)



Raster: 32 x 64 Punten

E_{gem} [lx]
419

E_s [lx]
317

E_{max} [lx]
507

E_s / E_{gem}
0.757

E_s / E_{max}
0.627

Figuur 11: Luxwaarden tennisveld binnen de lijnen bij ledverlichting

Conventioneel	Hele speelveld	Binnen de lijnen
Luxwaarde	394	436
Gelijkmatigheid	0,44	0,73
Ledverlichting		
Luxwaarde	340	419
Gelijkmatigheid	0,40	0,75

Tabel 4: Vergelijking conventioneel en ledverlichting voor luxwaarden en gelijkmatigheid

Vergelijken we nu de verlichtingsresultaten tussen conventionele verlichting en ledverlichting dan kunnen we concluderen dat qua verlichting voor zowel het hele speelveld als alleen het veld binnen de lijnen aan de normen voor tennisveldverlichting wordt voldaan voor beide type verlichting. Wel scoort ledverlichting beter als het gaat om de gelijkmatigheid van de verlichting binnen de speellijnen. De oorzaak hiervan ligt in het feit dat ledverlichting beter te richten is en minder strooilight kent naar de omgeving toe. Wat voor gevolg dit heeft voor de lichthinder voor omwonenden leest u in de paragraaf hieronder.

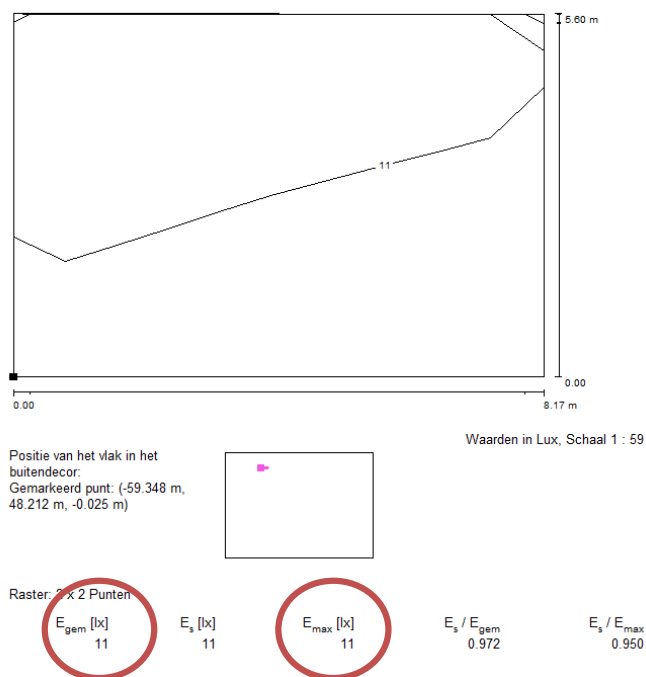


3.5.2 Effecten verlichting op bebouwing

Vlak A

Op vlak A wordt een gemiddelde verlichtingssterkte en een maximale luxwaarde van 11 lux gemeten. Dit is 1 lux boven de norm voor lichthinder.

Buitendecor 1 / A / Isolijnen (E, loodrecht)

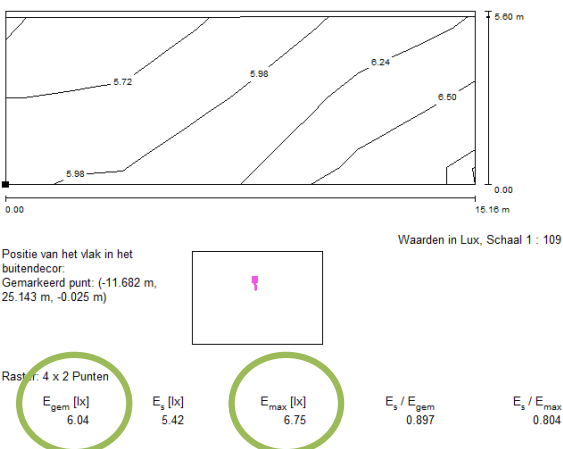


Figuur 12: Resultaten lichtberekening vlak A ledverlichting

Vlak B

Op vlak B wordt beduidend minder licht gemeten. Hier wordt een gemiddelde luxwaarde van 6,04 en een maximale luxwaarde van 6,75 lux gemeten. Op deze locatie wordt voldaan aan de normering voor lichthinder.

