Bosch & van Rijn
Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht
030 – 677 6466

Auteurs
Hans Kerkvliet MSc.

Opdrachtgever
Provincie Noord-Brabant

Windenergie A-16 Zone

Onderzoek Externe Veiligheid t.b.v. Vergunningaanvraag

Windenergie A-16 Zone

Externe veiligheidsonderzoek t.b.v. Vergunningaanvraag

Datum
5-3-2018

Versie
0.1

Bosch & Van Rijn
Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2018
Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie

Inhoudsopgave

HOOFDSTUK 1	**INLEIDING**	**3**
1.1	*Inleiding*	*4*
1.2	*Voornemen*	*4*
1.3	*Leeswijzer*	*5*
HOOFDSTUK 2	**RISICO-INVENTARISATIE**	**6**
HOOFDSTUK 3	**BEOORDELINGSKADER**	**9**
3.1	*(Beperkt) kwetsbare objecten*	*10*
3.2	*Risicovolle installaties*	*10*
3.3	*Buisleidingen*	*11*
3.4	*Hoogspanningsinfrastructuur*	*12*
3.5	*Spoorwegen*	*12*
3.6	*Infrastructuur*	*12*
HOOFDSTUK 4	**RISICOANALYSE**	**14**
4.1	*Inleiding*	*15*
4.2	*Inrichting 'WP RWS'*	*15*
4.3	*Inrichting 'WP Lage Zwaluwe'*	*21*
4.4	*Inrichting 'Gezamenlijk Plan Zonzeel'*	*31*
4.5	*Inrichting 'WP Nieuwveer'*	*38*
4.6	*Inrichting 'WP Galder'*	*46*
4.7	*Inrichting 'WP De Roover'*	*50*
4.8	*Inrichting 'Breda Hazeldonk'*	*55*
4.9	*Inrichting 'E-3 REF'*	*55*
4.10	*Inrichting 'WP Treeport'*	*60*
4.11	*Inrichting 'E-7 Raedthuys'*	*67*
4.12	*Inrichting 'WP Waavenberg'*	*73*
HOOFDSTUK 5	**CONCLUSIE**	**79**
5.1	*(beperkt) Kwetsbare objecten*	*80*
5.2	*Risicovolle installaties*	*80*
5.3	*Buisleidingen*	*81*
5.4	*Hoogspanningsinfrastructuur*	*82*
5.5	*Spoorwegen*	*83*
5.6	*Infrastructuur*	*83*
HOOFDSTUK 6	**BIJLAGEN**	**85**
BIJLAGE A	**VOORKEURSALTERNATIEF**	**86**
BIJLAGE B	**RISICOCONTOUREN EN WERPAFSTANDEN**	**88**
BIJLAGE C	**BEREKENING WERPAFSTAND**	**90**
BIJLAGE D	**SHORTLIST WINDTURBINETYPES**	**92**
BIJLAGE E	**(BEPERKT) KWETSBARE OBJECTEN**	**93**

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Inleiding

Voorliggend risicoanalyse is opgesteld om de (externe) risico's ten gevolge van nieuw te plaatsen windturbines langs de A16 in de gemeente Moerdijk, Drimmelen, Breda en Zundert inzichtelijk te maken ten behoeve van de vergunningverlening.

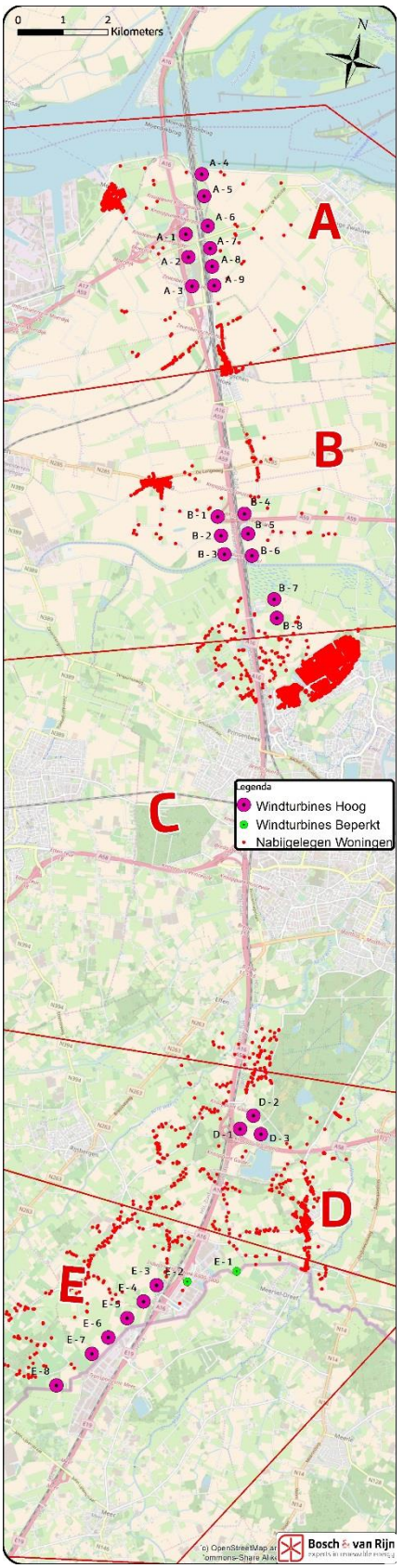
Deze studie toetst de risico's van de windturbines aan de normen zoals beschreven in Hoofdstuk 3.

De onderzochte opstelling is gelijk aan het *voorkeursalternatief* (hierna: VKA) uit het milieueffectrapportage (hierna: MER) dat voor het windplan A16 is opgesteld. Voor het VKA liggen de windturbinelocaties vast, maar is er een bandbreedte voor de ashoogte, rotordiameter en tiphoogte mogelijk gemaakt.

In dit rapport zijn de onder- en bovengrens doorgerekend van een bandbreedte, bestaande uit totaal vier typen windturbines. Deze types zijn gekozen uit een niet uitputtende lijst die qua afmetingen binnen het VKA passen.

