

Adviesrapport

Slimme
lantaarnpaal in
Enschede

Jarka van Dijk

2-7-2018

Voorwoord

Voor u ligt het adviesrapport 'De slimme lantaarnpaal in Enschede.' Dit adviesrapport is geschreven als bachelor opdracht van de opleiding civiele techniek aan de Universiteit Twente, in opdracht van de gemeente Enschede. Op 29 september 2017 ben ik begonnen aan dit onderzoek, met een pauze van 13 november 2017 tot 16 maart 2018, heb ik op 8 mei 2018 dit adviesrapport afgerond. De pauze kwam voort uit een studiemodule die ik in die periode moest afronden.

Dit was de eerste keer dat ik een volledig onderzoek heb moeten doen met de juiste rapportage, waardoor het wat moeilijkheden waren. Mijn begeleider van de universiteit, Léon Olde Scholtenhuis heeft me hier vaak mee geholpen en daar ben ik hem dankbaar voor. Daarnaast heeft mijn begeleider van de gemeente Enschede, Gerdien Looman, ervoor gezorgd dat ik meer motivatie en vertrouwen heb gekregen voor het rapport.

Ik wil naast mijn begeleiders ook graag de medewerkers van de gemeente Enschede bedanken, in het speciaal de medewerkers die de tijd hebben gevonden om mijn interview vragen te beantwoorden. Daarnaast wil ik de overige geïnterviewden bedanken voor hun tijd en medewerking. Als laatste wil ik iedereen bedanken die me even verder hebben geholpen als ik even geen motivatie of inspiratie had.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Jarka van Dijk

Enschede, 8 mei 2018

Inhoudsopgave

VOORWOORD	2
INHOUDSOPGAVE	3
SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	5
1.1. LEESWIJZER	5
2. THEORETISCH KADER	6
2.1. SMART CITY TOEPASSINGEN IN DE LITERATUUR	7
2.2. SMART CITY ENSCHEDE	8
2.3. SLIMME LANTAARNPAAL IN DE LITERATUUR	9
3. METHODE	10
4. RESULTATEN	12
4.1. ENERGIEAKKOORD	12
4.2. SLIMME LANTAARNPAAL OP DE MARKT	13
4.3. SLIMME LANTAARNPAAL IN NEDERLANDSE GEMEENTEN	15
4.4. BARRIÈRES	18
4.5. GEMEENTE ENSCHEDE EISEN EN ADVIES	21
5. CONCLUSIE	24
6. DISCUSSIE	25
7. VERVOLGONDERZOEK	25
BIBLIOGRAFIE	26
BIJLAGE A	28

Samenvatting

De gemeente Enschede wil graag smart city oplossingen toepassen, echter is er nog weinig bekend over de implementatie en wat voor barrières dit oplevert. Met dit onderzoek wordt er gefocust op een smart city oplossing in de vorm van de slimme lantaarnpaal. Het doel van dit onderzoek is: *Inventariseren welke (technische en organisatorische) implicaties de implementatie van slimme lantaarnpalen in gemeenten zoals Enschede teweeg brengt. Hiervan de mogelijke complicaties in kaart brengen en waar mogelijk oplossingen voorstellen.* Dit is bereikt doormiddel van het analyseren van interviews, literatuur en andere tekstuele bronnen.

Er worden verschillende slimme lantaarnpalen aangeboden op de markt, sommige met alleen energiebesparende oplossingen en anderen met meerdere functionaliteiten, bijvoorbeeld een oplaadstation voor elektrische auto's of een temperatuur sensor. Het resultaat vanuit een marktonderzoek is de volgende definitie. *Een lantaarnpaal wordt slim genoemd als deze energiezuiniger de openbare ruimte kan verlichten door middel van dimmen of als deze minstens één andere functie heeft die gebruik maakt van stroom naast het verlichten van de openbare ruimte.*

Het slimme lantaarnpaal concept speelt ook bij andere gemeenten in Nederland. Texel heeft dynamische verlichting geplaatst, welke reageert op beweging. Roosendaal is in een voorbereidende fase, als er ergens een project plaatsvindt wordt er ook alvast voorbereid op slimme lantaarnpalen door mantelbuizen te plaatsen, hierdoor scheelt het in kosten als er slimme lantaarnpalen komen. In Almere is er statisch dimbare ledverlichting, daarnaast zijn ze aan het testen met slimme lantaarnpalen. De gemeente Hengelo is veel verschillende slimme lantaarnpalen aan het proberen op grote schaal. Op het Innovatiepad in Enschede zijn slimme lantaarnpalen geplaatst waar nog functies aan kunnen worden toegevoegd. Hier staan vanwege de veiligheid de gemeentelijke lichtmasten ook.

Vanuit de interviews zijn er barrières voor de implementatie van een slimme lantaarnpaal naar voren gekomen, deze zijn opgesplitst in technische-, esthetische- en beleidsbarrières. De technische barrières zijn: de stroomvoorziening, er is overdag stroom nodig voor nieuwe functies; mogelijk niet combineerbare data, oude data moet kunnen worden gecombineerd met nieuwe data; onjuist opgeleide reparateurs, reparateurs zijn nog niet opgeleid voor een slimme lantaarnpaal. De esthetische barrière is, dat een lantaarnpaal niet het straatbeeld moet verstoren. Beleidsbarrières zijn: verdienmodel, de investering moet genoeg opleveren; een open of besloten data platform; levert een bedrijf een dienst of een product; privacy, niet alles mag gemeten worden in verband met privacy; veiligheid met stroom, stroom op de lantaarnpaal betekent meer veiligheidsrisico; veiligheid dynamische verlichting, lichten gaan aan waar iemand is, dit maakt overvallen makkelijker. Deze barrières zijn gebruikt voor het advies aan Enschede.

De gemeente Enschede is al bezig om armaturen te vervangen voor dimbare led armaturen. Dit is nodig om aan het energieakkoord te voldoen, wat inhoudt dat er energie bespaard moet worden en dat er armaturen voorzien moeten zijn van ledverlichting en slim energiemanagement. Voor de slimme lantaarnpaal in de gemeente Enschede zijn de volgende drie punten belangrijk: Zo laag mogelijke kosten, simpel, energiebesparend. Mijn advies voor de gemeente Enschede is om de slimme lantaarnpaal in te voeren, maar in de minimale uitvoering, dus dimbare ledverlichting met ruimte voor het toevoegen van sensoren.

Er is geconcludeerd dat de combinatie van het energieakkoord met de definitie van een slimme lantaarnpaal resulteert in het sterk aanmoedigen van de slimme lantaarnpaal. Daarnaast is er geconcludeerd dat de oplossing voor de meeste barrières is om er over na te denken of het te controleren. Voor de stroomvoorziening en de veiligheid met stroom is de oplossing om voedingsapparaatjes aan extra functies te koppelen.

1. Inleiding

Smart city is een onderwerp waar veel gemeenten mee bezig zijn over de hele wereld. Dit is wel een relatief nieuw onderwerp, daardoor wordt er nog veel over uitgezocht en geprobeerd. Is het een hype of trend of zijn het nieuwe ontwikkelingen die veel kunnen verbeteren in de gemeenten? Binnen het smart city concept bestaan er veel verschillende projecten, waaronder het slimme lantaarnpaal concept. Er wordt hiermee getest, over gefantaseerd of uitgevoerd, alleen is er weinig kennis over de slimme lantaarnpaal. Ook worden ervaringen weinig tussen gemeenten uitgewisseld, waardoor het kennisniveau hierover niet wordt vergroot.

In de gemeente Enschede is er ook aandacht voor het smart city concept. Er komen overall ideeën op wat de gemeente ermee zou kunnen doen. Er wordt gekeken naar innovaties zoals drones en pijlbuizen, maar ook naar een slimme lantaarnpaal. Lantaarnpalen moeten vervangen gaan worden, maar het is onzeker waarmee dit vervangen moet worden. Worden het energiezuinigere lantaarnpalen of komen er allerlei extra functies aan de lantaarnpaal? Er wordt veel aangeboden en verschillende afdelingen hebben andere behoeften en ideeën.

Het volgende probleem is geconstateerd. De gemeente Enschede is bezig met het vormgeven van hun projecten voor de stad. Ze hebben lijnen uitgezet over de uitdagingen en de oplossingen voor de stad. Naast enkele proeftuinen (Gemeente Enschede, 2017) is hierin nog niet nagedacht over de uitvoering van projecten onder het smart city concept. Hoe worden deze ideeën geïmplementeerd? Er komt veel kijken bij het uitvoeren van oplossingen, vooral als het om nieuwe oplossingen gaat, zoals de slimme lantaarnpaal. Hiervoor is namelijk nog geen kant en klaar plan. De slimme lantaarnpaal is een begin oplossing in een smart city. Enschede is de slimme lantaarnpaal aan het overwegen, echter is er hier weinig kennis over de vormgeving en implementatie. Dit rapport is daarom gericht op de implementatie van het slimme lantaarnpaal concept in de gemeente Enschede.

