

A photograph of a modern train station platform. A yellow and blue high-speed train is stopped at the platform. The ceiling is made of wooden slats and is illuminated with warm yellow lights. Blue lighting is visible on the platform and in the background. An escalator is visible in the foreground.

Duurzaam licht op stations

7 jaar beleid, lichtontwerp en realisatie

Ir M.M. Pigeaud

Duurzaam licht op stations

7 jaar beleid, lichtontwerp en realisatie

Ir M.M. Pigeaud

Inhoudsopgave

Voorwoord	7
Inleiding	9
1 Licht en stationsverlichting	11
1.1 Geschiedenis van het licht	11
1.2 Feel the night in Mantgum	13
1.3 ProRail beleid 'Licht op stations'	15
1.4 Verlichtingsnormen EU en ProRail	17
1.5 Rijksmonumenten en Collectiestations	23
1.6 Dimmen en monitoring op afstand	25
1.7 Schemer schakelaar en schakelen op afstand voor wintermaatregelen	29
1.8 Memo Opleverstructuur	30
1.9 V&G Risicodossier (objectgebonden risico's) per station	33
2 Deventer, pilot met verlichting kap en hal	35
2.1 Deventer: Test met kaparmaturen	35
2.2 Deventer: Verbeteren beleving hal	39
3 Amersfoort Vathorst, test met mastarmaturen	41
4 Amersfoort Centraal	45
4.1 Proefverlichting Tunable White op de traverse	45
4.2 Proefverlichting monumentale kappen met 2 kleuren ledarmaturen	47
5 Almere Centrum, een nieuwe lichtimpuls voor een een jaren '80 icoon	49
6 Alkmaar, beter te onderhouden door armaturen van zone A naar zone C	53
7 Leeuwarden, nieuw leven voor een monument met architectonische verlichting	57
7.1 Leeuwarden stationshal	57
7.2 Leeuwarden overkapping	59
8 Santpoort Zuid, een oud station verdient ook aandacht	61
9 Den Helder, architectonische kapverlichting in led teruggebracht	63
10 Delft, 1000 armaturen in 52 uur	65
11 Rijswijk, vervangen en dimmen van lichtlijnen van 1174 armaturen	67
12 Rijswijk en Zoetermeer Oost, anti-suicide verlichting	71
12.1 Rijswijk, beoogde effect van Blauw licht bij perroneinden	71
12.2 Zoetermeer Oost perroneinden met blauw licht	75
13 Vlissingen, historische gietijzeren lichtmasten omgebouwd	77
14 Goes, indirecte verlichting omgebouwd naar led	81
15 Amsterdam Sloterdijk, sociale veiligheid verbeteren met verlichting	83

16	Amsterdam Duivendrecht, retrofits en lichtkunstwerken	87
17	Hengelo, retrofits in kelkarmaturen	91
18	Hardinxveld-Giessendam en Blerick, Multi Purpose masten	93
19	Haarlem, monumentale hal met maatwerk Tunable White pendel armaturen	97
20	Hilversum, maatwerk kaparmaturen waar duiven afglijden	101
21	Maastricht, kroonluchters met kleurscenario's en Tunable White in de hal	103
22	Den Haag HS, Tunable White in de hal	107
23	Rotterdam Centraal, perrons en tunnel	109
	23.1 Rotterdam Centraal, 154 schijnwerpers op de perrons vervangen	109
	23.2 Rotterdam Centraal, Tunable White in de hal en tunnel	111
24	Amsterdam Bijlmer Arena, 5 treinvrije periodes uitsparen met led	113
25	Tilburg, architectonische verlichting golvende kap	115
26	Hilversum Sportpark en Blerick, Solar masten	119
	26.1 Tijdelijke Solarmasten hellingbaan Blerick	119
	26.2 Vaste Solar masten op Hilversum Sportpark	119
27	Eindhoven en Breda Prinsenbeek, slechte grondkabels saneren	121
	27.1 Eindhoven	121
	27.2 Breda Prinsenbeek	121
28	Olst, Inschakelpiekbegrenzers (daarna in heel Nederland)	123
29	Bilthoven, lange kabelwegen en te hoge circuitweerstand	125
30	Evaluatie met Visio op Bedum, Usquert, Olst, Weesp, Lage Zwaluwe	127



Ledverlichting in de stationshal van Delft



Ledverlichting op het perron van station Delft



Ledverlichting op station Amsterdam Sloterdijk

Voorwoord

Dit boek gaat over het verduurzamen van de stationsverlichting op 400 ProRail-stations in Nederland, tussen 2015 en 2022. Het verduurzamen van de verlichting was onderdeel van de klimaatdoelstelling van ProRail en is uitgevoerd door het Programma Verlichting van ProRail. In lijn met het klimaatakkoord van Parijs uit 2015 moest ProRail in 2020 30% energie besparen. Een duurzamer lichtbeleid draagt bij aan deze opgave. Met ledverlichting besparen we 50% ten opzichte van TL-verlichting. Door te dimmen wanneer er geen reizigers aanwezig zijn, kunnen we nog eens 50% besparen.

Lichtontwerp is een discipline die zich de laatste jaren sterk ontwikkeld heeft. In het verleden werd bij stationsverlichting vooral gekeken naar functionaliteit. Nu nemen we ook aspecten mee als toegankelijkheid, verblinding, onderhoudbaarheid, sociale veiligheid, architectuur, wayfinding, mogelijke hinder voor omwonenden, flora en fauna. In de praktijk blijken deze aspecten en belangen vaak te conflicteren. In overleg met de stakeholders zoeken we daarom de meest optimale oplossing.

Met dit boek wil het Programma Verlichting de ervaringen en opgebouwde kennis over duurzame stationsverlichting delen. Hoe zijn we tot bepaalde oplossingen gekomen en welke lessen hebben we geleerd? We richten ons in de eerste plaats op ontwerpers bij ProRail en bij ingenieurs- en adviesbureaus. Maar we hopen dat dit boek ook voor professionals bij gemeenten, openbaar vervoerbedrijven en andere eigenaren van (semi-)openbare ruimten een bron van inspiratie is. Evenals voor fabrikanten van verlichtingsarmaturen en lichtbesturing.

Bureau Spoorbouwmeester heeft in 2020 in beleidsstuk 'Handboek Verlichting op stations' beschreven *wat* we met stationsverlichting willen bereiken (zoals schoon, heel en veilig, duurzaam en comfortabel). Dit boek gaat over *hoe* we die doelen bereiken. We doen dat aan de hand van concrete voorbeelden: wat werkt op een specifiek station wel en wat niet bij het ontwerpen en realiseren van verlichtingsplannen?

We vertellen niet wat een mooi lichtontwerp is of hoe dat te maken. We nodigen de lezer uit om daar zelf over te oordelen. Of om het te zeggen met de woorden van de vermaarde ontwerpers Ootje Oxenaar en Paul Mijksenaar: "Ik kan je niet leren wat mooi is. Als ik je goeie ontwerpen laat zien, leer je vanzelf wat mooi is."

Maurits Pigeaud
Systems Engineer
Programma Verlichting

Tjebbe Ruskamp
Programma Manager
Programma Verlichting



Verlichting voorplein station Deventer

Inleiding

‘ProRail verbindt, verbetert, verduurzaamt’, zo luidt onze missie. Het Programma Verlichting van ProRail geeft invulling aan deze missie.

We hebben bij de uitvoering van ons programma steeds de *verbinding* gezocht met alle belanghebbenden bij goede stationsverlichting. Omdat het een meerjarig programma is, konden we investeren in goede relaties en zo wederzijds begrip opbouwen. Niet alleen met beheerders, maar juist ook met eindgebruikers als slechtziende reizigers, omwonenden en gemeenten. Het Programma Verlichting ging niet alleen om het vervangen van de functionele verlichting, maar ook om het toekomstvast maken van licht op stations. Toekomstvast betekent hierbij niet alleen energiezuinig maar ook aangenaam en onderhoudsvriendelijk. Door verbinding te zoeken met stakeholders (zoals Visio, monumentencommissies, omwonenden) hebben we begrip en goodwill gekweekt.

Bij het vervangen van de verlichting ging het ons altijd om *verbeteren*. De nieuwe armaturen geven bijvoorbeeld minder strooilicht. Dit geeft minder overlast voor omwonenden en houdt meer rekening met flora en fauna. Verder gaan de nieuwe lampen 5x langer mee. Dat scheelt overlast voor de reizigers en onderhoudskosten.

Tot slot draagt het Programma Verlichting in belangrijke mate bij aan het *verduurzamen* van de assets van ProRail. Stationsverlichting maakt 30% uit van het totale energieverbruik van ProRail. Programma Verlichting draagt bij aan duurzaamheid door 50% energiebesparing te realiseren op stationsverlichting. Door het licht te dimmen als er geen reizigers aanwezig zijn besparen we nog eens 50%. In het licht van het klimaatakkoord van Parijs uit 2015 moet ProRail 30% energie besparen. Door het energieverbruik van stationsverlichting te halveren, bespaart ProRail al 15% van het totale energieverbruik. Het Programma Verlichting heeft zo al de helft van de ProRail-besparingsdoelstelling gerealiseerd.

Verlichting was ooit een sluitstuk bij het ontwerp van een gebouw. Als de architect klaar was met het bouwkundig ontwerp mocht de installateur de verlichtingsinstallatie in het gebouw inpassen. Tegenwoordig is verlichtingskunde een multidisciplinair vakgebied. De verlichting is een integraal onderdeel van het ontwerp van een gebouw, zodat die de architectuur ondersteunt en onzichtbaar is wegwerkt. Een multidisciplinair lichtontwerp houdt rekening met architectuur, sociale veiligheid, contrast, verblinding, lichtoverlast, flora en fauna, onderhoudbaarheid, en beheer. Bij het moderniseren van verlichting op bestaande stations hebben we daarom steeds gekozen voor een multidisciplinaire aanpak. U vindt er alles over in dit boek.



Station Amsterdam Sloterdijk Hemboog. De architect wil de bogen van de kap niet verstoren met armaturen en heeft voor lichtmasten onder de kap gekozen. Om verblinding te voorkomen zijn hogere masten toegepast dan op normale perrons.

1 Licht en stationsverlichting

Voordat we voorbeeldprojecten van het Programma Verlichting toelichten, geven we in dit hoofdstuk achtergrondinformatie over verlichtingskunde in het algemeen en stationsverlichting in het bijzonder.

1.1 Geschiedenis van het licht

Verlichting is nog ouder dan de weg naar Rome. Het is er overal en altijd in meerdere of mindere mate. Lang voordat we kunstlicht hadden uitgevonden werd de wereld verlicht door de zon, de maan en de sterren. In de moderne tijd leven we in de illusie dat de wereld maakbaar is. En wat licht betreft is dat ook een beetje zo. Allerlei technieken zorgen ervoor dat we de wereld van het licht kunnen plooiën naar onze wensen.

Stationsverlichting begon, net als andere vormen van openbare verlichting, met kaarsen en olielampen. De uitvinding van elektriciteit en de gloeilamp bracht nieuwe toepassingen met zich mee. TL-verlichting zorgde voor enorme verbeteringen van stationsverlichting. In de lange historie van stations is een trend waarneembaar: altijd meer licht, met minder inspanning en tegen lagere kosten.

Tijdens de uitvoering van het Programma Verlichting vond een trendbreuk plaats: niet alleen meer licht, maar vooral beter licht. In het dorpje Mantgum, tussen Leeuwarden en Sneek, stoorde Stichting Feel The Night zich aan de enorme lichtzee rondom het station. Deze was van kilometers afstand over het vlakke Friese land waarneembaar. Storend en helemaal niet nodig, zo luidde de kritiek. Meerdere malen had de stichting contact met NS en ProRail, maar zonder te worden begrepen. "Wat bedoelt u? Doet het licht het niet goed? "Jawel, maar er is te veel licht."

Na 150 jaar klachten over gebrekkig functionerende verlichting, "de lampen doen het niet", kwam er een nieuw geluid, waar niet direct een antwoord op was. ProRail en NS gaven niet thuis. De verlichting voldeed immers aan RLN 00012. Nynke Rixt Jukkema besloot met een paar dorpsgenoten tot actie over te gaan. En met succes (lees meer op pag. 13).

Tegelijkertijd zorgde dit nieuwe bewustzijn ervoor dat het Programma Verlichting voor grote uitdagingen kwam te staan. Want hoe zorg je bijvoorbeeld voor slechtienden, die wettelijk recht hebben op voldoende – in de praktijk vaak meer – licht, terwijl omwonenden belang hebben bij minder licht? En vanuit duurzaamheid is energiebesparing het doel, hoe is dat te verenigen?

Gesprekken met specialisten, betrokkenen en doelgroepen brachten uitkomst. Het gaat niet zozeer om licht, maar om zicht.

We leerden over de werking van het menselijk oog. Over gelijkmatigheid, ongelijkmatigheid, contrast, lichtkleur en -verzadiging, maar ook over de storende effecten van verblinding en luminantie. De ontwikkelingen en de technische vooruitgang van ledverlichting maakten het mogelijk om veel wenselijke aspecten te realiseren en veel nadelen te beperken.

De vervanging van traditionele TL-verlichting door ledverlichting bespaart zoals gezegd ongeveer 50% energie en verder dimmen wanneer er geen reizigers zijn zelfs 75%. In de avonduren is op de uiteinden van de perrons in Baflo en Usquert, net als op veel andere stations, echt niet zoveel licht nodig, dus dat dimmen kan vaak. Maar ook hier stuitte we op een dilemma: de natuur en de omgeving vragen om maatwerk per station, maar voor beheer en onderhoud is juist zo veel mogelijk standaardiseren wenselijk.

De afgelopen jaren hebben we veel voortschrijdend inzicht opgedaan bij ontwerp, realisatie, beheer en beleving van duurzaam licht op stations. We denken dat we met ons Programma Verlichting een balans hebben weten te vinden tussen ruimtelijke, functionele en beheeraspecten.



De feestelijke opening van station Mantgum.

1.2 Feel the night in Mantgum

Voorheen was Mantgum onzichtbaar voor de spoorsector, maar sinds 2017 staat het op de kaart. Ja, er is een station-netje. Een enkeling in de regio wist ervan en kon het met een beetje geluk ook nog vinden. Maar op de hoofdkantoren van NS en ProRail was er niet veel bekend over Mantgum. NS rijdt er niet. Arriva doet dat. Storingsdiensten moeten diep in lijsten graven om iets van Mantgum te vinden.

In Mantgum woont echter ene Nynke Rixt Jukema. Zij is architect en opgegroeid in Noord-Friesland, langs de rand van de Waddenzee. Al jong kreeg zij waardering voor de rust en de ruimte en in de nacht de maan en de sterren. Die zijn daar goed te zien omdat er in Mantgum, anders dan in het overgrote deel van Nederland, heel weinig omgevingslicht is.

Om de waarde van de duisternis te behouden of terug te krijgen, richtte Nynke Rixt de stichting 'Feel the Night' op (zie www.feelthenight.eu). Het was haar een doorn in het oog dat stations zo overvloedig verlicht zijn. Juist op het platteland valt dit op. Dan zie je een station van heinde en verre liggen.

Verlichting op stations is in het verleden volgens toen geldende standaarden ingericht: om de 16 of 25 meter een mast met TL-verlichting, overal hetzelfde in het hele land. Ongeacht de ligging van het station. Over de lengte van het station hetzelfde. En het licht gaat aan een halfuur voordat de eerste trein komt en gaat een halfuur na de laatste trein weer uit. Zo gaat dat. Dag in, dag uit.

Nynke Rixt heeft meerdere malen contact opgenomen met beheerders van NS en ProRail, maar ving steeds bot. Totaal onbegrip. Na 150 jaar klachten over verlichting die defect was, nu een klacht over verlichting die juist wel functioneert. Op een gegeven moment was Nynke Rixt het zat, om met haar eigen woorden te spreken. Samen met 3 dorpsgenoten, gewapend met een ladder en vuilniszakken besloten ze de verlichting te doven. Zogezegd, zo gedaan. Het bleek overigens dat de vuilniszakken niet nodig waren omdat je de TL-buizen met een kwartslag draaien uit kunt doen.

De machinist reed de volgende morgen in de duisternis het station prompt voorbij. Een melding naar de storingsdienst in Zwolle bracht geen uitkomst. In de spoorsector wist niemand ergens van. Na een dag of twee, drie ging er toch maar iemand kijken. Op de lichtmast troffen ze een briefje: "Ik ben Nynke Rixt. Dit is mijn 06 nummer en ik heb het gedaan." Wat een brutaliteit.

Iemand die aan staatseigendommen zit en het recht in eigen hand neemt. Het Programma Verlichting werd door Eelco Krakau, de contractmanager van Noord-Oost op het spoor van Nynke Rixt gezet. "Als je toch iets met verlichting in Noord-Oost gaat doen, begin dan even in Mantgum. Daar hebben we last van een dame die iets anders wil."

Zogezegd, zo gedaan. Zo werd de extra wens opgenomen is het programma van Eisen. Dimmen waar en wanneer mogelijk en lichtvervuiling voorkomen. Dit is goed verenigbaar met energiebesparing, maar moeilijker met de toegankelijkheidseis van goed en gelijkmatig licht voor slechtzienden. Toch blijken de eisen realiseerbaar door gebruik van moderne ledtechnieken. Deze maken het mogelijk om licht beter te richten en gelijkmatiger te spreiden. Bewegingsdetectoren zorgen ervoor dat licht in de stille uren terug gedimd wordt naar 30%.

Nadat de verlichting aangepast was ging opnieuw de telefoon. "Met Nynke Rixt." Tjebbe Ruskamp, als projectmanager van ProRail verantwoordelijk voor dit Programma Verlichting: "Ik zette me al schrap, wat zou nu weer het punt van kritiek worden?"

Maar de vraag was een andere. "Mantgum is blij met de nieuwe verlichting en wil dit heugelijke feit graag vieren. Wat vinden jullie daarvan?"

Wij konden ons eerlijk gezegd niet goed voorstellen wat we hiervan moesten denken. Een stuk of 20 nieuwe lichtmastjes op een plank in de wei. Letterlijk. Maar, goed. We besloten dit te gaan vieren. Nynke Rixt: "Ik kwam laatst de commissaris van de Koning van Friesland tegen. Ik zal hem eens bellen. Ik denk dat die wel komt".

En zowaar, Arno Brok zegde toe.

Nu kwam alles in een ander daglicht te staan. Helaas was Pier Eringa, onze CEO van Friese komaf, verhinderd op deze dag. Ook Ans Rietstra, (Stiens) kon niet. ProRail werd vertegenwoordigd door Astrid Bunt, de Directeur Stations. Sieb van der Ploeg van De Kast zegde toe een riedeltje te zingen, maar moest hierop terugkomen in verband met een groot concert elders. Geert Mak, woonachtig in Jorwerd, 2 kilometer verderop (met uitzicht op het station) was wel van de partij. Hij plaatste het een en ander in historisch perspectief.



Mantgum met lichtmasten met de oude TL-armaturen. Op het platteland is het station al van heinde en verre te zien.



Mantgum met lichtmasten met ledarmaturen (einde perron is gedimd). De nieuwe ledlampen met vrijwel geen strooilicht naar de omgeving. Het licht valt alleen op het perron, niet op de heg. Er valt nog wel een klein beetje licht in de spoorbak maar dat komt doordat de perrons hier erg smal zijn.



Station Weesp. Ledlampen geven warmer licht dan TL waardoor stations prettiger aanvoelt. De lichtlijn is naar binnen verplaatst waardoor het midden van het perron minder somber is. In Weesp heeft de architect in de jaren '70 ook al de regel daglicht tenzij toegepast door het middelste deel van de kap transparant te maken.

Vanaf begin negentiende eeuw is het licht en de verlichting alleen maar meer geworden. Nu heeft er een trendbreuk plaats gevonden door juist minder licht aan te brengen. Overigens heeft Mantgum, Friesland, ook een reputatie hoog te houden. Werd in Dokkum Bonifatius vermoord door opstandige Friezen, in Mantgum kwam men in opstand toen daar in de zeventiger jaren plannen waren om het station op te heffen. Protesten tot en met Leeuwarden aan toe en bezettingen van het spoor zorgden ervoor dat station Mantgum open bleef.

En nu recent dus weer opstandige ondeugende Friezen die niet accepteren dat er te veel licht is. Hiermee is Nederland wel aan het denken gezet. De toepassing Mantgum wordt inmiddels op alle kleine stations toegepast. De viering van Mantgum werd een groot succes.

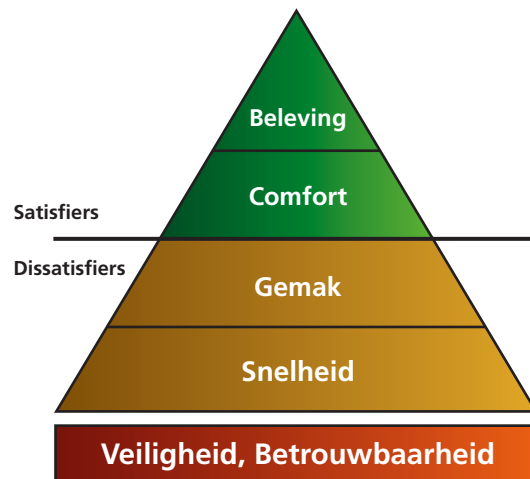
Veel enthousiaste dorpsbewoners kwamen een kijkje nemen. De pers was ruim vertegenwoordigd. Op het hoofdkantoor van ProRail en NS stond Mantgum ook op de kaart.

1.3 ProRail beleid 'Licht op stations'

Duurzaam licht gaat niet alleen om kunstlicht, maar ook om daglicht. Niet voor niets gaat de ProRail-richtlijn uit van 'daglicht tenzij'. Bovengrondse stations hebben altijd zo veel mogelijk daglichttoetreding. Tunnels en passages beschikken over zo veel mogelijk vides of daklichten, zodat reizigers ook onder de grond daglicht zien.

Vandaag de dag wordt vanaf het begin van het ontwerp nagedacht over daglichttoetreding en het gebruik van kunstlicht om het comfort en de beleving voor de gebruikers te optimaliseren. Bij het renoveren van de verlichting in bestaande gebouwen moet ook integraal nagedacht worden over lichtontwerp en daglicht. Een goed lichtplan kan er voor zorgen dat gebruikers zich na de renovatie prettiger voelen en het gebouw meer beleven zoals de architect het ooit bedoeld heeft.

Verlichting moet bijdragen aan de klantwaarde 'verplaatsen', stelt NS. In de eerste plaats door het gevoel van *veiligheid* te vergroten en *betrouwbaar* te zijn. In de tweede plaats door ervoor te zorgen dat reizigers *snel* en *gemakkelijk* hun weg kunnen vinden. Als veiligheid, betrouwbaarheid, snelheid en gemak niet voor elkaar zijn, worden reizigers ontevreden. Deze 3 aspecten noemt men daarom Dissatisfiers omdat ze een negatief, onveilig gevoel veroorzaken.



Model klantwaarde: verplaatsen

Naast de *dissatisfiers* zijn er ook de twee *satisfiers*: *comfort* en *beleving*. Het zijn de aspecten die het reizigers extra naar de zin maken. Wanneer reizigers dankzij goede verlichting kunnen zien waar ze heen moeten en zich geen zorgen maken dat ze verdwalen of struikelen, geeft dat een gevoel van comfort en rust. Met het extra aanlichten van architectonische of monumentale details of ijkpunten herkent en onthoudt de reiziger sneller waar hij is. De kers op de taart is beleving. Hiermee bedoelen we het 'wow-effect' als alles klopt (licht, kleur, geluid). De reizigers voelt zich thuis, welkom en op zijn gemak.

ProRail en NS hebben in 2015, samen met Bureau Spoorbouwmeester, deze integrale benadering beschreven in de notitie 'Nieuw licht op Stations'. Ledverlichting was toen voor het eerst betrouwbaar genoeg om op stations toe te passen, dankzij een gegarandeerde levensduur van 50.000 uur. Voor die tijd werden de leds vaak geel en paars na een paar jaar. In 2016 kwam het ProRail-bedrijfsvoorschrift RLN00012 V008 uit, met voor het eerst eisen aan ledverlichting op stations.

Tabel 3. Uit ProRail norm RLN00012

Transfergebied:	Horizontaal op vloer \geq :		Verblinding \leq :	Verticaal op punt of vlak \geq :				Energieprest. \leq :	Stationstype:					
	E_{in} (lx)	U_0	(U)GR	E_{pv} dwars (lx)	E_{pv} langs (lx)	E_{mv} dwars (lx)	E_{mv} langs (lx)	W/m ²	halte	basis	basis+	Mega	Kathedralen	
1a	Open perron	5	0,2	55	0,5	0,5	5	1,5	0,15	x				
1b	Open perron	10	0,25	50	1	1	7,5	2,5	0,3		x	x		
1c	Open perron	20	0,3	45	2	2	15	5	0,5				x	x
2a	Hellingbaan	5	0,2	55					0,15	x				
2b	Hellingbaan	10	0,25	50					0,3		x	x		
2c	Hellingbaan	20	0,3	45					0,5				x	x
3a	Overkapt perron	50	0,4	45	25	20	20	25	1,5	x	x	x		
3b	Overkapt perron	70	0,4	45	40	35	35	40	2				x	x
4a	Volledig omsloten perron	100	0,4	28	50	40	40	50	3	x	x	x	x	
4b	Volledig omsloten perron	200	0,5	28	100	80	80	100	6					x
5a	Abri perron	20	0,4	45					2	x	x	x	x	x
5b	Wachtruimte	50	0,6	28					6		x	x	x	x
6a	Volledig omsloten Trap/Roltrap	20	0,4	45					0,5	x				
6b	Volledig omsloten Trap/Roltrap	50	0,4	45					1,5		x	x		
6c	Volledig omsloten Trap/Roltrap	100	0,5	45					3				x	x
6d	Trap / Roltrap overig	10	0,4	45					0,3	x				
6e	Trap / Roltrap overig	20	0,4	45					0,6		x	x	x	x
7a	Overpad (alleen voetgangers)	10	0,3	50					0,25	x	x	x		
7b	Overweg (verkeer + voetgangers)	20	0,4	50					0,25	x	x	x		
8a	Reizigerstunnel / Traverse gesloten	50	0,5	28					1,5	x	x	x		
8b	Reizigerstunnel / Traverse gesloten	100	0,5	28					3				x	x
9a	Loopbrug / Traverse overig	10	0,4	45					0,3	x				
9b	Loopbrug / Traverse overig	20	0,4	45					0,6		x	x	x	x
10	Stationshal	100	0,6	28					4	x	x	x	x	x
11	Transfer algemeen	5	0,3	55					0,15	x	x	x	x	x

De vereiste kleurweergave is in alle gevallen $\geq R_a80$.

Toelichting per transfergebied:

2	Hellingbanen t.b.v. transfer: ProRail norm, staat niet in TSI/PRM. Hellingen minder steil dan 1:25 zijn 'vals plat' deze verlichten als open perron
5a	Een abri is een beschuttingsvoorziening bedoeld voor kort verblijf (uitpandig met of zonder deur)
5b	Een wachtruimte is een verwarmde binnen ruimte (waar reizigers langer kunnen verblijven en een boek kunnen lezen)
6	Trap / Roltrap: Geldt voor trappen voorzien van blinde geleidelijn (hoofdloopstroomroute); Trapjes zonder geleidelijn verlichten als open perron (bv trapjes naar P+R of fietsenstalling)
6abc	Volledig omsloten Trap / Roltrap: bijv. volledig inpandige trappen naar tunnels en inpandige trappen naar traverses
6de	Trap / Roltrap overig: = Niet volledig omsloten trappen zoals bijv. open trappen of trappen met afdak en open wanden bijv. naar talud, onderdoorgangen, traverses en loopbruggen
7a	Overpad alleen t.b.v. voetgangers (ProRail norm, staat niet in TSI/PRM)
7b	Overweg: overweg t.b.v. verkeer én voetgangers cf. TSI/PRM (verlichtingsniveau overweg afstemmen op verlichting aansluitende openbare weg)
11	Transfer algemeen: Transfer gebieden die niet genoemd zijn in deze tabel zoals bv de route van perron naar bus of taxi over ProRail grond (b.v. stationsplein)

1.4 Verlichtingsnormen EU en ProRail

Verlichting op de werkplek moet in Nederland voldoen aan NEN-EN12464. Verlichting op stations moet voldoen aan de EU-norm TSI/PRM. De TSI verwijst ook weer naar EN12464. ProRail heeft EN12464 vertaald naar de richtlijn RLN00012. In mei 2015 is RLN00012-V008 uitgekomen waarin eisen aan ledverlichting zijn toegevoegd. Hierna kon het Programma Verlichting starten met aanbesteding. In 2016 zijn naar aanleiding van leerpunten van het programma een versie 9 en in 2017 een versie 010 uitgekomen. De belangrijkste eisen in RLN00012 staan in tabel 3 die hiernaast is overgenomen.

De tabel toont eisen per transferzone. Op een open perron is minder licht vereist dan op een overkapt perron. Op een klein station gelden lagere eisen dan op een groot station. Hieronder kort een toelichting bij de kolommen:

- E_m = Gemiddelde verlichtingssterkte in Lux
- U_0 = Gelijkmatigheid (E_{min}/E_m) in de lichtberekening of meting
- (u)GR = Verblinding (getal uit de berekening)
- E_{pv} = Verticale verlichtingssterkte in punt dwars of langs het spoor.
- E_{mv} = Verticale verlichtingssterkte in vlak dwars of langs het spoor.
- W/m^2 = Vermogen per m^2 vloeroppervlak; *W/m^2 is de maat voor hoe duurzaam de verlichting is (ook wel Energie Prestatie of EPA). De $0,15 W/m^2$ op een Halte is nog steeds extreem laag. Ter illustratie: Een zijperron van een Halte is bv 3m breed en hier staat elke 16m een mast. Een EPA van $0,15 W/m^2$ leidt dan tot een verbruik van $48 \cdot 0,15 = 7W$ per mast (terwijl dit nu vaak 20W is). Bij smallere perrons moeten dus nog zwakkere armaturen worden toegepast om aan de EPA te voldoen.*
- Stationstype: In deze kolom staat welke regel (eis) hoort bij welk stationstype. In Nederland kennen we 5 stationstypen (van Halte tot Kathedraal). Hoe groter het station hoe hoger de eisen aan de verlichting.