1.2 Voornemen

Het plangebied van het voornemen strekt zich ca. 1 km uit aan weerszijden van de A16 vanaf de Moerdijkbrug tot aan de grens met België bij Hazeldonk. In totaal worden 28 windturbines mogelijk gemaakt, waarvan 2 'beperkte' windturbines en 26 'hoge' windturbines.
Het gebied waarbinnen de windturbines komen is opgedeeld in vijf deelgebieden, die ook weer meerdere inrichtingen kunnen bevatten. In totaal zijn er 11 inrichtingen. De totale opstelling is te zien in het figuur hiernaast en is beschreven in Tabel 1.



Figuur 1: Ligging van de beoogde windturbines en omliggende woningen (rode stipjes in kaart).

Tabel 1 Beschrijving van de inrichtingen

Deelgebied	Cluster	Inrichtingen	Aantal wtbs	Initiatiefnemer
A	Klaverpolder	WP RWS	3	Rijkswaterstaat
		WP Lage Zwaluwe	6	Nuon
B	Zonzeel	Gezamenlijk plan Zonzeel	6	Raedthuys/Izzy/Eneco
		WP Nieuwveer	2	Verhoef
D	Galder	WP Galder	3	Raedthuys/REF
E	Hazeldonk	WP de Roover	1	Landzeel BV
		WP Breda Hazeldonk	1	Yard
		E-3 REF	1	REF
		WP Treeport	3	Eneco/BCT
		E-7 Raedthuys	1	Raedthuys
		WP Waayenberg	1	Landzeel BV

Verder worden er voor de windturbines twee klassen aan windturbines onderzocht, waarbij voor elke klasse een onder- en bovengrens onderzocht worden.

Tabel 2 – Windturbineklassen van de beoogde windturbines

Klasse	Ashoogte (m)	Rotor (m)	Tiphoogte (m)
Beperkt	90-110	90-110	135-165
Hoog	122-142	136-150	190-210

De aantallen windturbines staan in Tabel 2.

Tabel 3 – Aantallen van de beoogde windturbines

Alternatief	Aantal windturbines		
	beperkt	hoog	totaal
VKA	2	26	28

De locaties van de windturbines[1] zijn in bovenstaande figuur weergegeven. In het figuur zijn ook nabijgelegen woningen gemarkeerd. Hiervoor is als bron voor de adresgegevens de Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG) uit januari 2018 gebruikt.

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 worden de externe veiligheidsrisico's van de windturbines beschreven. Verder zal in dit hoofdstuk worden ingegaan op de risico's in de omgeving en de relevante objecten in het risicogebied. Hoofdstuk 3 bevat het toetsingskader voor de beoordeling van de (toename) van de externe veiligheidsrisico's. Hierbij wordt alleen ingegaan op de relevante aspecten in het plangebied. In Hoofdstuk 4 worden de risico's van de windturbines op de relevante objecten per inrichting geanalyseerd. Indien nodig zullen er ook berekeningen worden opgenomen om tot conclusies te komen. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies waarin de berekende waarden worden getoetst aan het in Hoofdstuk 3 beschreven beoordelingskader.

[1] De exacte locaties van de windturbines zijn gegeven in Bijlage A.

Hoofdstuk 2 Risico-inventarisatie

Risico's van een windturbine voor de omgeving bestaan uit 3 typen falen:

1. het afbreken van (een gedeelte van) een windturbineblad,
2. het omvallen van een windturbine door mastbreuk,
3. en het naar beneden vallen van de gondel en/of rotor.

Het afbreken van een windturbineblad vormt een risico binnen de straal van de maximale werpafstand. Hierbij worden twee scenario´s onderscheiden; werpafstand bij nominaal toerental en de werpafstand bij overtoeren. Het omvallen van een windturbine vormt een risico binnen een straal van de maximale valafstand van de windturbine (tiphoogte). Het naar beneden vallen van de gondel en/of rotor vormt een risico binnen een afstand van de wieklengte.

Op basis van de afmetingen van de bandbreedte van het VKA is een shortlist opgesteld met gangbare windturbinetypes (Bijlage D). Voor deze gangbare windturbinetypes zijn op basis van generieke faalfrequenties (Bijlage A, Handboek Risicoberekeningen Windturbines (HRW) 2014), het kogelbaanmodel (Bron: Bijlage C, HRW 2014) en parameters van de specifieke windturbinetypes de werpafstanden en risicocontouren berekend (Bijlage C). De grootste en kleinste werpafstanden uit de shortlist worden overgenomen ten behoeve van de referentiewindturbine voor de onder- en bovengrens. Hieruit volgen de volgende afstanden:

Tabel 4 Risicocontouren en maximale werpafstanden van onderzochte windturbinetype