Buitendecor 1 / B / Isolijnen (E, loodrecht)

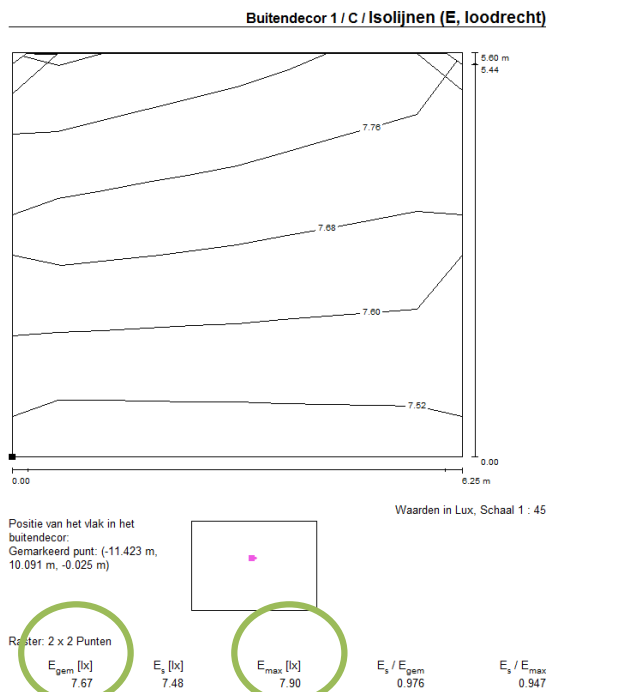


Figuur 13: Resultaten lichtberekening vlak B ledverlichting



Vlak C

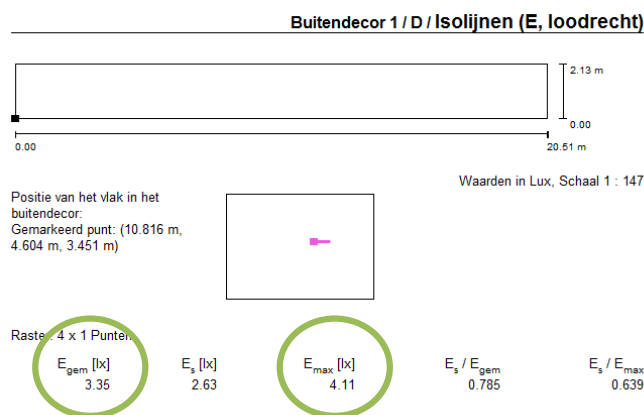
Vlak C kent een gemiddelde verlichtingssterkte van 7,67 lux en een maximale verlichtingssterkte van 7,90lux. Beide waarden vallen onder de maximale verlichtingssterkte van 10lux.



Figuur 14: Resultaten lichtberekening vlak C ledverlichting

Vlak D

Op vlak D wordt een gemiddelde verlichtingswaarde van 3,35lux en een maximale verlichtingswaarde van 4,11lux gemeten. Ook op deze locatie wordt ruimschoots voldaan aan de normering voor lichthinder.



Figuur 15: Resultaten lichtberekening vlak D ledverlichting

3.5.3 Candela's per armatuur

Net als bij de berekening voor conventionele verlichting, is ook voor de toepassing van ledverlichting een lichtberekening uitgevoerd om te bezien hoeveel candela's er per armatuur worden uitgestraald. Toch is de berekening niet exact hetzelfde, omdat elke led-unit in het Dialux programma een apart armatuur is. Dit is dan ook de reden dat er per berekeningspunt 96 waarden worden weergegeven.



Op pagina 16 t/m 35, in de aparte bijlage 'Lichtberekening ledverlichting', staan deze waarden opgesomd.