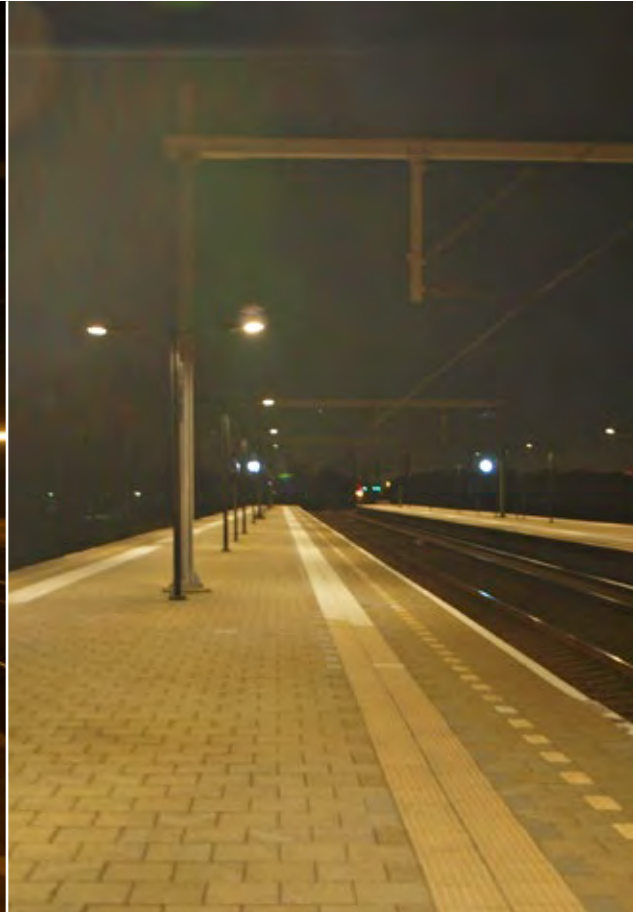
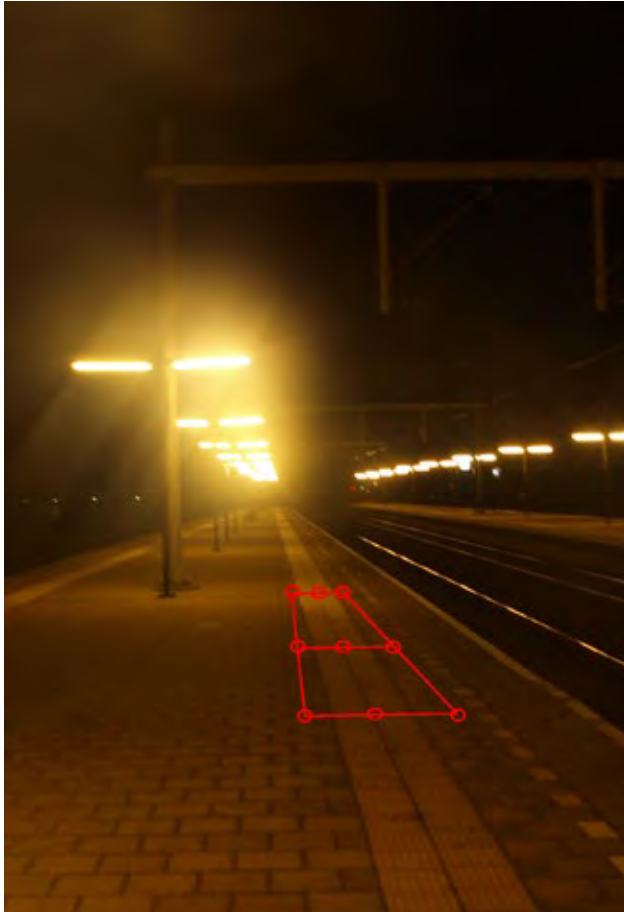
Waarden niet in de tabel maar als aparte eis voor alle ledarmaturen in RLN00012:

- R_a = Kleurverzadiging van het licht. Een TL-lamp is $R_a 80$. Dat betekent een mens bij TL licht nog maar 80% van de kleuren ziet die hij overdag ziet. Een natriumlamp is $R_a 20$, wat wil zeggen dat vrijwel geen kleuren zichtbaar zijn, alleen maar licht en donker. Bij $R_a 20$ doet een ruimte spookachtig aan en neemt het gevoel van onveiligheid toe. ProRail eist minimaal $R_a 80$, ook voor led. In de binnenruimte worden in 2022 vaak al leds met $R_a 90$ toegepast.



- Lm/W = Het lichtrendement van een armatuur. ProRail eist 100 Lm/W. Oudere armaturen hebben veelal minder efficiënte leds of meer warmteverliezen en halen vaak maar 60 Lm/W. Leds worden steeds beter en in 2022 is vaak al 150 Lm/W mogelijk. Ter vergelijking, een gloeilamp levert circa 10 Lm/W en is dus 10x onzuiniger dan led. Een TL buis levert 50 Lm/W en is dus 2x onzuiniger dan led.

Toelichtingen onder de tabel:
Deze punten zijn op basis van ervaringen van het Programma Verlichting toegevoegd in V009. Hellingbanen zijn meestal 2x sterker verlicht dan perrons. Het bleek echter zinloos om elke flauwe helling extra te verlichten. Daarom is de definitie van vals plat toegevoegd. Zo is ook het verschil tussen open trappen en gesloten trappen toegevoegd, evenals trappen binnen de hoofdloopstroomroute en kleine trapjes buiten de hoofdloopstroomroute. In RLN00012 staat hoe alle grootheden ontworpen, berekend en gemeten kunnen worden. In dit boek willen we daar niet te diep op ingaan.



Station Voorschoten, links met TL en rechts met led. In rood de 9 meetpunten

Meetpunt	Lux	Meetpunt	Lux	Meetpunt	Lux
1.	4,3	2.	4,1	3.	3,8
4.	7,8	5.	6,4	6.	5,2
7.	21	8.	11,9	9.	8,5

Opmerkingen:

Uitkomsten

Uitkomsten	Berekende waarde	NEN12464		Memo 4Infra (afgeleid van NEN12464)	
		Norm:	Voldoet:	Norm:	Voldoet:
Lux gem. (E_m)	8,11	5	Ja	5	Ja
Gelijkmatigheid (U_0)	0,47	0,2	ja	0,2	Ja

De 9 gemeten lux waarden op station Voorschoten, met daaronder de gemiddelde lux waarde (E_m) en de berekende gelijkmatigheid of Uniformiteit (U_0). De gemiddelde lux waarde (E_m) uit de meting = 8,11 lux en voldoet ruim aan de norm van 5 lux op een halte. De gelijkmatigheid (E_{min}/E_m) van de 9 meetpunten is $3,8 / 8,11 = 0,47$ en voldoet ook ruim aan de norm van 0,2

Hier lichten we de twee belangrijkste grootheden toe uit tabel 3. Dit zijn de gemiddelde *verlichtingssterkte* op het perron (E_m) en de *gelijkmatigheid* op het perron (U_0).

In 2015 deden we in station Voorschoten een pilot met led. We vervingen de oude TL-verlichting, met een slechte gelijkmatigheid en donkere vlekken tussen de masten, door ledverlichting waardoor de gelijkmatigheid nu veel beter is (zie foto's hiernaast). Dit komt doordat de ledarmaturen betere optieken (lenzen) hebben waardoor ook de tegels tussen de masten goed verlicht worden. Het licht is alleen gericht op het perron en niet op het spoor of naar de omgeving. Door geen onnodige oppervlakken aan te lichten, besparen we ook energie en verminderen we lichtoverlast. Omdat station Voorschoten naast de duinen ligt, is dit ook winst voor de flora en fauna in het duingebied. De nieuwe armaturen op het tweede perron op de rechter foto zijn bijna niet zichtbaar, terwijl dat in de oude situatie (foto links) wel het geval was. Voor machinisten zijn de nieuwe armaturen ook veel minder verblindend. De machinist kijkt nergens direct in het armatuur, behalve wanneer hij echt opzij kijkt als hij door het station rijdt. Met de oude armaturen zag hij het station al van kilometers ver aan de horizon. Het kwam zelfs voor dat na de led-vervanging machinisten het station over het hoofd zagen omdat ze niet gewend waren aan het weinige licht.

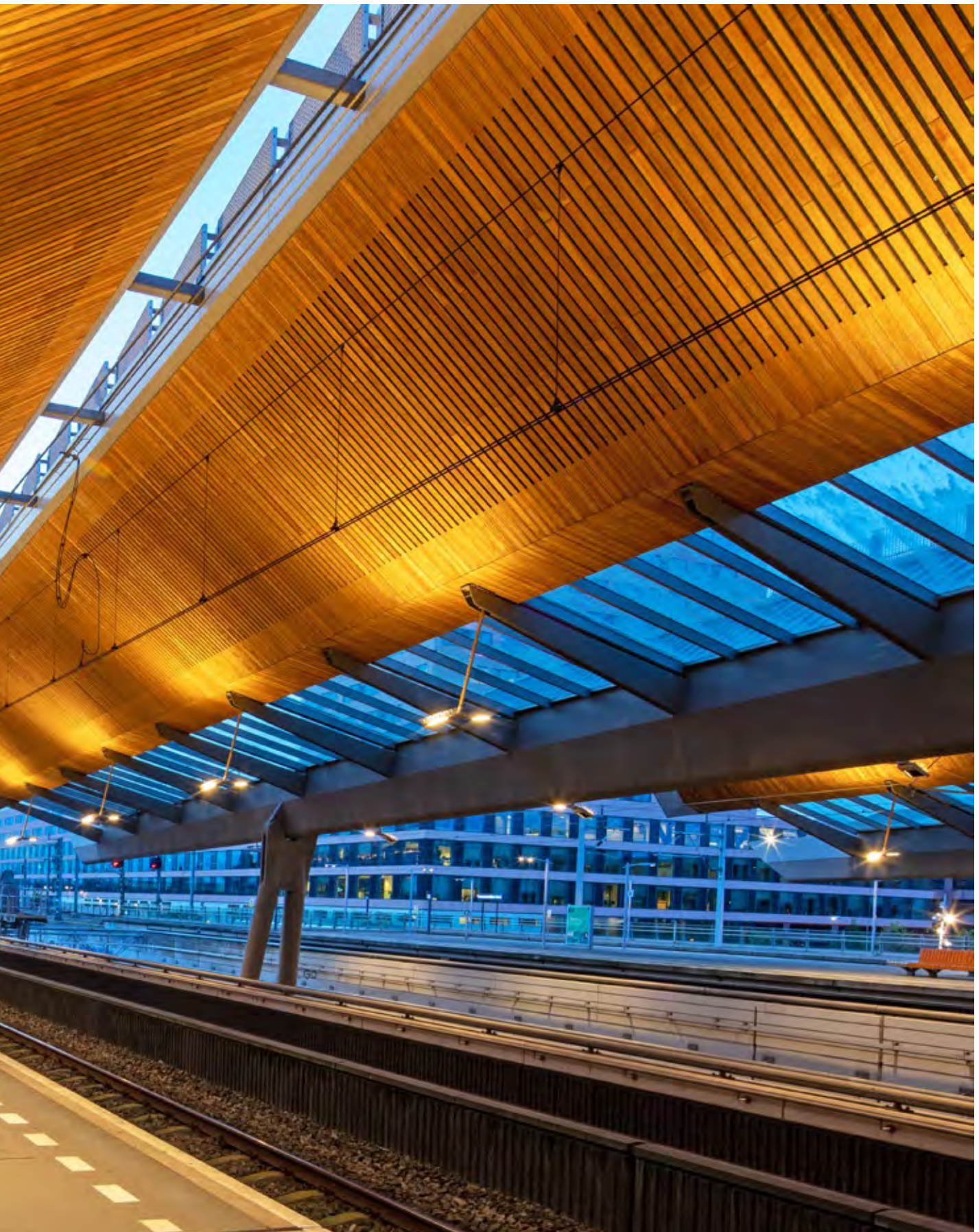
Een lichtontwerp wordt meestal in een Dialux-model gesimuleerd. Het armatuur en het optiek worden bepaald op basis van de afmetingen van het perron, de masten en de verlichtingseisen. Na realisatie wordt de werkelijke verlichtingssterkte en gelijkmatigheid met een lichtmeter gemeten. De gemiddelde verlichtingssterkte (E_m in Lux) is te meten conform RLN00012, met een luxmeter op 9 meetpunten rond de geleidelijn: 3 onder de mast, 3 tussen twee masten en 3 punten daar tussenin (zie linker foto hiernaast). De gelijkmatigheid is dan te berekenen door de laagste lux-waarde door de gemiddelde lux-waarde te delen (E_{min}/E_m).

Op station Voorschoten was toegankelijkheid niet de reden om led toe te passen. De redenen hier zijn vooral het voorkomen van strooilicht en het besparen van energie.

Van het budget voor het Programma Verlichting was 40% bedoeld voor toegankelijkheid, 40% voor functiehandhaving (groot onderhoud), 10% voor led en 10% voor dimmen. Om de budgettering niet onnodig complex te maken, hebben we de verhoudingen van de bijdragen niet aangepast als op het ene station toegankelijkheid meer speelde en op het andere groot onderhoud.



Up en downlighters station Amsterdam Bijlmer Arena na de led vervanging.





Monumentale kap van station Hengelo. Bestaande kelkarmaturen zijn voorzien van een nieuwe led-binnenwerken (retrofit modules).

1.5 Rijksmonumenten en Collectiestations

Een aantal stations is Rijksmonument. Dit betekent dat we voor vervanging van de verlichting een vergunning moesten aanvragen bij de Monumentencommissie van de betrokken gemeente. Een aantal stations is door Bureau Spoorbouwmeester aangemerkt als kenmerkend voor hun tijd. Dit zijn de 'Collectie Bijzondere stationsgebouwen'. Bij het vervangen van de verlichting op Collectiestations is overleg met Bureau Spoorbouwmeester nodig. Op de site van Bureau Spoorbouwmeester is te zien welke stations Rijksmonument zijn en welke tot de collectie behoren: www.spoorbeeld.nl/inspiratie/de-waarde-van-een-collectie.

Op de foto's hiernaast van de monumentale kap van station Hengelo zijn retrofit modules toegepast. Retrofit was in 2016 binnen het Programma Verlichting verboden, omdat leveranciers er geen garantie voor de levensduur bij konden leveren (met name wat betreft de warmtehuishouding). In 2022 zijn retrofits inmiddels betrouwbaar, met een garantie van 100.000 branduren. Uit duurzaamheids- en kostenopgumpunt wordt nu vaak juist wel gekozen voor retrofit.



Kropswolde
1915
MESS
Gemeentelijk monument



Leerdam
1881
MESS



Leeuwarden
1863
MESS
K.H. van Brederode
Rijksmonument



Lunteren
1902
SV
Rijksmonument



Maastricht
1913
MESS
G.W. van Heukelom
Rijksmonument



Marienberg
1905
NOLS
Ed. Cuypers
Gemeentelijk monument



Meppel
1866
MESS
K.H. van Brederode
Rijksmonument



Middelburg
1870
MESS
Rijksmonument



Naarden-Bussum
1925
MESS
H.G.J. Schelling
Provinciaal monument



Nijkerk
1863
NCS
N.J. Kamperdijk
Gemeentelijk monument



Nunspeet
1906
NCS



Obdam
1898
HSM
Provinciaal monument



Oisterwijk
1863
MESS
K.H. van Brederode
Rijksmonument

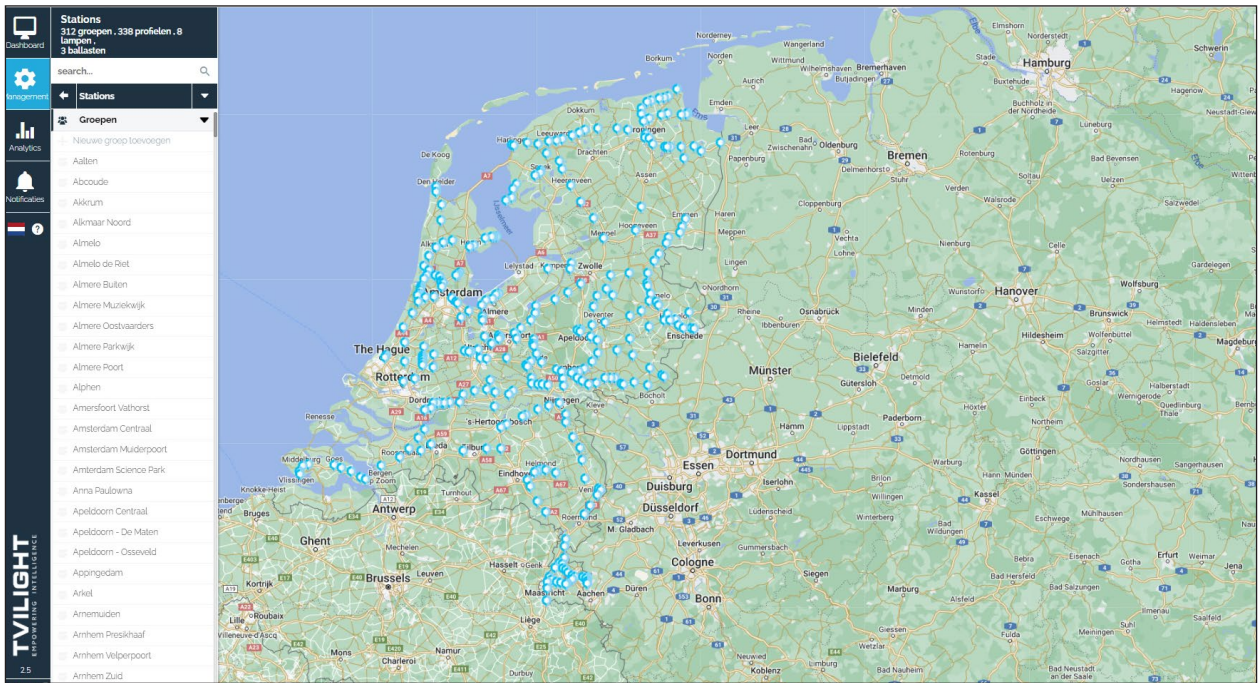


Ommen
1902
NOLS
Ed. Cuypers



Oudenbosch
1885
AR
Rijksmonument

Een pagina uit het boek van de Collectie stations waarin ook aangegeven stations ook Rijksmonument zijn.



Een overzicht in de portal van de stations waar gedimd wordt.



De sensoren en Gateway zoals zichtbaar in de portal op station Abcoude.

1.6 Dimmen en monitoring op afstand

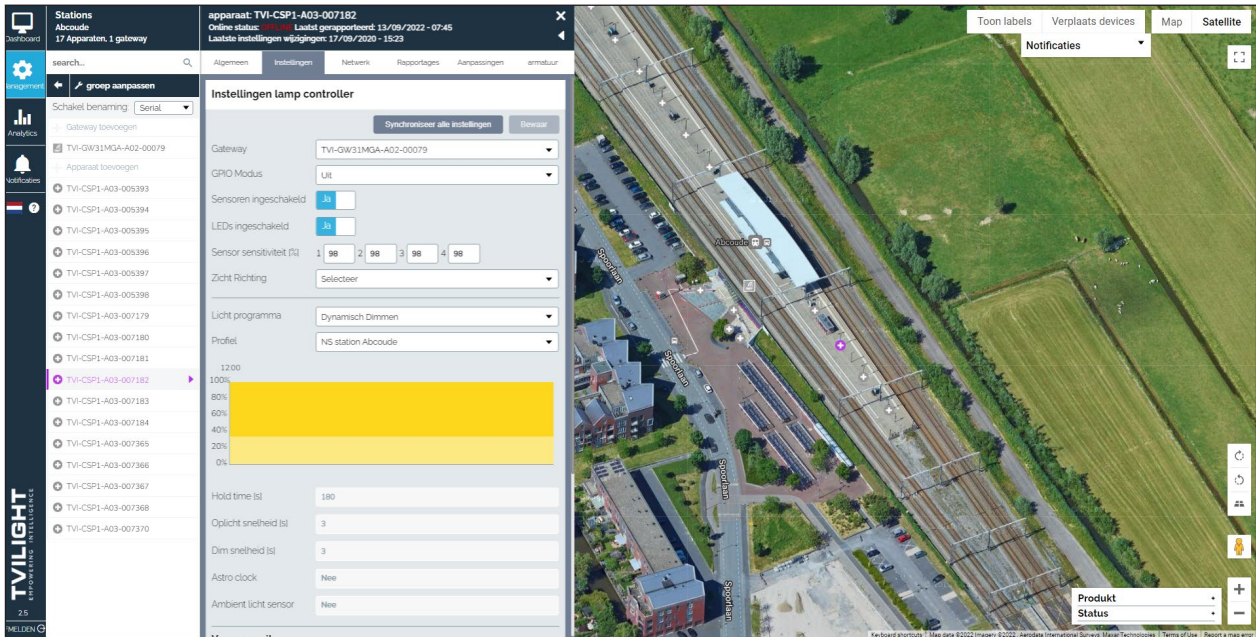
De meeste reizigers staan op zo'n 50 meter afstand van perronopgangen (de instapzone) te wachten op hun trein. Perrons zijn doorgaans 300 meter lang. Dit omdat de beheerconcessie van ProRail eist dat bij een calamiteit de langste Intercity nog op elke halte moet kunnen stoppen. Als er geen reizigers zijn op het open perron buiten de instapzone kan de verlichting daar dimmen. Het menselijk oog neemt logaritmisch waar. Dit betekent dat we een afname van de verlichtingssterkte van 3:1 niet merken. In verband met sociale veiligheid dimmen we niet naar 0% maar naar 33%.

Het dimmen wordt bestuurd door sensoren, op elke mast. Wanneer een reiziger langs de mast loopt, geeft de sensor het signaal dat de verlichting naar 100% moet (vergelijkbaar met een toilet waar het licht bij binnenkomst vanzelf aan springt). De sensor wordt met 2 Dali stuuraders aan de driver van het mastarmatuur gekoppeld. De sensoren op de masten zijn onderling verbonden via een draadloos mesh netwerk (Zigbee, industriële Wifi) en een Gateway (in de straatkast of aan één van de masten). De Gateway is een kleine pc die met een simkaart een internetverbinding heeft met de portal (website van de beheerder).

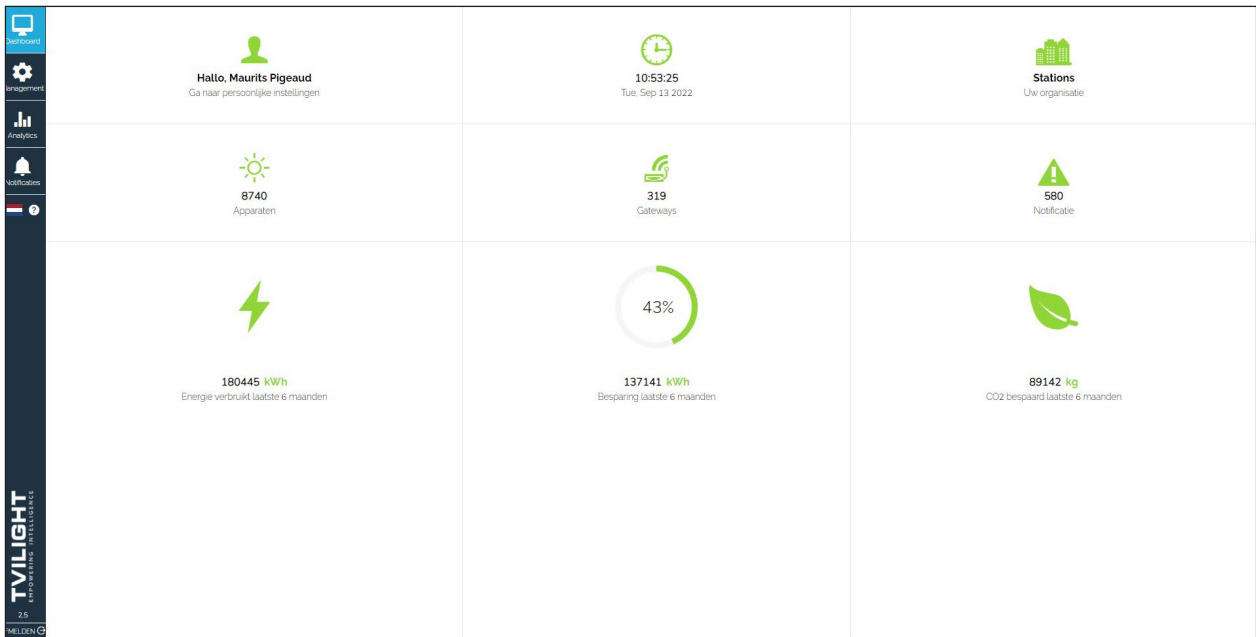
Er zijn verschillende van dit soort dimsystemen die ook veel op fietspaden of in woonwijken worden toegepast. ProRail heeft het dimstelsel gecontracteerd in één van de 4 raamcontracten voor armaturen.

De armaturen leverancier is Van Doorn en de fabrikant van het dimstelsel is TVilight. Op station Diemen hebben we eenmalig een vergelijkbaar stelsel van Luminext toegepast. Dit is echter duurder en heeft een andere portal. Qua beheer is het ongewenst om met verschillende systemen en portals te werken.

Het Programma Verlichting heeft de haltes en de basisstations voorzien van het TVilight dimstelsel. Op grotere stations dimmen we niet, omdat de perrons daar niet vaak helemaal leeg zijn. Op Den Haag HS, Amsterdam Centraal en Rotterdam Centraal, zijn op de open perrons buiten de kap bijna nooit reizigers. Daar wordt gedimd om overlast naar de buurt te voorkomen. Op haltes en basisstations waar nachtnet rijdt (traject Rotterdam, Amsterdam, Utrecht) dimmen we niet omdat daar de hele nacht treinen rijden waardoor het licht bijna geen tijd krijgt te dimmen. In totaal worden in 2022 op 280 stations de masten gedimd.



In dit scherm staan de diminstellingen van 100% naar 33% en de Hold time, Oplichtsnelheid en Dimsnelheid.



In het dashboard van de portal is te zien dat met dimmen de laatste 6 maanden 137.000 kWh is bespaard.

Als we in de portal één sensor aanklikken, is te zien wat de instellingen zijn. De sensor dimt dynamisch (op basis van personen) gedurende 24 x 7. Tijdens de daguren zal de sensor niet werken omdat de spanning dan van de masten is afgeschakeld. Als overdag de schemerschakelaar overbrugd wordt, zullen de masten ook dynamisch dimmen.

Verder is te zien dat de Hold time 180 seconden is. Dit betekent dat de lamp op 100% blijft branden 180 seconden nadat een persoon is waargenomen en pas daarna naar 33% terugvalt. De Oplichtsnelheid is 3 seconden en de Dimsnelheid is ook 3 seconden. Dit betekent dat het licht in 3 seconden opgloeit van 33% naar 100% als een reiziger gedetecteerd wordt, zodat deze er zo min mogelijk van merkt. Na 180 seconden dimt de lamp ook in 3 seconden van 100% naar 33%. Om te voorkomen dat een reiziger een donker gat in loopt, wordt de naastliggende (buur)masten ook naar 100% gestuurd wanneer een sensor een reiziger detecteert. De instelling van de buurmasten is ook via de portal te regelen.



Een Sensor



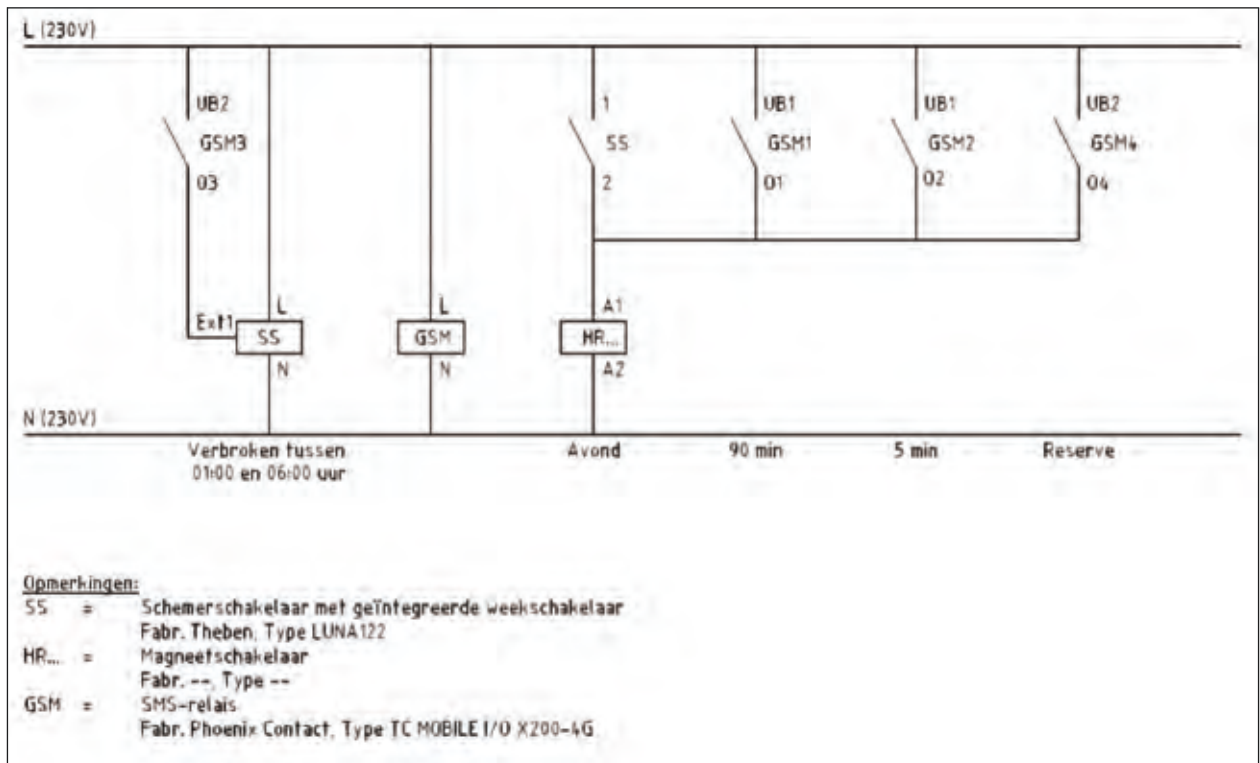
Een Gateway

Op haltes en basisstations worden de masten circa 80% van de tijd gedimd naar 33%. Hierdoor besparen we $80\% \times 77\% = 61\%$ energie. Het ledarmatuur op een mast heeft een vermogen van zo'n 10W. Het verbruik van sensor en Gateway bedraagt ongeveer 1W per mast. Het dimsysteem bespaart dus met 1W per mast $60\% \times 10W = 6W$. De netto besparing is dus circa 5W (50%) per mast.