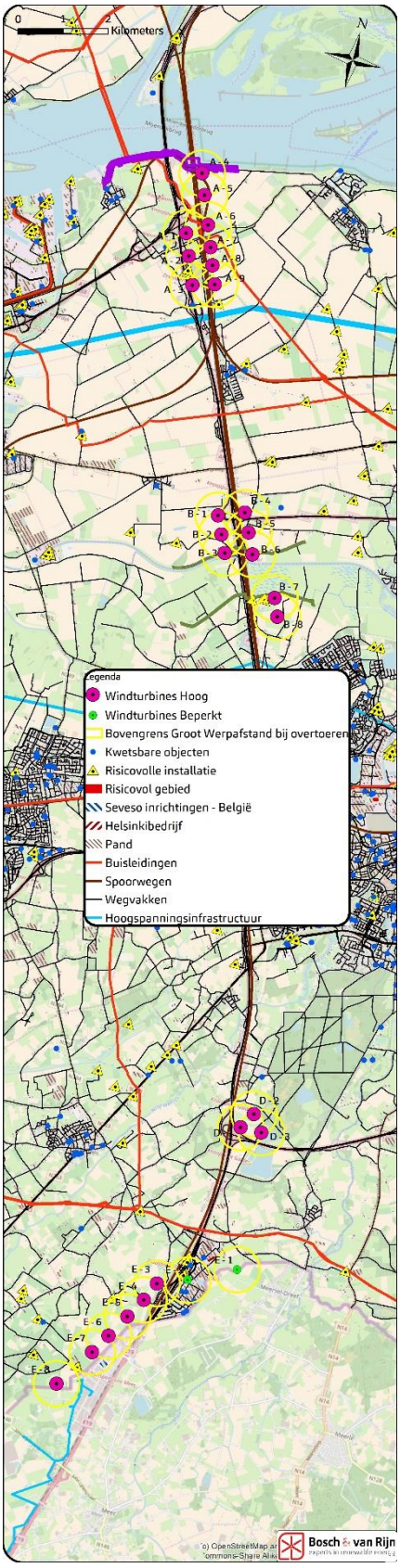
Variant	Wtb type	Ashoogte (m)	Risicocontouren (m) 10^{-5}	Risicocontouren (m) 10^{-6}	Max. werpafstand (m) Bij nominaal toerental	Max. werpafstand (m) Bij overtoeren
Windturbineklasse Beperkt						
Onder	Ref. WTB	90	45	128	128	340
Boven	Ref. WTB	110	55	177	177	488
Windturbineklasse Hoog						
Onder	Ref. WTB	122	68	138	138	340
Boven	Ref. WTB	135	75	191	191	508

De windturbines kunnen een risico verhogend effect hebben op nabijgelegen gebouwen, installaties en infrastructuur. Om voor het A16-zone te bepalen welke onderwerpen relevant zijn wordt eerst de maximale werpafstand bij overtoeren van windturbineklasse hoog in kaart gebracht en daarbinnen de onderwerpen gedefinieerd die relevant zijn.

Uit naastgelegen figuur blijkt dat de volgende onderwerpen relevant[2] zijn:

- **(Beperkt) kwetsbare objecten:** Er bevinden zich verschillende panden en kwetsbare objecten binnen de werpafstand bij overtoeren.
- **Risicovolle installaties:** Er bevinden zich meerdere risicovolle installaties binnen de werpafstand bij overtoeren.
- **Buisleidingen:** Er bevinden zich verschillende buisleidingen binnen de werpafstand bij overtoeren. Wanneer er voor deze buisleidingen niet wordt voldaan aan de adviesafstand zal de trefkans bepaald worden.
- **Hoogspanningsinfrastructuur:** Nabij de zuidelijke windturbines lopen ondergrondse hoogspanningskabels van TenneT.
- **Spoorwegen:** Er bevindt zich een spoorweg in de buurt van de windturbines.
- **Infrastructuur:** De A16 ligt nabij de windturbines. Verder zijn er overige openbare wegen en vaarwegen nabij de windturbines.

NB. Voor windturbines geldt dat het groepsrisico, vanuit het activiteitenbesluit, geen beoordelingskader is voor windturbines. Hierdoor hoeft er niet worden ingegaan op het groepsrisico in onderhavig document.



[2] Relevant houdt in dat deze onderwerpen zich bevinden binnen de invloedssfeer van de windturbines.

Hoofdstuk 3 Beoordelingskader

3.1 (Beperkt) kwetsbare objecten

De normstelling omtrent windturbines en objecten waar personen verblijven volgt uit het Activiteitenbesluit:

1. Het plaatsgebonden risico voor een **buiten de inrichting gelegen kwetsbaar object**, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan **10^{-6} per jaar**.
2. Het plaatsgebonden risico voor een **buiten de inrichting gelegen beperkt kwetsbaar object**, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan **10^{-5} per jaar**.

Zie Bijlage E voor de definities kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten.

Op de 10^{-6} contour heeft een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, een kans op overlijden van één keer in de miljoen jaar als rechtstreeks gevolg van een falende windturbine. Op de 10^{-5} contour is deze kans één keer in de honderdduizend jaar.

3.2 Risicovolle installaties

Indien de windturbines niet substantieel bijdragen aan een verhoging van de risico's van de inrichting zullen de voor de inrichting geldende risicoafstanden niet significant wijzigen. Dat betekent dat toetsing aan de afstanden tot (beperkt) kwetsbare objecten ook na plaatsing van de windturbines niet tot belemmeringen leidt. Om dit te toetsen kan in eerste instantie naar de toename van de catastrofale faalfrequentie van risicovolle installaties behorende tot de inrichting worden gekeken. Indien deze toename een bepaalde richtwaarde niet overschrijdt dan is plaatsing van de windturbine uit oogpunt van risicobeoordeling toegestaan. Als uitgangspunt voor deze richtwaarde wordt volgens het Handboek Risicozonering Windturbines[3] 10% gehanteerd.

Indien de toename deze richtwaarde overschrijdt, is plaatsing niet direct uitgesloten, maar wordt door een uitgebreidere analyse bepaald of er na plaatsing nog steeds voldaan wordt aan de normen uit het BEVI en Bevb:

- *De grenswaarde, bedoeld in artikel 4, eerste lid, voor kwetsbare objecten is 10^{-6} per jaar.*
- *De richtwaarde, bedoeld in artikel 4, tweede lid, voor beperkt kwetsbare objecten is 10^{-5} per jaar.*

[3] Handboek Risicozonering Windturbines, 2014.

Artikel 4 Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen
1. Het bevoegd gezag neemt bij de beslissing op een aanvraag om een omgevingsvergunning voor een activiteit als bedoeld in artikel 2.1, eerste lid, onder e, onder 1°, van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht de grenswaarde, genoemd in artikel 6, eerste lid, in acht.
2. Het bevoegd gezag houdt bij de beslissing op een aanvraag als bedoeld in het eerste lid rekening met de richtwaarde, genoemd in artikel 6, tweede lid.

Artikel 6 Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen
1. De grenswaarde, bedoeld in artikel 4, eerste lid, voor al dan niet geprojecteerde kwetsbare objecten is 10^{-6} per jaar.
2. De richtwaarde, bedoeld in artikel 4, tweede lid, voor al dan niet geprojecteerde beperkt kwetsbare objecten is 10^{-5} per jaar.