1.1. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 zal zich richten op de literatuur over smart cities en de slimme lantaarnpaal. De methode wordt besproken in hoofdstuk 3. Hierna volgen de resultaten in hoofdstuk 4. In paragraaf 4.1 wordt het energieakkoord besproken. Paragraaf 4.2 zal zich richten op het aanbod van slimme lantaarnpalen. Waarna paragraaf 4.3 de uitkomsten bevat van de interviews over slimme lantaarnpaal projecten. In Paragraaf 4.4 worden de opgekomen barrières behandeld en oplossingen hiervoor besproken, waar aangedragen. De informatie en de interviews van de gemeente Enschede komen naar voren in paragraaf 4.5. Ook is hier een advies voor de gemeente Enschede geformuleerd.

Hoofdstuk 5 bevat de conclusie, waarna een discussie volgt in hoofdstuk 6. Er wordt geëindigd in hoofdstuk 7 met voorstellen voor vervolgonderzoek.

2. Theoretisch kader

Smart city is een veel gebruikt begrip tegenwoordig. Veel steden zijn bezig een smart city te worden, of aspecten van dit redelijk nieuwe concept te gebruiken.

Een van de manieren om het begrip uit te leggen is met een illustratie, zoals Figuur 1. Hierin worden verschillende aspecten van smart city uitgelicht zoals smart mobility, smart energy en big data. Bijvoorbeeld smart mobility houdt in dat mobiliteit op een slimme manier wordt geregeld. Hier kunnen verschillende projecten onder vallen wat met infrastructuur en verkeer te maken heeft. Zoals drones, zelfrijdende auto's, fietspaden, wegverlichting, enzovoort. Zo heeft ieder aspect andere projecten onder zich.



Figuur 1 Smart cities: alles wat je moet weten (Looman, Smart City Agenda Enschede, 2017)

Verder worden er in de media en op het internet verschillende definities gegeven van het begrip. Bijvoorbeeld de volgende definitie “Een slimme stad (smart city) is een stad waarbij informatietechnologie en het internet der dingen gebruikt worden om de stad te beheren en te besturen” (Tegenlicht, 2016).

Ook in de literatuur worden definities gegeven van het begrip smart city. Zoals in het artikel ‘Datagestuurde stedelijke planning en ‘smart cities’’, daar wordt gesproken over een volgende definitie. “Een stad waar de doelen, slimme economie; slim bestuur; slimme mobiliteit; slimme omgevingen; slim wonen; slimme mensen, worden bereikt door strategisch gebruik te maken van een genetwerkte infrastructuur en samenhangende big data en data-analysesystemen” (Kitchin, 2016). In 2013 is er een studie gedaan naar de definitie van het begrip smart city, daar is de volgende uitgebreide definitie uit voortgekomen. “Een slimme stad is een goed gedefinieerd geografisch gebied, waarin hoge technologie zoals ICT, logistiek, energie productie, enzovoort, samenwerken om voordelen voor inwoners te creëren wat betreft welzijn, integratie en participatie, milieukwaliteit, intelligente ontwikkeling; Het wordt gestuurd door een goed gedefinieerd aantal onderwerpen, die in staat zijn om de regels en het beleid voor het stadsbestuur en ontwikkeling” (Dameri, 2013).

Uit de definities blijkt dat niet iedereen het met elkaar eens is over de definitie van het begrip smart city. Er komen punten overeen, zoals het gebruik maken van informatietechnologie en het doel de

stad te verbeteren. Het begrip blijft naast de kleine overeenkomsten een begrip wat in verschillende context verschillende betekenissen heeft.

2.1. Smart city toepassingen in de literatuur

Het smart city concept lijkt iets van de laatste tijd, maar was in vergelijkende vorm eigenlijk al in 1960 aan de orde (Fitzgerald, 2016). In die tijd werd er al geprobeerd met geautomatiseerde data analyse de stad te verbeteren. In 2005 heeft de stichting van Bill Clinton (destijds president van Amerika) het bedrijf Cisco uitgedaagd om hun technische kennis in te zetten om steden meer duurzaam te maken (Swabey, 2012). Als gevolg hiervan heeft Cisco 25 miljoen dollar uitgetrokken om een 5 jarig onderzoek hiernaar te starten. Hiervoor zijn een aantal steden als proef steden gebruikt, zoals Amsterdam, San Francisco en Seoul. Na 5 jaar onderzoek zorgde Cisco dat hun services en producten die waren geproduceerd commercieel werden gemaakt. Ook IBM heeft in die tijd een smart city initiatief ontwikkeld. Dit was het echte begin van de smart city initiatieven. Beide bedrijven zijn in verschillende steden aan de slag gegaan, zoals Rio de Janeiro en New York. (Swabey, 2012)

Tegenwoordig zijn er allerlei steden over de hele wereld bezig met het smart city concept. Aangezien dit begrip voor meerdere interpretaties vatbaar is, is de toepassing ook niet overal hetzelfde. Steden hanteren andere strategieën om een smart city te creëren (Angelidou, 2016). Dit is logisch aangezien iedere stad een ander startpunt heeft en andere problemen prioriteert die met smart city oplossingen moeten worden aangepakt.

Er worden hele nieuwe steden gebouwd als smart city, zoals bijvoorbeeld de stad Songdo IBD in Zuid-Korea. Dit wordt ook wel een green field smart city genoemd. Ook zijn er zo genoemde brown field smart city projecten, dit zijn smart city projecten uitgevoerd in al een bestaande stad. In bijvoorbeeld Amsterdam laat men zien dat een smart city initiatief goed kan worden uitgevoerd in al een bestaande stad. Amsterdam heeft zelfs in 2012 de prijs World Smart Cities Award en in 2011 de European City Star Award gewonnen met hun smart city initiatief (Angelidou, 2016). Amsterdam gebruikt veel technologieën en veel partijen om allerlei problemen in de stad op een smart manier te kunnen oplossen. Ook worden smart oplossingen gebruikt om bijvoorbeeld het energie gebruik te verminderen (Fitzgerald, 2016).

Er kan ook een verschil zijn in het doel of de aandachtspunten van een stad. Bijvoorbeeld Malmö in Zweden richt haar aandacht voornamelijk op het klimaat, zij wil een klimaat smart city worden (tccertified, 2013). Barcelona focust zich meer op haar bewoners en het verbeteren van hun leef kwaliteit (Angelidou, 2016). Iedere smart city is dus anders en vraagt om verschillende fysieke oplossingen en ontwerpen.

Uit het bovenstaande blijkt dat er niet een standaard manier is om met het concept smart city om te gaan, iedere stad doet dit weer anders. Dit zal verschillend blijven door de verschillende startpunten en doelen van de stad. Door deze verschillen is het niet mogelijk om een standaardisering te laten plaatsvinden. Richtlijnen zijn dan wel mogelijk, maar dit zorgt er nog steeds voor dat elk smart city concept op zichzelf moet worden bekeken.

2.2. Smart city Enschede

Enschede heeft niet het doel om een smart city te worden, maar om de smart city oplossingen te gebruiken voor het helpen oplossen van de problemen. “Smart City is voor Enschede vooral een paraplu om nieuwe en innovatieve oplossingen en werkwijzen te vinden voor de uitdagingen van de stad” (Gemeente Enschede, 2017). Ze willen dus niet alle aspecten die aan smart city gekoppeld zijn behandelen. De gemeente Enschede heeft een paar aspecten gekozen waar zij in hun smart city programma op focussen. Deze aspecten zijn: (open) data (1); slimme binnenstad (2); veiligheid (3); mobiliteit (4); sociaal domein (5); internationaal (6) (Gemeente Enschede, 2017). Vijf van deze focus aspecten worden hieronder toegelicht.