Naast energiebesparing levert het dimsysteem ook minder overlast op voor de omgeving en is de levensduur van de leds langer naarmate ze minder belast worden. Bijkomend voordeel van het dimsysteem is dat de beheerder in de portal kan zien of er storingen zijn (beheer op afstand). De portal kan de beheerder ook dagelijks of wekelijks een status rapportage mailen. Hierdoor zijn minder inspectierondes nodig en is de storingsdienst niet meer afhankelijk van een storingsmeldingen door reizigers.



Links de testopstelling van gsm-relais en schakelklok. Rechts de ingebouwde relais en klok op station Arnhem Velperpoort.



De schakeling op Arnhem Velperpoort.

Het gsm-relais ondersteund 4 signalen (GSM1,2,3,4). Bij GSM1 (bel de simkaart) gaat uitgang UB1 dicht en wordt de verlichting 90 minuten overbrugd voor de veegploeg (blijft 90 minuten dicht). Bij GSM2 (sms INSPECTIE naar de simkaart) gaat UB1 5 minuten dicht (licht 5 minuten aan). GSM3 (sms EVENEMENT naar de simkaart) is voor evenementen die langer dan een paar dagen duren (denk aan Pinkpop in Landgraaf, De zwarte Cross in Groenlo). Bij GSM3 wordt de schakelklok uitgeschakeld en brandt de verlichting van zonsopgang tot zonsopgang (zodat er geen personen gaan slapen op het perron en mogelijk onder een nachtelijke goederentrein rollen). GSM4 is reserve en gebruiken we niet.

1.7 Schemer schakelaar en schakelen op afstand voor wintermaatregelen

Op stations dient volgens de ProRail beheerconcessie de verlichting aan te zijn van een half uur voor zonsopgang tot een half uur na de laatste trein en van een half uur voor de eerste trein tot een half uur na zonsopgang.

Dit wordt geregeld met een schemerschakelaar en een schakelklok. De schemerschakelaar is leidend. Als er overdag geen of weinig licht is (bijvoorbeeld tijdens onweer) zet de schemerschakelaar de verlichting aan. De schakelklok zet de verlichting uit tussen circa 01:00 en 05:00 uur (afhankelijk van de dienstregeling op het station). De schakelklok bespaart dus elke nacht circa 4 branduren. De opbrengst is groot: minder energieverbruik, minder overlast voor de omgeving en voor flora en fauna. Bovendien gaan de lampen langer mee.

Mechanische schakelklokken haperden in het verleden soms waardoor het licht de hele nacht door brandde. Voor inspectie of nachtwerk moet de schemerschakelaar en schakelklok handmatig overbrugd kunnen worden. De overbrugging valt na 24 uur vanzelf af. Maar met mechanische schakelklokken viel de overbrugging soms niet af. De mechanische schakelklokken zijn inmiddels vervangen door elektronische klokjes. De dag-nacht-regeling is hiermee betrouwbaarder.

Bij vorst of sneeuw moet de strooiploeg ruim voor de eerste trein sneeuwruimen en zout strooien (wintermaatregelen). Om de wintermaatregelen veilig uit te voeren moet de verlichting in de nacht ingeschakeld worden. Hiervoor heeft NS afstandsbedieningen in gebruik die aan de strooiploeg uitgedeeld worden. Deze afstandsbedieningen zijn storingsgevoelig en complex in beheer. Daarom heeft het Programma Verlichting samen met NS in 2020 een gsm-relais met simkaart getest op station Arnhem Velperpoort, als vervanging voor de afstandsbediening. De strooiploeg kan het nummer van de simkaart bellen en zo de verlichting gedurende 1,5 uur inschakelen. Het is niet mogelijk de verlichting met de simkaart uit te schakelen. Er is dus geen risico dat derden het stations in het donker zetten wanneer het nummer in verkeerde handen valt. Momenteel installeert NS het gsm-relais in overleg met het Programma Verlichting op alle haltes en basisstations.

De handmatige overbrugging in de NS-voedingsruimte kon alleen door de NS-huisinstallateur worden geschakeld. Een stations- of spoorse aannemer moest voor nachtwerk altijd de NS-huisinstallateur inhuren om te schakelen. Met het gsm-relais is dit te ondervangen. De aannemer kan het gsm-relais sms'en dat de verlichting bijvoorbeeld 8 uur aan moet blijven. De inspecteurs en stationsbeheerders die periodiek een inspectieronde op de stations doen, kunnen nu ook zelf de verlichting inschakelen tijdens een inspectie door te bellen of te sms'en.

1.8 Memo Opleverstructuur

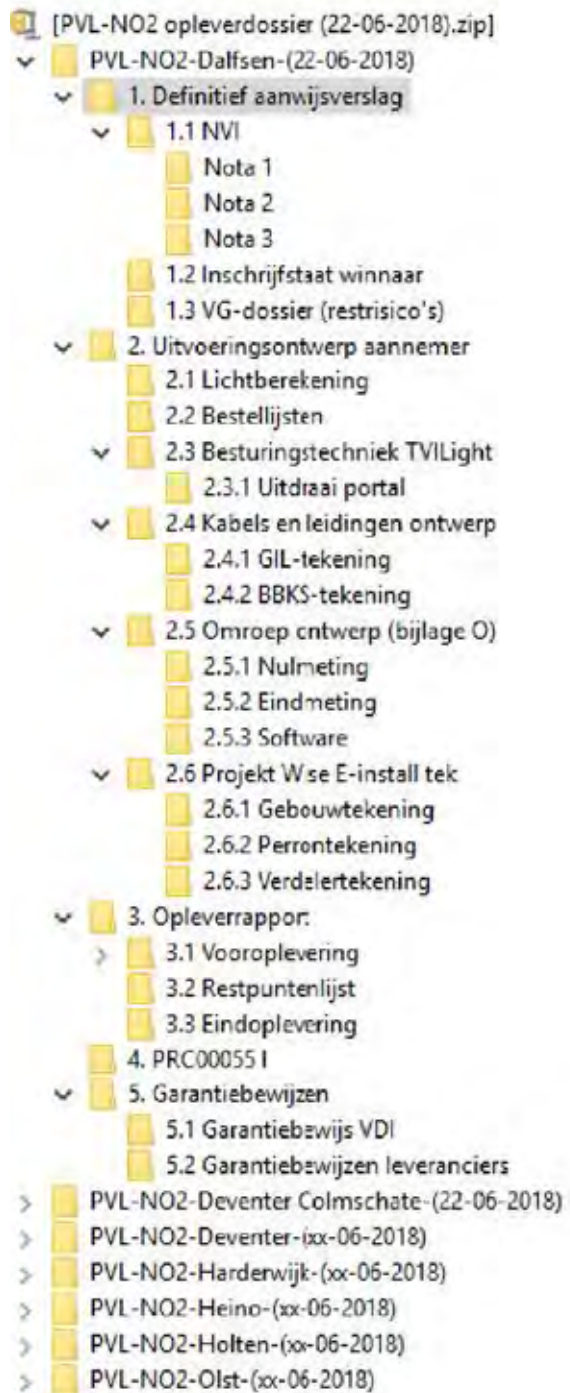
Voordat we met de uitrol van het Programma Verlichting startten, schreven we het 'Memo structuur Opleverdossier'. De 5 aannemers die bij het programma betrokken waren, wisten daardoor vooraf welke documenten en gegevens ze moesten opleveren. Doel hiervan was dat ze tijdens de engineering direct al per station hun dossier vorm konden geven. Dit om te voorkomen dat ze achteraf een zoektocht door honderden bestanden en versies moesten doen om nog een kloppend dossier samen te stellen.

In de praktijk ging dat bij de eerste stations die werden opgeleverd nog vrij moeizaam. Maar bij de volgende stations werd het bijhouden en gaandeweg vullen van het dossier steeds meer een automatisme. Hier bleek ook weer het voordeel van een programma: met een lerende organisatie voorkom je dat je 400 keer dezelfde fout maakt.

De structuur van het opleverdossiers hebben we in een zipfile als een lege mappenstructuur aangeleverd. De aannemers hebben de zipfile daarna per station gevuld. Uiteindelijk zijn in 2021 en 2022 de opleverdossiers van alle 400 stations als zipfile op Sharepoint gezet.

In de zipfile staan ook alle documenten die via SAP/PLM zijn ingediend bij:

1. De regio (bijvoorbeeld BBKS)
2. SAP (bijvoorbeeld objectgegevens, invulprofielen van de armaturen, lichtmasten, luidsprekers, etc.)
3. NS-gegevens zoals E-tekeningen die in NS Projectwise komen.



Naast tekeningen zijn voor beheer ook de onderhoudsgegevens per object in de SAP-database vastgelegd. In 2016 bleek dat van stationsinstallaties nog weinig individuele objecten waren vastgelegd in SAP. De meeste gegevens hebben we daarom niet gewijzigd maar opnieuw ingevoerd. Dit betreft onder andere:

1. Lichtmasten stonden nog niet in SAP.
2. Armaturen stonden vaak als één generiek object per station in SAP (bijvoorbeeld met omschrijving 'Verlichting station Weesp') en niet als specifieke objecten (bijvoorbeeld 'mastarmaturen spoor 1 Weesp'). Het was dus niet te zien welk type armatuur op welke locatie was toegepast. Hiertoe hebben we per stationsobject de volgende afspraak voor de benaming in het memo vastgesteld:

**'[type equipment] [transferzone] [positie]
[aanvullende details positie] [stations afkorting]'**

dus bijvoorbeeld:

'Verlichting perron sp1 Rtd zijde Gvm'

'Verlichting kap sp 2/3 kap Gv zijde Gvm'

'Modulaire buis sp2/3 Gvm'

NB: In benaming niet perron 1 en perron 2 gebruiken maar spoor 1, spoor 2 omdat alleen de spoornummers (en niet de perron nummers) duidelijk op het station zijn aangegeven.

3. Per armatuur zijn fabricaat en type in SAP vastgelegd in het veld Opmerking (omdat daar geen ander veld voor was).
4. De onderhoudstermijn van armaturen is nu 10 jaar (50.000 branduren) in plaats van 2 jaar.
5. Dimsensoren en de bijbehorende Gateway zijn toegevoegd in SAP.
6. Modulaire Buizen (voor SpoorLAN glasvezel) zijn toegevoegd in SAP als het perron is open gegraven.
7. Luidsprekers zijn vervangen en geactualiseerd in SAP als deze einde levensduur waren.

Voor ProjectWise is het document '33 Tekenhandboek NS Projectwise V20 (08-05-2018).pdf' als bindend contractstuk toegevoegd. Hierin staat onder andere dat in de NS-onderhoudstekeningen boven de onderhoek een armaturenlijst is toegevoegd. Voor 2015 had de NS huisinstallateur dat bijna nooit toegevoegd of bijgehouden bij incidenteel onderhoud. Het Programma Verlichting heeft op alle E-tekeningen de armaturenlijst als legenda laten toevoegen (zie voorbeeld hieronder voor Tilburg).

ARMATUURCODELIJST

Arm. code	Omschrijving	Lamp	Fabrikant	Vermogen
G	BGP704	1xLED210-4S	Philips	166W
H	FLC240 LED 840	24xLED	WE-EF	75W
I	BGP615 DM31 830	1xLED44-4S	Philips	35W
J	BGP702 DN11 830	1xLED50-4S	Philips	42.5W

B	30-03-2021
	R-472000.Q7
VOLKERRAIL	
VERLICHTING	
PVL-ZD19	
A	03-09-2019
	P-08016
ITL	
nw. passage en renovatie Station	

Deze tekening vervangt:			
001570212	Elektrotechnische installaties Verlichting en wcd's - dak	E	9005
ProRail	Station Tilburg	1	As-built
		22.050	22.250
			Blad 01

Locatie restrisico	V&G risico- omschrijving	Mogelijke oorzaak risico	Toelichting
hal	Kroonluchter valt op reizigers	Kroonluchter met lier door plafond opgetakeld maar niet goed geborgd na verwijderen van de lier.	<p>Kroonluchter wordt opgetakeld met een takel die op de zolder staat. De kabel van de takel loopt door een sleutelgat in een UNP profiel. De kroonluchter weegt ca, 80 kg. De draagkracht van de vloer van de zolder is niet groot (gewapend beton van 100 jaar oud). Het UNP profiel is bedoeld om de vloerbelasting van het gewicht van de kroonluchter te spreiden over de zoldervloer. De kroonluchter dient daarom niet anders dan met de UNP geborgt te worden.</p> <p>Als de kroonluchter met de lier door de UNP naar boven is gehesen is dient:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) de haak door het grote deel van het sleutelgat boven de UNP getrokken te worden. 2) Het UNP profiel dient daarna opzij geschoven te worden zodat de haak in het smalle deel van het sleutelgat geborgd is 3) Tussen het grote deel en het smalle deel van het sleutelgat is een verhoging aangebracht zodat de haak niet vanuit de sleuf terug naar het ronde gat kan schuiven. 4) Met de moer rond de haak dient de kroonluchter tegen het plafond getrokken te worden. 5) Pas daarna mag de spanning van de lierkabel verwijderd worden 6) Daarna kan de lier losgekoppeld worden en gebruikt worden om een andere kroonluchter te laten zekken of op te hijsen.



1.9 V&G Risicodossier (objectgebonden risico's) per station

Bij elk station moet volgens de Arbowetgeving een risicodossier worden bijgehouden. Als een project aanpassingen aan het station doet, kunnen er restrisico's achterblijven. De restrisico's van een project moet het projectteam toevoegen aan het risicodossier.

Tijdens de engineering van een project wordt voorafgaand aan de projectwerkzaamheden een Veiligheid & Gezondheid (V&G) risicoanalyse en -plan gemaakt. De opdrachtgever moet een V&G Ontwerpfase (V&GO) plan maken en dat bij aanbesteding aan de opdrachtnemer verstrekken. De opdrachtnemer zal in een risicosessie met de opdrachtgever het risicodossier overnemen en uitwerken in een V&G plan voor de uitvoeringsfase (V&GU). De risico's in het V&GU plan gelden normaal gesproken alleen tijdens de bouwfase (bijvoorbeeld valrisico, elektrocutierisico). Het komt voor dat er na oplevering restrisico's zijn waarvan de beheerder op de hoogte moet worden gesteld (bijvoorbeeld valrisico bij glasbewassing van een glazen dak waarbij een aanlijnvoorziening moet worden gebruikt). Deze restrisico's moet de opdrachtnemer in het risicodossier van het station toevoegen.

In 2015 was er van geen enkel station een risicodossier. Het Programma Verlichting heeft daarom bij de aanbestedingsstukken een leeg document 'V&G restrisico's template Station.doc' (template) toegevoegd.

In Maastricht hebben we kroonluchters opgehangen (zie hoofdstuk 21). Op de zolder, 17 meter boven de vloer van de stationshal, is het mogelijk om voor onderhoud de kroon met een kabel te laten zakken door een gat van 10 cm in de vloer.

In het V&G restrisicodossier van station Maastricht hebben we uitgelegd hoe men veilig de kroonluchters kan laten zakken en welke maatregelen genomen moeten worden om valrisico of risico van vallende materialen te voorkomen (zie pagina links).



Oud: veel strooilicht

Nieuw: weinig strooilicht

Zicht op het station vanaf de achterzijde. Links de oude armaturen. Rechts de nieuwe armaturen met veel minder strooilicht.

Disano Illuminazione - 995 Forma LED Disano 995 33W
 CLD CELL sandblasted silver
 Lichtuitstraling 1
 Uitrusting: 1xLmI3535I/995-97
 Bedrijfsrendement: 100%
 Lampenlichtstroom: 4378 lm
 Lichtstroom armatuur: 4378 lm
 Vermogen: 65,7 W
 Lichtrendement: 66.6 lm/W

Kleurmetrische gegevens
 1xLmI3535I/995-97: CCT 3000 K, CRI 80



De gegevens van het gekozen armatuur. Rechts de lichtverdeling/bundel (het gebruikte optiek) van het armatuur. Het hart van de cirkels vormt het armatuur. De grootste lichtstroom (lm) straalt naar beneden en ca. 30% straalt 45 graden opzij.

2 Deventer, pilot met verlichting kap en hal

Het stationsgebouw van Deventer is samen met Haarlem een van de best bewaard gebleven monumentale stations. Het station van Deventer ligt hoger dan de woonwijken achter het station. Vanaf de westzijde kijken bewoners tegen de onderkant van de kap aan. De verlichting zorgde daardoor in de avond voor verblinding bij de omwonenden. In het stationsgebouw waren in de avond de kleuren aan de binnenkant van het gebouw slecht zichtbaar door de verlichting met groenige kwiklampen met kleurweergave van 20% terwijl de eis 80% is ($R_a 80$).



Hierboven drie foto's genomen tijdens de test van de kap armaturen in 2015 samen met Koninklijke Visio.

2.1 Deventer: Test met kaparmaturen

Voor de landelijke aanbesteding van raamcontracten van het Programma Verlichting hebben we tests gedaan met ledarmaturen onder de kap op Deventer. In overleg met een lichtadviseur hebben we 8 verschillende typen opbouwarmaturen geselecteerd. Hiervan hebben we steeds 4 stuks onder een rustig deel van de kap laten ophangen. De armaturen hebben we in 2015 door Koninklijke Visio (voorheen Blindeninstituut) en een panel van slechtzienden laten beoordelen. Hiermee hebben we de eisen van de doelgroep slechtzienden in de uitvraag in 2016 kunnen aanscherpen. Conclusies van de test waren:

1. Een groot lichtgevend oppervlak (grote kap) voelt minder verblindend
2. Minder inkijk van opzij geeft een rustiger beeld
3. Om niet verblindend te zijn, moet de luminantie lager zijn dan 8000 Candela/m^2 (kijkend met een luminantie-camera in het armatuur).

In 2016 is gekozen voor het Disano-armatuur, met een platte kap en heel weinig zijwaartse uitstraling (zie armatuurgegevens links).

Door de opale kap kijken de reizigers niet rechtstreeks in de leds. Het armatuur is daardoor minder verblindend. De opale kap gaat echter wel ten koste van de Lumen per Watt verhouding. De ProRail-norm voor led is $> 100 \text{ Lm/W}$ en een gloeilamp is 10 Lm/W . In de Dialux-gegevens is te zien dat het Disano-armatuur $65,7 \text{ W}$ verbruikt en 4378 Lumen uitstraalt. Dat wil zeggen dat het armatuurrendement (inclusief verliezen in de opale kap) $66,6 \text{ Lm/W}$ is. De leds in het armatuur hebben een hogere Lm/W verhouding maar de opale kap verlaagt het armatuur rendement. In 2016 hebben we de lage Lumen W verhouding bewust geaccepteerd, omdat strooilicht hier meer prioriteit had.

Aan beide kanten van het armatuur zit een wartel. Hierdoor kunnen voedingskabels tussen de armaturen netjes onder de kap worden doorgelust en geregen. In de armaturen is interne doorvoerbekabeling aangebracht. Wanneer deze manier honderden armaturen achter elkaar worden doorgelust, moet de doorsnede van de interne doorvoerkabel wel dik genoeg zijn voor de stroom van alle achterliggende armaturen.

Door de hogere ligging van station Deventer worden omwonenden achter het station snel verblind. Ze kijken vanuit hun huis direct in de armaturen onder de kap. Op de foto op de linker pagina, links de oude armaturen met bolle kap, rechts de nieuwe ledarmaturen met platte kap. Met een goede optiek komt het licht alleen waar dat nodig is (op het perron) en wordt hinderlijk strooilicht voorkomen.



Het perron in Deventer na de vervanging.

Tips en conclusies:

- Met optieken en platte kappen kan je overlast voorkomen.
- Een goed gekozen optiek geeft veel extra comfort voor weinig kosten.
- Een proefverlichting lijkt duur maar levert meer op dan gedacht.



De armaturen met platte kappen boven het perron in Deventer na de led vervanging





2014: matige kleurweergave

De hal van station Deventer, met de R₉₂₀ kwiklampen.



2018: goede kleurweergave

Dezelfde hal met de R₈₀ ledlampen. De verschillende kleuren van het metselwerk, het contrast van de borden en de ramen zijn nu veel beter zichtbaar. Gezichten zijn beter herkenbaar. De nieuwe lamp heeft een frissere uitstraling.

2.2 Deventer: Verbeteren beleving hal

Deventer hoorde bij het eerste cluster stations dat we met het Programma Verlichting hebben aanbesteed. Dit heette cluster 2 regio Noord Oost afgekort NO02. Vier jaar later waren we in NO gevorderd tot cluster NO45. In Deventer hebben we oude kwiklampen met kleurweergave R_a20 in de stationshal vervangen door vergelijkbare ledarmaturen met kleurweergave R_a80 .

Dit ledarmatuur is in 2014 ook al toegepast in een led pilot op station Den Haag Hollands Spoor. Hier waren in 2013 veel storingen met de Corvo armaturen met oude lichtbronnen. Deze zijn toen vooruitlopend op het Programma Verlichting vervangen voor led. Er zijn toen ook direct draadloze dimcontrollers (TVilight) in de armaturen ingebouwd (zie hoofdstuk 1.6 over dimmen). Hieronder de Dialux-gegevens van het toegepaste armatuur (Light International type Corvo). Het armatuurrendement is 7970Lm bij 94W (4x beter dan de kwiklamp). In RLN00012 eisen we 100Lm/W, maar in 2016 kon dit armatuur daar nog niet aan voldoen.

Later hebben we dergelijke armaturen (ook van andere fabrikanten) ook toegepast bij monumentale kappen in Hengelo, Amersfoort, Den Bosch, Gouda en Hilversum. Die halen de 100 Lm/W wel.

De klokvormige grafiek hiernaast beschrijft de specificaties van het optiek.

De led lichtbron bevindt zich in het hart van de middelste cirkel. Rondom de lichtbron is elke 15 graden een as getekend met daarop uitgezet het aantal Lumen dat in die richting wordt uitgestraald. Te zien is dat ongeveer een kwart van het licht naar het plafond en naar opzij straalt. Hierdoor zijn dit soort kelkarmaturen zeer geschikt voor het aanlichten van een monumentaal plafond of een kap.

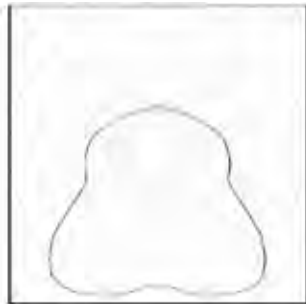
De nieuwe kelken zijn aan de onderzijde afgesloten met een heldere polycarbonaat deksel om stof en spinnenwebben rond de lichtbron te voorkomen. De grafiek laat zien dat de uitstraling loodrecht onder de lichtbron iets lager is dan 10 graden ten opzichte van de verticaal. In de praktijk is te zien als een donkere vlek op de vloer pal onder het armatuur (vlak voor de poortjes). Dit is een foutje in het diafragma-optiek van het deksel en is bij latere versies verbeterd.

Tips en conclusies:

- Kwiklampen of natriumlampen zo snel mogelijk vervangen door led.
- Kies een optiek dat het plafond ook aangelicht.
- R_a80 (of zelfs R_a90) levert een grote verbetering op.

D&C - CRXL|94W|3K CRXL|94W|3K
Lichtuitstraling 1
Uitrusting: 1xLED
Bedrijfsrendement: 84.79%
Lampenlichtstroom: 9400 lm
Lichtstroom armatuur: 7970 lm
Vermogen: 94.0 W
Lichtrendement: 84,8 lm/W

Kleurmetrische gegevens
1xLED: CCT 3000 K, CRI -



De gegevens van het gekozen armatuur. Rechts de lichtverdeling/bundel (het gebruikte optiek) van het armatuur. Het hart van de cirkels vormt het armatuur. De grootste lichtstroom (Lm) straalt naar beneden en ca. 10% straalt naar boven.



Station Vathorst na de led vervanging. De aparte luidsprekermasten tussen de lichtmasten zijn goed te zien. Zo'n woud van masten willen we met de Multi Purpose mast (zie hoofdstuk 18) voorkomen.

3 Amersfoort Vathorst, test met mastarmaturen

Station Amersfoort Vathorst is een halte op de lijn Amersfoort Centraal – Zwolle. Het beschikt over 2 zijperrons. Op de perrons staan lichtmasten en luidsprekermasten.

Lichtmasten hebben soms het nadeel dat ze verblindend zijn of een vlekkerig lichtbeeld op het perron geven. Dat komt doordat ze relatief ver uit elkaar staan. Onder een perronkap hangt vaak elke 4 meter een lichtbron. Op een open perron staat elke 16 meter een lichtmast van 4 meter hoog. Onder een kap kunnen dus vier keer zoveel lichtbronnen het perron verlichten. Hierdoor kunnen de lampen onder een kap minder sterk zijn dan op een open perron. Doordat de lampen op een open perron veel meer licht moeten geven, zijn ze vaak meer verblindend. Op Amersfoort Vathorst heeft het Programma Verlichting in 2015 een test gedaan om te weten welk type armatuur nog wel voldoet en het minst verblindend is.

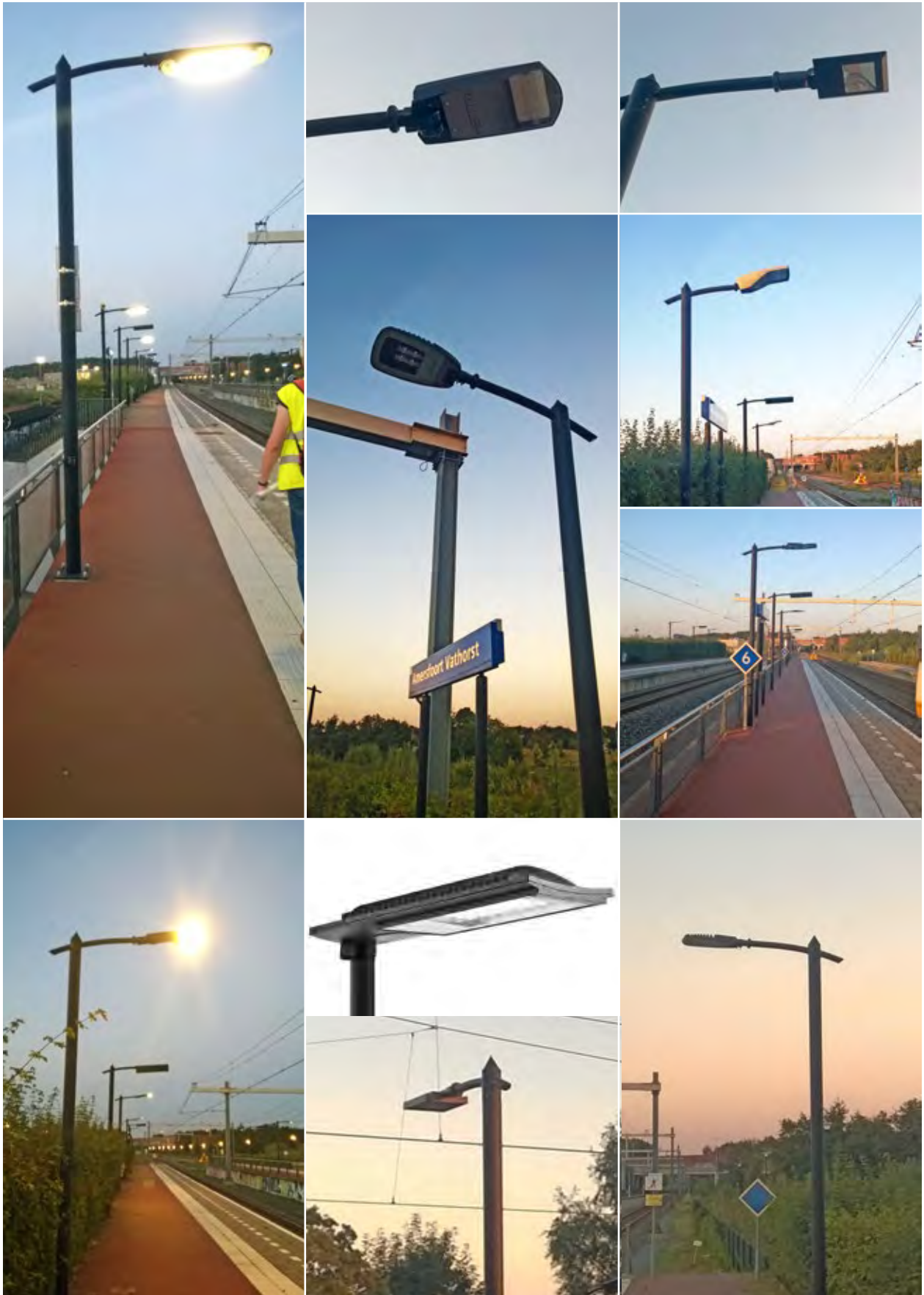
De eis van een luminantie van kleiner dan 8000Cd/m^2 is voor masten die telkens 16 meter uit elkaar staan niet haalbaar. Het Programma Verlichting eist deze luminantie daarom niet op open perrons, maar wel onder een kap. Een mast met een oud TL-armatuur is vooral verblindend wanneer reizigers tussen de masten staan en iets schuin naar het armatuur omhoogkijken. Reizigers onder een mast

kijken nooit in de lichtbron en worden dus niet verblind. Om verblinding te voorkomen dragen slechtzienden vaak een pet met zonneklep.