Om een goede vergelijking te kunnen maken met de toepassing van conventionele verlichting dienen de waarden van 8 led-units (in de bijlage als elk afzonderlijk armatuur) bij elkaar opgeteld te worden.

Kijken we bijvoorbeeld naar berekeningspunt B op bladzijde 26 dan dienen de punten 1 t/m 8 bij elkaar opgeteld te worden om de hoeveelheid candela's per armatuur te berekenen (zie voorbeeld in figuur hieronder). Het totaal aan candela's komt vervolgens op 9844cd (645+541+810+3204+525+451+967+2701). Gelet op de grenswaarde van 10.000cd dan wordt bij geen enkel armatuur (combinatie van 8 led-units) de grenswaarde overschreden. Kortom, bij de toepassing van ledverlichting worden de normen voor lichthinder niet overschreden.

Nr.	Armatuur	Positie [m]			Lichtuitstraling	Lichtsterkte [cd]
		X	Y	Z		
1	Lumosa CS860/01	-78.343	18.837	15.142	Lichtuitstraling 1	645
2	Lumosa CS860/01	-78.196	18.837	15.228	Lichtuitstraling 1	541
3	Lumosa CS860/01	-78.048	18.838	15.314	Lichtuitstraling 1	810
4	Lumosa CS860/01	-77.901	18.838	15.398	Lichtuitstraling 1	3204
5	Lumosa CS860/01	-78.343	18.551	15.142	Lichtuitstraling 1	525
6	Lumosa CS860/01	-78.196	18.551	15.228	Lichtuitstraling 1	451
7	Lumosa CS860/01	-78.048	18.552	15.314	Lichtuitstraling 1	967
8	Lumosa CS860/01	-77.901	18.552	15.398	Lichtuitstraling 1	2701
9	Lumosa CS860/01	-78.359	1.260	15.130	Lichtuitstraling 1	809
10	Lumosa CS860/01	-78.212	1.260	15.216	Lichtuitstraling 1	691
11	Lumosa CS860/01	-78.064	1.261	15.302	Lichtuitstraling 1	724
12	Lumosa CS860/01	-77.917	1.261	15.386	Lichtuitstraling 1	3987
13	Lumosa CS860/01	-78.359	0.975	15.130	Lichtuitstraling 1	410
14	Lumosa CS860/01	-78.212	0.975	15.216	Lichtuitstraling 1	448
15	Lumosa CS860/01	-78.064	0.976	15.302	Lichtuitstraling 1	395

3.6 Conclusie

Concluderend kan gesteld worden dat, wanneer één van beide type verlichting wordt toegepast op Tennispark Grubbenvorst volgens de specificaties zoals genoemd paragraaf 3.2, ruimschoots wordt voldaan aan de normen van de NSVV en de KNLTB voor het aanlichten van tennisvelden. Beide type verlichting geven voldoende verlichting (meer dan 300lux) en er wordt een gelijkmatigheid van meer dan 0,7 gehaald. Echter, kijken we naar de hoeveelheid licht op de bebouwde omgeving en de lichtsterkte van elke armatuur, dan worden wel grote verschillen gemeten tussen conventionele verlichting en ledverlichting.

Op de berekeningsvlakken A,B en C wordt een te hoge verlichtingswaarde gemeten wanneer conventionele verlichting wordt toegepast. Bij conventionele verlichting kan het licht minder goed gericht worden waardoor meer strooilicht naar de omgeving ontstaat. Voor omwonenden hoeft dit nog niet direct te leiden tot werkelijke lichthinder. In de berekening is namelijk geen rekening gehouden met de aanwezigheid van beschoeiing. Daarnaast zijn de berekeningsvlakken A en C geplaatst aan de zijkant van de huizen. Op deze locaties zijn geen ramen, dus zal een bewoner niet direct lichthinder ondervinden. Voor de bewoners in vlak B is kans op lichthinder wel reëel te noemen. Gelet op de uitkomsten van de hoeveelheid candela's per conventioneel armatuur, dan worden de grenswaarden van 10.000cd per armatuur voor een aantal berekeningspunten ruimschoots overschreden.