3.3 Buisleidingen

Voor gasleidingen hanteert Gasunie N.V. een adviesafstand waarbuiten geen substantiële negatieve invloed van een windturbine is te verwachten. Deze afstand is de hoogste waarde van de maximale werpafstand bij nominaal toerental of masthoogte + 1/3de rotordiameter. (bron: Het beleid van Gasunie Transport Services inzake het veilig plaatsen van windturbines bij haar gasinfrastructuur – 31-07-2015).

Bij in acht nemen van bovenstaande afstanden zal voor ondergrondse leidingen de plaatsing van de windturbines niet leiden tot een (significante) verhoging van de faalkans van de gasinfrastructuur, waardoor ook het risico voor de omgeving door de aanwezigheid van de gasinfrastructuur niet (significant) zal toenemen en de transport- en leveringszekerheid van het aardgas niet (significant) worden aangetast.

Als er aan bovenstaande afstanden niet kan worden voldaan dan is plaatsing van de windturbines voor Gasunie[4] slechts acceptabel als:

- Er géén 10^{-6} per jaar contour ontstaat die bij Besluit externe veiligheid buisleidingen(Bevb)-transportleidingen tot buiten de belemmeringenstrook reikt en bij Bevi-inrichten tot buiten het hekwerk reikt als die 10^{-6} per jaar contour vóór plaatsing van de windturbines ook niet buiten de belemmeringstrook resp. het hekwerk reikte. Dat betekent dat voor situaties waar het PR niveau binnen de belemmeringstrook resp. het hekwerk lager is dan 10^{-6} per jaar, het PR wel mag toenemen tot maximaal 10^{-6} per jaar[5];
- De PR 10^{-6} per jaar contour niet groter wordt als die vóór de plaatsing van de windturbines al wel buiten de belemmeringenstrook resp. het hekwerk reikte;

- De frequentie dat een inrichting die onder het Activiteitenbesluit Milieubeheer valt door een onderdeel van de windturbines wordt getroffen lager is dan:
  - $5x10^{-6}$ per jaar voor meet- en regelstations en exportstations;
  - $2,5x10^{-4}$ per jaar voor gasontvangstations.

[4] Bron: Het beleid van Gasunie Transport Services inzake het veilig plaatsen van windturbines bij haar gasinfrastructuur – 31-07-2015.
[5] PR: persoonsgebonden risico.

3.4 Hoogspanningsinfrastructuur

Er bestaat geen wettelijk kader voor de invloed van windturbines op hoogspanningsleidingen. TenneT heeft in het Handboek Risicozonering (versie 3.1, 2014) een adviesafstand opgenomen voor het transportnetwerk van 110kV tot en met 380kV. Deze adviesafstand is gelijk aan de hoogste waarde van de maximale werpafstand bij nominaal toerental en tiphoogte.

Dit betreft echter geen wettelijke grenswaarde. Wanneer er niet wordt voldaan aan de afstandseis, vraagt TenneT om met hen in overleg te treden. TenneT zal op basis van het concrete geval bepalen welk risico voor het betreffende asset op dat moment aanvaard kan worden. Als eerste richtlijn kan gebruikt worden dat windturbine(s) de kans op falen van de verbinding met 10% mag verhogen. Deze additionele faalkans wordt gerelateerd aan de al aanwezige faalkans van de verbinding tussen de aangrenzende verdeel- of transformatorstations. Aangezien er geen standaard faalfrequentie van een hoogspanningsverbinding bestaat, dient in alle gevallen overleg en afstemming met TenneT plaats te vinden.

3.5 Spoorwegen

Voor spoorwegen hanteert ProRail een afstandseis tussen windturbines en spoorwegen. De afstandseis die gehanteerd wordt tussen windturbines en het dichtst bij gelegen spoor is minimaal 7,85 meter + halve rotordiameter, gemeten vanuit het hart van het dichtstbijzijnde spoor, met een minimum van 30 meter (Handboek Risicozonering Windturbines, 2014).

3.6 Infrastructuur

<u>Rijkswegen</u>
Voor Rijkswegen zijn generieke afstanden berekend waarbuiten er geen ontoelaatbare risico's voor passanten plaatsvinden. Het document "*Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken*" staan de minimale afstanden tot Rijkswegen gegeven:

"Langs rijkswegen wordt plaatsing van windturbines toegestaan bij een afstand van ten minste 30m uit de rand van de verharding of bij een rotordiameter groter dan 60m, ten minste de halve diameter".

<u>Vaarweg</u>
Voor vaarwegen geldt dat windturbines zijn toegestaan bij een afstand van ten minste 50 meter van de vaarweg.[6]

[6] Er is een nieuwe regeling in voorbereiding waarin staat dat de afstand van windturbines tot de vaarweg minimaal gelijk moet zijn aan de wieklengte + 30 meter. In dit rapport wordt al getoetst aan de nieuwe adviesafstand.

"Individuele passantenrisico (IPR)

Voor het risico voor de passant is een risicomaat gekozen die aansluit bij de individuele beleving van de passant, namelijk de overlijdenskans per passant per jaar. Hierbij wordt de passant gevolgd gedurende zijn bezigheden in de nabijheid van het windturbinepark.

De initiatiefnemer die een of meerdere windturbines wil plaatsen dient aan te tonen dat het maximale toelaatbare Individueel Passanten Risico IPR niet wordt overschreden op de infrastructuur in de nabijheid van de turbine. De grens is vastgesteld van honderzestig kilometer per uur. Een generiek IPR van 10^{-6} wordt aangehouden voor alle infrastructuur waarop de wettelijk toelaatbare snelheden de honderdzestig kilometer per uur niet overschrijden, en een generiek IPR van 10^{-7} op infrastructuur waarop wettelijk toelaatbare snelheden boven de honderdzestig kilometer per uur bestaan.