Voor de stationsomroep zijn standaard aparte luidsprekermasten met steeds twee luidsprekers voorzien. De luidsprekers zijn evenwijdig aan het perron gericht en 180 graden ten opzichte van elkaar gedraaid. De twee luidsprekers mogen maximaal 32 meter uit elkaar staan in verband met een goede verstaanbaarheid. Voor verlichting is een mastafstand (grid) van 32 meter echter te veel, de lichtmasten staan daarom 16 meter uit elkaar. Elke 32 meter staat er (cf OVS00022) een aparte luidsprekermast tussen 2 lichtmasten (zo ook in Amersfoort Vathorst, zie foto). Om het aantal obstakels op perrons te minimaliseren hangen we de luidsprekers tegenwoordig vaak elke 32 meter aan de lichtmasten. Op een zijperron van 300 meter scheelt dit al snel 9 masten.

Het is ook mogelijk om op elke lichtmast elke 16 m één luidspreker te plaatsen. Voordeel van één luidspreker per mast is dat het iets minder rommelig oogt en het mastluikje minder vol wordt (voordeel bij onderhoud). Nadeel is dat twee keer zoveel masten moeten worden voorzien van omroep kabels. In dat geval zijn alle luidsprekers één kant opgericht.





De afmetingen van de behuizing en de optieken wisselen sterk. De armaturen met de meeste leds (de meest comfortabele) hebben ook vaak het grootste lichtgevende oppervlak en ook de grootste behuizing.

Lichtmasten die hoger zijn dan 4 meter (5 meter) staan soms 20 meter uit elkaar. Lichtmasten op een zijperron van zo'n 2,5 meter breed mogen niet hoger zijn dan 4 meter. Mochten ze onverhoopt omvallen, dan komen 4 meter masten nooit te dicht bij de bovenleiding. Hoge masten werden voorheen voorzien van een paalspoorstaafverbinding, maar dit is niet meer wenselijk gezien de aanleg-, onderhouds- en inspectiekosten. Op middenperrons breder dan 6 meter mogen 5 meter hoge masten wel zonder paalspoorstaafverbinding worden toegepast.

Op station Amersfoort Vathorst heeft het Programma Verlichting, in overleg met lichtadviseur R.J. Vos en Koninklijke Visio, in 2016 een pilot gedaan met ledmastarmaturen op 4 meter hoge masten, op een grid van 16 meter. We hebben steeds op 2 masten 2 proefarmaturen laten monteren, zodat we goed konden zien hoe ze tussen de masten samenwerken. We hebben in overleg met de lichtadviseur 11 armaturen geselecteerd, geplaatst en beoordeeld. Hierdoor is steeds te zien hoe de bundels van de masten onderling overlappen en of er geen donkere vlekken op het perron ontstaan.

De proefarmaturen zijn in het algemeen armaturen om fietspaden te verlichten. Ze geven een ovale bundel op een strook van circa 10 meter links en rechts van de mast, met een breedte van 4 meter. Per armatuur kan een optiek (lens) gekozen worden om de bundel te optimaliseren.

Met de optieken is veel energie te besparen. In RLN00012 staat dat we op een open perron van een halte een Energie Prestatie van $0,15 \text{ W/m}^2$ willen halen. Als we met één lichtmast 16 meter perron van 3 meter breed aanlichten, is dat circa 50 m^2 . Met $0,15 \text{ W/m}^2$ betekent dit een 7W ledlamp per mast. Echter als het optiek minder efficiënt is en bijvoorbeeld ook de heg naast het perron of de spoorbak aangelicht, wordt het oppervlak $16 \times 5 \text{ m} = 80 \text{ m}^2$. Met $0,15 \text{ W/m}^2$ is dan 12W nodig. Een minder efficiënt optiek betekent dus dat een 60% zwaardere lichtbron nodig is.

In september 2016 hebben we samen met Koninklijke Visio een schouw gedaan van de 11×2 led testarmaturen. Machinisten kunnen ook verblind worden door de mastarmaturen als ze door een station rijden. Bij de schouw hebben we daarom via de werkgroep MOOS (Met Oog Op Seinen) ook machinisten betrokken en hun ervaringen meegenomen.

De armaturen waren ingesteld voor 20 lux op het perron (instelling voor grote stations). Op haltes moet dit 5 lux zijn en op iets grotere stations (Basis en Plus) 10 lux. Als de ledarmaturen voor kleinere stations af fabriek 50% of 75% worden gedimd, neemt de verblinding verder af, terwijl de energieprestatie en levensduur juist toenemen.



Tips en conclusies:

1. Het armatuur met de meeste leds (24 stuks) gaf de minste verblinding.
2. Naarmate het aantal leds in testarmaturen toenam (4, 12, 16 en 18), werd het licht minder verblindend of onprettig.
3. De tilthoek mag niet zo zijn ingesteld dat de spoorbak wordt belicht, om verblinding van machinisten te voorkomen.
4. Armaturen met spiegels zijn meestal bedoeld voor architectonische verlichting of indirecte verlichting. Hier kan bij één specifieke kijkhoek onverwacht verblinding ontstaan terwijl die iets verderop niet optreedt. Armaturen met spiegels zijn daarom minder geschikt voor perrons en fietspaden waar gebruikers met wisselende kijkhoek in het armatuur kijken.



De proefverlichting op Amersfoort Centraal, met één led-kelk in warm wit (2700K). Dit is dezelfde kleur als de lijnverlichting langs wanden. Op de achtergrond nog een oude kwiklamp met groenig licht, met een kleurverzadiging van slechts 20% (R_a20), terwijl RLN00012 inmiddels 80% eist. Bij R_a20 zijn nog maar 20% van de kleuren herkenbaar (in feite alleen licht- en donkercontrasten) en is geen herkenning van gezichten mogelijk. Slechte gezichtsherkenning geeft een onveilig gevoel. Bij R_a80 is wel voldoende kleur zichtbaar om gezichten te herkennen.



De traverse na de vervanging van alle kelkarmaturen in de avond situatie, met warm wit licht. De vloer is egaal in één kleur verlicht en oogt daardoor rustiger. Het optiek straalt meer naar boven en daardoor oogt het dak beter, met frissere kleuren.

4 Amersfoort Centraal

4.1 Proefverlichting Tunable White op de traverse

Op de traverse in Amersfoort Centraal hingen dezelfde kwiklampen als in Deventer. De vloer was vlekkerig verlicht en het dak leek in de avond vuil grijs.

Amersfoort Centraal is een Stationstype Mega. De traverse is het drukste deel van het station. De kwiklampen zijn daarom vervangen door 'ademend licht' conform de lichtvisie 2015 van Bureau Spoorbouwmeester. Met ademend licht wordt bedoeld dat de lichtkleur mee ademt met de kleur van het daglicht (koel wit 's morgens en warm wit 's avonds). In 2015 was dat nog visionair maar in 2022 is ademend licht bij alle grote fabrikanten verkrijgbaar onder de naam Tunable White. De lichtkleur wordt uitgedrukt in graden Kelvin. In de ochtend is daglicht circa 5000K (koel wit van de heldere vroege ochtend) en rond zonsondergang 2700K (warm wit of gelig licht van een zonsondergang).

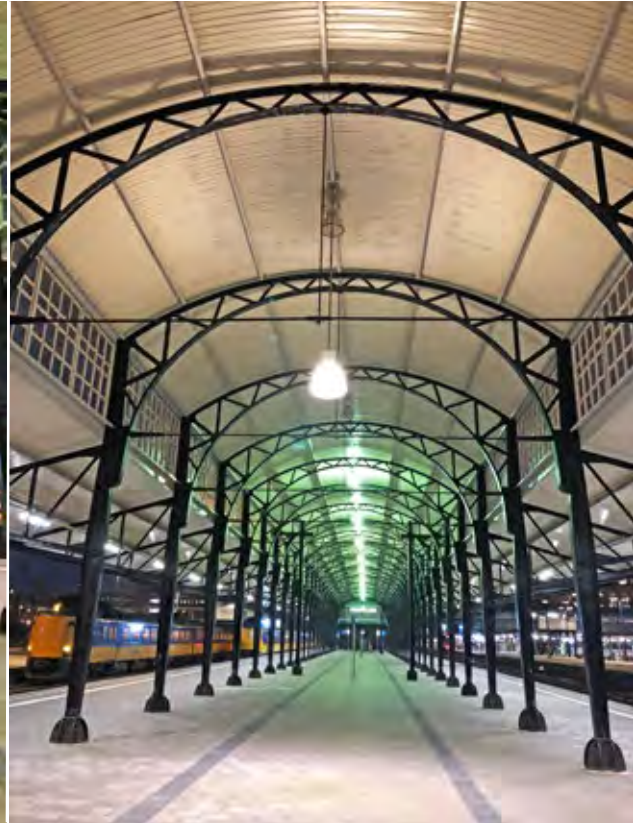
Wanneer verlichting ook als doel heeft een betere sfeer en beleving te bereiken, is een proef de beste methode. Met de proefverlichting (met één of twee armaturen) kan worden beoordeeld of het beoogde effect ook in de praktijk optreedt. Naar aanleiding van de proef is nog bijsturing mogelijk, bijvoorbeeld in het aantal armaturen, de ophanghoogte, de verlichtingssterkte (luxen), de hart-op-hartafstand, het optiek (gelijkmatigheid) of de lichtkleur.

Tips en conclusies:

- Op drukke plaatsen, die rommelig ogen, is Tunable White een goede oplossing.
- Voor minder drukke plekken is Tunable White snel te duur.



De kap van Amersfoort Centraal met de oude kwiklampen. De kelken passen bij de architectuur, maar geven groenig licht en zijn te dicht onder de kap geplaatst. De kap is hierdoor vlekkerig aangelicht.



De proefverlichting waar nog maar één led-kelk aan een pendel is opgehangen. Achter het proefarmatuur zijn nog de oude groenige kwiklampen die strak tegen de kap hangen te zien.



De perronkap met nieuwe led armaturen aan pendels in het hart van de kap en nieuwe led balken (lichtkeur 3000K) boven de geleidelijk onder de flanken van de kap.

4.2 Proefverlichting monumentale kappen met 2 kleuren ledarmaturen

Op Amersfoort Centraal zijn 3 perrons. Perron 2 heeft een monumentale kap. De 3 perrons zijn veel langer dan de traverse en zijn daarom veel minder druk. Tunable White op de perrons is daardoor te duur.

Om de architectuur beter zichtbaar te maken en de kap gelijkmatiger aan te lichten heeft de lichtontwerper de nieuwe kelkarmaturen aan een pendel in het hart van de bogen laten hangen. Verder hebben we een led kelkarmatuur laten ontwikkelen, met een goudkleurige spiegelring erin. De led-lichtbron in de kelk heeft lichtkleur 3000K, maar door de spiegelring wordt de kap aangestraald met warmer licht in kleur 2200K.

Na de beoordeling van de proefverlichting zijn alle nieuwe kelkarmaturen onder de kap opgehangen.

Tips en conclusies:

- Als Tunable White te duur is kan met gekleurde spiegels een monumentaal plafond warmer worden verlicht dan de vloer.
- Een armatuur aan een pendel licht het plafond veel gelijkmatiger aan dan een armatuur strak tegen het plafond, zonder veel extra kosten.



Boven het vlekkerige licht op een perron van station Almere Centrum in 2016. Onder de nieuwe situatie met veel hogere verlichtingssterkte en een betere gelijkmatigheid.

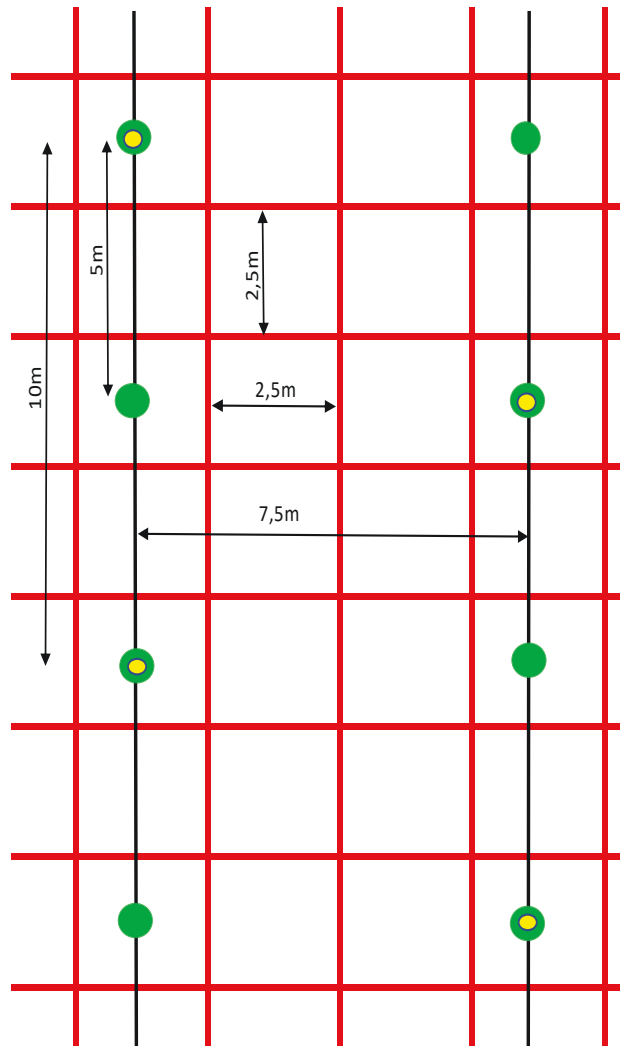
5 Almere Centrum, een nieuwe lichtimpuls voor een een jaren '80 icoon

Almere Centrum is één van de 50 'Collectie stations' van Bureau Spoorbouwmeester. Het station is in de jaren '80 ontworpen door architect Peter van Kilsdonk. Elke functie van het gebouw heeft een andere kleur. De draagconstructies zijn rood, hemelwaterafvoeren blauw en elektrische installaties groen. De kap van Almere Centraal is een grote rode vakwerkconstructie, met vakken van 2,5 bij 2,5 meter.

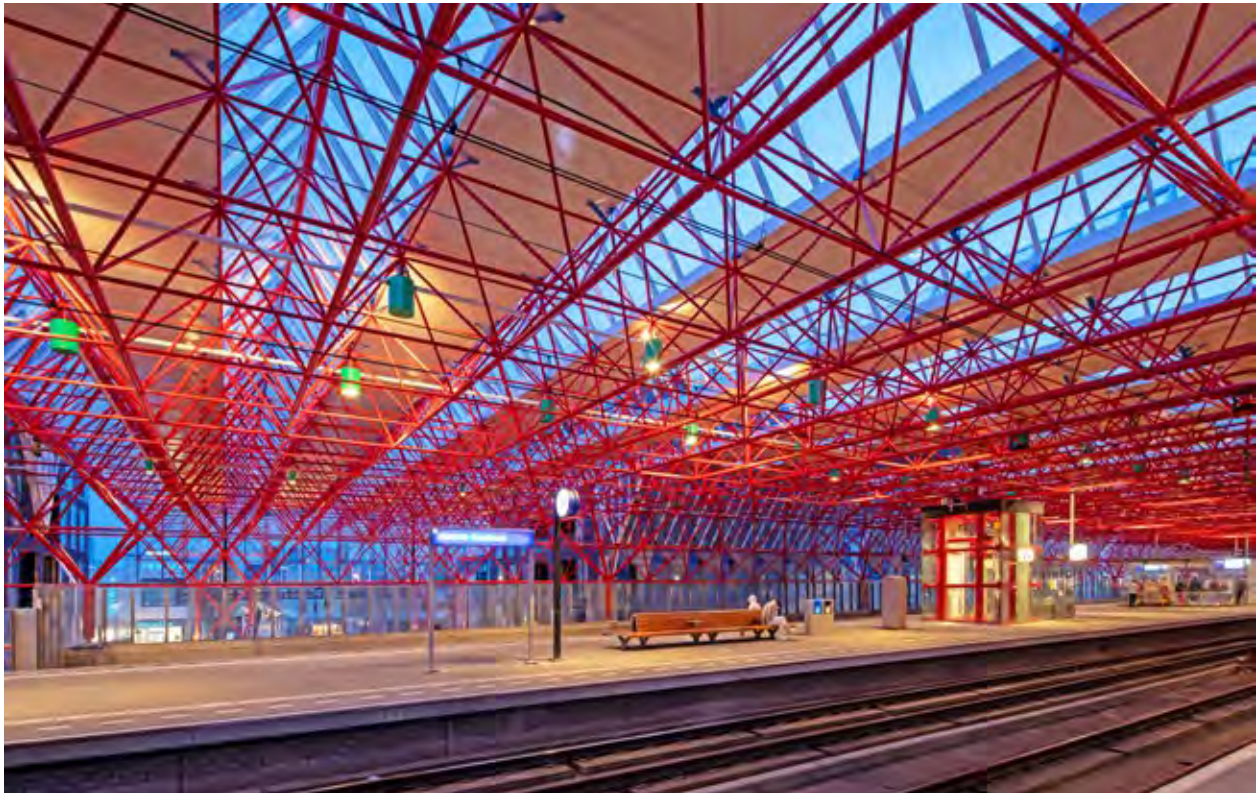
De perrons op Almere Centraal worden verlicht door groene downlighters die elke 10 meter onder de kap hangen. Tussen de downlighters hangt steeds een groene luidspreker voor de stationsomroep. De downlighters hangen eigenlijk te ver uit elkaar en daardoor voldeed het perron niet aan de vereiste verlichtingssterkte en gelijkmatigheid.

Almere Centrum is een Stationstype Plus. De ProRail-richtlijn eist op Plus-stations een verlichtingssterkte (E_m) op het overkapt perron van 50 lux met een gelijkmatigheid (U_0) van 0,5. De E_m was slechts 20 lux met een U_0 van 0,2. Hierdoor voelde het stations in de avond donker en onveilig aan. Na de ombouw van de downlighters is de verlichtingssterkte 55lux en de gelijkmatigheid 0,5.

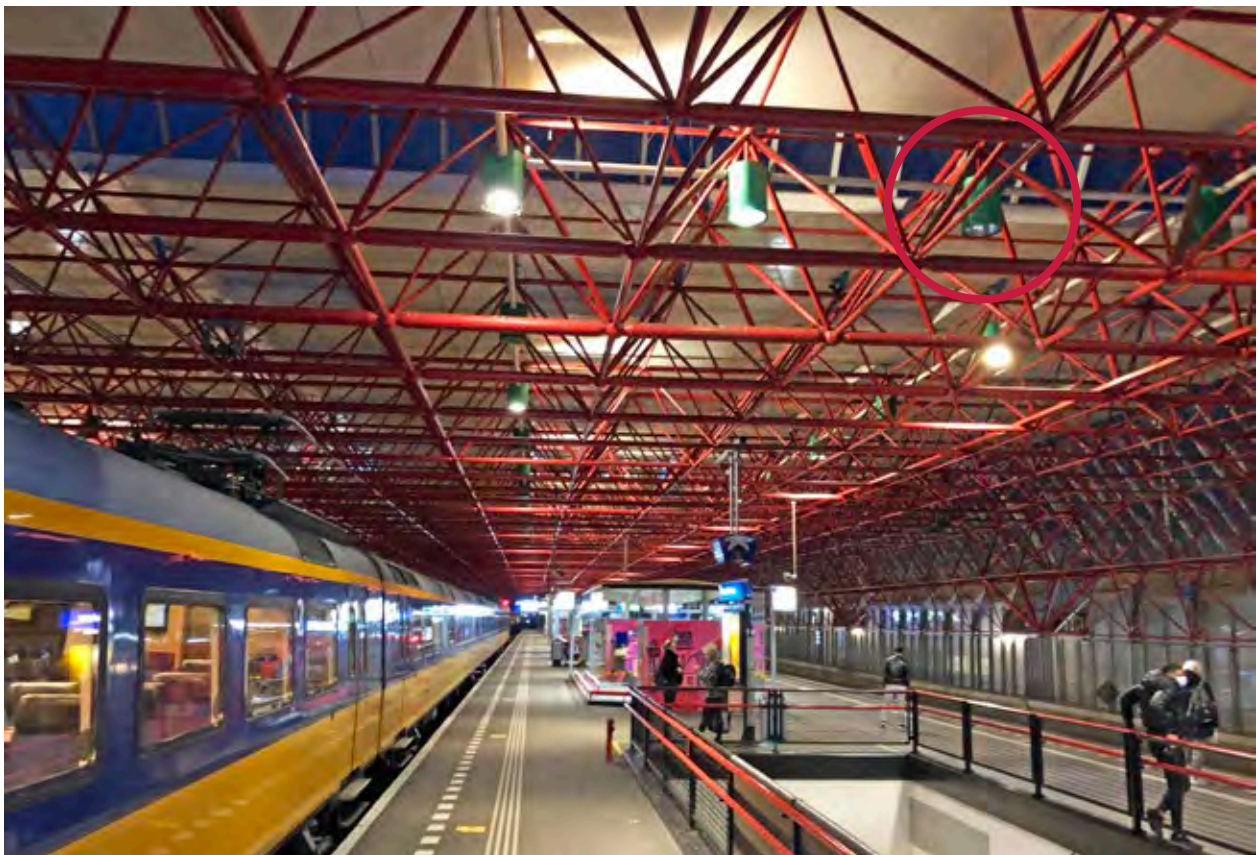
De downlighters stralen alleen licht naar het perron. De kap was hierdoor in de avond niet zichtbaar en hing als een donkere wolk boven het perron. De wens van Spoorbouwmeester was om de kap ook in de avond meer zichtbaar te maken (net als bij Tilburg, zie hoofdstuk 25), met bijvoorbeeld horizontaal gerichte spots die door het vakwerk schijnen.



Posities van lampen en luidsprekers ten opzichte van het rode 2,5 x 2,5 meter vakwerk. Boven de perrons hangt elke 10 m een luidspreker (groene bol) en elke 10m een downlighter (groene bol met gele stip). De lampen en luidsprekers zijn omwille van de gelijkmatigheid steeds versprongen.



De verlichting nu. Onder de luidsprekers (tussen de downlighters) bevindt zich een iets donkerder vlek. Doordat de verlichtingssterkte al veel hoger is, voelt het prettiger. De kap is beter zichtbaar. Boven op de downlighters hebben we horizontaal gerichte led spots gezet die het vakwerk van binnen naar buiten aanlichten (dus van het perron af om verblinding te voorkomen).



De downlighter in de rode cirkel boven de trap is defect en was nog niet vervangen op het moment van de foto. Om die te vervangen moet boven de trap een steiger gebouwd worden. Dit is tijdens een nachtelijke buitendienststelling uitgevoerd.

Er zijn diverse plannen geweest om de gelijkmatigheid te verbeteren. Er was een plan met een rode kabelgoot, door het vakwerk op 6,6 m hoogte, met in elk vak (elke 2,5 meter) een ledbalk boven de geleidelijn. Er was een plan om de luidsprekers te vervangen door extra led downlighters. Spoorbouwmeester wilde echter het originele ontwerp handhaven. We hebben daarom nieuwe binnenwerken voor de bestaande downlighters laten ontwikkelen met een ovale bundel om steeds vanaf 6,6 meter hoogte een oppervlak van 12 bij 6 meter perron aan te lichten. In eerste instantie haalde de aannemer de 50 lux nog niet. Dit lag aan een foutje in de lichtberekening. Hierna zijn de drivers aangepast en wordt de gemiddelde verlichtingssterkte van 50 lux bij een gelijkmatigheid van 0,5 wel behaald.

De tweejaarlijkse vervanging van de kwiklampen met een steiger boven de trap was extra kostbaar zie foto bijschrift links onder. Als er tussentijdse storingen waren werd reparatie vaak uitgesteld tot de geplande vervanging-sonderhoud, waardoor de verlichting boven de trap voorafgaand aan de ledvervanging al geruime tijd niet voldeed. De led downlighters hoeven nu maar 1x per 10 jaar vervangen te worden. Dat is ook een betere garantie dat het station door de jaren heen 'veilig en heel' blijft.

Tip:

- Overleg vroegtijdig met Spoorbouwmeester.
- Met relatief lage kosten is een kap of dak veel beter zichtbaar te maken.
- Dit geeft een veel betere sociale veiligheidsbeleving in de avond.



Op de spot is een kap gezet om verblinding te voorkomen.



Station Alkmaar de oude situatie met de oude armaturen in zone A

6 Alkmaar, beter te onderhouden door armaturen van zone A naar zone C

Station Alkmaar bestaat uit een zijperron, een middenperron met een monumentale kap, een middenperron met een moderne kap en een moderne traverse eroverheen. De traverse is in 2012 over de oude kappen gebouwd en was al voorzien van ledverlichting, helaas met een levensduur van maar 5 jaar terwijl nu 10 jaar al standaard is.

De kappen en open perrons waren nog niet voorzien van ledverlichting. Onder de kappen hingen kabelgoten met kabels voor verlichting, omroep en camera toezicht. De kabelgoot met de armaturen hing grotendeels in zone A (tussen de stippellijn en de witte perronrand, zie foto links). Storingen kunnen dan alleen in een buitendienststelling opgelost worden. Het repareren van defecte lampen of knipperende TL's werd daardoor vaak te lang uitgesteld (slechte score op de KPI's 'Schoon en Heel').

Het Programma Verlichting heeft in zone C (boven de geleidelijn) nieuwe kabelgoten aangebracht en daar de ledarmaturen onder geplaatst. Hierdoor is het midden van het perron egaler verlicht en kunnen storingen zonder buitendienststelling overdag verholpen worden.



De monumentale kap met de nieuwe verlichting



De monumentale kap met de nieuwe ledverlichting onder de nieuwe kabelgoot.



Perron 3 (de moderne kap), met de nieuwe kabelgoot in zone C en de oude goot in zone A. Op de oude goot zijn nog slecht geverfde plekken zichtbaar op de posities van de oude armaturen. Deze plekken zijn inmiddels geschilderd.

De nieuwe kabelgoten zijn gespoten in de kleur van de kap, zodat ze tegen de kap wegvallen. De oude kabelgoten hebben we niet gesaneerd om geen onnodige storingen aan omroep en camera's te veroorzaken.

Tips en conclusies:

- Voorkom armaturen in zone A of B.
- Verplaats ze naar zone C.
- Armaturen meer naar het midden zorgen voor een gelijkmatiger verlicht perron.



De nieuwe verlichting: links het dagscenario, rechts gedimd in het nachtsenario.

7 Leeuwarden, nieuw leven voor een monument met architectonische verlichting

7.1 Leeuwarden stationshal

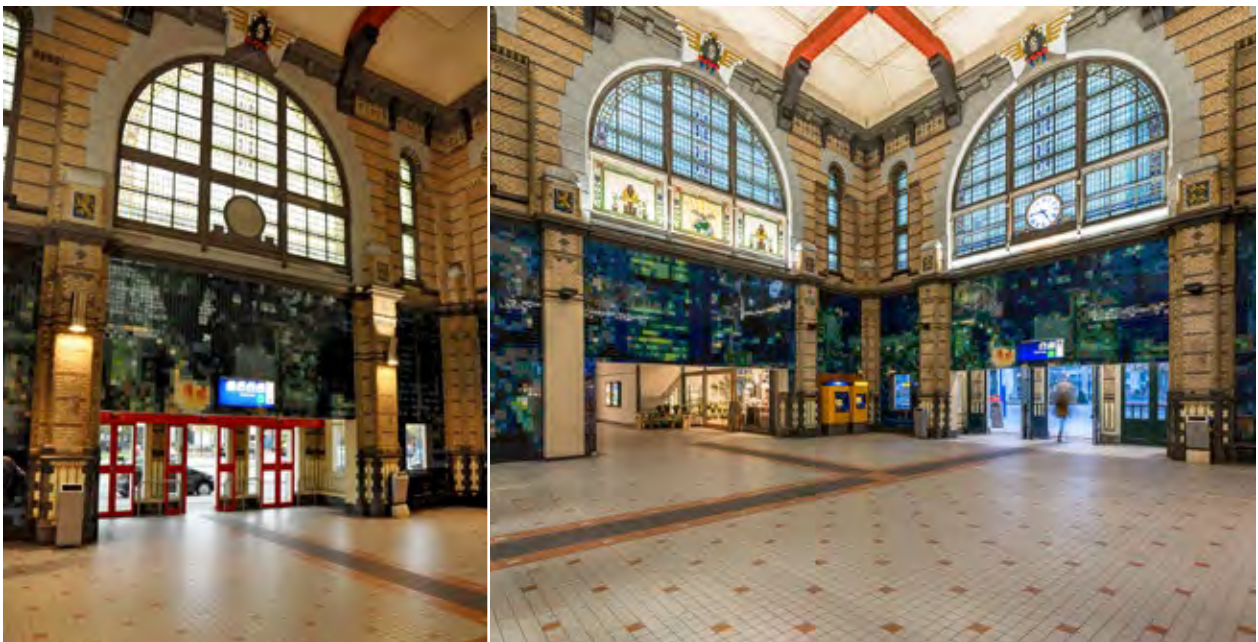
Station Leeuwarden is een Rijksmonument en heeft net als station Groningen een fraaie monumentale stationshal. Naast de hal heeft NS een ticket- en servicebalie en een aantal commerciële ruimten. In de commercie wil NS altijd meer licht dan de norm voorschrijft om klanten aan te trekken. Door het verschil in verlichtingssterkte tussen de hal en de commercie leek de hal altijd donker terwijl die ruim aan de norm voldeed.

In 2018 was Leeuwarden culturele hoofdstad van Europa. In de stationsomgeving liep een aantal ProRail-projecten die daarom voor 2018 gereed moesten zijn. Dit waren onder andere de ondergrondse fietsenstalling aan de centrumzijde, het vernieuwen van de 150 jaar oude perronkappen en ook het vervangen van de verlichting in de hal.

Overdag is de hal bijna net zo sterk verlicht als de commercie en is het verschil niet meer zichtbaar. We hebben de verlichting in de hal vervangen met regelbare ledverlichting. Het plafond en de wanden worden aange-licht met indirecte verlichting, waardoor de schilderijen en het metselwerk beter zichtbaar zijn. Overdag is de output van de indirecte verlichting hoger en in een lichtere kleur dan in de avond.