1. (open) Data is nodig als grondbeginsel van een smart city (Gemeente Enschede, 2017). Door gemeentelijke data openbaar te maken en data te combineren komen er meer mogelijkheden. Zoals meer inzichten en wijkgericht werken, maar ook andere vormen van participatie van de inwoners. Doordat de inwoners zelf kunnen meten en meer weten, kan dat de basis vormen voor een samenwerking met de gemeente.
2. De gemeente Enschede wil graag een bruisende binnenstad, een binnenstad waar veel te doen is. Daar past het punt slimme binnenstad erg bij, hiermee wordt technologie ingezet om de beleving in de binnenstad te versterken. Hierdoor wordt het gevoel van een bruisende binnenstad dus versterkt.
3. Bij het onderwerp veiligheid hoort de aanpak van criminaliteit en crowd control. Door data juist te combineren kan dat worden gebruikt om de gemeente veiliger te maken. Ook kan bijvoorbeeld de crowd control verbeteren door bezoekersstromen te meten en die bij de sturen via informatieborden.
4. Mobiliteit is een redelijk groot onderwerp binnen het smart city plan van de gemeente Enschede. Hier gaat het om het verbeteren van de huidige mobiliteit en het ontwikkelen van nieuwe mobiliteit met onbemande voertuigen. Het doel is om de bereikbaarheid van de stad optimaal te houden, door binnen de stad zo weinig mogelijk auto's te gebruiken. De mobiliteit kan worden verbeterd met gebruik van (big)data.
5. Onder sociaal domein valt de hoge werkloosheid, de lage participatiegraad, de armoede en de slechte gezondheid. Hiervoor zal ook data worden ingezet om deze problemen aan te pakken.

De slimme lantaarnpaal is een concept dat onder alle 5 aspecten valt. Het concept is een begin aan een slimme stad of slimme oplossingen. De data die nodig is voor deze slimme oplossingen moet eerst worden verzameld, daar speelt de slimme lantaarnpaal een rol in.

2.3. Slimme lantaarnpaal in de literatuur

In de literatuur worden er toepassingen bedacht voor de lantaarnpaal. Bijvoorbeeld in Cambridge is CitySense getest, hiervoor moesten er 100 computers door de stad worden verspreid en opgebouwen en lantaarnpalen komen. Zelf stellen ze dat het nog wel een uitdaging kan worden aangezien de lantaarnpalen van de gemeente zijn. Verder stellen ze dat het terrein van de universiteit esthetisch achteruit zou gaan hiervan (Rohan Narayana Murty, 2017). Hieruit blijkt dat de praktijk moeilijker kan zijn dan de theoretische uitvoering. De implementatie is een stuk lastiger omdat er veel partijen betrokken zijn in de openbare ruimte.

In een paper van Reinhard Müllner wordt er voorgesteld om slimme verlichting toe te passen om energie te besparen, maar dan moet er wel op iedere lantaarnpaal technologie worden geplaatst en iedere voorbijganger een smartphone bij zich hebben (Reinhard Müllner, 2011). Hierbij kan ook afgevraagd worden of partijen het ermee eens gaan zijn om dit aan een lantaarnpaal te hangen.

Het project “the humble lamppost” was een Europees initiatief om in verschillende steden van Europa slimme lantaarnpalen te realiseren. Dit project is niet uitgevoerd, er is geen literatuur gevonden waarom dit niet gedaan is. Wel zijn er wat documenten over de voorbereiding, hieruit blijkt dat er vooral gedacht is vanuit wat er met de lantaarnpaal kan dan wat er nodig is. Ook wordt hierin goed opgemerkt dat het niet is “one size fits all” maar dat er verschil bestaat in behoefte van steden. (Brosses, 2016) The humble lamppost zou een lantaarnpaal worden die in iedere stad zou passen, echter werd er opgemerkt dat niet iedere stad dezelfde behoeftes had. Hierom zou de humble lamppost aanpasbaar moeten zijn voor iedere stad.

Uit literatuur blijkt dat er weinig wordt onderzocht over de implementatie van een slimme lantaarnpaal. Er worden wel regelmatig praktische zaken belicht in discussiepunten of aanbevelingen. Hieruit blijkt dat er nog weinig kennis over het proces na het idee en het testen aanwezig is.

De meeste rapporten gaan niet verder dan het beschrijven van de testfase van een project. Er is dus weinig geschreven hoe bijvoorbeeld een slimme lantaarnpaal wordt gebruikt, als hij geplaatst is. Wordt er veel gebruik van gemaakt, zijn mensen er tevreden over? Dit zijn vragen die interessant zijn als een slimme lantaarnpaal in overweging wordt genomen.

Voor dit rapport is het volgende doel opgesteld. ***Inventariseren welke (technische en organisatorische) implicaties de implementatie van slimme lantaarnpalen in gemeenten zoals Enschede teweeg brengt. Hiervan de mogelijke complicaties in kaart brengen en waar mogelijk oplossingen voorstellen.***

3. Methode

Voor dit rapport zijn er verschillende methoden gebruikt om de data te verzamelen en te analyseren. Ten eerste is er data verzameld via tekstuele bronnen, sommige via internet, andere vanuit gemeenten aangeleverd.

Daarnaast zijn er verschillende interviews uitgevoerd, in Tabel 1 is er daarvan een overzicht te zien. Het interview met Bert Hendriksen is schriftelijk geweest, de rest is of telefonisch of in persoon uitgevoerd. De gemeenten die zijn geïnterviewd zijn gekozen op basis van dat zij bezig zijn met de slimme lantaarnpaal in verschillende stadia.

Er zijn verschillende vragen gesteld voor de interviews in andere gemeenten en voor de interviews in de gemeente Enschede. Voorbeelden van gestelde vragen bij andere gemeenten zijn:

- Wat is het doel te opzichte van smart city/de slimme lantaarnpaal voor de gemeente?
- Wat is de huidige situatie omtrent van de slimme lantaarnpaal?
- Welke functies zitten er in de slimme lantaarnpaal?

Voorbeelden van gestelde vragen binnen de gemeente Enschede zijn:

- Welke data wordt er al gemeten?
- Welke data zou u nog willen hebben?
- Wat zou u graag aan een slimme lantaarnpaal willen zien?

Tabel 1 overzicht interviews

	Organisatie/functie	Datum interview afgenomen	Bron voor
Arthur Klink	Voorzitter IGOV (Inter Gemeentelijk overleg Openbare Verlichting)	12-10-2017	
Sjaak Roosenboom	Gemeente Almere, Technisch beheeradviseur	2-11-2017	4.2.3. Almere
Bert Hendriksen	Dynniq	24-10-2017	4.2.1. Texel
Marc Stroom	Gemeente Roosendaal, Senior Projectleider Smart Retail City en Verlichtingspecialist	2-11-2017	4.2.2. Roosendaal
Johan Beltman	flow of innovation	8-11-2017	4.2.5. Innovatiepad (Enschede)
Peter van Marle	Gemeente Hengelo	27-3-2018	4.2.4. Hengelo
Stefan Volmer	Beleidsadviseur Leefomgeving (Beheer Openbare Ruimte)	19-10-2017	
Wietse Dijkstra	Senior technisch adviseur openbare verlichting	29-9-2017 13-4-2018	
Kees van der Neut	Verkeerskundige	23-10-2017	
Gerdien Looman	Senior adviseur Concernstaf	20-4-2018	

Deze interviews zijn binnen 24 uur uitgewerkt zodat er geen informatie verloren kon gaan. Hierna zijn ze verwerkt door middel van kwalitatief coderen. Deze informatie is daarna in tabel vorm gezet. Met het gebruik van deze methode kunnen interviews met elkaar vergeleken worden, waardoor de verschillen en overeenkomsten duidelijker zichtbaar worden.

Naast deze interviews hebben er ook informele dialogen plaatsgevonden met werknemers van de gemeente Enschede en met ondernemers van Enschede en Hengelo, deze zijn niet uitgewerkt. Met de werknemers van de gemeente Enschede ging het over de ideeën en meningen over de slimme lantaarnpaal, deze zijn niet uitgewerkt. Dit vormt een algemeen beeld over meningen van medewerkers. Met de ondernemers van Enschede en Hengelo is gesproken tijdens een rondleiding in het centrum van Hengelo om de slimme kleurverlichting die daar geplaatst is te bekijken. Deze gesprekken gingen over wat ze ervan vonden en in welke behoefte het voorziet of zou voorzien.

4. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken, deze zijn onderverdeeld in vijf paragrafen. Eerst wordt het energieakkoord besproken, waarna in de tweede paragraaf de resultaten worden weergegeven van een klein marktonderzoek van de slimme lantaarnpaal. Hierna volgen de resultaten over de verschillende gemeenten uit de interviews in paragraaf 3. Dit is gebruikt samen met de interviews binnen de gemeente Enschede om in paragraaf 4 een overzicht van mogelijke barrières weer te geven. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over de gemeente Enschede, aan het einde van deze paragraaf is een advies voor de gemeente geformuleerd.