Maatschappelijk risico

Er zijn verschillenden maten te kiezen voor het maatschappelijk risico. Rijkswaterstaat en ProRail hanteren het criterium dat er jaarlijks niet meer dan $2*10^{-3}$ passanten mogen overlijden. In het externe-veiligheidsbeleid voor stationaire installaties of vervoersactiviteiten wordt uitgegaan van groepsrisicocurven of FN-curven. Groepsrisicocurves hebben alleen betekenis voor 'kleine-kans-groot-gevolg'-ongevallen met slachtofferaantallen groter dan 10 per ongeval. Uit studies ref. [2, 4, 5, 6] blijkt dat bij windturbineparken in de nabijheid van rijkswegen altijd ruimschoots aan de groepsrisiconorm wordt voldaan."

Hoofdstuk 4 Risicoanalyse

4.1 Inleiding

In onderstaande paragraven zal worden ingegaan op de (externe) risico's van de windturbines per inrichting ten behoeve van de vergunningverlening. Per inrichting zal inzichtelijk worden gemaakt of er wordt voldaan aan de adviesafstanden en normen.

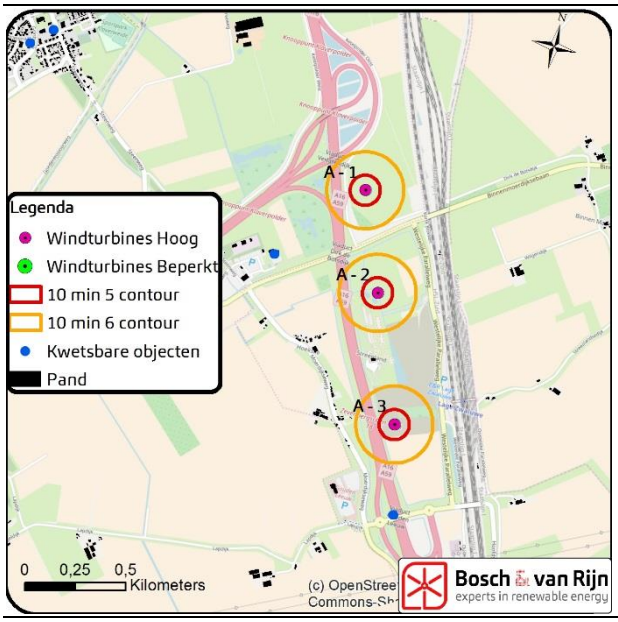
NB. Indien verschillende inrichtingen een risico verhogend effect hebben op een zelfde object (bv. een risicovolle installatie) dan wordt de risicoverhoging cumulatief beschouwd en moet er cumulatief voldaan worden aan de toetsingswaarden.

4.2 Inrichting 'WP RWS'

4.2.1 *(Beperkt) kwetsbare objecten*

De berekende 10^{-5} en 10^{-6}-contouren zijn weergegeven op kaart. Per windturbinelocatie is nagegaan of (geprojecteerde) kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten[7] aanwezig zijn (bron: BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto). Voor de gebouwen binnen de 10^{-6}-contour is nagegaan of sprake is van een kwetsbaar object (risicokaart.nl, BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto).
In onderstaande figuur zijn de risicocontouren en werpafstanden van de referentiewindturbinetype te vinden.

Figuur 2 Risicocontouren rond de windturbines bovengrens, inrichting 'WP RWS'



[7] (beperkt) kwetsbare objecten op Belgisch grondgebied zijn ook meegenomen in de analyse.

Op basis van de berekende risicocontouren en objecten kent het plangebied voor de bovengrens van inrichting 'WP RWS' geen (geprojecteerde) aandachtspunten. Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contouren. Hiermee wordt er voldaan aan het Activiteitenbesluit voor de bovengrens.
Aangezien op basis van de bovengrens voldaan wordt aan het Activiteitenbesluit is dit ook het geval voor de ondergrens, omdat het hier om kleinere risicocontouren gaat.

4.2.2 *Risicovolle Installaties*

Figuur 3 Werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren rond de windturbines (inrichting WP RWS)

Op basis van de ingetekende werpafstanden, de luchtfoto en risicokaart.nl zijn de risicovolle installaties bepaald welke zich binnen de maximale werpafstanden bevinden.

Tabel 5 Risicovolle installaties binnen maximale werpafstand van geplande turbines (Inrichting WP RWS, bovengrens)

Windturbine	Installatie	Afstand tot installatie (m)
A-2	Esso – Vulpunt	305
A-2	Esso- LPG Reservoir	334
A-2	Esso - LPG Aflevering Installatie 1	361
A2	Esso - LPG Aflevering Installatie 2	365
A-3	Esso – Vulpunt	358
A-3	Esso- LPG Reservoir	327
A-3	Esso - LPG Aflevering Installatie 1	320
A-3	Esso - LPG Aflevering Installatie 2	318
A-3	Emplacement Lage Zwaluwe	400

Doordat alle afstanden groter zijn dan de tiphoogte en werpafstand bij nominaal toerental heeft alleen het scenario 'Wiekbreuk bij overtoeren' een risico verhogend effect op de installaties.

4.2.2.1 Trefkansberekening

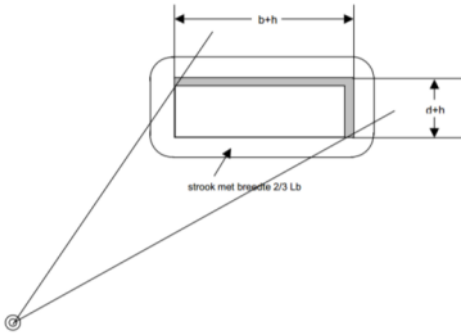
Rekenmethode wiekbreuk *(Handboek Risicozonering Windturbines)*
Om de trefkans van een object met hoogte h, breedte b, en diepte d te berekenen wordt uitgegaan van een geprojecteerd grondoppervlak:

De kans dat het zwaartepunt van de wiek in het geprojecteerde oppervlak terecht komt is:

$$P_{od} = P_{zwpt} \cdot A_{pt}$$

Waarin:
P_{zwpt} = trefkans van het zwaartepunt van het blad (*berekend volgens HRW 2014*).
A_{pt} = (b+h)·(d+h)

Het object kan direct door het zwaartepunt worden getroffen, maar het is ook mogelijk dat het zwaartepunt van het blad binnen een afstand van 2/3 L_b (lengte afgebroken blad) inslaat. In dit geval kan het object nog door het blad worden geraakt aangezien het zwaartepunt zich op ongeveer 1/3 van het blad bevindt. Deze kans loopt van 0,0 naar 1,0 van de buitenrand van de 2/3 L_b strook tot het object.