Tips en conclusies:

- Schakel een lichtarchitect in, zeker bij monumenten.
- Soms moet een lichtarchitect worden afgeremd, maar behoud wel de basis van zijn ideeën.



Links: de oude verlichting verlicht vooral de vloer. Het gebouw heeft een sombere en ouderwetse uitstraling. Rechts: met de nieuwe verlichting is het monumentale karakter van het gebouw veel beter te zien. (foto Nathalie Peters voor LichtNL).



De oude situatie (kap niet aangelicht).



Met nieuwe verlichting in het dagscenario, met aangelichte kap.

7.2 Leeuwarden overkapping

Onder de kap tussen de hal en de perrons is ook regelbare ledverlichting aangebracht. Met 'schemerlampen' in plaats van lichtmasten is een wat huiselijker sfeer bereikt. De monumentale kap is opnieuw geschilderd en wordt beter aangelicht. De kap is voorzien van gedichten die de aandacht van de reiziger zouden moeten trekken. De kap is in de avond minder verlicht dan overdag (als het buiten ook lichter is, zie foto's).

Tips en conclusies:

- Het aanlichten van een net geschilderde monumentale kap werkt perfect.
- Zorg dat kap gelijkmatig wordt aangelicht en reizigers niet verblind worden.
- De teksten op de kap trekken minder de aandacht dan verwacht, het effect valt tegen.
- De schemerlampen zijn fraai maar kwetsbaar (zijn inmiddels weg).



Met nieuwe verlichting in het nachtsenario, met aangelichte kap.



De oude VTG masten (80 x 40 koker masten uit 1970, ookwel Douma galgjes genoemd naar de toenmalige Spoorbouwmeester Cees Douma) zijn voorzien van nieuwe ledarmaturen. Deze 5 meter hoge masten verlichten het brede perron voldoende gelijkmatig. Op de mast is een dimsensor te zien, ongeveer een halve meter onder de uithouder.

De armaturen onder de kap zijn één stramen naar binnen geplaatst (van zone B naar zone C). Hierdoor is het midden van het perron onder de kap ook minder donker.

8 Santpoort Zuid, een oud station verdient ook aandacht

De kap van station Santpoort Zuid is geen Rijksmonument of Collectie station, maar het is wel een fraaie oude ijzeren kap. Het stationsgebouw is ontworpen door architect Margadant die ook station Haarlem heeft ontworpen.

Probleem was dat de TL-lampen onder de kap aan de buitenste dakbalk in zone B hingen en alleen in een buitendienststelling vervangen konden worden. De TL-buizen werden elke 2 jaar vervangen, maar tussentijdse storingen werden vaak niet verholpen.

Bij het vernieuwen van de opbouwarmaturen hebben we de ledarmaturen één dakbalk naar binnen geplaatst, boven de geleidelijn (in zone C). Doordat de ledbalken iets meer naar het midden van het perron zijn verplaatst, is het midden ook minder donker. Bij de trap naar de tunnel hebben we extra armaturen geplaatst omdat op de trap de lux-waarde te laag was. De kap komt nu weer beter tot zijn recht en het perron ziet er minder vlekkelig uit.

De oude VTG koker masten van vijf meter hoog hebben we voorzien ledarmaturen en dimmers. De vijf meter masten zijn hoog genoeg om het brede perron voldoende te verlichten.

Tips en conclusies:

- Een oud station dat geen monument is verdient ook aandacht.
- Met kleine aanpassingen is een subtiel verschil te maken.





De strakke kap op station Den Helder. Kabels, goten en leidingen zijn in centrale ligger uit het zicht weggewerkt (maatwerk armatuur in de ligger schoongemaakt en voorzien van led binnenwerk).

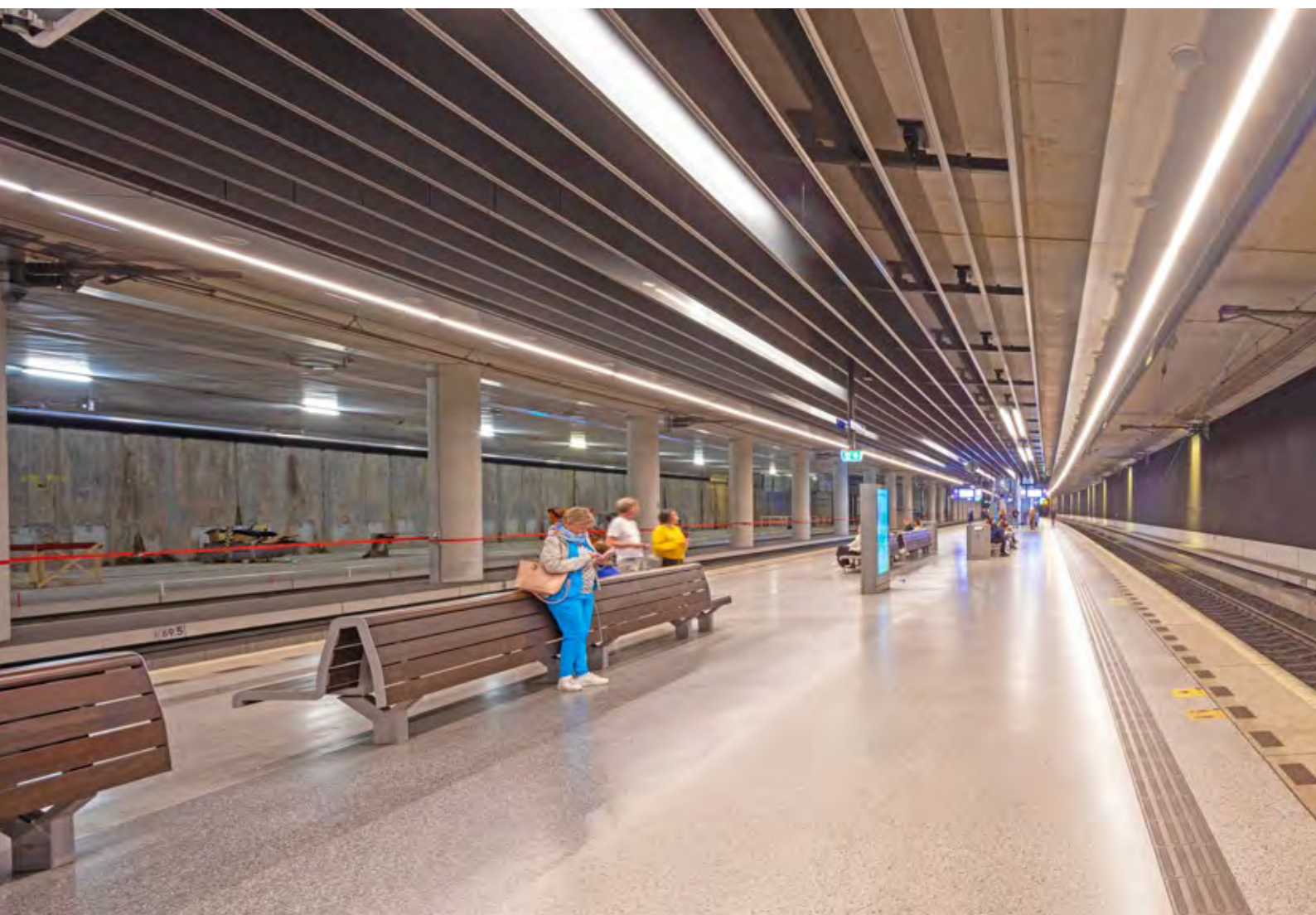
9 Den Helder, architectonische kapverlichting in led teruggebracht

Station Den Helder heeft een ruimtelijke kap met alleen in het midden betonnen kolommen. Op de kolommen bevindt zich een middenligger waarin alle installaties (armaturen en HWA) zijn gebundeld. Onder de kap zijn geen kabelgoten, opbouwkabels of leidingen te zien waardoor een rustiger beeld ontstaat dan op veel andere stations. De kap is recent geschilderd en oogt strak en opgeruimd. Onder de middenligger waren TL-armaturen aangebracht die met spiegeloptieken het perron en de kap aanlichtten. Er zijn nergens verblindende armaturen in het blikveld van de reiziger.

Het Programma Verlichting had net als in Weesp of Alkmaar een kabelgoot met functionele verlichting boven de geleidelijn kunnen ophangen. Dit hebben we niet gedaan om het beeld te behouden zoals de architect dat heeft bedoeld. Het programma heeft de lichtlijn onder de middenligger laten namaken in led. Hiermee is de schijnbaar onbelangrijke kap (geen monument, geen Collectie station) niet verder verrommeld en oogt de kap nog strak en opgeruimd.

Tips en conclusies:

- Doe recht aan wat de architect bedoeld heeft.
- Bespreek dit tijdens een aanwijs met de aannemer.



De lichtlijnen langs de perronranden na de vervanging. De spots tussen de lamellen zijn ook vervangen door led.

10 Delft, 1000 armaturen in 52 uur

Station Delft is één van de weinige volledig omsloten (ondergrondse) stations. Andere volledig omsloten stations zijn Rijswijk, Best en Schiphol. Op een volledig omsloten perron is 200 Lux vereist. In Delft is daarom bij de oplevering in 2015 een doorlopende TL-lichtlijn boven het perron aangebracht. De bestaande lichtlijn is in 2019 omgebouwd met led binnenwerken van de originele leverancier. In 2019 was een buitendienststelling van 52 uur gepland om de tweede tunnelbuis in gebruik te nemen. Tijdens deze buitendienststelling was het station in de eerste tunnelbuis ook buitendienst zonder dat er werk gepland was. In deze 52 uur heeft de aannemer de circa 1000 TL-armaturen kunnen ombouwen naar led. Het werk is met tientallen monteurs en een groot aantal hoogwerkers tegelijk uitgevoerd, volgens een draaiboek met militaire precisie. Als het niet zou lukken in de 52 uur was er een aantal weken later nog een buitendienststelling waarop de aannemer kon meeliften, maar dat bleek niet nodig.

De hal was al met led verlicht, dus daar hoefde niet te worden omgebouwd. Boven de trappen was op een paar plaatsen nog te weinig licht; daar zijn spots bijgeplaatst.

Tips en conclusies:

- Probeer altijd mee te liften met lopende treinrijeperiodes (TVP's).
- Laat de installateur aansluiten bij het TVP-overleg.
- Bouw zekerheid in (een plan B) voor mogelijke uitloop.



Op het midden bordes van de trap was te weinig licht. Hier zijn nu (achter de lamellen) extra spots geplaatst.



De spots in de hal waren al led.



Uplighters koel wit en downlighters warm wit op de twee middenperrons van station Rijswijk.

11 Rijswijk, vervangen en dimmen van lichtlijnen van 1174 armaturen

Rijswijk is een vrij somber station in een tunnel. Er zijn in Nederland maar een paar ondergrondse stations (Delft, Rijswijk, Best, Schiphol). Op volledig omsloten perrons is de norm voor de verlichtingssterkte 200 lux en dat is 2x hoger dan op de grootste bovengrondse stations. Deze norm komt overeen met die van de metro van Amsterdam.

Op Rijswijk is in het ontwerp al veel gedaan om het station minder somber te maken. Naast de functionele lichtlijn (ca. 470 armaturen op de 2 middenperrons) is er ook nog indirecte verlichting van het plafond met 704 armaturen. De bedoeling is dat het plafond overdag sterker verlicht wordt dan 's avonds, om zo de indruk van daglicht te wekken. De plafondarmaturen zijn koel wit (4000K) en de perron armaturen zijn warm wit (3000K).

Het perron in de tunnel is langer dan de langste Intercity die er bij storingen in de dienstregeling moet kunnen stoppen (ca. 400 meter). In de normale dienstregeling stoppen er echter alleen maar Sprinters op Rijswijk.

De Sprinters stoppen altijd aan de zuidkant van het perron. De perrons hebben een entreegebouw met trappen en liften aan de zuidkant maar ook aan de noordkant (de Piramide). De reizigers worden naar de entree aan de zuidkant verleid, omdat daar de meeste commercie zit. De entree aan de noordkant is altijd vrij leeg.

De beheerder wilde de wachtende reizigers met het licht laten zien waar de stopzone van de Sprinter is. Dit hebben we gedaan door de verlichting op de eerste 150 meter van het perron permanent te laten branden.

Op het achterste deel van het perron zijn elke 30 meter sensoren geplaatst en als er geen personen zijn dimmen de lampen naar 20%. Hierdoor worden reizigers niet verleid om op het donkere stuk (waar normaal nooit een trein komt) te gaan staan wachten.

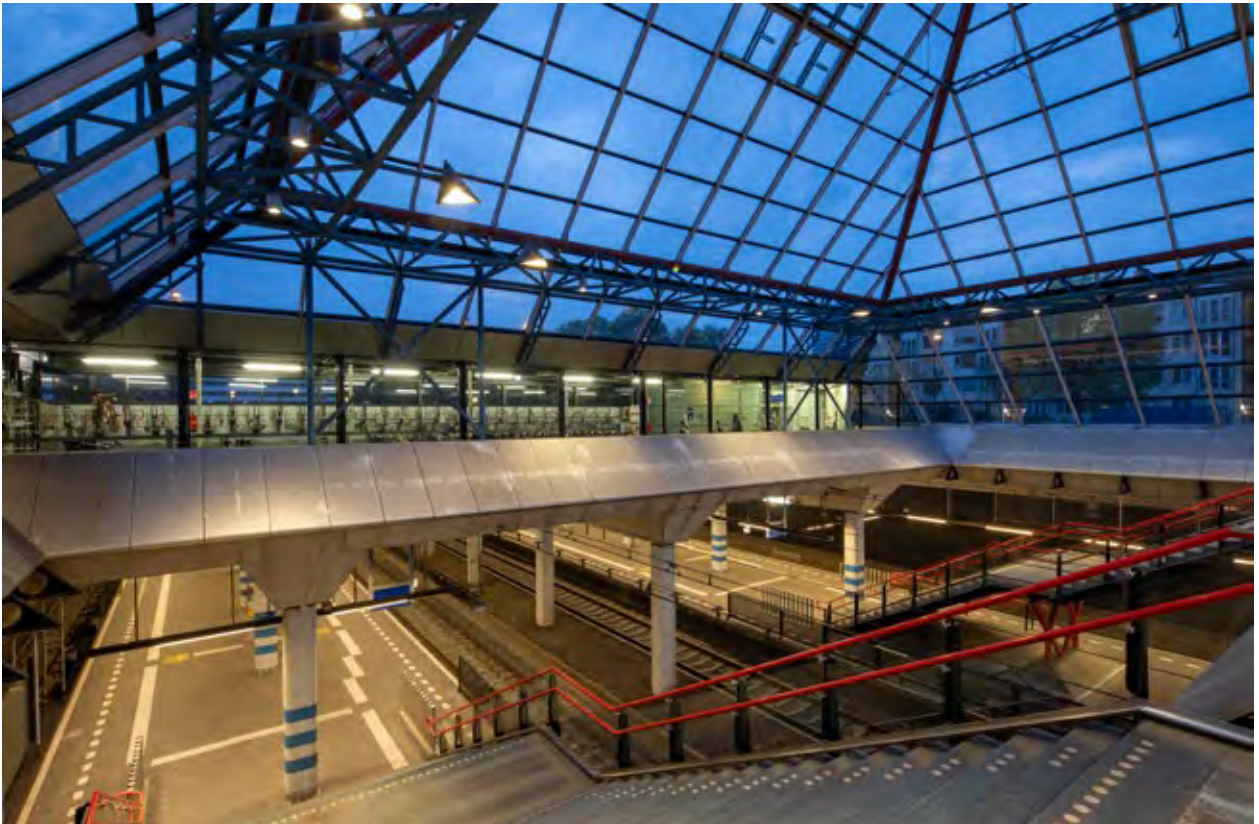
Als onverhoopt toch een persoon het donkere stuk in wandelt gaat het licht 30 meter voor hem uit naar 100%. Doordat het daarachter op 20% blijft, wordt hij niet verleid verder te lopen.



De sensoren die elke 30m boven het perron zijn aangebracht



Station Rijswijk met 3000K downlighters en 4000K uplighters.



De entree aan de noordzijde van de perrons van station Rijswijk (De Piramide) wordt eigenlijk bijna niet gebruikt.

Na de laatste trein dimt de verlichting naar 10% om geen vanden aan te trekken. Als er toch een iemand op het perron komt, gaat de verlichting naar 100%. Dit om te voorkomen dat er bijvoorbeeld zwervers op de perrons gaan slapen (hoewel hier ook nachtnet rijdt).

De 24 sensoren en de circa 1000 dimbare armaturen zijn met een Dali (4-aderige) stuurkabel verbonden met Helvar dimcontrollers in de technische ruimte. Eén Dali-bus kan 128 armaturen besturen. Er zijn 9 controllers geplaatst, verdeeld over 2 technische ruimten.

Voor servicedoeleinden is in de technische ruimte een service gateway (met simkaartje) geplaatst, zodat Helvar gedurende de garantietermijn van 5 jaar op afstand de instellingen kan bekijken en zo nodig corrigeren.

Tips en conclusies:

- Werken met lichtkleuren helpt in een sombere tunnel.
- Licht kan reizigers naar een instapzone verleiden.
- Licht kan ongewenste bezoekers van donkere stukken weren.





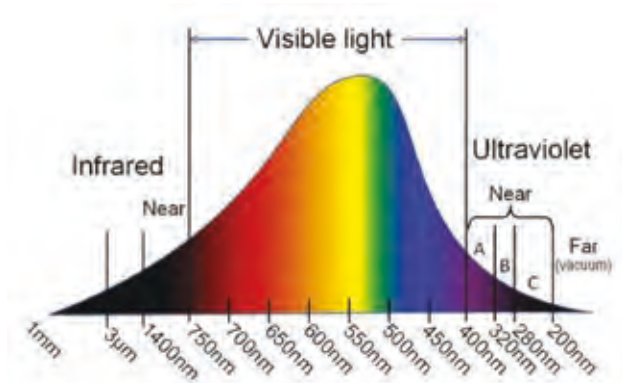
Blauw licht naast de lift bij het zuidelijke perroneinde.

12 Rijswijk en Zoetermeer Oost, anti-suïcide verlichting

Rijswijk is het station in Nederland met hoogste aantal suïcides (gemiddeld ongeveer 2 per jaar). Station Rijswijk heeft 2 middenperrons in een tunnel. Door de tunnel komen veel intercity's. Bij de perroneinden zijn veel plaatsen waar een suïcidaal persoon zich kan afzonderen. In de metro van Japan is getest met blauw licht als anti suïcide maatregel. In Nederland is er nog nooit getest met blauw licht. Rijswijk is als testlocatie aangewezen.

12.1 Rijswijk, beoogde effect van Blauw licht bij perroneinden

Blauw licht vertelt ons zenuwstelsel dat het ochtend is en dat we ons moeten klaarmaken voor een nieuwe dag. Licht in de golflengtes van 436-495nm (blauw) beïnvloedt de alertheid door aanmaak van het hormoon cortisol. Dit lijkt op adrenaline en maakt het lichaam klaar voor een vecht-, vlucht- of vreesreactie. Melatonine (slaaphormoon) wordt onderdrukt door cortisol. Blauw licht is nog net zichtbaar. Blauw licht lampen moeten maar één frequentie hebben (ca. 470 nm) en geen frequenties in het schadelijke ultraviolet uitstralen.



Blauw licht heeft een golflengte van ongeveer 470 nm. maar mag geen schadelijk Ultra Violet bevatten. Het idee is dat een suïcidaal persoon door het blauwe licht een cortisol boost krijgt, daardoor loskomt van zijn sombere gedachten en mogelijk eerder 0800-0113 belt of zich zal bedenken.



Station Rijswijk in 2017 het perroneinde aan de noordzijde. Reizigers konden aan het einde van het perron met een hellingbaantje, zomaar de tunnel in lopen.



Het perroneinde rechts. Overdag is daglicht te zien, maar in de avond en nacht is het een sombere plek.



Het perroneinde aan de noordzijde bij de oplevering in 2019, wanneer het blauwe licht aan springt. Er zijn hekwerken voor het perroneinde aangebracht. Het hek kan nog open als vluchtweg maar is wel voorzien van bordjes over de suicide preventie hulplijn 0800-0113.

Op het perron van Rijswijk is de verlichtingssterkte van het blauwe licht net als van de perron verlichting 200 lux. Blauw licht werkt het beste bij een verlichtingssterkte tussen 100 en 800 lux.

Sinds 2017 zijn hekken en bordjes met de tekst 'Bel 0800-0113' (suicide preventie hulplijn) aangebracht. De hekken moeten open kunnen als vluchtweg (bijvoorbeeld bij brand). Suïcidale personen kunnen nog steeds de tunnel in lopen, maar dan zullen de blauwe lampen wel aangaan. Verderop in de tunnel zijn ook blauwe lampen aangebracht, die aanspringen als iemand de tunnel in loopt.

Tips en conclusies:

- Blauw licht is een mogelijke oplossing voor suïcidebestrijding
- Er zijn echter nog geen keiharde bewijzen dat het werkt.
- ProRail kiest er toch voor omdat elke suïcide poging er één te veel is.
- De test blauw licht zo lang mogelijk laten doorgaan, in combinatie met andere maatregelen.





De open loopbrug vlak bij het perroneinde (na de ledvervanging).

12.2 Zoetermeer Oost perroneinde met blauw licht

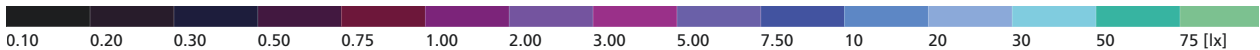
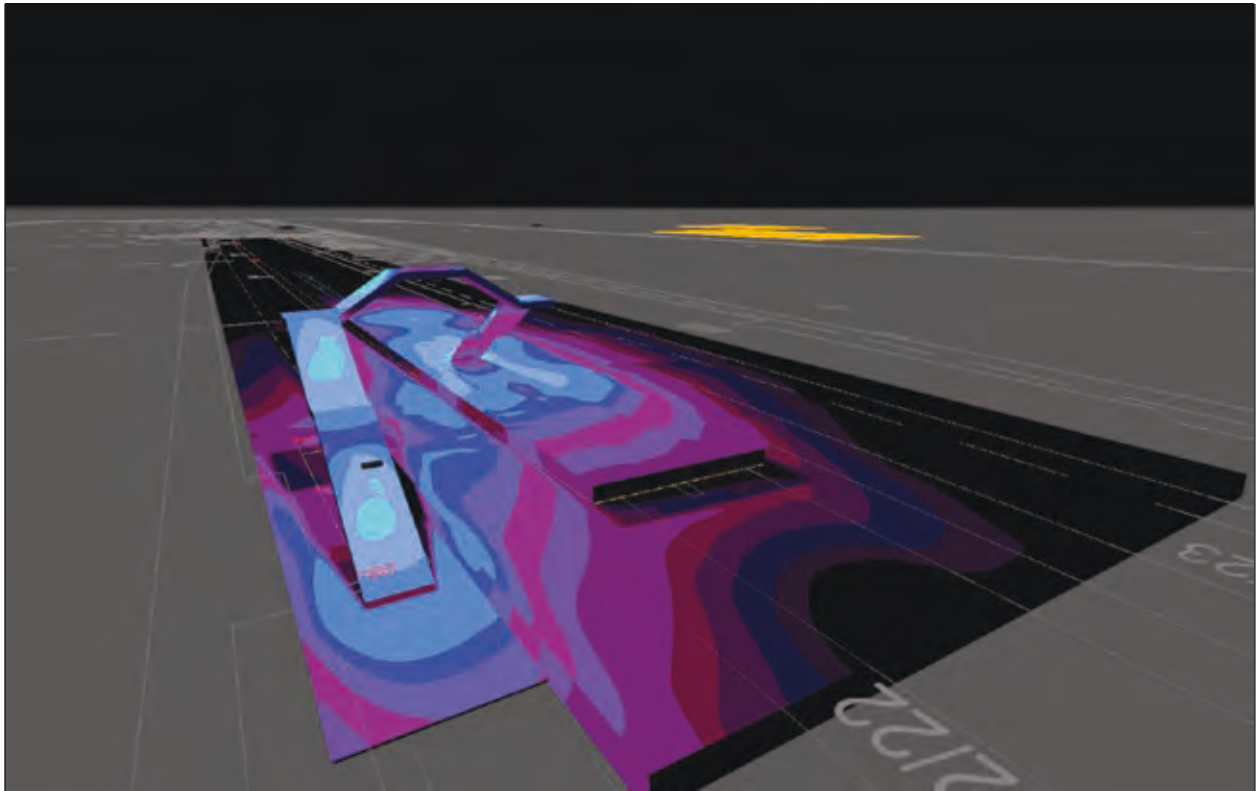
Zoetermeer Oost is een vrij somber station dat net als Rijswijk slecht scoort in de suïcide statistieken. Met betere armaturen hebben we de donkere plekken rond de loopbrug verbeterd. Dit was niet eenvoudig, omdat de machinisten niet verblind mogen worden door de armaturen die boven op de loopbrug staan. Boven op de loopbrug hebben we daarom geen lichtmasten geplaatst maar de verlichting geïntegreerd in de rode buisleuningingen.

Achter de loopbrug is een donkere plek waar een suïcidaal persoon zich kan afzonderen. Op station Zoetermeer Oost zijn daarom achter de loopbrug blauw licht armaturen op een lichtmast en onder de loopbrug geplaatst: Armatuur: Pracht, Tubis, 1909 Lm, 44W, 1285 mm., Dimbaar (Blauw licht), RAL9005 (zwart).

Let op: $1909 \text{ Lm} / 44\text{W} = 43 \text{ Lm/W}$; De lichtopbrengst van blauwe leds is dus nog lang niet de 100Lm/W die we bij witte leds eisen.

Tips en conclusies:

- Denk goed na wat donkere hoeken zijn op stations en sluit die waar mogelijk af.
- Verblind de machinist niet met verlichting op een open loopbrug over het spoor.



De lichtberekening laat zien dat de plekken onder de open trappen rond het perron einde nu ook goed verlicht zijn (10 tot 20 lux, zie legenda onder het beeld).



Historische gietijzeren lichtmasten op station Vlissingen voorzien van maatwerk led armaturen en nieuwe heldere kappen.

13 Vlissingen, historische gietijzeren lichtmasten omgebouwd

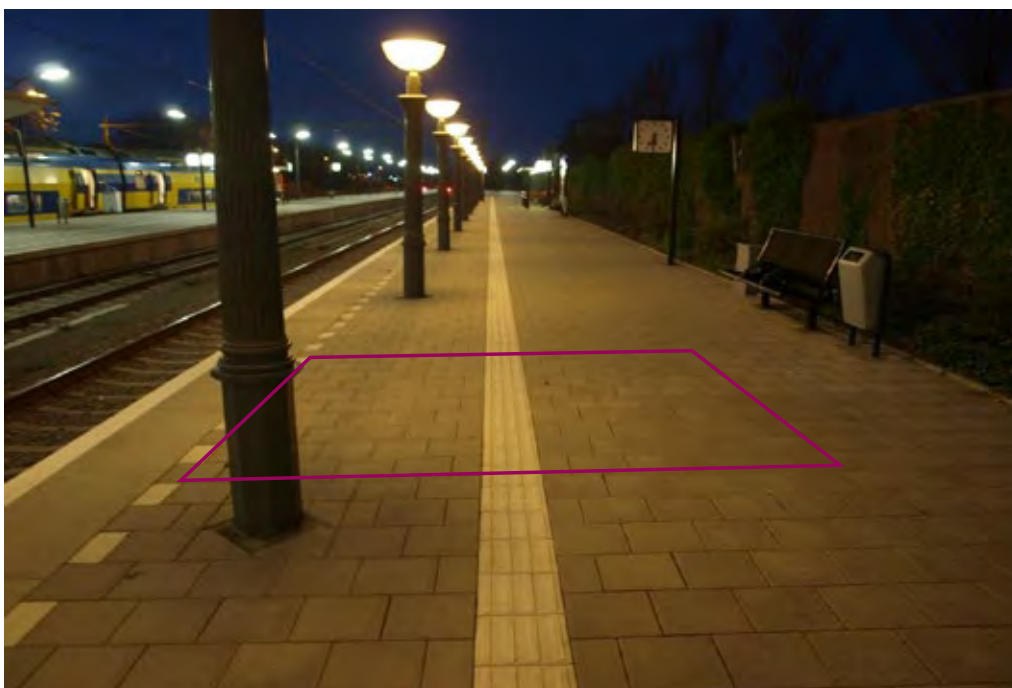
Op het perron van Vlissingen staan historische gietijzeren lichtmasten. De lampen in de lichtmasten hadden geen optiek en verlichtten het perron in cirkels rond de masten.

De bestaande masten zijn omgebouwd met maatwerk led ombouwunits. De kappen zijn vervangen door heldere

kunststofkappen (polycarbonaat) waardoor minder strooilicht ontstaat. Bovenin het armatuur is een prisma-optiek gemonteerd die het licht over het perron bundelt, waardoor het niet in de spoorbak komt. De led lichtbron straalt de spiegel van onderen aan zodat reizigers niet worden verblind.

Station: Vlissingen **Locatie** **Perron nummer: 1.**

Horizontale lichtmeting: Norm: Open perron (Basis/+) H.o.h. 8 m



Meetpunt:	Lux:	Meetpunt:	Lux:	Meetpunt:	Lux:
1.	21,2	2.	20,1	3.	15,5
4.	21,5	5.	23,4	6.	15,7
7.	22,6	8.	23,8	9.	18

Uitkomsten			
		RLN00012 (V008)	
	Berekende waarde	Norm:	Voldoet:
Lux gem. (Em)	20,20	10	Ja
Gelijkmatigheid (Uo)	0,77	0,3	Ja

Hierboven de nulmeting op station Vlissingen. De oude verlichting voldeed al wel aan de norm. De masten zijn vooral omgebouwd naar led vanwege energiebesparing en minder onderhoud.