4.1. Energieakkoord

In 2013 is het energieakkoord aangenomen, in dit akkoord zijn doelen omtrent het energiezuiniger maken van Nederland geformuleerd. De openbare verlichting wordt ook behandeld in dit akkoord.

De passage over openbare verlichting luidt: *“Openbare verlichting en verkeersregelinstallaties zullen ten opzichte van 2013 20% besparing leveren in 2020 en 50% in 2030. Op weg hiernaartoe is minimaal veertig 50 procent van het bestaande openbare verlichtingspark in 2020 voorzien van slim energiemanagement en energiezuinige (LED) verlichting.”* (SER, 2013) Deze percentages gelden voor het hele land, dus niet iedere gemeente hoeft er volledig aan te voldoen.

Slim energiemanagement wordt niet toegelicht in het rapport, Rijkswaterstaat brengt hier opheldering over. Er worden 2 methoden onderscheiden: *“Anders schakelen dan het standaard zonnewendeschakelen/nachtschakelen aangeboden door de netbeheerder”* en *“Regelen van het lichtniveau (dimmen).”* (Rijkswaterstaat, 2018)

Dit akkoord heeft mogelijk invloed op de besluitvorming rondom nieuwe lantaarnpalen en op de productie van nieuwe lantaarnpalen.

4.2. Slimme lantaarnpaal op de markt

Slimme lantaarnpalen zijn in twee soorten te verdelen, slimme verlichting en multifunctionele lantaarnpalen. Slimme verlichting zorgt voor minder lichtvervuiling en minder energie verbruik, dit kan doormiddel van statisch dimmen en dynamisch dimmen (Klink, 2017).

Uit een eigen internetonderzoek blijkt dat de multifunctionele slimme lantaarnpaal heel verschillend wordt aangeboden, door verschillende bedrijven. Deze multifunctionaliteit kan bij verschillende producten worden gecombineerd met slimme verlichting. Vele functies kunnen worden gegeven aan de lantaarnpaal, voornamelijk kan er gedacht worden over sensoren. Ook Wi-Fi en oplaadpunten voor oplaadbare auto's zijn mogelijke functies voor een lantaarnpaal. In Tabel 2 staat een overzicht van functies voor de multifunctionele lantaarnpaal. Deze lijst is gecreëerd aan de hand van slimme lantaarnpalen die op de markt zijn, echter zullen er nog meer functies mogelijk zijn.

Buiten de verschillende ontwerpen in functies is er ook verschil in ontwerp op esthetisch gebied. Sommige slimme lantaarnpalen hebben alles geïntegreerd, waardoor toegevoegde functies niet opvallen. Anderen hebben slimme modules om aan de paal vast te maken. Er kan ook een combinatie van beide zijn, er kunnen te veel functionaliteiten zijn om weg te werken. Drie voorbeelden van verschillende ontwerpen zijn te zien in Figuur 2. De meest rechtse afbeelding is een voorbeeld voor een module die aan een lichtmast kan worden bevestigd. De andere twee afbeeldingen zijn voorbeelden voor een geïntegreerd ontwerp, doch is er zichtbaar dat er toegevoegde functies zijn.

Naast esthetische verschillen zijn er ook verschillen in installatie. De een kan zo in de grond worden gezet en dan is het klaar, er is dus weinig overlast. Bij een ander kan de bestaande lichtmast worden gebruikt en hoeft alleen het armatuur te worden vervangen. Ook kan het zijn dat het allemaal vervangen en aangesloten moet worden.

Uit Tabel 2 blijkt dat de volgende definitie voor een slimme lantaarnpaal kan worden opgesteld. *Een lantaarnpaal wordt slim genoemd als deze energiezuiniger de openbare ruimte kan verlichten door middel van dimmen of als deze minstens één andere functie heeft die gebruik maakt van stroom naast het verlichten van de openbare ruimte.*



Figuur 2 Van links naar rechts: Soluxio, Smight base tower, tvlight CitySense.

4.2.1. Overzicht functies slimme lantaarnpaal producten

In Tabel 2 staat een overzicht van de bekeken producten en hun functies. De producten zijn aangegeven met de bedrijfsnaam, er is vanuit gegaan dat de bedrijven complete informatie weergeven.

Tabel 2 Overzicht bekeken aangeboden producten (x=aanwezig, o=mogelijkheid)

	Funcities	Smight (Smight, 2018)	Sustainer (Sustainer , 2018)	Soluxio (Soluxio , 2018)	Luminext (Luminex t, 2018)	Tvilight (Tvilight , 2018)	Schréder (Schreder , 2018)
1	Slimme verlichting met sensoren	X				X	
2	Slimme verlichting op afstand bestuurbaar				X	X	
3	Ledverlichting	X	X	X	X	X	X
4	Dimbaar	X	X	X	X	X	X
5	Oplaadpunt elektrische auto's	X					
6	Wi-Fi om data door te geven					X	
7	Ethernet		o				
8	Wi-Fi voor gebruik	X	o				
9	2g/3g/4g		o				
10	Camera	o	o				
11	Sensor CO ₂	o	o				
12	Sensor temperatuur	X	o				
13	Sensor geluid	X	o				
14	Sensor luchtdruk	X					
15	Sensor licht	X					
16	Sensor vocht	X	o				
17	Sensor fijnstof	X					
18	Sensor beweging		o			X	
19	Sensor verkeer	o					
20	Teller		o				
21	Sensor gas	o	o				
22	Zonne-energie			X			
23	Later uit te breiden	X	X			X	X
24	Funcities geïntegreerd in design		X	X	X		

4.3. Slimme lantaarnpaal in Nederlandse gemeenten

Gemeenten zijn bezig met de slimme lantaarnpaal, om een beeld te krijgen waar gemeenten mee bezig zijn op dit gebied zijn er 3 gemeenten geïnterviewd, daarnaast is er een rondleiding geweest in Hengelo. Ook is een bedrijf in Enschede, dat los van de gemeente openbare verlichting heeft toegepast, geïnterviewd. De uitkomst van deze gesprekken wordt hieronder besproken, de bronnen voor de verschillende paragrafen kunnen worden gevonden in Tabel 1 in hoofdstuk 3 methode.

4.3.1. Texel

In de gemeente Texel is slimme verlichting toegepast. Dit project is uitgevoerd om te voldoen aan de energie doelstelling in het energieakkoord. Alle armaturen (ca. 3500) zijn vervangen door Led armaturen met OLC (Outdoor Lamp Controller), hiermee kan elk armatuur individueel in lichtsterkte worden aangepast. Deze armaturen met OLC geven ook terugkoppeling naar een bovenliggend platform over ingestelde dimstanden, of het armatuur stuk is en dergelijke. Daarnaast zijn er op circa 300 locaties bewegingssensoren geplaatst, deze sensoren detecteren verkeer. Standaard staan de armaturen gedimd, wanneer er verkeer passeert gaat de verlichting harder branden, om vervolgens weer in de dim stand te gaan. Tijdens dit project zijn er ook lichtmasten die aan het einde van hun levensduur (ca. 1500) zaten vervangen.

4.3.2. Roosendaal

De gemeente Roosendaal is nu voor slimme lantaarnpalen aan het voorbereiden. Het doel hiervan is om de implementatie van de slimme lantaarnpaal functies te vergemakkelijken voor als die er komen. Nieuwe armaturen die aangeschaft worden zijn compatibel met LoRa (Low power, long Range). De ringweg wordt nu verbouwd, dan worden er gelijk mantelbuizen geplaatst. Overdag staat er geen stroom op de lichtmasten, dit wordt opgelost met simpele voedingsapparaatjes, deze kunnen niet een camera van energie voorzien, maar wel een aantal sensoren.

Naast deze voedingen met de slimme lantaarnpaal wil Roosendaal al vanaf drie jaar geleden geen beheerder meer zijn van de openbare verlichting. Ze willen een dienst afnemen bij een marktpartij, echter bieden marktpartijen nog niet de gewenste dienst. Bedrijven zijn hiervoor nog te veel gericht op het ik en hun eigen kleine onderdeel. Door samenwerking kan één product worden gecreëerd, hiervoor hebben de bedrijven wel een ander verdienmodel nodig. Wanneer dit gebeurd kan er ook beter worden gekeken naar hergebruik en kosten besparing.