De kans dat het zwaartepunt in de strook met breedte 2/3 L_b rondom de tank terechtkomt is:

$$P_{oi} = P_{zwpt}\left((2b + 2d) \cdot {}^{1}/_{3} \cdot L_b + \frac{\pi}{3} \cdot \left({}^{2}/_{3} \cdot L_b\right)^2\right)$$

Om de totale trefkans te bereken dat een installatie wordt getroffen door een blad worden de twee bovenstaande parameters bij elkaar opgeteld:

$$\boldsymbol{Po = Pod + Poi}$$

4.2.2.2 Resultaten trefkansen risicovolle installaties

Via bovenstaande methoden zijn de trefkansen berekend voor de risicovolle installaties van de bovengrens waarbij de trefkans van de installatie de som is van de scenario's van de falende windturbines. De resultaten worden weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 6 Trefkansen risicovolle installatie bovengrens

Installatie	Totale trefkans
Esso – Vulpunt	$1{,}67*10^{-8}$
Esso – LPG Reservoir	$1{,}67*10^{-8}$
Esso – LPG Aflevering Installatie 1	$1{,}64*10^{-8}$
Esso – LPG Aflevering Installatie 2	$1{,}65*10^{-8}$
Emplacement Lage Zwaluwe	$9{,}37*10^{-9}$

4.2.2.3 *Faalkansverhoging*

De berekende trefkans voor de bovengrens wordt vergeleken met de intrinsieke faalkans van de risicovolle installatie (faalkansen van alle catastrofale scenario's bij elkaar opgeteld). De intrinsieke faalkans wordt als volgt onderbouwd:

Tabel 7 Onderbouwing intrinsieke faalkansen van risicovolle objecten (Bron: Handleiding Risicoberekeningen BEVI)

Object	Faalkans scenario`s (weergegeven tussen haakjes)
Opslagtanks gevaarlijke stoffen	De mogelijke catastrofale scenario`s zijn het vrijkomen van de gehele inhoud ($5*10^{-6}$) en het vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom ($5*10^{-6}$).

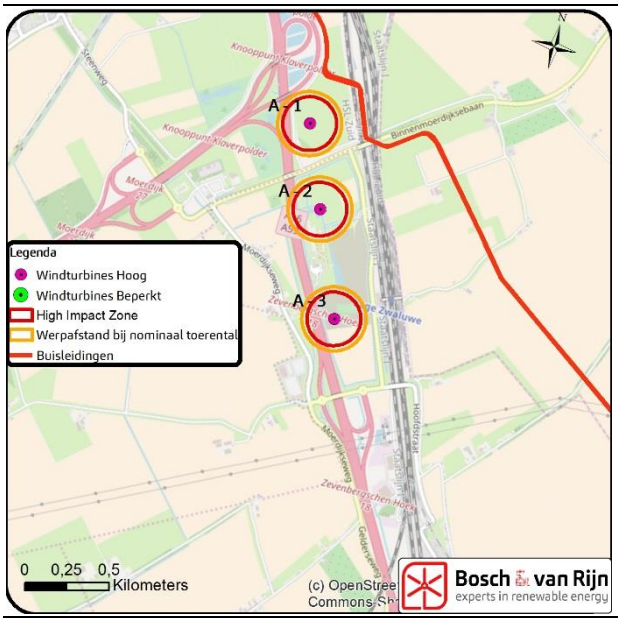
Onderstaande tabellen bevat de vergelijking van trefkans van de windturbines met de intrinsieke faalkans van de installatie.

Tabel 8 Verhoging faalkans van risicovolle object - Bovengrens

Installatie	Intrinsieke faalkans	Trefkans	Verhoging faalkans
Esso - LPG Vulpunt	1,0E-5	$1,67*10^{-8}$	0,17%
Esso - LPG Reservoir	1,0E-5	$1,67*10^{-8}$	0,17%
Esso - LPG aflevering installatie 1	1,0E-5	$1,64*10^{-8}$	0,16%
Esso - LPG aflevering installatie 2	1,0E-5	$1,65*10^{-8}$	0,17%
Emplacement Lage Zwaluwe	1,0E-5	$9,37*10^{-9}$	0,09%

4.2.3 *Buisleidingen*

Figuur 4 Buisleidingen en windturbines inrichting 'WP RWS'

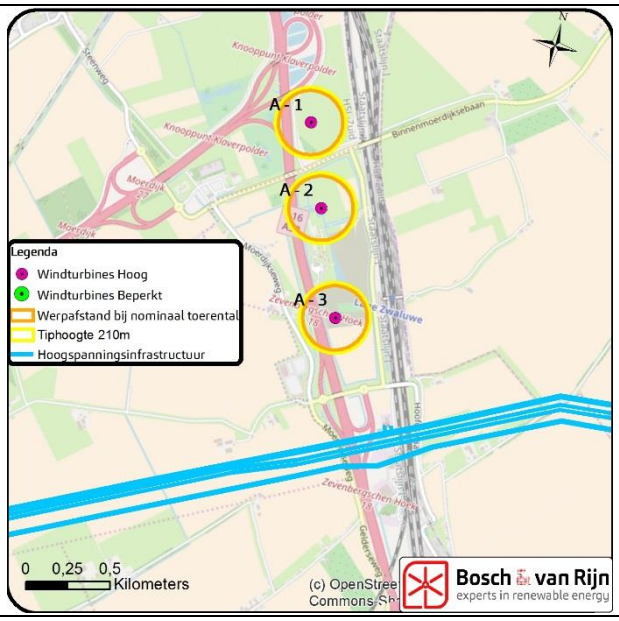


Uit bovenstaande figuur is te concluderen dat er geen infrastructuur van Gasunie zich binnen de werpafstand bij nominaal toerental of de High Impact Zone (HIZ) bevindt. Hierdoor is het mogelijk om op te maken dat de infrastructuur van Gasunie geen substantiële trefkans ondervindt als gevolg van de plaatsing van de windturbines.