Het overkapte deel van het perron steunt ook op de oude gietijzeren lichtmasten. Overdag hoeft de verlichting hier niet aan omdat er voldoende licht door de transparante lichtkoepel valt. Dit is een mooi voorbeeld van de basisregel 'daglicht tenzij' in RLN00012. De inbouwarmaturen in de bestaande kap hebben we vervangen met led inbouwarmaturen.

Tips en conclusies:

- Probeer historische elementen altijd te bewaren.
- Heldere kappen op armaturen geven minder verliezen en strooilicht.
- Zorg bij toepassing van heldere kappen dat de lichtbron niet verblindend is.
- Geef oude masten en constructies met nieuwe techniek een tweede leven.
- Renovatie is duurzamer dan nieuwbouw.



14 Goes, indirecte verlichting omgebouwd naar led

Op station Goes wordt de hal indirect verlicht door TL-buizen achter een koof die licht naar beneden én naar boven uitstraalt. De koof loopt door tot in de tunnel. De koof is een leuke bouwkundige toevoeging waardoor de gevels van de commercie onder de koof beter zichtbaar worden en de bijzondere betonconstructie boven de koof ook aangelicht wordt. De koof zorgt ervoor dat het TL-licht wel op de vloer valt, maar dat de reiziger niet in de lichtbron kan kijken en dus niet verblind wordt. Het principe werkt goed en daarom hebben we de koof intact gelaten. De TL-opbouwarmaturen achter de koof hebben we een-op-een vervangen door gelijkwaardige opbouw ledbalken.

De inbouwarmaturen in de lichtlijn die midden in de hal hangt hebben we een-op-een vervangen.



Tips en conclusies:

- Indirecte verlichting voelt vaak rustiger aan dan directe verlichting.
- Als een ontwerp goed werkt, probeer dit dan een-op-een te renoveren.
- Denkwerk over indirecte verlichting hoeft dan niet opnieuw te worden gedaan.



Station:

Amsterdam Sloterdijk

Locatie

Perron nummer: 5.

Horizontale lichtmeting: Norm: Overkapt perron (Mega>)



Meetpunt:	Lux:	Meetpunt:	Lux:	Meetpunt:	Lux:
1.	459	2.	493	3.	473
4.	468	5.	499	6.	468
7.	456	8.	501	9.	474

Uitkomsten			
		RLN00012 (V008)	
	Berekende waarde	Norm:	Voldoet:
Lux gem. (Em)	476,78	70	Ja
Gelijkmatigheid (Uo)	0,96	0,4	Ja

Nulmeting Amsterdam Sloterdijk op de volledig omsloten perrons op maaiveld. De verlichtingssterkte was dag en nacht 400 lux doordat de daglichtregeling defect was. Dit zou overdag 400 en in de nacht 200 lux moeten zijn.

15 Amsterdam Sloterdijk, sociale veiligheid verbeteren met verlichting

Amsterdam Sloterdijk is een station type Mega. Het bestaat uit een stationshal, direct toegankelijk vanaf het Orlyplein, met aan de andere zijde liften, trappen en een voetbrug. Op maaiveld bevinden zich 3 perrons (sporen 3-4, 5-6, 7-8), boven de hal 2 hooggelegen perrons (metro sporen 1-2 en NS sporen 11-12). Perron 9-10 (Hemboog) heeft een eigen ingang vanaf het Orlyplein.

De 3 volledig omsloten perrons op maaiveld voelen donker en sociaal onveilig. Er was wel voldoende licht maar door de grijze betonnen constructie leek het somber en donker. De verlichtingssterkte in het volledig omsloten gedeelte was overdag ruim 400 lux, 2x hoger dan de norm van 200 lux voor volledig omsloten perrons. Doordat de dag/nachtsensoren niet stabiel waren, was de verlichtingssterkte in de nacht ook vaak 400 lux. Machinisten werden verblind als ze vanuit het donker het station in reden. De overgang van de 400 lux naar het open perron met 20 lux is erg groot. Het lijkt alsof het einde van het omsloten perron helemaal donker is, een plek waar ongewenste personen zich kunnen verstoppen.

De TL-armaturen zijn vervangen door ledarmaturen die overdag 400 lux op het perron leveren en in de nacht 200 lux. De sensoren en lichtregeling zijn vervangen zodat overdag 2x meer lux op het perron valt dan in de avond. Bij de overgang naar buiten worden de armaturen gedimd zodat een overgang van 1:3 (conform RLN00012) ontstaat.



De volledig omsloten perrons op station Amsterdam Sloterdijk met 200 lux in de avond na de led vervanging.



De herstelde lichtkunst.

De lichtlijn langs de perronrand hangt in zone B. De armaturen kunnen alleen tijdens een buitendienststelling vervangen worden. De lichtlijn was daarom ook al lang niet geschilderd. In de lichtlijn zijn ook luidsprekers voor de stationsomroep en ontruiming aangebracht. Het Programma Verlichting heeft in een buitendienststelling alle armaturen en ook de luidsprekers vernieuwd en de lichtlijn ontroest en geschilderd.

Hierdoor ziet het perron er weer 10 jaar netjes en veilig uit. Op de perrons is ooit veel met licht en kleur gedaan om de sfeer te verbeteren. De lichtkunst was defect en is nu duurzaam gerepareerd. Aan de kolommen zijn uplighters bevestigd die het dak aanlichten. Deze waren vaak defect en zijn ook voorzien van led lichtbronnen. Het dak is nu beter verlicht en ziet er minder somber uit.

Tips en conclusies:

- Duurzame verlichting (die lang heel blijft) kan op een somber stations veel verbeteren.
- Een lichtlijn in zone B hoeft niet per se naar zone C als de armaturen 10 jaar meegaan.
- Kies voor led met lange levensduur zodat die verbetering ook lang in stand blijft.
- Reken niet te veel op tussentijds onderhoud.



De spots tussen de driehoeken zijn omgebouwd met een nieuw led binnenwerk.

16 Amsterdam Duivendrecht, retrofits en lichtkunstwerken

Amsterdam Duivendrecht is een station met 2 lagen. Beneden 2 sporen van Weesp richting Schiphol, boven de sporen van Amsterdam naar Utrecht en de metrosporen. Het station is ontworpen door architect Peter van Kilsdonk die ook de stations in Almere, Zaandam, Oss en Doetinchem heeft ontworpen.

De perrons worden verlicht door spots die tussen steeds twee driehoekige schotten zijn geplaatst. De driehoeken zijn kenmerkend voor de architectuur van Van Kilsdonk. Het Programma Verlichting heeft de spots tussen de driehoeken laten ombouwen naar led met een nieuw led binnenwerk (retrofit).

Er bevindt zich een aantal lichtkunstwerken in het station, zoals de glijbaan onder de trap en het ronde daklicht zie volgende pagina. De kunstwerken werden van binnen verlicht met TL-buizen, maar die waren slecht bereikbaar voor onderhoud. Hierdoor knipperden ze vaak waardoor het kunstwerk geen positief maar een negatief effect had op de beleving.

De TL-armaturen in de kunstwerken hebben we vervangen door standaard led opbouwarmaturen. De opale platen zijn schoon gemaakt. De lichtkunstwerken zijn weer schoon en heel en werken weer als een herkenningspunt in het station.

De inbouwarmaturen in het schroten plafond zijn ook omgebouwd naar led. 3 driehoekige opbouwarmaturen zijn voorzien van retrofits.

Tips en conclusies:

- Maatwerk armaturen horen bij de architectuur en kunnen niet zomaar worden vervangen door standaard armaturen.
- Lichtkunstwerken werken alleen als ze schoon en heel zijn.
- Met led blijven lichtkunstwerken weer 10 jaar heel.
- Zorg dat ook de kunstwerken minstens eens per jaar worden schoongemaakt.



Lichtkunst op station Duivendrecht. De drie driehoek armaturen in de voorgrond zijn ook voorzien van led retrofits.





17 Hengelo, retrofits in kelkarmaturen

In Hengelo hangt, net als in Amersfoort, Den Bosch, Nijmegen en Den Haag HS, een groot aantal kelkarmaturen onder de monumentale kap. In Amersfoort en Deventer hebben we de kelkarmaturen vervangen door een nieuw ledarmatuur. In Hengelo zijn de bestaande glazen kappen schoongemaakt, hergebruikt en voorzien van een led ombouwunit (retrofit). Doordat we de glazen kap hergebruiken, is retrofit een duurzamere oplossing dan het vervangen van de hele armatuur. Retrofit was in 2015 nog niet betrouwbaar maar in 2019 kon de leverancier voldoende garantie geven om de kelken betrouwbaar om te bouwen.

De armaturen zijn nu schoon en geven meer licht dan de oude lichtbronnen. Door een betere kleurverzadiging van de led lichtbronnen (R_a80) komen de kleuren van de monumentale kap en het glas in lood ook beter uit.

In de hal van station Hengelo hing ook een aantal kelkarmaturen. Deze zijn inmiddels eveneens omgebouwd met led ombouwunits (50% van de kosten van een nieuw armatuur).

Tips en conclusies:

- Bij grote aantallen loont het de moeite een led retrofit te ontwikkelen.
- Eis bij retrofits/ombouwunits altijd dat deze ook voldoen aan RLN00012.
- Retrofits zijn vaak 20% tot 50% voordeliger dan compleet nieuwe armaturen.
- Het ombouwen van oude behuizingen kost wel extra montage-uren.
- Duurzaamheidswinst zit vooral in hergebruik van de behuizing/kappen.





MP masten op Hardinxveld-Giessendam



Prototype MP mast op de binnenplaats bij ProRail.



'Totempaal' in Zuidhorn: een mast met een verlichtingsarmatuur, 2 luidsprekers, een camera en een straalzender.

18 Hardinxveld-Giessendam en Blerick, Multi Purpose masten

Toen we met Programma Verlichting startten, wilde Bureau Spoorbouwmeester het liefst dat we alle lichtmasten op perrons in Nederland zouden vervangen door een model dat beter past bij de nieuwe grijze perronoutillage (de banken, poefjes en prullenbakken). Sinds de jaren zeventig is de outillage ProRail zwart (RAL9006). De nieuwe outillage is grijs (RAL9007). Verder is de oude outillage rond en elegant en is de nieuwe outillage hoekiger en robuuster. Een nieuwe mast moet daarom ook grijs en stoer zijn.

Op de huidige zwarte NS4000-lichtmasten worden extra functies zoals luidsprekers en antennes als opbouw toegevoegd. Hierdoor ontstaan lelijke totempalen. Spoorbouwmeester wil geen opbouw maar inbouw. Voor alle functies zoals verlichting, luidsprekers, borden, meetmicrofoons, klokken en wifi-antennes moet vooraf in het ontwerp een plaats gereserveerd worden. Het moet geen lichtmast maar een Multi Purpose (MP) mast worden.

Het Programma Verlichting heeft met telecomexperts, beheerders en Bureau Spoorbouwmeester een aantal sessies belegd om een programma van eisen voor de nieuwe mast uit te werken. Een belangrijke eis van Omroep was dat alleen een door ProRail goedgekeurde luidsprekerbox mag worden toegepast, omdat anders geen geluidsimulatie berekend kan worden. Een losse speaker in een mast bouwen is geen optie, omdat de mast die als klankkast werkt niet in een betrouwbaar model gesimuleerd kan worden. Vrijgegeven luidsprekerboxen zijn de Elomet X6 luidspreker en de Bosch LA1-UM20E-1 (zie afbeelding).



Bosch luidsprekerbox met 4 speakers toegepast in de MP mast.

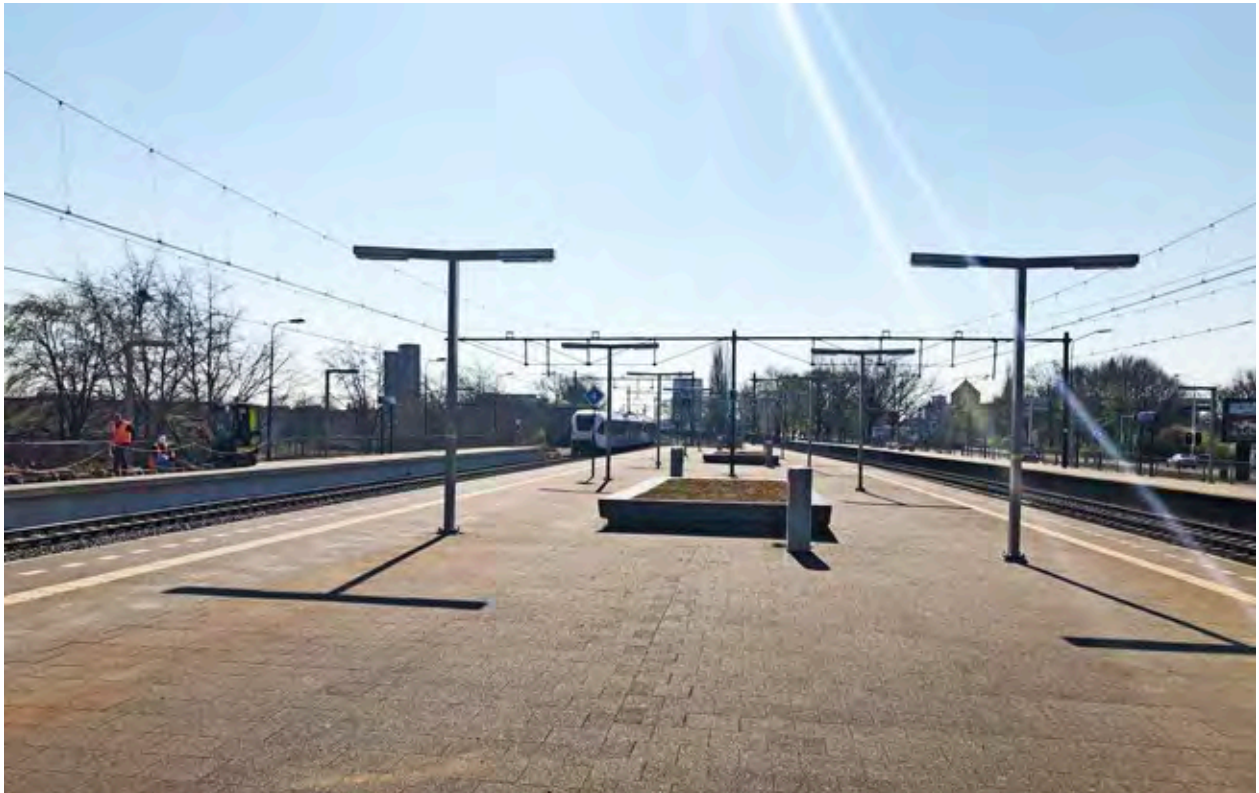
De vakdeskundige telecom wil de luidspreker horizontaal in de uithouder van de mast, omdat hierdoor de geluidsbundel beter boven het perron ligt. Bij een verticale luidspreker waaiert het geluid horizontaal uit en dat geeft 7 dB meer overlast voor de omgeving (zie OVS00082). De Elomet luidspreker is te groot om in de horizontale uithouder van de mast te plaatsen. De Bosch luidspreker past nog net in een 100 x 200 koker. Daarom is gekozen voor een MP mast opgebouwd uit stalen 100 x 200 x 4 koker. De coating van de MP mast voldoet aan de coatingeisen uit SPC00178 van de NS4000 mast en de fietsenrekken (verzinkt 90 mu en dubbel gepoedercoat, bestand tegen zoutnevelproef, krasproef met scotch tape).

Door de luidspreker is er geen ruimte voor een armatuur in de uithouder. Daarom is gekozen voor een zeer plat ledarmatuur onder de uithouder.

In overleg met een mastenfabrikant is een prototype gemaakt van koker 250 x 100 x 4. Deze koker is breed genoeg om 2 luidsprekers (rug aan rug) in de uithouder te plaatsen. Die is op de binnenplaats van het ProRail-gebouw De Inktpot geplaatst en aangesloten. De uithouder was hier gelast aan de mast. Hierdoor werd hij zo zwaar dat hij conform Arboretgeving niet zonder kraan geplaatst kon worden.

Met alle betrokkenen hebben we het prototype beoordeeld en aanpassingen genoteerd. Daarna is een tweede prototype gemaakt van een iets minder lompe koker 200 x 100 x 4 en een losse uithouder, die ook op de binnenplaats van de Inktpot staat. In de 200 x 100 koker past maar een luidspreker in de uithouder. Daarna is de mast in detail uitgetekend door een ontwerpbureau zodat het in SPC000178 kan worden opgenomen. Dit eerste ontwerp is geplaatst op station Hardinxveld-Giessendam.

In Hardinxveld-Giessendam staan op de zijperrons masten met enkelzijdige uithouders. Dit is de standaard mast (200 x 100) met aan een kant een luidspreker. Daarom is gekozen voor elke 16 meter een luidspreker. Bij de hellingbaan zijn ook masten met dubbele uithouders geplaatst. We zijn op een avond met de beheerders en Spoorbouwmeester in Hardinxveld-Giessendam gaan kijken. Daarna is nog een aantal leerpunten in de tekeningen opgenomen en is de Multi Purpose (MP4000 mast) mast in SPC00178-V002 vrijgegeven. Hierna zijn ook MP-masten geplaatst op onder andere op de stations Blerick, Vorden en langs de Kolenlijn.



Bij de keuring in april 2020. Boven waren de dimsensoren nog niet geplaatst.



Bij de eind oplevering in juni 2020 zijn de grijze dimsensoren wel geplaatst. Hierboven zie je steeds 2 luidsprekers in een mast met dubbele uithouder. Op basis van voortschrijdend inzicht zouden we nu een luidspreker per mast, aan de spoorzijde, toepassen.

Blerick heeft een zeer breed middenperron en twee zijperrons. Op het brede middenperron hebben we 2 rijen masten met dubbele uithouders geplaatst. In elke mast zit links en rechts een luidspreker. Bij nader inzien hadden we er ook voor kunnen kiezen alleen langs het spoor een luidspreker per mast te plaatsen. In een optimalisatieslag is ook berekend of het op een standaard middenperron van circa 6m breed mogelijk is om-en-om (links en rechts) luidsprekers te plaatsen. Op middenperrons die niet breder zijn dan 6 meter kan dit volgens de berekening. Dit is in de OVS00178 toegevoegd (zie de pijltjes in het schema hieronder).

Tips en conclusies:

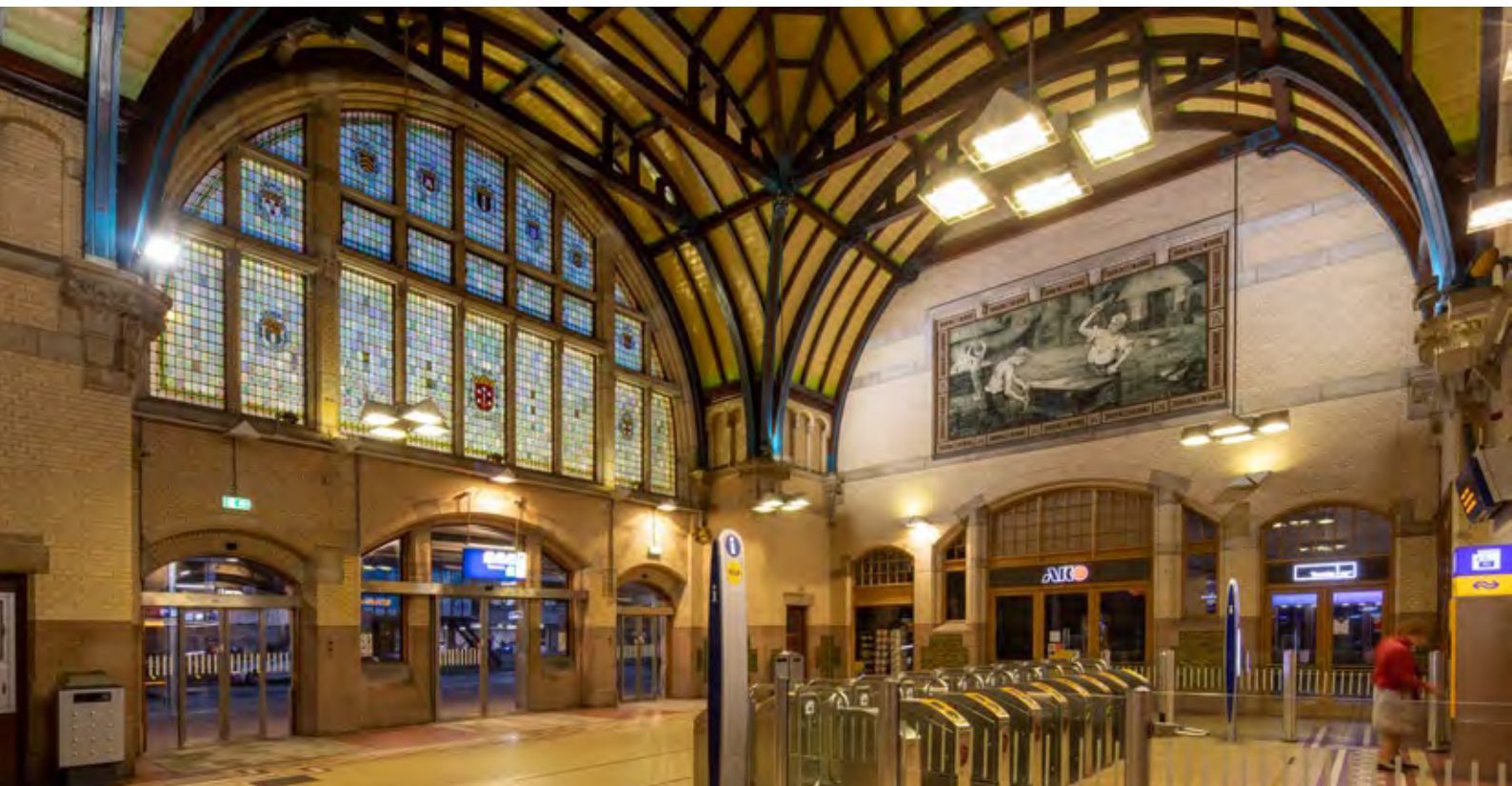
- Nieuwe producten ontwikkelen is geen taak van een programmteam maar wel dankbaar werk.
- In overleg met Spoorbouwmeester en de productbeheerder kan er veel.
- In een product zoals een lichtmast zitten meer ontwerpkeuzes dan je op het eerste gezicht zou denken.
- Let op dat grijze sensoren worden voorgeschreven bij toepassing van MP-masten.
- MP-masten zijn minder standaard dan het lijkt, er zijn enorm veel opties en combinaties.
- Kies per perron een voordelige luidspreker projectering.



De sensoren op de zwarte NS4000 masten zijn ProRail zwart (RAL9006). Voor de sensoren voor de grijze MP4000 masten geldt het voorschrift (laten bestellen) grijs (RAL9007).



Entree van de ontvangsthal wel al voorzien van nieuwe led verlichting.



De hal met oude armaturen. Tegeltafels en plafonds zijn ongelijkmatig verlicht (bij het drukken van dit boek was de nieuwe verlichting nog niet geplaatst).

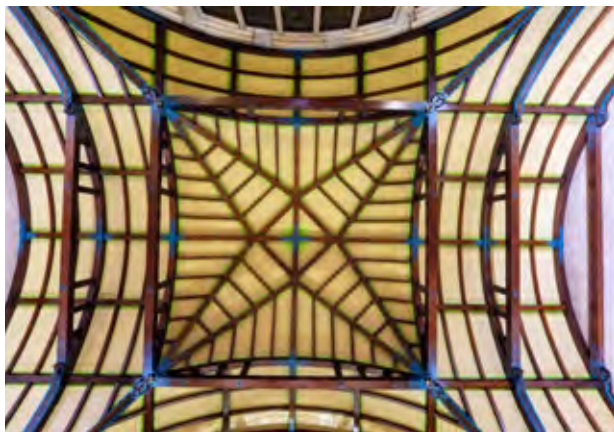
19 Haarlem, monumentale hal met maatwerk Tunable White pendel armaturen

In het waardestellend document over het monumentale station Haarlem, van bureau Crimson, staat het volgende:

Het huidige station dateert uit 1906 en is ontworpen door D.A.N. Margadant. Het station bestaat uit een apart inganggebouw (hiernaast) en een apart uitganggebouw, met daartussen een luifel. Net als in Den Haag HS is de spoorbaan verhoogd en werd een deel van de voorzieningen ondergebracht op een perroneiland. Onder de grote overkapping zijn niet alleen de wachtkamers en de restauratie gelegen, maar ook een prachtig houten seinhuis. De stationsoverkapping is ontworpen door H.W.M. Werker en geldt als het hoogtepunt van zijn werk voor de Hollandsche IJzeren Spoorweg-Maatschappij. Station Haarlem is een station met veel bijzondere details in zowel het exterieur als interieur. Samen met station Deventer is het een van de best bewaard gebleven stationsensembles. Het stationsgebouw, de spoortunnels, de gebouwen op de perrons en de perronkap vormen een gesamtwerk waarin zich de grandeur, de moderniteit en de grootsheid van het spoorwegbedrijf van een eeuw geleden laat weerspiegelen.

Het vervangen van de verlichting is monumentenvergunningplichtig. In november 2018 is de aanvraag bij de gemeentelijke Monumentencommissie ingediend. Deze is in eerste instantie afgekeurd, omdat te weinig werd toegelicht hoe de nieuwe verlichting aansluit bij de oude architectuur en deze waar mogelijk versterkt. Naar aanleiding hiervan hebben R.J. Vos en M.M. Pigeaud de notitie Onderbouwing lichtontwerp nader uitgewerkt.

Op de luifel voor de ingang wordt gelijkmatiger gevelverlichting aangebracht. Het halfboog raam in de hal wordt van binnen aangelicht zodat het 's avonds ook zichtbaar is.



Dakconstructie van de hal.

Bij het samenstellen van dit boek was Haarlem nog niet gereed. Er zijn daarom van de hal geen foto's van de definitieve situatie toegevoegd.

In de entreehal A worden de driehoekarmaturen vervangen door kelkarmaturen (zoals in Deventer en op Den Haag HS). De armaturen worden met pendels en trekbanden (zonder schroeven) aan de houten dakbalken bevestigd.

De tegeltableaus worden van onderen aangelicht met een smalle lichtlijn. In de tunnels voorzien we de bestaande goten van nieuwe indirecte ledverlichting.

Tips en conclusies:

- Overleg in een vroeg stadium met de Monumentencommissie van de gemeente.
- Gebruik bij het overleg wel een goed onderbouwd plan van een lichtontwerper.
- Lees voor het overleg met de Monumentencommissie de waardestellende documenten van bureau Spoorbouwmeester.
- Weet wat de karakteristieke en waardevolle details zijn.



Glas in lood raam van de binnenzijde (voorheen oogde dit in de avond erg donker).



Indirecte led verlichting in de reizigerstunnel maakt het bijzondere metselwerk en de tegels mooi zichtbaar (hier was de verlichting al wel vervangen door led).





De oude uplighters op station Hilversum met horizontale ruit en anti duiven schrikdraad installatie.



Nieuwe uplighters onder de kap op station Hilversum met schuine ruit waar duiven afglijden. Aan de zijkant van de kap zijn de toegevoegde armaturen boven de geleidelijn te zien.

20 Hilversum, maatwerk kaparmaturen waar duiven afglijden

Station Hilversum kent, net als Amersfoort Centraal, een historische kap en een bijpassende moderne kap. De kappen en perrons in Hilversum vervuilen erg door duivenpoep en duivennesten. Het perron onder de kappen wordt verlicht met indirecte verlichting door uplighters die de kap aanstralen.

Hilversum is door de groei van het aantal reizigers uitgegroeid van een Plus station tot een Mega station. De verlichting voldeed niet aan de norm voor een Mega van 70 lux op het overkapt perron. Om de verlichtingssterkte rond de geleidelijn omhoog te brengen hebben we lijnarmaturen boven de geleidelijn toegevoegd. De lijnarmaturen zijn op de zwarte langsprofielen aangebracht. De kabels zijn in het profiel weggewerkt.

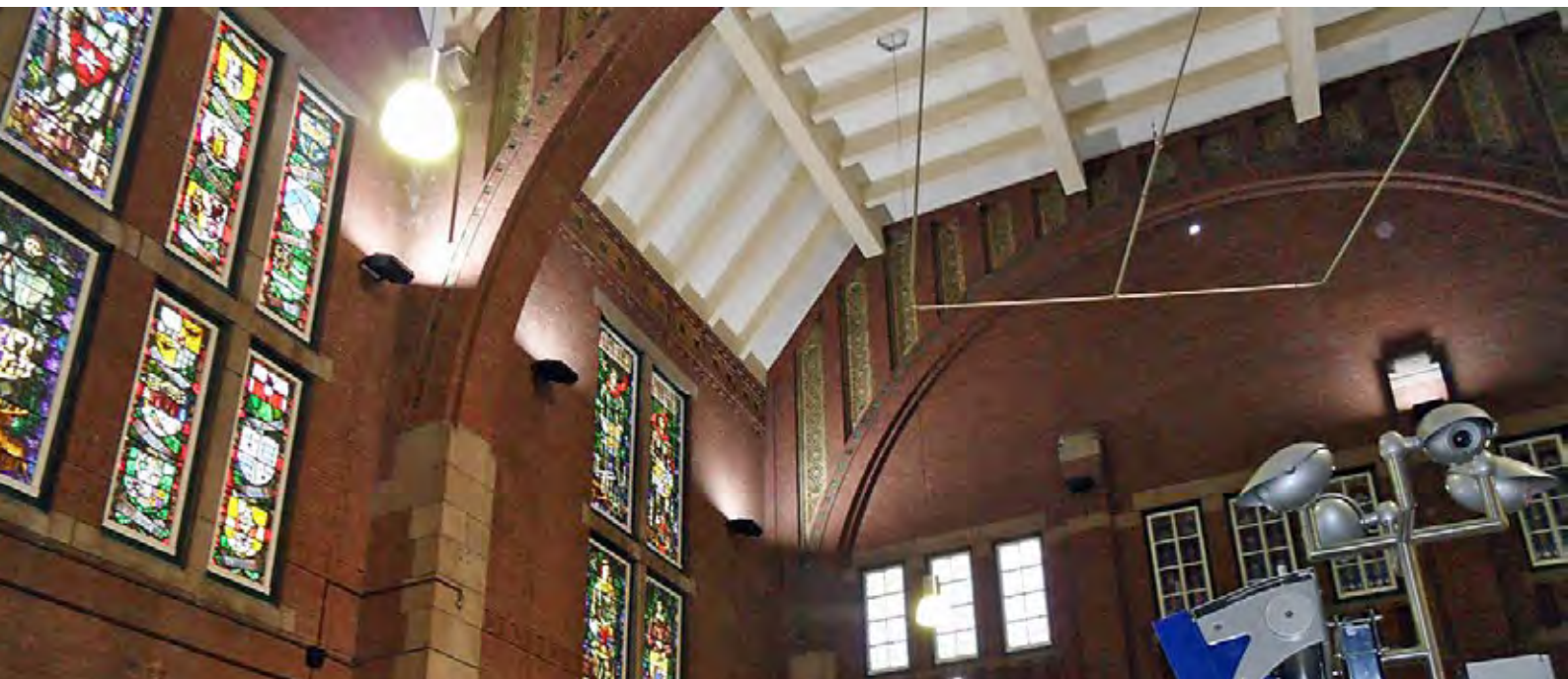
Op de uplighters onder de kap waren ooit duivenpinnen aangebracht om vervuiling door duiven te voorkomen. De uplighters trekken muggen en spinnen aan. Spinnenwebben om de duivenpinnen waren in het licht van de uplighters heel goed zichtbaar en veroorzaken in de avond een rommelig beeld. Het is zelfs een keer voorkomen dat er een dode duif op de pinnen gespietst zat, wat natuurlijk niet goed is voor de sociale veiligheidsbeleving.