4.3.3. Almere

In de gemeente Almere is de openbare verlichting al grotendeels statisch dimbare ledverlichting. Het hoofddoel in de openbare verlichting in Almere is energie besparen. Een leuke bijkomstigheid is dat er een lichtmast staat elke 30 meter. Echter elke camera of sensor die aan deze lichtmasten worden gehangen kosten extra energie, wat het hoofddoel tegensprekt. Extra's worden pas toegepast als er een goed verdienmodel in zit, er moet een meerwaarde zijn. In het centrum wordt een uitzondering gemaakt, daar is veiligheid en openbare orde het meest belangrijk, wat de veiligheid beter maakt wordt toegepast. Ook bij de natuurgebieden wordt een uitzondering gemaakt, licht wordt hier aangepast op leefbaarheid voor de dieren, dit is gedaan door geen wit of geel licht te nemen en het te dimmen. Ook dit mag extra geld kosten van de gemeente om de natuur goed te behouden.

Het gebied rond het Weerwater wordt nu een testgebied, hier gaan verschillende soorten smart city oplossingen getest worden. Dit is nu vol aan de gang. Ook is de gemeente Almere aandacht aan het besteden aan LiFi (light fidelity), dit is WiFi via licht.

4.3.4. Hengelo

In de gemeente Hengelo wordt er veel uitgetoet op het gebied van slimme lantaarnpalen. Zo zijn er onder andere lantaarnpalen van Sustainer, Luminext en Ledlichtnederland geplaatst. Ledlichtnederland heeft kleurenverlichting in de binnenstad geplaatst, met als doel de beleving in de binnenstad te vergroten. De kleurenverlichting is aangesloten op een besloten wifi netwerk en kan worden aangestuurd met een app. Verschillende ondernemers in de binnenstad hebben de app en kunnen het licht van de armaturen aanpassen. Een ondernemer vertelt dat die er erg blij mee is en het helpt bij de sociale veiligheid, opstandjes kan hij makkelijker voorkomen.

4.3.5. Enschede (Innovatiepad)

Flow of Innovation is het bedrijf wat het innovatiepad in Enschede heeft gerealiseerd. Het innovatiepad is een langzaam verkeer verbinding tussen station Enschede Kennispark en de campus van de universiteit van Twente. Langs dit innovatiepad zijn lichtmasten met led armaturen geplaatst, deze armaturen zijn allemaal voorzien van een simkaart. Deze lantaarnpalen zijn gemaakt door Philips en werken met het besturingssysteem citytouch. Op dit systeem kan iedere lichtmast los geregeld worden, hier kan hij aan en uit gezet worden, kan de helderheid aangepast worden. Verder kan daar ook gezien worden of er iets met de lichtmast aan de hand is. Deze lichtmasten zijn aangesloten op een apart stroom- en datanet. Er staat dus ook continu spanning op, dit is wisselspanning. Bij iedere lichtmast is er nog een aansluiting beschikbaar voor een sensor of camera, deze zal dan echter wel aan de mast geplaatst moeten worden aangezien er in de mast geen ruimte voor is. De lichtmast bij het innovatiepad heeft verschillende functies, veiligheid (functionele verlichting), herkenbaarheid en sfeer creëren. Verder kan hij nog meer functies krijgen doordat er een sensor/camera aan kan worden gehangen. De functie veiligheid wordt op die plaats ook nog uitgevoerd door de gemeente, naast de lichtmasten van the flow of innovation staan ook de lichtmasten van de gemeente. De gemeente geeft hiervoor de reden dat de testopstelling met lichtmasten van het innovatiepad niet voldoen aan de veiligheidseisen en minimale verlichtingseisen, daardoor moeten de lichtmasten van de gemeente blijven staan.

4.3.6. Overzicht

De functies zijn weergegeven in nummers, deze nummers corresponderen met de nummers gebruikt in Tabel 2. De barrières zijn in steekwoorden benoemd, zoals deze ook worden benoemd in paragraaf 0. In de kolom fase wordt weergegeven in welk stadium de gemeente is met de slimme lantaarnpaal.

Het overzicht in de tabel is ingevuld met de informatie die verkregen is, er kunnen mogelijk meer functies of barrières zijn, deze zijn echter niet kenbaar gemaakt.

Tabel 3 overzicht gemeenten

Stad	Functies (zover bekend)	Barrière	Fase
Texel	1. Slimme verlichting met sensoren 2. Slimme verlichting op afstand bestuurbaar 3. Ledverlichting 4. Dimbaar		Project afgerond
Roosendaal	23. Later uit te breiden	Stroomvoorziening, product of dienst inkopen, data platform	Algemene voorbereiding
Almere	3. Ledverlichting 4. Dimbaar	Verdienmodel, product of dienst inkopen, data platform	Testfase
Hengelo	Niet specifiek duidelijk		Testfase
Enschede (Innovatiepad)	2. Slimme verlichting op afstand bestuurbaar 3. Ledverlichting 4. Dimbaar 23. Later uit te breiden	Stroomvoorziening	Project afgerond

4.4. Barrières

In het interview met Arthur Klink, voorzitter van de IGOV (Inter Gemeentelijk overleg Openbare Verlichting) zijn er 3 categorieën van barrières opgekomen. Technische barrières zoals, de sterkte van de lichtmast en de stroom aanwezigheid. Politieke of beleids barrières en esthetische barrières.

De barrières die zijn ondervonden door de andere gemeenten en de barrières die worden voorzien door de gemeente Enschede worden in deze categorieën besproken. Deze barrières zijn in de interviews met de verschillende gemeenten en de medewerkers van de gemeente Enschede naar voren gekomen.

4.4.1. Technisch/fysiek

De meest genoemde technische barrière is de stroomvoorziening. Verschillende functies hebben stroom nodig, nu is dit in de nacht niet een probleem, echter staat er overdag in de meeste gemeenten geen stroom op de lantaarnpalen (Dijkstra, 2017). Functies die overdag ook stroom nodig hebben zullen dus een andere manier moeten krijgen om aan stroom te komen.

Een accu die in de nacht aan het stroomnetwerk oplaadt en overdag hiermee stroom afgeeft aan deze functies zou hiervoor een oplossing kunnen zijn. Echter is er vanuit de gemeente Enschede ervaring met kentekencamera's op deze manier laten werken, in de winter is dit een goed werkend systeem, in de zomer zijn de nachten te kort en zal de accu niet genoeg kunnen opladen (Neut, 2017). Een oplossing die Roosendaal toepast zijn simpele voedingsapparaatjes, hier kan wel geen camera aan gehangen worden, maar voor kleine stroomverbruikers is dit een goede oplossing (Stroom, 2017). Ook is er een mogelijkheid om de hele dag stroom te hebben op de lantaarnpalen, echter brengt dit ook complicaties met zich mee bij het aanzetten van de armaturen (Dijkstra, 2017), zoals de afspraken met de netbeheerder en het schakelen van de armaturen. Ook komt hier een veiligheidsrisico bij kijken, dit wordt onder het kopje beleid besproken.

Een technisch aandachtspunt wat in een later stadium optreedt ligt bij de reparateurs. De reparateurs zijn nog niet opgeleid voor de nieuwe technieken in de lichtmast. De reparaties worden complexer en hier moet de reparateur wel op voorbereid zijn (Marle, 2018).

Voordat er data zou worden verzameld via een slimme lantaarnpaal zal er goed moeten worden gekeken of de gegevens die worden verzamelt omgezet kunnen worden naar de juiste data en of deze is samen te voegen met al bestaande data. De software moet verenigbaar zijn (Roosenboom, 2017). Om meer conclusies uit data te kunnen halen zal er data gecombineerd moeten worden, het is mogelijk dat dit moet gebeuren met oude data. Het kan voorkomen dat de twee datasets moeilijk met elkaar te combineren zijn, hierdoor verliest de nieuwe data een deel van zijn toegevoegde waarde. Dit is de reden dat het belangrijk is om af te stemmen of dit soort combinaties mogelijk zijn.

4.4.2. Esthetisch

De lichtmast kan het straatbeeld verbeteren, maar zeker ook verslechteren. Ze zijn bijna niet meer weg te denken uit het straatbeeld. Wanneer er functies aan de lichtmast worden toegevoegd zullen deze ergens ruimte moeten krijgen. In de meeste huidige lichtmasten is daar geen ruimte voor en zal de extra functie aan de paal moeten worden gehangen. Één extra functie zal nog niet erg storend zijn, echter meerdere objecten aan de lichtmast hebben hangend kan veel rust uit het straatbeeld halen. Het zou dus beter zijn als dit in de lichtmast geïntegreerd kan zijn, hiervoor is het mogelijk dat de lichtmast groter wordt, wat ook niet als ideaal wordt gezien (Beltman, 2017). Er zal goed moeten worden overwogen of de extra functie opweegt tegen het esthetische nadeel.