Aangezien op basis van de bovengrens wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie is dit ook het geval voor de ondergrens aangezien de werpafstand bij nominaal toerental of ashoogte + 1/3de wieklengte van de ondergrens lager is dan de werpafstand bij nominaal toerental van de bovengrens.

4.2.4 *Hoogspanningsinfrastructuur*

Figuur 5 Hoogspanningsinfrastructuur en windturbines inrichting 'WP RWS'

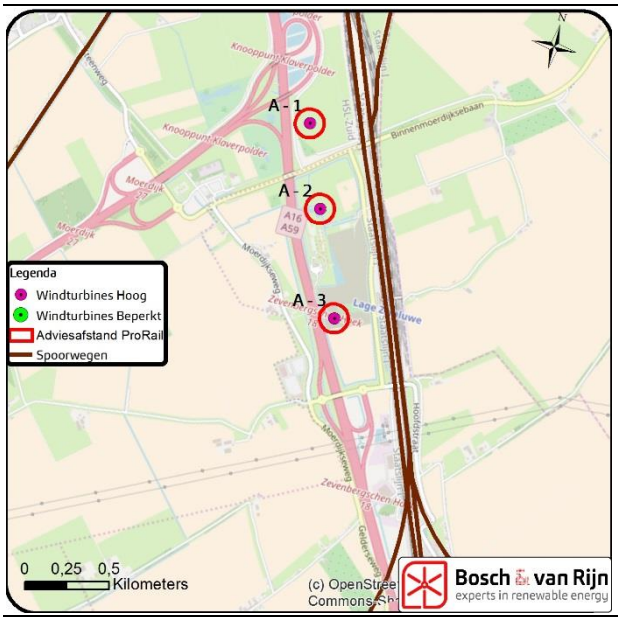


Voor de locatie geldt dat geen hoogspanningsleidingen zijn gelegen binnen de invloedsfeer van de windturbines. Er zijn derhalve geen aandachtspunten.

4.2.5 *Spoorwegen*

Voor de beoogde windturbines is onderzocht of er wordt voldaan aan de adviesafstand van ProRail (halve rotordiameter + 7,85 meter). Tevens is er gekeken of er een vergunning nodig is voor de realisatie van de windturbines. Dit is nodig indien de afstand kleiner is dan de halve rotordiameter + 11 meter.

Figuur 6 Spoorwegen en windturbines inrichting 'WP RWS'



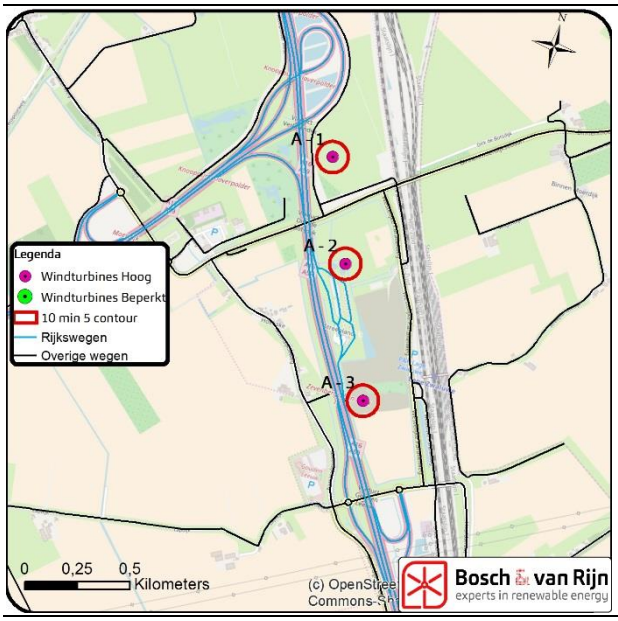
Uit bovenstaande figuur blijkt dat er zich geen spoorweg bevindt binnen de vergunning vrije zone van ProRail. Hiermee wordt er ook automatisch voldaan aan de adviesafstand.

4.2.6 *Infrastructuur*

Voor de bovengrens is nagegaan of een windturbine over een (openbare) weg draait. Indien er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de in paragraaf 3.6 genoemde beleidsregel. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Uit onderstaande figuur blijkt dat er geen overdraai plaatsvindt over een openbare weg. Doordat er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de beleidsregel. Dit geldt ook voor de ondergrens, aangezien de wieklengte van de ondergrens kleiner is dan de bovengrens.

Figuur 7 **Wieklengte en wegen Inrichting 'WP RWS'**

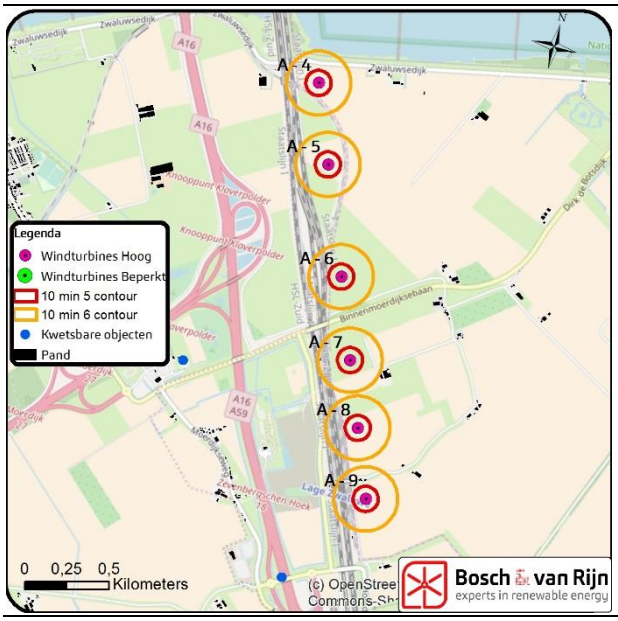


4.3 Inrichting 'WP Lage Zwaluwe'

4.3.1 *(Beperkt) kwetsbare objecten*

De berekende 10^{-5} en 10^{-6}-contouren zijn weergegeven op kaart. Per windturbinelocatie is nagegaan of (geprojecteerde) kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten aanwezig zijn (bron: BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto). Voor de gebouwen binnen de 10^{-6}-contour is nagegaan of sprake is van een kwetsbaar object (risicokaart.nl, BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto).
In onderstaande figuur zijn de risicocontouren en werpafstanden van de referentiewindturbinetype te vinden.