Gelet op de uitkomsten van de berekeningsvlakken wanneer ledverlichting wordt toegepast dan concluderen we dat alleen vlak A een zeer geringe overschrijding kent. Deze overschrijding van 1 lux hoeft in de praktijk geen lichthinder te veroorzaken, omdat in de berekening geen rekening gehouden is met eventuele beschoeiing en ook in dit vlak geen ramen aanwezig zijn.

Verder blijkt uit de berekening van de hoeveelheid candela's per led-armatuur dat deze waarden ruimschoots onder de grenswaarde van 10.000cd liggen. Dit in tegenstelling tot de toepassing van conventionele verlichting. Kortom, wil men binnen de normen van de NSVV en KNLTB verlichten maar is het streven om binnen de normen van lichthinder te blijven, dan komt alleen ledverlichting in aanmerking.

Op de vraag of een eventuele verplaatsing van het tennispark zal leiden tot minder strooilicht, en dus minder lichthinder voor omwonenden, kan gesteld worden dat omwonenden wellicht minder hinder zullen ondervinden. Echter, de overschrijding van lichthinder bij conventionele verlichting is dusdanig groot dat een verplaatsing van enkele meters waarschijnlijk niet tot het gewenste effect zal leiden. Daarvoor is de afstand tussen de bestaande bebouwing en de gewenste locatie voor het tennispark te klein.



4

TCO berekening

4.1 Total Cost of Ownership

Total Cost of Ownership, in de het vervolg van deze rapportage TCO genoemd, is een methodiek waarbij inzicht wordt verkregen in rendabiliteit van investeringen. De TCO brengt de totale kosten op korte en langere termijn in beeld om de sportveldverlichting te kunnen realiseren en te gebruiken.

Voor het opstellen van de TCO berekening zijn de volgende uitgangspunten¹ gehanteerd:

- | | |
|--|---|
| - Aantal branduren per jaar: | 500 uur |
| - Energie kosten | € 0,20 per kWh |
| - Indexering energieprijzen | 2% indexering |
| - Conventioneel armatuur | € 1.100 Prijs per stuk |
| - Aantal conventionele armaturen | 12 armaturen |
| - Led armatuur | € 2.100 Prijs per stuk |
| - Aantal led armaturen | 12 armaturen |
| - Verbruik per uur conventioneel (bij 2100 Watt) | 2,2 kWh |
| - Verbruik per uur led (bij 1600 Watt) | 1,6 kWh |
| - Led op wedstrijdniveau | 20% van de tijd |
| - Led op trainingsniveau | 80% van de tijd |
| - Dimstand (tijdens training) | 70% van het vermogen (Klasse II naar III) |

Kosten voor montage, installatie, arbeid (zoals graafwerkzaamheden e.d.) en werkvoorbereiding zijn hierin nog niet meegenomen. Ook de eventuele kosten voor het verplaatsen van bestaande lichtmasten naar de nieuwe locatie zijn hierin niet meegenomen evenals de eventuele kosten voor het testen van de bestaande masten. Voor de uitkomsten van de TCO berekening maakt dit echter geen verschil, omdat deze kosten voor zowel conventioneel als ledverlichting hetzelfde zijn. In een aparte offerte vindt u deze kosten uiteraard wel terug.

¹ NB: prijzen en aantallen zijn slechts uitgangspunten en kunnen afwijken van daadwerkelijke kosten



4.2 Resultaten

In de tabel hieronder zijn de resultaten weergegeven van de TCO berekening. Hierin is te zien dat een meer investering in ledverlichting van € 12.000 in 9 jaar wordt terugverdiend.