4.4.3. Beleid

De openbare verlichting is een kostenpost voor de gemeente, meer functies aan de lichtmast zal een grotere investering betekenen (Roosenboom, 2017). Deze investering zal wat moeten opleveren mocht dit worden gedaan, daarom is het belangrijk een verdienmodel te hebben. Om deze investering te kunnen doen moet er ook een meerwaarde tegenover staan.

Als er daarnaast met data wordt gewerkt zal er goed gekeken moeten worden hoe dit wordt geregeld. Gaat dit een volledig open systeem zijn, of zitten hier meer kosten aan vast omdat een bedrijf deze data niet open stelt maar de gemeente verkoopt (Stroom, 2017). Voor het smart city doel is een open data netwerk het meest gewenst, echter zitten hier nadelen aan voor de gemeente. Is het wel wenselijk dat iedereen alle data kan vinden? Bijvoorbeeld als Jan ziet dat er in zijn straat geluidsoverlast wordt gemeten, dit kan hij in de data vinden. Het is waarschijnlijk dat hij dan verwacht dat dit wordt opgelost door de overheid. Was dit hetzelfde geweest als Jan deze informatie niet had? Dus voordat een datanetwerk wordt geplaatst zou er goed moeten worden nagedacht over de gevolgen en of dat wenselijk is. (Dijkstra, 2018)

Aan deze twee punten gekoppeld zit de manier van inkopen. Wordt er een product ingekocht of een dienst, hier kan een keuze in worden gemaakt. Echter blijkt de markt nog niet voor de tweede optie open te staan. Hierop volgt wie er verantwoordelijk is voor het product of delen van het product. Dit moet goed duidelijk zijn zodat iedereen zich hierop kan voorbereiden. (Stroom, 2017)

Hiernaast is er nog een privacy kwestie, mag de gemeente wel allemaal data verzamelen? Als er een camera wordt opgehangen moet er met privacy rekening worden gehouden. Met alle data die wordt gemeten zal hier rekening mee moeten worden gehouden, hierdoor kan het zijn dat er niet gemeten kan worden wat er gemeten zou willen worden. (Neut, 2017)

Als dynamische verlichting wordt toegepast is er een veiligheidsbarrière. Dynamische verlichting op fietspaden kan onveilige situaties opleveren. Namelijk er is duidelijker zichtbaar wanneer er iemand aankomt, hierdoor wordt het makkelijker om fietsers te belagen (Looman, 2018). Het zou de veiligheid dus niet ten goede komen.

Als laatste is er nog een punt over veiligheid. Als er de hele dag stroom op een lichtmast staat, of dit nou met een accu is of via het stroomnetwerk, dan kunnen er ongelukken gebeuren met stroom. Als een voertuig nu overdag tegen een lichtmast aanrijdt dan is dat heel vervelend maar vaak overleefd de bestuurder het wel. Echter als dat voertuig in de nacht tegen de lichtmast rijdt is de kans groter dat die het niet overleefd, vanwege de stroom die dan op de lichtmast staat (Dijkstra, 2018). Als deze er ook overdag op staat zal de kans dat de bestuurder een aanrijding met een lichtmast overleefd kleiner worden.

4.4.4. Overzicht barrières

De barrières genoemd in deze paragraaf zijn hieronder kort benoemd, voor overzicht.

Tabel 4 Overzicht barrières

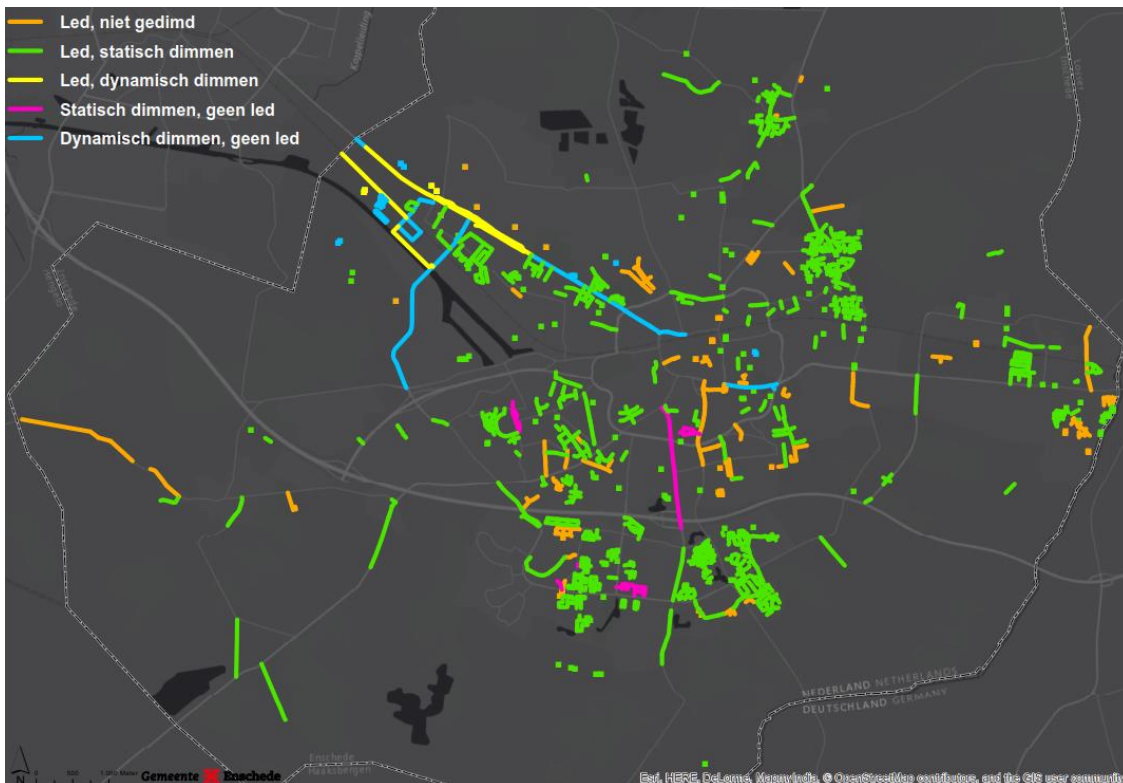
Barrière	Barrière categorie
Stroomvoorziening	Technisch
Niet goed opgeleide reparateurs	Technisch
Nieuwe data mogelijk niet combineerbaar met oude data	Technisch
Verstoring van het straatbeeld	Esthetisch
De investering moet genoeg opleveren	Beleid
Open of besloten data platform	Beleid
Product of dienst inkopen	Beleid
Privacy	Beleid
Veiligheid met stroom	Beleid
Veiligheid dynamische verlichting	Beleid

4.5. Gemeente Enschede eisen en advies

Volgens het energieakkoord moet er behoorlijk wat energie bespaart worden, Enschede is bezig met het overstappen naar led-armaturen en om lichten te dimmen. De overstap naar een led armatuur levert 50% energiebesparing op dat armatuur op. Wordt er daarbij gedimd, dan komt daar nog een extra 10% besparing bovenop (Dijkstra, 2018).

4.5.1. Huidige situatie

De gemeente Enschede heeft bijna 30000 lichtmasten en iets meer armaturen (Gemeente Enschede, 2017). 18% van deze armaturen is ledverlichting (Gemeente Enschede, 2017), waarvan een groot deel dimbaar is. Er wordt statisch gedimd, maar ook dynamisch gedimd, een overzicht hiervan is te zien in Figuur 3. In Enschede zijn er op 5 plekken, zoals de parkeerplaatsen van de Twente stadion, al dynamisch dimbare systemen aangebracht, echter zijn deze nog niet in werking.



Figuur 3 Overzicht openbare dimbare en/of ledverlichting gemeente Enschede (Gemeente Enschede, 2018)

Statisch dimmen gebeurt van 22:30 tot 6:00, dynamisch dimmen is gebaseerd op verkeersintensiteit. De ervaring is dat bewoners en chauffeurs het niet doorhebben als de lichten worden gedimd (Dijkstra, 2018).

In Overijssel is de openbare verlichting aangesloten op een apart energienetwerk, dit energienetwerk is van Enexis. Op dit netwerk staat alleen stroom als de openbare verlichting aan moet zijn. De verlichting gaat aan als het donker genoeg, dit wordt gemeten in de meetstations in Zwolle en Hengelo. Het ontsteken gebeurt dus in twee gebieden.