De pinnen zijn daarna verwijderd en vervangen door een anti-duivensysteem met 2 elektrische geleiders waar duiven een schok van krijgen. Dit systeem is langs alle kapsanten en langs alle armaturen aangelegd. Dit vereist extra beheer en als er een storing is dan treedt snel weer duivenoverlast op.

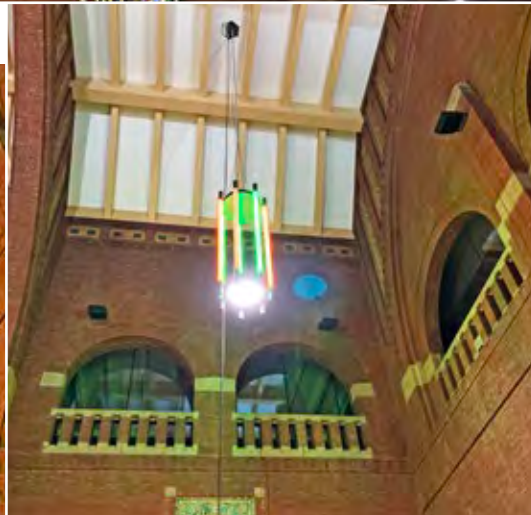
Bij het vervangen van de oude uplighters hebben we ervoor gekozen de ruit van de uplichter 30 graden scheef te zetten, zodat duiven er vanaf glijden (zie foto). De bundel van de uplichter straalt nog wel omhoog en alleen de ruit staat scheef, waardoor het armatuur vanzelf schoon blijft.

Tips en conclusies:

- Het duivenprobleem is eerst opgelost met duivenpinnen en daarna met schrikdraad. Bij het vervangen van de armaturen konden we het beter oplossen door de vorm van het armatuur aan te passen. Conclusie: Slimme vormgeving werkt beter dan allerlei extra lapmiddelen.
- Als een station van plus in Mega verandert, is het vaak niet mogelijk de verlichting direct op norm te brengen. In Hilversum kon het Programma Verlichting dit gelukkig meenemen.



Voorheen vlekkerig aangelichte wanden.



Kroonluchters met kleurscenario's.



16 drivers in de kroonluchter. De 2 x 100W TW-drivers in het midden zijn nu buiten het armatuur op zolder geplaatst.



De lichtbesturing op de zolder boven de hal.

21 Maastricht, kroonluchters met kleurscenario's en Tunable White in de hal

Station Maastricht is, net als het ProRail-hoofdgebouw de Inktpot, ontworpen door architect G.W. van Heukelom. De hal bestaat uit monumentale hoge gewelven. Tot nu toe hingen daar downlighters die de vloer aanlichtten. Langs de wanden waren spots aangebracht, maar het plafond was niet egaal verlicht. Hierdoor leek de hal 's avonds vlekkelig en een beetje spookachtig.

In de hoge hal (17 meter) zijn 8 kroonluchters op circa 7 meter boven de vloer opgehangen (zie afbeelding). De kroonluchters zijn voorzien van één sterke plafonnière die naar de vloer straalt en één die naar het plafond straalt. Tussen die plafonnières zijn 7 buizen gemonteerd die de wanden aanstralen. De kroonluchters zijn Tunable White (TW; koel wit in de ochtend en warm wit in de avond, van lichtkleur 2100K tot 6000K).

De 7 buizen kunnen ook met kleuren aangestuurd worden. Zo kan met carnaval een bepaald scenario gekozen worden en als MVV wint een ander scenario.

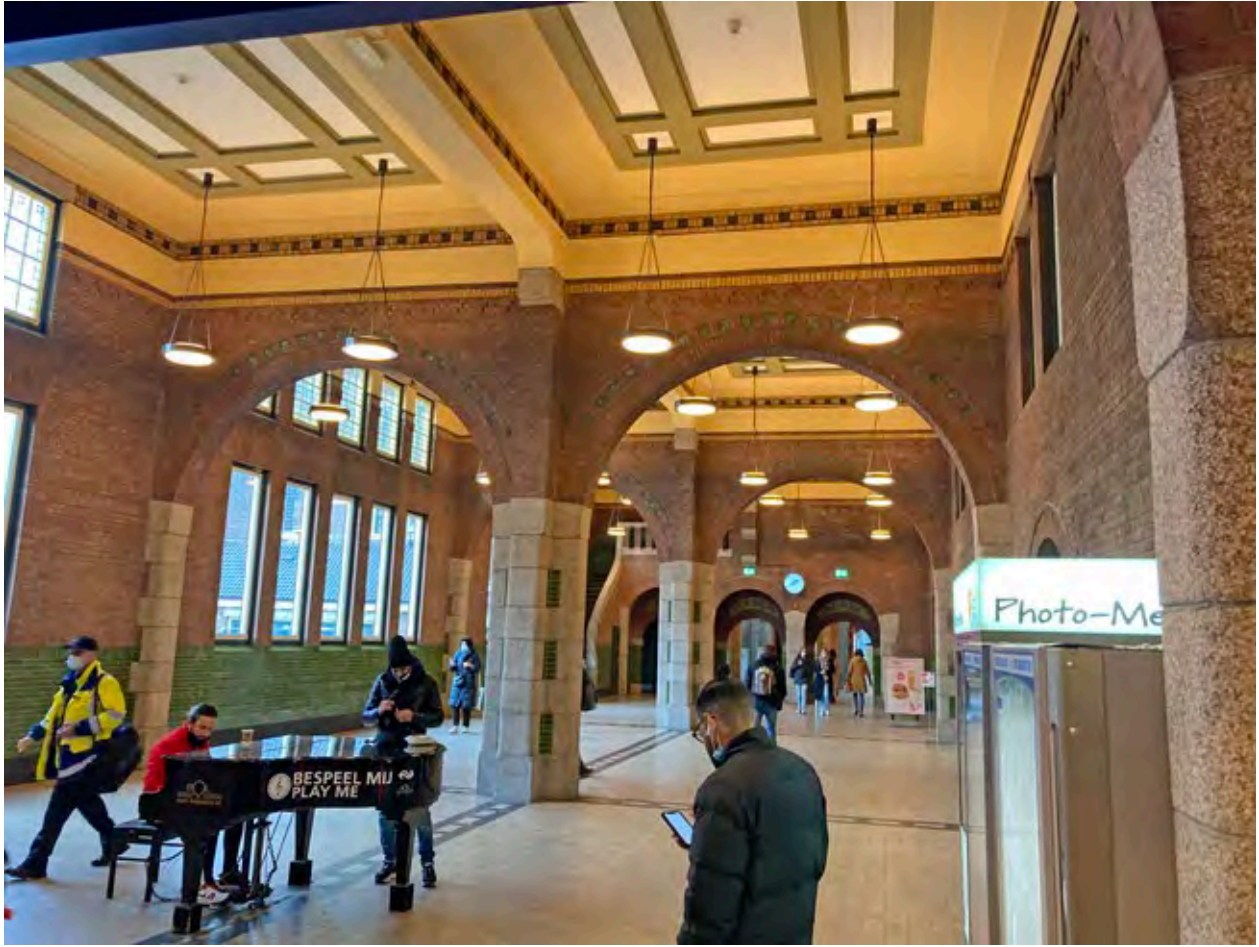
De kleursturing maakt de buizen erg complex. In elke buis zitten 4 ledstrips om rondom egaal licht uit te stralen. Elke ledstrip bestaat uit 2 TW kleuren (2100K en 6000K die te mengen zijn) en 4 RGBA kleuren (rood, groen, blauw en amber, eveneens te mengen). Elke kleur moet apart aan de driver aangesloten worden. Daardoor zijn de volgende drivers nodig:

- 2x 100W TW-driver voor de up- en downlighters bevinden zich op zolder buiten het armatuur.
- 7x 50W TW-driver voor de buizen.
- 7x 50W RGBA (DMX-protocol) driver voor de kleur besturing van de buizen.

Dus totaal 16 drivers (900W) per kroonluchter.

De 8 kroonluchters worden met een liertje opgehesen door 8 gaten in de zoldervloer. Op de zolder zijn de 2 Helvar besturingscontrollers, de voeding en stuurkabels aangebracht. De besturing blijkt complexer dan gedacht. Tunable White wordt bestuurd via het Dali8 protocol. Eén Helvar controller kan 128 Dali adressen en 128 DMX adressen (kleur) besturen. De 8 kroonluchters bevatten 2 drivers voor de plafonnières en 7 voor de buizen. Dit zijn dus $8 \times 9 = 72$ adressen. Naast de kroonluchters zijn er 43 plafonnières in de zijhal met elk 2 drivers (up en down), dus 86 drivers.

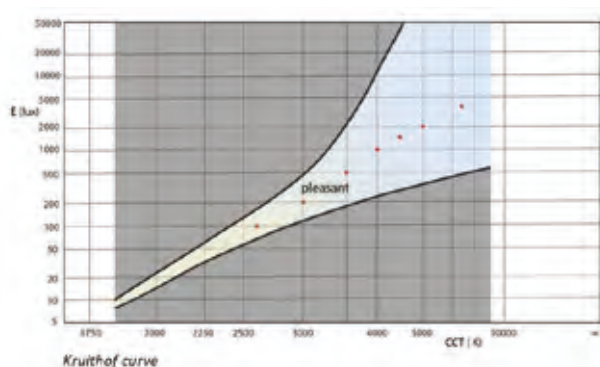
Op de zolder is een DMX-netwerkje (cat7 kabel) aangelegd tussen de 8 kroonluchters voor de kleurbesturing van de 8×7 buizen. Er zijn op zolder ook Dali8 stuurkabels tussen de kroonluchters aangelegd voor de TW.



Plafonnières aan een dunne pendel die ook het plafond aanlichten.

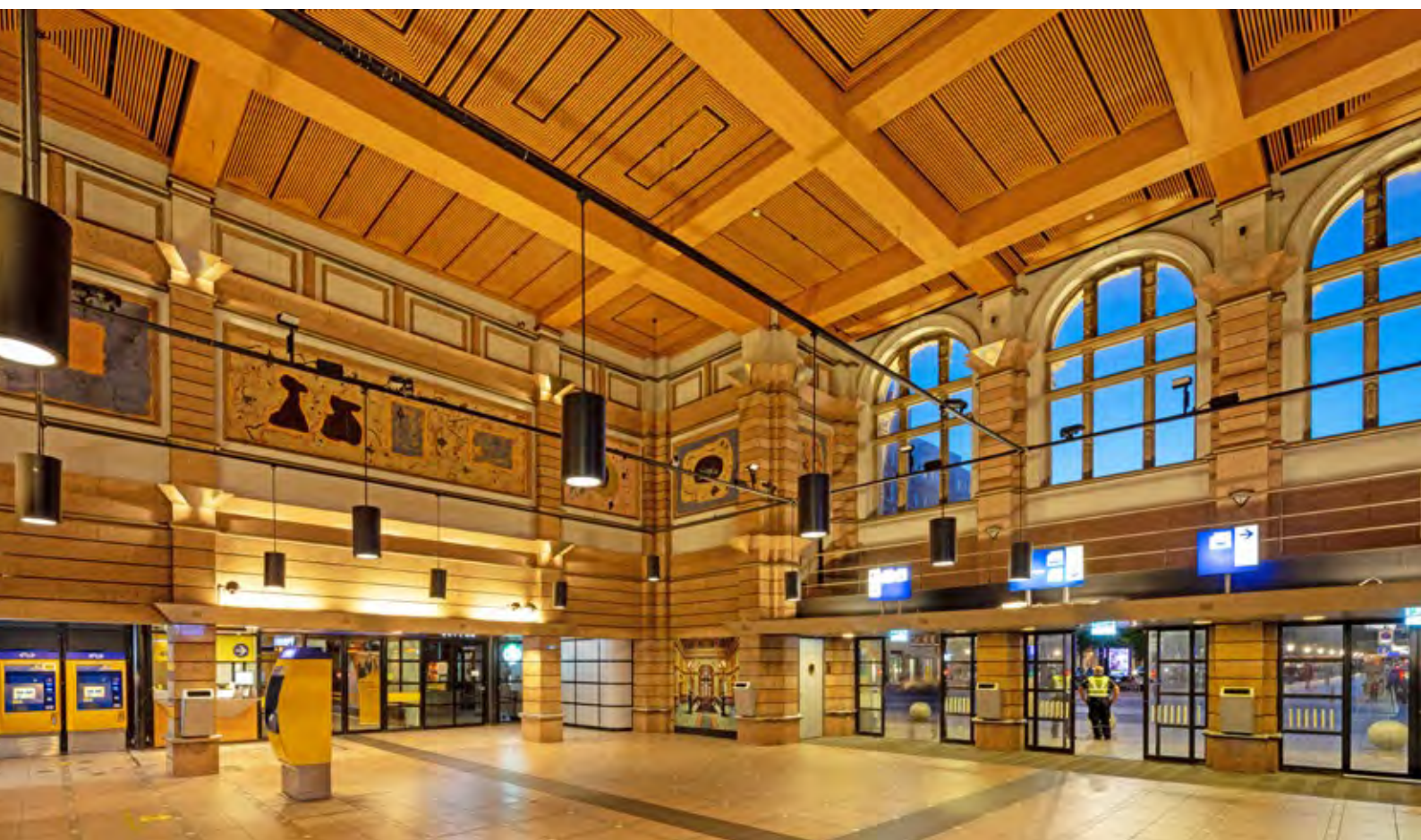
In de andere delen van de hal hangen maatwerkplafonnières aan dunne pendels die tegelijk het plafond en de vloer aanlichten. In de passage-hoog (6 meter), de passage-laag (naar spoor 1, 4 meter hoog) en onder de omloop (bij de tickets en service) hangen 43 van deze armaturen. De plafonnières aan dunne pendels lichten het plafond mooi aan. Hierdoor worden het gebouw en de architectuur voor de reiziger veel beter zichtbaar. Het schilderwerk is recent hersteld in de originele kleuren, die nu veel beter tot hun recht komen. Op de foto hiernaast staan de plafonnières ingesteld op warm wit (3000K).

In de voedingskabels die naar de voedingspunten in het plafond zijn aangelegd, heeft de aannemer vooraf al 2 extra Dali stuuraders opgenomen. Door die aders op zolder aan de controller te koppelen kunnen alle armaturen bestuurd worden. Bij een klein aantal armaturen op de noodvoeding moesten de stuuraders doorgelust worden. De besturing van de TW is in te stellen op tijd. Alleen wordt dan geen rekening gehouden met de actuele lichtkleur buiten. Om de lichtkleur binnen en buiten dezelfde te laten zijn, is in Maastricht een daglichtsensor gekoppeld aan de TW-controller. De sensor meet niet de daglichtkleur maar wel de lux-waarde van het daglicht. In de controller worden de lux-waarden vertaald in lichtkleuren (2200K – 5000K) volgens de onderstaande grafiek (Kruithof curve). Als de sensor overdag buiten 2000 lux meet dan moet de lichtkleur binnen 5000K zijn. Als de sensor in de avond buiten 50 lux meet dan moet de lichtkleur binnen 2200K zijn.



Tips en conclusies:

- Tunable White armaturen besturen op basis van een daglichtsensor is complex (in Amersfoort doen we het gewoon met tijdblokken).
- De Dali stuurader was al in de voedingskabel opgenomen. Hierdoor kregen we meer dan 128 Dali armaturen in het netwerk. We hebben daarom een deel van de stuurkabels moeten loskoppelen en een apart Dali netwerkje op zolder moeten aanleggen.
- DMX-kleursturing kan niet door 2 Dali stuuraders maar vereist een DMX of utp kabel. Die hebben we op zolder alsnog moeten aanleggen.
- Bij elke aftakking in de DMX of utp kabel is een DMX-splitter nodig. Die was niet voorzien maar is achteraf nog ingekocht.
- De 2 Helvar controllers moeten met een utp kabeltje gekoppeld worden om te zorgen dat ze synchroon schakelen. Eerst was één controller in de voedingsruimte beneden en een boven gepland. Vanwege de utp kabel hebben we ze beide boven op zolder geplaatst.
- TW combineren met RGBA maakt het extra complex. De armaturen en de besturing zijn hierdoor minder robuust. RGBA is nice to have maar kunnen we beter niet meer doen.
- We hebben een werkend systeem (maatwerk) bij de armaturenfabrikant besteld en dat door onze aannemer laten monteren. De fabrikant heeft wel geleverd maar voelde zich niet verantwoordelijk voor het werkend opleveren. Hierdoor heeft de RSE veel moeten bijsturen en was het werk een jaar te laat gereed. In het vervolg altijd het hele werk door de aannemer laten inkopen en uitvoeren (ook al is het maatwerk).



Huidige situatie: de monumentale hal die door de downlighters een verlaagd plafond lijkt te hebben.



De hal met de originele kroonluchters circa 1930.

22 Den Haag HS, Tunable White in de hal

De hal van Den Haag HS is net als station Haarlem gebouwd door architect Margadant maar minder goed bewaard gebleven. De hal is een keer uitgebrand. Er is een nieuw imitatie houten plafond in gekomen. Aan het sierplafond hangt een carré (zwarte profielen) met downlighters en een aantal spots die de wanden aanlichten. De spots zijn vaak defect of staan vaak (door trillingen van het spoor) niet meer goed gericht. Het carré met downlighters voelt als een verlaagd plafond en hierdoor beleeft de reiziger de hoogte van de monumentale hal niet meer.

NS en ProRail hebben Ruland Architecten gevraagd een plan op te stellen voor een kwaliteitsimpuls voor de hal en de tunnel. Onderdeel van dit plan is het terugbrengen van de verlichting in de hal zoals die in 1930 was.

Het carré wordt verwijderd en vervangen door 4 grote kroonluchters (met een diameter van circa 2,5 meter). De ledbuizen in de kroonluchters stralen rondom waardoor naast de vloer ook de wanden en het plafond worden aangelicht. In 2022 is een prototype van de kroonluchter in de fabriek getest. Er is een lichtberekening gemaakt en de 4 kroonluchters met elk 15 ledbuizen (2500 Lm / 25W per buis geeft 375W per kroonluchter) hebben voldoende lumen output om de vloer van de hal conform RLN00012 met 100 lux te verlichten.

Tips en conclusies:

- In de jaren zeventig en tachtig zijn monumentale stations vaak verrommeld.
- Door de rommel op te ruimen ontstaat rust en overzicht.
- Een paar grote armaturen zijn veel spannender dan veel kleintjes.



Het beoogde beeld in de visual van Ruland Architecten.



Masten buiten de kap.

23 Rotterdam Centraal, perrons en tunnel

23.1 Rotterdam Centraal, 154 schijnwerpers op de perrons vervangen

Op Rotterdam Centraal speelde op de perrons een vergelijkbaar probleem als in de hal van Den Haag Centraal. De halogeen schijnwerpers werden te warm. Elke 2 jaar werden de lampen vervangen, maar door de warmteontwikkeling in het armatuur was er veel tussen-tijdse uitval.

In 2015 is 2x een ruit van een schijnwerper geknapt en op het perron gevallen. De ruiten zijn veiligheidsglas dus vallen gelukkig in brokjes uiteen. Geen vallende scherven dus, maar boven de trap leverde dit wel een struikelrisico. Uit onderzoek bleek dat de oorzaak lag in warmte in het armatuur en in trillingen. De armaturen op Rotterdam hangen aan circa 4 meter lange pendels (omgekeerde lichtmasten) aan de kap. Als een zware goederentrein door het station rijdt trilt de kap en schudden de pendels mee. De trilling ontstaat vooral als de trein over de reizigerstunnel rijdt.

Naar aanleiding van het onderzoek heeft NS in 2016 alle ruiten vervangen door kunststof ruiten. Het Programma Verlichting heeft de bestaande SIL armaturen boven de trappen vervangen door leds die niet warm worden en geen glazen ruiten hebben (maar helder polycarbonaat). Voor de vervanging boven de trappen hebben we in 2016 een test gedaan met 3 verschillende ledarmaturen (1x SIL ledarmatuur, 1x SIL led retrofit ombouwunit, en 1x ledarmatuur van EWO). De ombouwunit bleek het minst verblindend. Deze was ook het meest duurzaam omdat we hiermee de originele behuizing hergebruiken.

In 2021 hebben we de rest van de 154 armaturen aan de kap omgebouwd met de SIL led ombouwunits. De kunststof ruiten die in 2016 als noodmaatregel waren aangebracht, waren in 2022 allemaal doorgebrand.

De grijsrode natuursteen op de perrons in Rotterdam is vrij donker. Op een stationstype Kathedraal als Rotterdam Centraal moet de verlichtingssterkte op het overkapt perron 100 lux zijn. Er is discussie mogelijk over de vraag of Rotterdam een volledig omsloten perron (norm 200 lux) heeft, maar omdat er veel daglichttoetreding is zijn we steeds van een overkapt perron uitgegaan. De architect heeft echter ooit 200 lux op het perron voorzien om de donkere kleuren te compenseren. Met het Programma Verlichting wilden we met led niet terug in verlichtingssterkte om klachten te voorkomen. De nieuwe ledarmaturen zijn daarom ook gedimensioneerd voor 200 lux op de perronvloer.

Op de open perrons buiten de kap staan ook lichtmasten met 138 SIL armaturen alleen is de norm daar 20 lux. Bij de bouw zijn hier de zelfde armaturen als onder de kap toegepast. Op het open perron was de verlichtingssterkte met 200 lux daardoor 10x te hoog. De armaturen op de masten buiten de kap zijn nu omgebouwd met led binnenwerk, gedimensioneerd voor 20 lux. Buiten de kap is hierdoor nu 10x minder lichtoverlast. Door de 10x lagere lux waarde in combinatie met led is het energie verbruik buiten de kap meer dan 10x lager.

Tips en conclusies:

- Gebruik retrofits met garantie van het merk van de originele behuizing.
- Pas geen lapmiddelen toe zoals de kunststof noodruiten; die smelten.
- Wacht niet onnodig lang als armaturen toch vervangen moeten worden.



Verblindende armaturen bij het oplopen van de trappen.



Zo zien de armaturen eruit als de verlichting uit is.



Kunststof ruiten uit 2016, in 2022 stuk gesmolten.



De donkere hal overdag.



In de passage zijn donkere vlekken tussen de kolommen.

23.2 Rotterdam Centraal, Tunable White in de hal en tunnel

Wie op station Rotterdam Centraal overdag vanuit de tunnel naar de hal loopt, wordt vaak verblind door het daglicht van de glazen gevels. Er is daarom behoefte aan meer verlichting in de tunnel en meer daglicht rond de uitgang van de tunnel. Verder zijn er donkere plekken tussen de kolommen in de tunnel en doet de tunnel nu koud aan.

NS, gemeente en ProRail zijn gezamenlijk eigenaar van de passage (tunnel) en de hal. Het eigenaarsteam laat sinds 2020 een optimalisatieplan opstellen om meer sfeer en daglicht in de hal en de tunnel te brengen. De daklichten in de hal werken niet goed. Daglicht wordt geblokkeerd door schijnwerpers die in de daklichten zijn gemonteerd.

De wens is om de schijnwerpers buiten de daklichten te plaatsen, zodat overdag meer daglicht naar binnen kan vallen. In 2022 had het opdrachtgeversteam nog geen overeenstemming bereikt over het optimalisatieplan waardoor het Programma Verlichting de led vervanging in de hal helaas niet kon meenemen. Het verduurzamen van de verlichting in de hal is daarom uit de scope van het programma gehaald.

In de tunnel wil het opdrachtgeversteam de donkere vlekken tussen de kolommen beter verlichten door bijvoorbeeld een lichtlijn tussen de kolommen aan te brengen. Verder wil men met Tunable White meer het gevoel van daglicht in de tunnel brengen.

In 2022 heeft het Programma Verlichting de bestaande armaturen in de tunnel vervangen met Tunable White ledverlichting en de bijbehorende dimbesturing. De ledarmaturen hebben beter optieken dan de huidige PL-armaturen waardoor de vloer minder vlekkerig oogt. Hiermee is de tunnel voorbereid op de optimalisatie maar hoefden we niet te wachten op het optimalisatieplan.

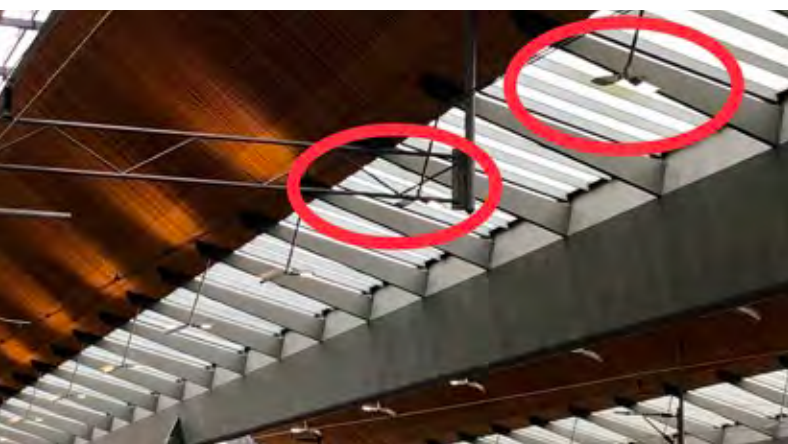
Tips en conclusies:

- Als de scope voor een onderdeel onzeker is, schrap dat dan in overleg met de opdrachtgever.
- Het geschrapte budget voor de hal konden we hier gebruiken voor Tunable White in de tunnel.
- Wij konden verder en de opdrachtgever kreeg zo meer tijd voor het optimalisatieplan.





Vervanging van de 444 up- en downlighters boven de perrons, in een buitendienststelling in week 52 van 2020, op 17 meter hoogte.



Rood omcirkeld nog 2 defecte uplighters op ruim 20 meter hoogte boven de vide. Begin 2021 moesten die nog worden vervangen met een verreiker door het trapgat.



Spot boven de roltrap met een zonneschermliertje laten zakken want op roltrap kan geen hoogwerker.



Het golvende dak met de up- en downlighters is na de ledvervanging weer goed te zien.

24 Amsterdam Bijlmer Arena, 4 treinvrije periodes uitsparen met led

Op station Amsterdam Bijlmer Arena heeft de installateur, in opdracht van ProRail en het GVB, de nieuwe duurzame ledverlichting geïnstalleerd. Het station is voor een kwart een metrohalte van het GVB. Samen met GVB hebben we ons best gedaan het iconische lichtbeeld van architect Grimshaw & Partners terug te brengen.

De armaturen zijn moeilijk bereikbaar onder de 17 meter hoge golvende kap en boven de hoge vides. De up- en downlighters die aan pendels aan het dak hangen kunnen niet zonder buitendienststelling en spanningsloosstelling vervangen worden. Het vervangen van de halogeenlampen gebeurde elke 2 jaar in een buitendienststelling en kostte dan circa € 200.000. Als er tussendoor lampen uitvielen, konden die niet vervangen worden. Er was daardoor in 2020 veel achterstallig onderhoud.

De uplighters die het golvende dak in de avond zichtbaar moeten maken waren vaak vervuild. Met de nieuwe uplighters is het houten geluiddempende plafond nu 's avonds weer fraai amberkleurig aangelicht en is de architectuur weer beter zichtbaar.

Boven de roltrappen kan een hoogwerker niet komen. Met een zonneschermliertje in de zolder van de kap kunnen we daar nu de downlighters voor onderhoud en schoonmaak eenvoudig laten zakken.

De nieuwe ledlampen gaan ruim 10 jaar mee, dus de komende 10 jaar ziet het er weer uit zoals bedoeld en besparen we 4x een buitendienststelling.