Resultaten	
Meer investering ledverlichting	€ 12.000,00
Terugverdientijd	Jaar 9
Gemiddelde energiekosten conventioneel (jaar)	€ 3.382,40
Gemiddelde energiekosten led (jaar)	€ 1.869,54
Jaarlijkse besparing op energiekosten	€ 1.512,86
Besparing op energiekosten na 25 jaar	€ 37.821,38
Totale besparing in Co2 uitstoot (ton)	92,99

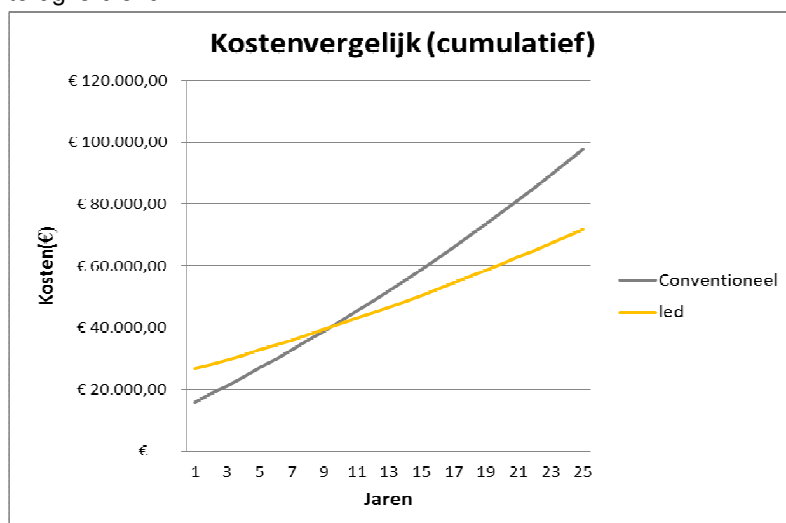
Tabel 4: Resultaten TCO berekening

In de tabel hieronder zijn de investeringskosten, de jaarlijkse energiekosten en de totale kosten voor jaar 1, zoals die voor de TCO-berekening gebruikt zijn, weergegeven.

	Investeringskosten	Energiekosten jaar 1	Totale kosten jaar 1
Conventionele verlichting	€ 13.200	€ 2.640 (loopt vervolgens elk jaar op)	€ 15.840
Ledverlichting	€ 25.200	€ 1459,20 (loopt vervolgens elk jaar op)	€ 26.659,20

Tabel 5: Kostenoverzicht conventionele verlichting en ledverlichting² jaar 1

In onderstaande grafiek zijn de totale kosten voor zowel conventionele verlichting alsmede ledverlichting grafisch weergegeven. Vanaf jaar 9 zijn de totale kosten voor ledverlichting minder dan die voor conventionele verlichting. Vanaf dat moment is de meer investering in ledverlichting terugverdiend.



Figuur 16: Kostenvergelijking conventionele verlichting en ledverlichting

² Aan deze kosten kunnen geen rechten worden ontleend



5

Voordelen van ledverlichting

5.1 Voordelen van ledverlichting

De voordelen van ledverlichting ten opzichte van conventionele verlichting zijn uiteenlopend. De belangrijkste voordelen zijn hieronder weergegeven en worden per aspect in de paragrafen hieronder verder uiteengezet.

- Gelijktmatig helder en wit licht
- Weinig strooilicht t.o.v. conventionele verlichting dus minder lichthinder
- Duurzamer dan conventionele verlichting
- Lichtmanagement mogelijk
- Lagere onderhoudskosten
- Lager energieverbruik

5.2 Gelijktmatig helder en wit licht

Ledverlichting kent een zeer helder en wit licht die voor meer gelijkmatigheid zorgt op het veld dan conventionele verlichting. Dit heeft als groot voordeel dat de bal tijdens de avonduren veel beter te zien is en zo beter ingeschat kan worden wat de snelheid en locatie van de bal is. Op onderstaande foto van een hockeyveld is goed te zien hoe helder en wit het licht (en dus ook het veld) is.