4.5.2. Wensen en kosten

Enschede is van oudsher al niet de meest rijke gemeente. Ook zijn haar bewoners niet van de tierlantijntjes, iets simpels en functioneels wordt eerder op prijs gesteld. (Dijkstra, 2018)

Alles wat er wordt toegevoegd aan de lantaarnpaal kost geld, de ene mogelijkheid is natuurlijk goedkoper dan de andere maar het kost allemaal geld. Bijvoorbeeld het verschil tussen dynamisch dimmen en statisch dimmen, dynamisch dimmen kost ongeveer 2 keer zo veel. (Dijkstra, 2018)

Andere afdelingen van de gemeente dan openbare verlichting hebben ideeën over wat ze wel op de lichtmast zouden willen zien. Als een bepaalde sensor wordt aangeboden willen ze daar graag gebruik van maken, echter wanneer het kosten plaatje tevoorschijn wordt gehaald is de interesse nagenoeg weg (Dijkstra, 2018). Tijdens de interviews met de medewerkers van de gemeente Enschede zijn er wensen en ideeën besproken, degene die aan mij zijn kenbaar gemaakt kunnen worden gevonden in bijlage A. Hieruit blijkt dat er allerlei wensen en ideeën zijn geuit, welke elkaar nauwelijks overlappen. De meeste wensen en ideeën hebben betrekking op data, deze zijn te realiseren zijn doormiddel van sensoren, welke overeen kunnen komen.

Binnenkort zal de openbare verlichting in de binnenstad vervangen moeten worden. Hiervoor wordt er ook naar slimme oplossingen gekeken. Uit informele dialogen met de ondernemers van Enschede blijkt dat de ondernemers graag zien dat er kleurenverlichting komt zodat de sfeer in de winkelstraat kan worden verbeterd. Dit vonden ze een heel goed idee nadat ze dit in Hengelo hadden gezien.

Grote steden vinden de slimme lantaarnpaal echt de smart city oplossing. Dit komt doordat de binnensteden daar volgebouwd zijn en er dus ruimte gebrek is (Looman, 2018). Als een oplader voor elektrische voertuigen dan in de lantaarnpaal is geïntegreerd, scheelt dat veel ruimte. In Enschede is er geen ruimtegebrek, dus zouden de lantaarnpaal en de oplader voor elektrische voertuigen makkelijk naast elkaar kunnen staan.

Uit het bovenstaande en het energieakkoord volgen de volgende eisen en wensen van de gemeente Enschede voor een slimme lantaarnpaal.

- Zo laag mogelijke kosten
- Simpel
- Energiebesparend

4.5.3. Advies

Voor alle functies die op de lantaarnpaal kunnen, zijn velen voor Enschede niet nodig. De ruimtebesparende oplossingen zijn hier niet nodig, omdat er geen ruimte gebrek is. Sensoren zouden mogelijk op de lantaarnpaal kunnen, maar ze kunnen ook op andere plekken. Alleen omdat het op een lantaarnpaal kan, hoeft het er nog niet op. Kijk per soort sensor of de meerwaarde genoeg is voor de investering, kijk daarna waar ze het meest nuttig zijn. Als hierna blijkt dat het op de lantaarnpaal het meest nuttig is, dan kan het op de lantaarnpaal.

In de toekomst wordt er verwacht dat er meer met de lantaarnpaal gaat gebeuren. Bepaalde sensoren zullen mogelijk hun plek vinden bij de lantaarnpaal. Voorbereiden op dit toekomstbeeld kan in kosten schelen en later de aanblik van de lantaarnpaal niet verstoren. Ook kan dit ruimte geven voor de markt om hierop in te spelen.

Deze mogelijke sensoren zullen een stroomvoorziening nodig hebben. Overdag stroom op lantaarnpalen brengt een veiligheidsrisico en veel beleidscomplicaties met zich mee. Hierdoor zal elke functie die overdag stroom nodig heeft, hier een aparte voedingsbron voor moeten hebben.

Mijn advies voor de gemeente Enschede is om slimme lantaarnpalen te gaan toepassen in de meest simpele variant. Dit betekent een armatuur met ledverlichting die dimbaar is, functie 3 en 4 uit Tabel 2. Daarnaast is een voorbereiding op de toekomst kostenbesparend, daarom adviseer ik ook functie nummer 23, later uit te breiden, toe te voegen. Uit de in Tabel 2 geanalyseerde lantaarnpalen zal Schröder het meest geschikt zijn voor de gemeente Enschede.

In eerste plaats is statisch dimmen het advies, echter zijn er plaatsen waar dynamisch dimmen een meerwaarde heeft. Bijvoorbeeld voor veiligheid bij het Twente stadion kan dynamische verlichting een meerwaarde hebben. De investering van dynamische verlichting kan mogelijk genoeg opbrengen dat dit een juiste investering is.

4.5.4. Advies vervolgonderzoek

Als vervolg op deze studie is het voor de gemeente Enschede handig om wat dingen te na te gaan. Het is verstandig om wat meer ervaring uit te wisselen met de gemeente Hengelo. Ze hebben veel uitgetest en geplaatst, waardoor daar veel van geleerd kan worden. Hierdoor hoeft Enschede het niet zelf ook nog te testen, maar kunnen ze leren van de ervaringen van Hengelo. Dit scheelt veel in kosten.

Daarnaast blijft het goed om van anderen te blijven leren voor iedereen. Al helemaal doordat er veel innovaties zijn en er snel vernieuwingen komen. Het is voordelig om samen te werken om de innovaties te vinden die het meest effectief zijn. Hierop aansluitend kan er met andere gemeenten worden gekeken wat voor mogelijkheden er zijn om functies ergens anders te plaatsen dan op de lantaarnpaal. Er zal hier waarschijnlijk op meer plekken over nagedacht worden.

Verder zal er voor bepaalde functies eerst moeten worden uitgezocht hoe het zit met de privacy, voordat dit veilig kan worden geïmplementeerd.

5. Conclusie

Het probleem wat in de inleiding is geconstateerd houdt in dat er in de gemeente Enschede te weinig kennis is over de implementatie van de slimme lantaarnpaal. Vanuit de literatuur en het probleem kwam het volgende doel naar voren. *Inventariseren welke (technische en organisatorische) implicaties de implementatie van slimme lantaarnpalen in gemeenten zoals Enschede teweeg brengt. Hiervan de mogelijke complicaties in kaart brengen en waar mogelijk oplossingen voorstellen.* Dit doel is bereikt doormiddel van interviews met medewerkers van de gemeente Enschede en andere gemeenten, daarnaast is er literatuur gebruikt en andere tekstuele bronnen.

Uit de resultaten is de volgende definitie voor een slimme lantaarnpaal opgesteld. *Een lantaarnpaal wordt slim genoemd als deze energiezuiniger de openbare ruimte kan verlichten door middel van dimmen of als deze minstens één andere functie heeft die gebruik maakt van stroom naast het verlichten van de openbare ruimte.* Deze definitie gekoppeld aan het energieakkoord maakt dat het energieakkoord aanspoort tot slimme lantaarnpalen.

De implicaties, oftewel barrières, zijn in drie categorieën verdeeld: technische barrières, esthetische barrières en beleidsbarrières. Onder de technische barrières vallen de stroomvoorziening, de reparateurs en valt het combineren van oude data met nieuwe data. De esthetische barrière is het straatbeeld. De beleidsbarrières zijn: Het verdienmodel, het soort data platform, product of dienst, privacy, veiligheid met stroom, veiligheid met dynamische verlichting.

Voor de meeste van deze barrières is de oplossing, denk hierover na of controleer dit. De stroomvoorziening en daarmee de veiligheid met stroom hebben wel een ander soort oplossing. Een kleine voedingsbron is hiervoor de beste oplossing, hierdoor hoeft er geen stroom op de lichtmast te staan overdag.

Voor een slimme lantaarnpaal in de gemeente Enschede gelden de volgende drie eisen en wensen: kosten zo laag mogelijk, simpel en energiebesparend. Mijn advies voor de gemeente Enschede is om slimme lantaarnpalen te gaan toepassen in de meest simpele variant, met mogelijkheden tot toekomstige toevoegingen. Dit betekent een armatuur met ledverlichting die dimbaar is en ruimte om toekomstige sensoren met eigen stroomvoorziening te plaatsen.

6. Discussie

Dit rapport is geschreven voor Enschede over de slimme lantaarnpaal. Hoofdstukken 4.3 “Slimme lantaarnpalen in Nederlandse gemeenten” en 4.4 “Barrières”, zijn mogelijk bruikbaar in andere gemeenten en projecten. Deze hoofdstukken kunnen worden gebruikt om ideeën op te doen en gewaarschuwd te zijn voor mogelijke barrières.

Daarnaast is de validiteit niet optimaal, aangezien de resultaten afhankelijk zijn met wat gemeenten of bedrijven willen laten zien. Zelfs als er over doorgevraagd wordt kan het zijn dat niet alles verteld wordt en er dus geen rekening mee wordt gehouden.