Tips en conclusies:

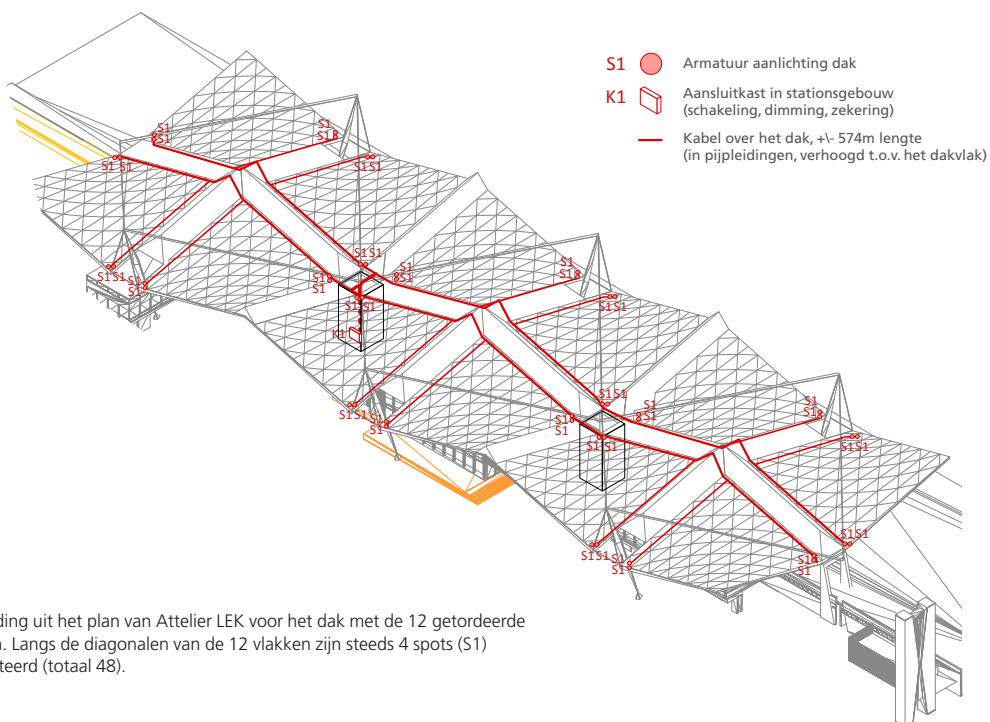
- Up- en downlighters zijn hier in zone A gelaten, omdat led 10x langer meegaat.
- Het architectonische plan en de ophangconstructie zijn daardoor niet gewijzigd.
- Op moeilijk bereikbare plaatsen kunnen armaturen nu met een handliertje zakken.
- Gebruik geen elektrisch liertje, want na 2 jaar is dat vaak stuk.
- Kies voor extra lange levensduur (bijvoorbeeld 100.000 uur). De meerkosten verdienen zichzelf terug door minder onderhoudskosten.



De situatie voor de led vervanging. Een groot deel van de uplighters was defect.



Oude situatie in Tilburg in 2016. Door ongelijkmatige verlichting gaf de kap een rommelig en onrustig beeld.



Afbeelding uit het plan van Atelier LEK voor het dak met de 12 getordeerde vlakken. Langs de diagonalen van de 12 vlakken zijn steeds 4 spots (S1) gemonteerd (totaal 48).

25 Tilburg, architectonische verlichting golvende kap

De stationsomgeving in Tilburg heeft rond 2020 een grote kwaliteitsverbetering ondergaan. De oude tunnel was te smal voor de grote reizigersstromen en is daarom verbreed. De nieuwe tunnel is direct ook een interwijkverbinding geworden. Bewoners kunnen door de tunnel zonder in- en uitchecken. De verlichting op de overkapte perrons moest nog wel beter. De verlichtingssterkte was te laag (40 lux, dat moet 70 lux zijn op een stationstype Mega) en de kap was vlekkerig en ongelijkmatig aangelicht. Dit gaf een rommelig en onrustig beeld.

De kap is opnieuw geschilderd in de originele kleuren: witte spanten onder een zwart dakbeschot. Bij het verduurzamen van de verlichting wilde de gemeente en Bureau Spoorbouwmeester met architectonische verlichting de spectaculaire kap beter zichtbaar maken.

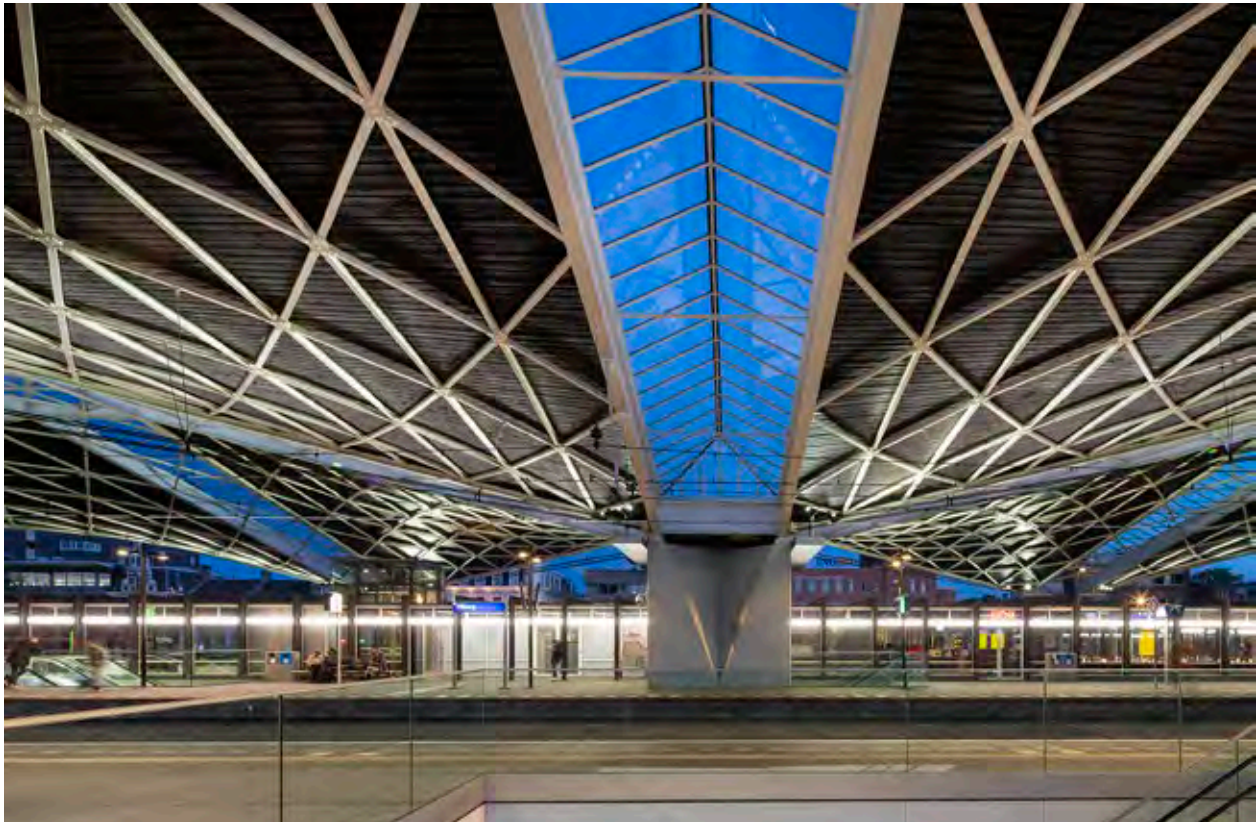
De kap is opgebouwd uit 12 getordeerde rechthoeken. Tussen de rechthoeken zijn daklichten aangebracht. Bij het schilderen van de kap zijn deze vernieuwd en gereinigd. De kap ligt over het zijperron en het middenperron. De kap was in de avond vanaf het perron hier en daar aangelicht, maar voelde op andere punten als een donkere wolk boven het perron. De lichtarchitect van Atelier LEK (Licht En Kleur) heeft samen met de gemeente, ProRail en bureau Spoorbouwmeester een plan gemaakt om de kap beter zichtbaar te maken.

Met Atelier LEK, de gemeente, NS, Spoorbouwmeester en de aannemer hebben we een proefverlichting met 4 spots onder een dakvlak geplaatst en beoordeeld. Atelier LEK stelde voor te kiezen uit 3 type spots: 40W, 75W en 110W. Tijdens de proef hebben we de middelste van 75W beoordeeld. Om het contrast van witte spanten en zwarte achtergrond van de kap te benadrukken, heeft Atelier LEK gekozen voor lichtkleur 5500K (koud wit). Bij de proef hebben we ook beoordeeld of dit warm wit (3000K) of koel wit (4000K) moet worden. Verder hebben we vanaf zijperron 1 beoordeeld of de spots niet verblindend worden voor machinisten. Naar aanleiding van de proef hebben we gekozen voor de 75W spot in kleur 5500K van de proef. Wel is besloten de anti-verblindingskappen van de proef nog 2 keer langer uit te voeren (zie afbeelding hieronder). Verder is besloten de spots dimbaar uit te voeren om lichtoverlast naar omwonenden te voorkomen en na de spits het dak te dimmen naar 30% van de normale sterkte. De montage van 4 spots op het middenperron naast het trappat moest in een buitendienststelling.





Station Tilburg in de avond, na het plaatsen van de architectonische verlichting (48 spots) (lichtontwerpers Atelier LEK / fotograaf Frank Hanswijk).

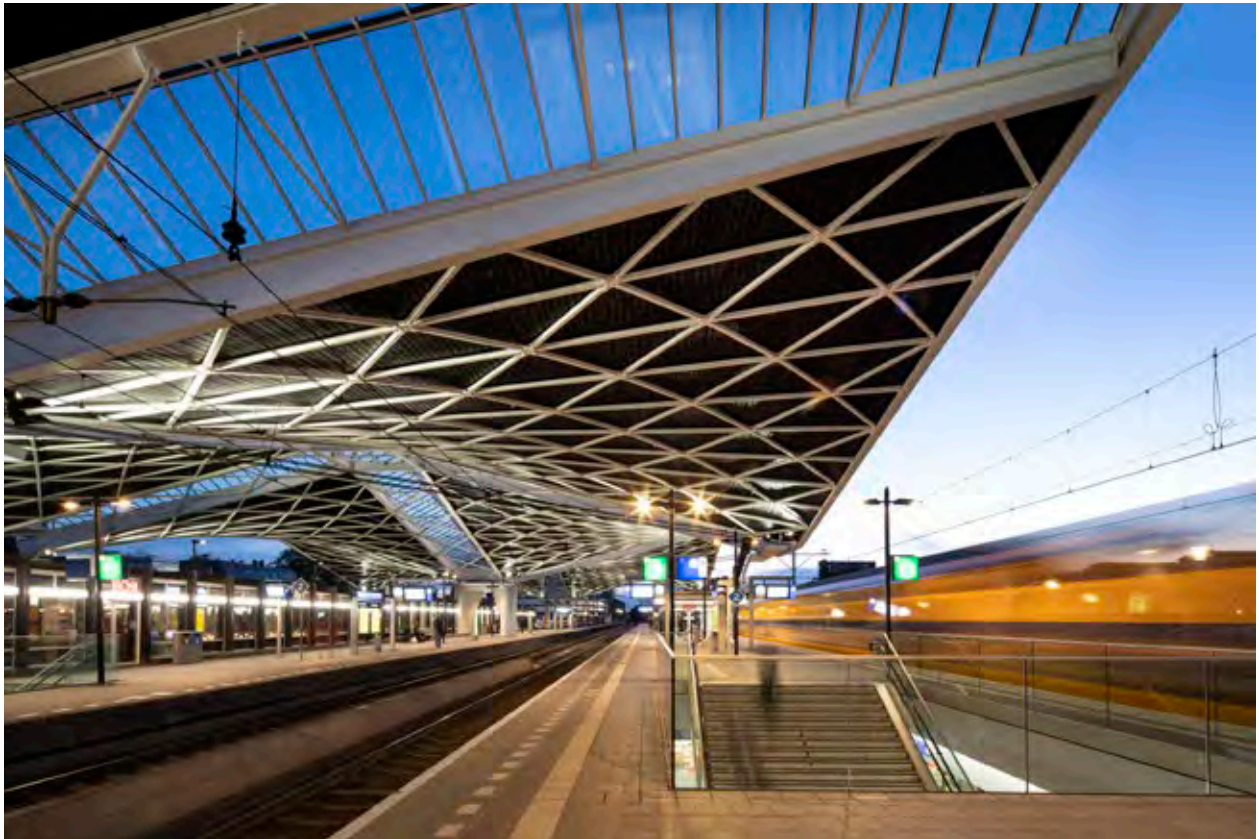


Vanaf het perron zorgt de architectonische verlichting voor een fraaie beleving van het gebouw. Het dak wordt van onderaf veel gelijkmatiger aangelicht. Ook is te zien dat door de afschermkappen nergens in de spots kan worden gekeken (lichtontwerpers Atelier LEK / fotograaf Frank Hanswijk).

De architect wilde ooit de vorm van de kap niet verstoren met armaturen. Onder de kap staan daarom lichtmasten op het perron (zie foto hieronder). De masten hebben we voorzien van nieuwe ledarmaturen zodat het overkapte perron weer voldoet aan de noem van 70 lux op de vloer. Led mastarmaturen op een open perron van een halte zijn normaal circa 1000 Lumen (circa 10W). Onder de kap van Tilburg moesten we naar 7000Lm (70W). Om het risico op verblinding bij dergelijke lichtsterkte te verlagen, hebben we gekozen voor armaturen met 48 leds (normaal 12). Doordat de masten hoger zijn dan normaal (5 in plaats van 4 meter) treedt ook minder verblinding op.

Tips en conclusies:

- Altijd proefverlichting bij architectonische verlichting.
- Beoordeel de proef met Spoorbouwmeester, de architect én omwonenden.
- De keuze voor het middelste vermogen en de meest witte kleur voor de proef pakte goed uit.
- Dimmen na de spits maakt het licht acceptabel voor de omgeving.



De 5 meter masten met led armaturen en 70 lux op de vloer onder de kap (fotograaf Frank Hanswijk).



Signify Solar armatuur en panelen bij de inbedrijfstelling op Hilversum Sportpark (de auteur in het midden).

26 Hilversum Sportpark en Blerick, Solar masten

26.1 Tijdelijke Solarmasten hellingbaan Blerick

Op station Blerick (zie ook hoofdstuk 18) is de verlichting vervangen en zou ongeveer 2 jaar later de hellingbaan en trap vervangen worden. Bij de bestaande trap en hellingbaan stond geen verlichting. Het Programma Verlichting heeft bij de bestaande trap en hellingbaan tijdelijke verlichting geplaatst. Bij het plaatsen van lichtmasten is het graafwerk voor de poeren en de kabels het meest kostbaar (circa € 200 per meter kabelgeul). Om duur graafwerk te besparen hebben we in Blerick tijdelijk Solar masten van InfraMarks geplaatst (zie foto hieronder). De masten zijn voorzien van een zonnepaneel en accu en hebben geen voedingskabel nodig. De betonvoet is erg zwaar om te voorkomen dat de mast met paneel omwaait. Boven op de betonvoet staat de kast met de accu en de besturing. We hebben overwogen de masten te huren, maar als niet bekend is hoe lang 'tijdelijk' is, is kopen en naderhand weer verkopen beter.



Tijdelijke solar masten langs de trap en oude hellingbaan van station Blerick.

26.2 Vaste Solar masten op Hilversum Sportpark

Signify heeft voor gebruik in India een mastarmatuur ontwikkeld met geïntegreerde accu en zonnepaneel. Het paneel op het armatuur voor India is te klein om in Nederland overdag voldoende te laden. Voor Europa heeft Signify zonnepanelen gemaakt die als een manchet om een bestaande mast worden aangebracht. Ze staan verticaal en vervuilen daardoor bijna niet. Door de ronde vorm van de panelen vangen ze weinig wind waardoor de mast niet omwaait. Deze hebben we getest op perron 2 van Hilversum Sportpark (zie foto links).

Op een donkere decemberdag met maar 4 uur zon zal het paneel maar 30% van zijn capaciteit halen. Op een zomerdag levert de zon 1000W/m². Met een goed PV-paneel is daarmee 200W/m² om te zetten in stroom. De PV-panelen rond de mast zijn 2 meter lang en 0,2 meter breed (0,4m²). In de 4 zonuren per winterdag is dan een opbrengst van 60W/m² x 4uur x 0,4m² = 96Wh te halen. ProRail eist ledarmaturen met een rendement van minimaal 100 Lm/w. Het 7W Solar armatuur is beter en haalt al 150 Lm/W. Met 96Wh opgewekte energie per dag kan een 7W armatuur dus bijna 14 uur branden. Als na 20:00 uur wordt gedimd naar 50% zijn dat nog meer branduren. De perronverlichting gaat uit een half uur na de laatste trein tot een half uur voor de eerste trein (meestal van 01:00 tot 05:00 uur). Lichtmasten op perrons branden dus 4 uur per nacht minder dan openbare verlichting. Het aantal branduren per nacht is in de winter van 17:00 tot 01:00 uur en van 05:00 tot 08:30 uur dus 8 + 3,5 = 11,5 uur per nacht (= 11,5 x 7 = 80Wh). We hebben uitgerekend dat we in de winter nog 96Wh per dag kunnen opwekken. Met een verbruik van 80Wh per nacht gaat het nog goed. Signify rekent erg conservatief en past daarom een accu toe van 640Wh (in plaats van de 96Wh waar we op uit komen).

Tips en conclusies:

- Solar masten met een paneel bovenop waaien snel om.
- Verticale zonnepanelen lijken inefficiënt maar zij hebben qua vervuiling de voorkeur.
- De accu van de Signify Solar masten is 8x te groot.
- Met het monitoring systeem zullen we de Signify masten blijven volgen.
- We zien goede mogelijkheden voor Solar masten voor bijvoorbeeld perronverlengingen.
- Solar armaturen met geïntegreerde accu en paneel zijn de uitdaging voor de toekomst.



De nieuwe mast is al geplaatst terwijl de oude nog gerooid moet worden.



Paal - spoorstaafverbinding (aardnetwerk tussen de oude lichtmasten) in het werk gesaneerd.



De oude kabel is open gegraven bij de oude mast.

27 Eindhoven en Breda Prinsenbeek, slechte grondkabels saneren

27.1 Eindhoven

Op station Eindhoven zijn de oude lichtmasten buiten de kap vervangen. De oude lichtmasten stonden op een grid van 16 meter. De bestaande kabels zouden conform uitvraag hergebruikt kunnen worden. Echter op het open middenperron aan de zuidzijde bleek de isolatiewaarde van de voedingskabels bij de nulmeting niet te voldoen aan de NEN3140 (beheersnorm).

De NEN3140 schrijft voor dat de weestand van de kabel bij kortsluiting niet te hoog mag zijn en dat de isolatieweerstand tussen de geleiders voldoende is. Bij oude kabels in perrons met lange kabelwegen kan de circuitweerstand van een stroomkring snel oplopen en de isolatieweerstand afnemen. Bij een te hoge circuitweerstand zal de zekering niet uitvallen wanneer de laatste mast onder stroom staat (kortsluiting). Bij een te lage isolatieweerstand kan kortsluiting in de kabel ontstaan. De NEN1010 nieuwbouwnorm is nog iets strenger dan de beheersnorm dus daar zouden de nieuwe masten met oude kabels zeker niet aan voldoen. De oude kabels op Eindhoven zijn daarom alsnog vernieuwd. Het bleken kabels met een loodmantel uit 1950 te zijn.

Het vervangen van grondkabels is duur (circa € 100.000 per halte met 2 zijperrons), omdat het perron open gegraven moet worden (vaak in een buitendienststelling in de nacht). Het opengraven van de zuidzijde van de twee middenperrons op station Eindhoven kostte circa 0,9 ton. Doordat het een breed middenperron is waar weinig reizigers komen, kon dit gelukkig zonder buitendienststelling. Doordat er wel veel zijtakken met oude paal spoorstaafverbindingen aan de centrale kabelgeul zaten, is er meer gegraven dan alleen de geul.

27.2 Breda Prinsenbeek

Op station Breda Prinsenbeek bleek na oplevering ook de installatie niet aan NEN3140 te voldoen. Hier waren masten en kabels uit 1988 hergebruikt en alleen armaturen vervangen. Uit oude NEN3140-rapporten bleek dat inderdaad een deel van de installatie voorafgaand aan de ledvervanging ook al niet voldeed. Vaak zitten dit soort storingen in de open klemmenstroken of kabels in de masten. Na vervanging van de klemmenstroken door dichte mastkastjes en nieuwe mastkabels zijn dit soort storingen vaak verholpen. Om het station toch weer op orde te krijgen, is daarom in overleg met Stationsbeheer besloten alsnog de storing te verhelpen en de kabels deels te vervangen. Om niet onnodig goede kabels te vervangen, is eerst de storing gelokaliseerd. De laagspanningsruimte staat op zijperron 1. Zijperron 2 wordt gevoed via een spoorkruising. We hebben de NS-huisinstallateur vervolgens:

1. de spoorkruising laten loskoppelen.
2. de perrons apart door laten meten; de fout bleek in perron 2 te zitten.
3. Daarna de achterste mast afgekoppeld en gemeten of de fout was opgelost.
4. Toen die nog bestond hebben we de een na achterste mast losgekoppeld.
5. Uiteindelijk bleek de kabel tussen de 5 achterste masten op perron 2 slecht.
6. Dit stuk grondkabel (4 x 16m = 64m) is vervangen.
7. 2 zijperrons opengraven en kabels vernieuwen kost ongeveer € 100.000.
9. Nu waren we voor € 18.000 klaar.

Tips en conclusies:

- Het loont om te zoeken bij NEN3140- of NEN1010-fouten (en niet direct alles te vervangen).
- Grondkabels uit bijvoorbeeld 1980 zijn vaak goed te hergebruiken (laten liggen).
- Grondkabels uit 1950 (vaak nog met loden mantel) wel altijd vervangen.



De schakelkast in Blerick is naar aanleiding van de ervaring in Olst ook voorzien van 5 inschakelpiek begrenzers. Bovenin nog de oude smeltpatronen. De zwarte en rode knop links zijn voor de handmatige overbrugging (om de verlichting overdag te kunnen testen).

28 Olst, Inschakelpiekbegrenzers (daarna in heel Nederland)

Station Olst was een van de eerste stations waar in 2017 de ledverlichting opgeleverd werd. Het bleek dat er meer dan 20 ledarmaturen op één groep zijn geschakeld. Elk ledarmatuur heeft zijn eigen driver (elektronische trafo). En die drivers hebben een nadelige eigenschap, namelijk een hoge inschakelstroom. Gedurende de eerste (tientallen) milliseconden kan die zo hoog zijn dat de installatieautomaat de inschakelstroom 'ziet' als een kortsluitstroom en daarom zal afschakelen. Naarmate meer armaturen op één installatieautomaat zijn aangesloten, wordt de piek groter en zal de automaat eerder afschakelen.

Sommige armaturenleveranciers geven als richtlijn mee dat er maar 10 armaturen op één installatieautomaat kunnen worden aangesloten. In onze stations zijn er, net als op station Olst, vaak 20 of meer armaturen op één automaat aangesloten.

De oplossing voor dit probleem kan worden gevonden in:

- Minder armaturen op één installatieautomaat. Maar dat vraagt om veel meer voedingskabels en is dus een dure oplossing.
- Het opnemen van een inschakelpiekbegrenzer in het stroomcircuit. Een inschakelpiekbegrenzer dempt de stroom gedurende de eerste 300 milliseconde tot een waarde waarop de installatieautomaat niet aanspreekt. Daarna is het inschakeleffect van de drivers ver genoeg afgenomen en kan de inschakelpiekbegrenzer de stroom weer ongedempt doorgeven.

Wij hebben ervoor gekozen om de Camtec ESB101 piekstroombegrenzer voor te schrijven.

Een 'ouderwetse' zekering (smeltpatroon) heeft hier overigens minder last van, omdat die een andere uitschakelkarakteristiek heeft. Een moderne installatieautomaat reageert sneller. Op stations met smeltpatronen in de schakelkast en weinig vrije ruimte in de kast (zoals op de stations Eindhoven Centraal en Valkenburg) is ervoor gekozen de smeltpatronen te handhaven en geen piekbegrenzers toe te passen.



Smeltpatroon



Installatieautomaat

Smeltpatronen zijn ook geen slechte oplossing, alleen is een smeltzekering na aanspreken defect en moet vervangen worden. Verder moeten ze ook periodiek vervangen worden omdat ze verouderen en de afschakelstroomwaarde dan minder betrouwbaar wordt. In de verkeerstoren op Schiphol zijn installatieautomaten zelfs verboden, omdat die bij inschakelpieken van elektronica te snel uitvallen, wat onnodige risico's geeft voor de continuïteit.

Tips en conclusies:

- Pas bij meer dan 20 ledarmaturen op een groep altijd een piekstroombegrenzer toe.
- Gebruik om voorbereid te zijn op uitbreidingen op elke groep met ledverlichting een piekbegrenzer.
- De piekstroombegrenzer verbruikt ongeveer 1W. Dit valt weg tegen de besparing met led.
- Plaats piekstroombegrenzers niet strak tegen elkaar, omdat ze dan te warm worden.
- Bij smeltpatronen is piekstroom begrenzer niet nodig mits het relais geschikt is voor de inschakelpiek en de contacten niet vast branden.



De voorgeschreven Camtech inschakelpiekbegrenzer



Eleq aanraak veilige spatwater dichte aansluitkast in mast op Helmond.



Sogexi aanraak veilige gesloten aansluitkast op station Oss.

29 Bilthoven, lange kabelwegen en te hoge circuitweerstand

In Bilthoven is bij het einde van het middenperron een nieuwe parkeerplaats gebouwd. De voeding van de parkeerplaats is aan het perron gekoppeld. De straatkast stond aan de andere kant van het middenperron. De kabelwegen waren daardoor zo lang geworden dat de zekering niet meer uitviel bij kortsluiting op de parkeerplaats. Bij kortsluiting (of aardlek) in de laatste masten gaat dan een stroom lopen die door de grote kabellengte te laag blijft en de installatieautomaat of de smeltzekering niet aanspreekt (te hoge circuitweerstand).

De laatste mast kan dan onder stroom staan zonder dat de zekering uitvalt. Om deze gevaarlijke situatie te voorkomen wordt jaarlijks de circuitimpedantie (weerstand) getest conform de beheersnorm NEN3140.

De circuitimpedantie/weerstand in de meest voorkomende situaties op perrons mag dan maximaal 2,4 Ohm zijn (bij een installatie automaat met 16 ampère B-karakteristiek).

In Bilthoven hebben we de kabellengtes verkort door een extra straatkast vlak bij de parkeerplaats op het middenperron te plaatsen. Er is een dikke voedingskabel naar die kast ingegraven. In de kast zijn de installatie automaten voor de parkeerplaats aangebracht en de kabelwegen zijn nu niet meer te lang. Door het graafwerk in het middenperron was dit een kostbare aanpassing (circa € 30.000).

Op een aantal kleine stations waar geen kabels zijn vervangen bleek bij NEN3140 eindkeuring de circuit impedantie na de led vervanging iets groter dan 2,4 Ohm. Om te zorgen dat de zekering bij kortsluiting bij de laatste mast dan toch aangesproken wordt zijn daar in overleg met de keurende instantie 12 Ampère in plaats van 16 Ampère zekeringen toegepast. Deze mogelijkheid is er doordat het opgenomen vermogen van de led verlichting veel lager is dan van de oude verlichting.

Om kortsluiting en aardlek in de masten te voorkomen, hebben we ook gekozen om in alle lichtmasten de open klemmenstroken te vervangen door gesloten, aanraak veilige mastkastjes (bijvoorbeeld van Eleq of Sogexi, zie foto hiernaast).

Tips en conclusies:

- Te hoge circuitimpedantie is op te lossen met een extra tussenkast (kabelwegen verkorten).
- Te hoge circuit impedantie is ook op te lossen met een lagere zekering (mits mogelijk qua totale stroomafname van de verlichting).
- Voorkom kortsluiting in masten met aanraakveilige mastkasten en pas geen open klemmenstroken meer toe.



Op het overpad zijn geen donkere vlekken te zien.



Een slechtziende steekt zelfstandig (alleen) een overpad over. Wanneer hij/zij midden op het overpad is en de lampen en bellen gaan aan moet hij/zij rechtdoor lopen tot het perron en niet in paniek raken of struikelen.



De evaluatie in Weesp. Voor de evaluatieronde is bij elke slechtziende panellid een oogmeting gedaan om te meten hoe veel restzicht de persoon nog heeft.



Test in de tunnel van station Weesp

30 Evaluatie met Visio op Bedum, Usquert, Olst, Weesp, Lage Zwaluwe

Op station Olst hebben we in februari 2022 een evaluatie van de ledverlichting gedaan met Koninklijke Visio, de Oogvereniging en een panel bestaande uit slechtzienden. Er zijn meer dan 100 soorten slechtziendheid. Voorafgaand aan het lopen van de route heeft Visio bij elk panellid een oogmeting gedaan om het type slechtziendheid vast te stellen. Met elk panellid is de route van de bus/taxi naar de trein gelopen. Langs de route zijn per transfergebied vragen gesteld.

De evaluatie is op Olst gedaan omdat we daar met de verlichting op een middenperron en op een zijperron konden testen. Het testen of slechtzienden zelfstandig (alleen) in het donker het overpad durfden over te steken was een belangrijk onderdeel. Het overpad op Halte Olst moet voldoen aan minimaal 10 lux (en het perron is 5 lux) met een gelijkmatigheid van 0,3. Op 9 meetpunten de luxwaarde meten laat zien dat de gelijkmatigheid (gemiddelde lux-waarde gedeeld door het laagste meetpunt) hier beter is dan 0,3. Vergelijkbare evaluaties zijn ook gedaan op de stations Bedum, Usquert, Weesp en Lage Zwaluwe.

Tips en conclusies:

- Er zijn honderden soorten van slechtziendheid.
- Er zijn steeds meer senioren die slecht zien.
- Reizigers ouder dan 60 jaar hebben 4x meer lux nodig dan jonge reizigers (bron Visio).
- De Halte perrons zijn met minimaal 5 lux voldoende verlicht.
- Slechtzienden hebben eerder last van te veel dan te weinig verlichting.
- Verblinding door bijvoorbeeld reclameborden moet voor slechtzienden voorkomen worden.
- Goede gelijkmatigheid is belangrijker dan een hoge verlichtingssterkte (lux-waarde).

COLOFON

Auteur

Ir. M.M. Pigeaud

Fotografie

Henk Snaterse;
Lichtontwerpers Atelier LEK, fotograaf Frank Hanswijk (3 foto's Tilburg);
Nathalie Peters (foto van de hal van Leeuwarden).

Omslag

Station Amsterdam Bijlmer ArenA (foto Henk Snaterse)

Uitgever

ProRail B.V.

Vormgeving en layout

Inpladi bv

Niets uit deze publicatie mag worden verveelvoudigd,
opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of
openbaar gemaakt zonder voorafgaande schriftelijke
toestemming van de uitgever.

© 2022



ProRail