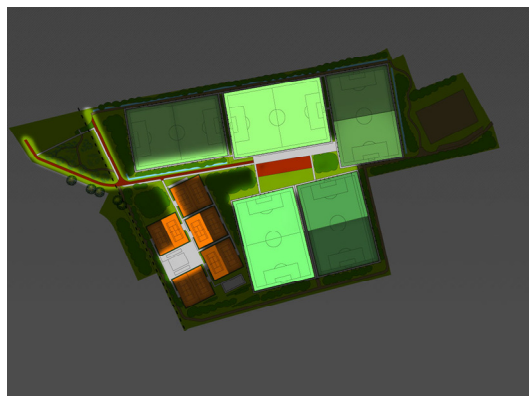
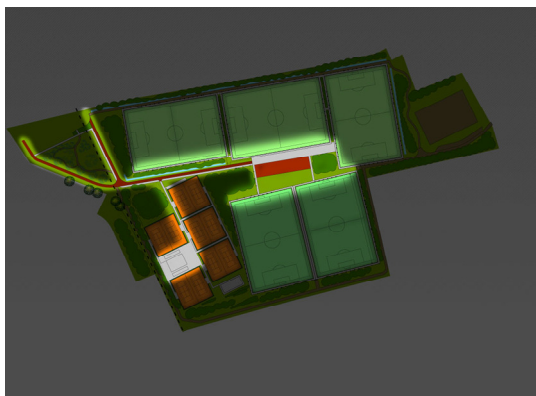
5.3 Weinig strooilicht dus minder lichthinder

Zoals ook uit de lichtberekeningen is gebleken kent ledverlichting veel minder strooilicht dan conventionele verlichting. De led-units in het armatuur kunnen veel beter gericht en gebundeld worden dan conventionele verlichting. Minder strooilicht zorgt voor minder licht op de bebouwde omgeving en dus voor minder lichthinder voor omwonenden. Onderstaande foto laat heel duidelijk zien hoe weinig licht er buiten het veld valt. De omgeving, een aantal meters buiten het veld, is zelfs behoorlijk donker.



5.4 Duurzaam

Door de mogelijkheid om heel gericht te verlichten en de mogelijkheid om ledverlichting op verschillende niveaus te dimmen, brandt de verlichting in zijn totaliteit minder en is er dus ook minder energie nodig. Dit zorgt voor een vermindering van het energiegebruik en dus neemt ook de hoeveelheid CO₂-uitstoot af. Daarnaast hoeft er veel minder onderhoud te worden gepleegd aan de verlichtingsinstallatie, waardoor bespaart wordt op materiaal, materieel en arbeid en dus ook indirect op het gebruik van energie.





5.5 Lichtmanagement mogelijk bij ledverlichting

Lichtmanagement is het aansturen van de verlichting naar gelang de wens van de gebruiker.

Lichtmanagement kent de volgende voordelen:

- Geen wachttijd – het licht kan direct aan of uit zonder dat de verlichting moet voorgloeien.
- Direct juiste kleur en lichtsterkte
- Lichtniveau eenvoudig instelbaar voor wedstrijd of training
- Tussentijd uit schakelbaar
- Keuze om bijv. baan 1 en 2 wel aan te zetten en anderen niet
- Eenvoudige bediening d.m.v. kastje (zie afbeelding hiernaast), smartphone of PC
- Autorisatie mogelijk



5.6 Lage onderhoudskosten

Een ledlamp heeft een langere levensduur dan een conventionele lamp. Zo kan een ledlamp gemiddeld 50.000 uur mee gaan terwijl een conventionele lamp gemiddeld 16.000 uur brandt. Vanwege het feit dat sportveldverlichting ongeveer 500 uur per jaar brandt, hoeven er voor zowel conventionele als ledverlichting geen lampen vervangen te worden.

Verder heeft de led-armatuur een gemiddelde levensduur van 20 jaar. Door deze relatief lange levensduur wordt bespaard op arbeid, materieel en materiaal. En tot slot zijn er nagenoeg geen vervangings- en incidentele reparaties nodig.

5.7 Lager energieverbruik

Een ander groot voordeel t.o.v. conventionele verlichting is het feit dat led met minder vermogen dezelfde lichtoutput kan behalen. Hierdoor is minder energie nodig voor minimaal hetzelfde resultaat. Doordat ook gemakkelijk gedimd kan worden, zal de verlichting niet altijd 100% branden waardoor ook weer minder energie verbruikt wordt. Verder is led niet gevoelig voor omgevingstemperaturen, daar waar conventionele verlichting wel gevoelig is voor omgevingstemperaturen en bij kou in rendement afneemt.