Bij de slimme lantaarnpaal en bij het smart city concept in het algemeen is er veel innovatie en een verandering in vraag en aanbod. In de afgelopen 7 maanden zijn de websites en het aanbod van de onderzochte slimme lantaarnpaal aanbieders deels veranderd. Hieruit blijkt dat de markt veranderd, hierdoor kan dit rapport dus snel deels verouderd zijn. Echter blijven de aandachtspunten gelden, waarbij de conclusies dus ook.

7. Vervolgonderzoek

Een interessant algemeen vervolg onderzoek zou zijn om te onderzoeken wat energiezuiniger is, dynamisch dimmen of statisch dimmen. De extra technologie die nodig is voor dynamisch dimmen verbruikt ook stroom. Echter kan een dynamisch dim systeem wel lager worden gedimd of zelfs uitgezet worden als er niemand is. Wordt er genoeg energie bespaart met dynamisch verlichten dat dit een aanleiding is om dynamische verlichting aan te schaffen.

Bibliografie

- Aloÿs Augustin, J. Y. (2016). A study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things. *Sensors*.
- Angelidou, M. (2016, 7 14). Smart city policies: A spatial approach. *Elsevier*, pp. 3-11.
- Beltman, J. (2017, 11 8). (J. v. Dijk, Interviewer)
- Brosses, C. d. (2016). *Smart cities exporation and Ruban Lab selection for a succesful implementation*. Stockholm.
- Dameri, R. (2013). Searching for Smart City definition: a comprehensive proposal. *International Journal of Computers & Technology* , 2544-2551.
- Dijkstra, W. (2017, 9 29). (J. v. Dijk, Interviewer)
- Dijkstra, W. (2018, 4 13). (J. v. Dijk, Interviewer)
- Fitzgerald, M. (2016). Data-driven city management. *MIT Sloan Management Review*.
- Gemeente Enschede. (2017). *Beleidsplan openbare verlichting*. Enschede.
- Gemeente Enschede. (2017, 10 18). *Enschede doet het licht uit*. Retrieved from Enschede: <https://www.enschede.nl/duurzaam053/nieuws/enschede-doet-het-licht-uit>
- Gemeente Enschede. (2017). *Smart City Agenda Enschede: a Smart Living society*.
- Gemeente Enschede. (2018, 4 10). *Centraal LED lichten enschede*. Retrieved from Enschede: <https://www.enschede.nl/file/5138>
- Hendriksen, B. (2017, 10 24). (J. v. Dijk, Interviewer)
- Kitchin, R. (2016). Datagestuurde stedelijke planning en 'smart cities'. *Justitiële verkenningen*, 23-36.
- Klink, A. (2017, 10 12). (J. v. Dijk, Interviewer)
- Lightmotion. (2018, 4 30). *Features*. Retrieved from Lightmotion: <https://lightmotion.nl/features/>
- Looman, G. (2017, 4 18). Smart City Agenda Enschede.
- Looman, G. (2018, 4 20). (J. v. Dijk, Interviewer)
- Luminext. (2018, 4 30). *Films en brochures*. Retrieved from Luminext: <https://www.luminext.eu/index.php/support/films-en-brochures>
- Marle, P. v. (2018, 3 27). Rondleiding. (J. v. Dijk, Interviewer)
- Neut, K. v. (2017, 10 23). (J. v. Dijk, Interviewer)
- Reinhard Müllner, A. R. (2011). An energy efficient pedestrian aware Smart Street Lighting system. *International Journal of Pervasive Computing and Communications*, 147-161.
- Rijkswaterstaat. (2018, 3 26). *Openbare verlichting in het Energieakkoord*. Retrieved from [rwsleefomgeving](https://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/ovl/energieakkoord/): <https://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/ovl/energieakkoord/>
- Rohan Narayana Murty, A. G. (2017). *CitySense: A Vision for an Urban-Scale Wireless Networking Testbed*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University.

- Roosenboom, J.T.G. (2017, 11 2). (J. v. Dijk, Interviewer)
- Schreder. (2018, 4 30). *Axia2*. Retrieved from Schreder:
<http://internal.schreder.com/zh/products/axia2/>
- SER. (2013). *Energieakkoord*.
- Smight. (2018, 4 30). *Base Tower*. Retrieved from Smight: <https://smight.com/en/base-tower>
- Soluxio. (2018, 4 30). *Downloads*. Retrieved from Soluxio lighting: <https://soluxio.lighting/wp-content/uploads/2017/05/Soluxio-solar-light-brochure-NL.pdf>
- Stroom, M. (2017, 11 2). (J. v. Dijk, Interviewer)
- Sustainer. (2018, 4 30). *Sustainer Anne*. Retrieved from Sustainer:
<http://sustainer.com/nl/producten/sustainer-anne>
- Swabey, P. (2012, 2 23). *IBM, Cisco and the business of smart cities*. Retrieved from information-age:
<http://www.information-age.com/ibm-cisco-and-the-business-of-smart-cities-2087993/>
- tcocertified. (2013, 6 5). *malmo sweden a climate smart city*. Retrieved from tcocertified:
<http://tcocertified.com/news/malmo-sweden-a-climate-smart-city/>
- Tegenlicht, V. (Director). (2016, 6 19). *Slimme steden* [Motion Picture]. Retrieved from Wikipedia:
https://nl.wikipedia.org/wiki/Slimme_stad
- Tvilight. (2018, 4 30). *Products*. Retrieved from Tvilight: <https://www.tvilight.com/lighting-controls/>
- Volmer, S. (2017, 10 19). (J. v. Dijk, Interviewer)

Bijlage A

Wens: Dit wil iemand graag.

Idee: Dit is ook mogelijk.

Probleem: Dit speelt er, is er mogelijk een oplossing.

Wat	Mogelijke functie(s)	Vanuit waar	Wens/Idee/Probleem
Calamiteiten knop voor politie bij gedimde armaturen	App, communicatie middel	Wietse, Kees	Wens op risicovolle plekken, idee
Meting waar mensen zich bevinden	Sensor, camera, communicatie middel	Kees	Wens
Meting waar mensen heen gaan	Sensor, camera, communicatie middel	Kees	Wens
Meting hoeveel mensen	Sensor, camera, communicatie middel	Kees	Wens
Data overdracht zonder kabel	LoRa, WiFi, 3G, LiFi,	Kees	Wens als er data overgedragen moet worden
Veranderbare kleurverlichting voor sfeer binnenstad	Kleurverlichting, dynamisch 'dimmen'	Ondernemers Enschede binnenstad	Wens binnenstad
Luchtkwaliteit	Sensoren	Gerdien, vanuit bewoners	Wens bewoners toekomst
Geluidsoverlast evenementen	Sensoren	Gerdien	Wens
Melding geluidsoverlast	Sensor, communicatie middel	Wietse, Stefan	Probleem in bepaalde gebieden, idee
Inbraak preventie	Sensor, camera, communicatie middel	Wietse	Probleem
Melding wanneer weg onderhoud nodig heeft	Sensor, communicatie middel	Wietse	Probleem, de kosten van het controleren zijn hoog
Vrachtwagens parkeren waar dat niet mag	Sensor, camera, communicatie middel	Wietse	Probleem in bepaalde gebieden
Verkeer rijdt te snel	Sensor, communicatie middel	Wietse	Probleem
Melding ondergrondse afvalcontainers vol	Sensor, communicatie middel	Wietse	Idee
Melding water overlast	Sensor, communicatie middel	Wietse	Idee
Meting verkeersstroom		Wietse	Idee
Meting parkeerplekken		Wietse	Idee
Licht aan waar mensen zijn	Dynamisch dimmen	Wietse	Idee
Lantaarnpalen de groene golf laten aangeven	Kleurverlichting, dynamisch 'dimmen'	Kees	Idee
Licht intensiteit aanpassen op verkeersintensiteit	Dynamisch dimmen	Kees	Idee
Minder lichtvervuiling door andere kleur verlichting	Kleurverlichting	Kees	Idee
Zuinig verlichten	Led, dimmen, geen verlichting	Kees	Idee
Stikstof gehalte meten	Sensor, communicatie middel	Stefan	Idee
Melding stank	Sensor, communicatie middel	Stefan	Idee
Melding vuurwerk	Sensor, communicatie middel	Stefan	Idee
Hitte stress meting	Sensor, communicatie middel	Stefan	Idee

Handhaving	Camera, communicatie middel	Stefan	Idee
Lampen dimmen in de binnenstad	Statisch dimmen, dynamisch dimmen	Stefan	Idee