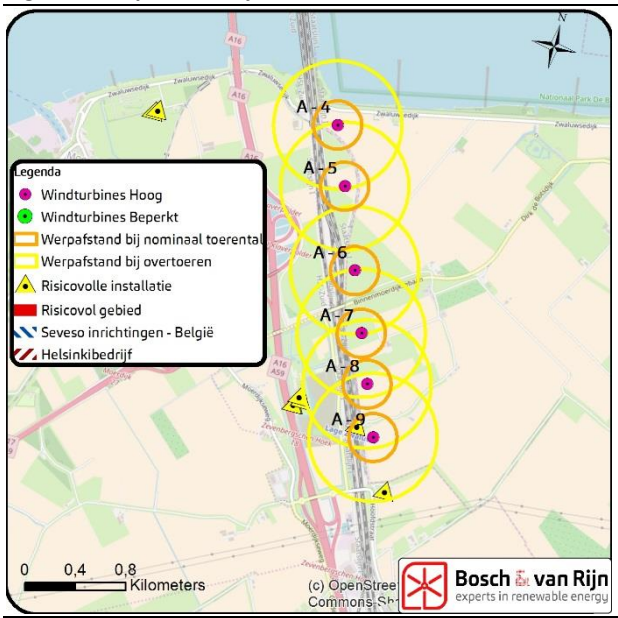
Figuur 8 Risicocontouren rond de windturbines bovengrens, inrichting 'WP Lage Zwaluwe'



Op basis van de berekende risicocontouren en objecten kent het plangebied voor de bovengrens van inrichting 'WP Lage Zwaluwe' geen (geprojecteerde) aandachtspunten. Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contouren. Hiermee wordt er voldaan aan het Activiteitenbesluit voor de bovengrens.
Aangezien op basis van de bovengrens voldaan wordt aan het Activiteitenbesluit is dit ook het geval voor de ondergrens, omdat het hier om kleinere risicocontouren gaat.

4.3.2 *Risicovolle Installaties*

Figuur 9 Werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren rond de windturbines (inrichting WP Lage Zwaluwe)



Op basis van de ingetekende werpafstanden, de luchtfoto en risicokaart.nl zijn de risicovolle installaties bepaald welke zich binnen de maximale werpafstanden bevinden.

Tabel 9 Risicovolle installaties binnen maximale werpafstand van geplande turbines (Inrichting WP Lage Zwaluw, bovengrens)

Windturbine	Installatie	Afstand tot installatie (m)
A-8	Emplacement Lage Zwaluwe	340
A-9	Emplacement Lage Zwaluwe	162

Doordat de afstand van windturbine A-9 tot het emplacement Lage Zwaluwe kleiner is dan de tiphoogte heeft naast het scenario wiekbreuk ook het scenario mastbreuk een risico verhogend effect op de installatie.

4.3.2.1 Trefkansberekening

Rekenmethode wiekbreuk *(Handboek Risicozonering Windturbines)*
Om de trefkans van een object met hoogte h, breedte b, en diepte d te berekenen wordt uitgegaan van een geprojecteerd grondoppervlak:

De kans dat het zwaartepunt van de wiek in het geprojecteerde oppervlak terecht komt is:

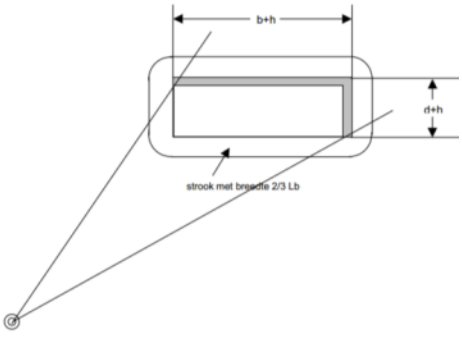
$$P_{od} = P_{zwpt} \cdot A_{pt}$$

Waarin:
P_{zwpt} = trefkans van het zwaartepunt van het blad (*berekend volgens HRW 2014*).
A_{pt} = (b+h)·(d+h)

Het object kan direct door het zwaartepunt worden getroffen, maar het is ook mogelijk dat het zwaartepunt van het blad binnen een afstand van 2/3 L_b (lengte afgebroken blad) inslaat. In dit geval kan het object nog door het blad worden geraakt aangezien het zwaartepunt zich op ongeveer 1/3 van het blad bevindt. Deze kans loopt van 0,0 naar 1,0 van de buitenrand van de 2/3 L_b strook tot het object.

De kans dat het zwaartepunt in de strook met breedte 2/3 L_b rondom de tank terechtkomt is:

$$P_{oi} = P_{zwpt}\left((2b + 2d) \cdot {}^{1}/_{3} \cdot L_b + \frac{\pi}{3} \cdot \left({}^{2}/_{3} \cdot L_b\right)^2\right)$$



Om de totale trefkans te bereken dat een installatie wordt getroffen door een blad worden de twee bovenstaande parameters bij elkaar opgeteld:

$$\boldsymbol{Po = Pod + Poi}$$

Rekenmethode mastbreuk *(Handboek Risicozonering Windturbines)*
De trefkans van een object door mastbreuk van een windturbine is afhankelijk van verschillende parameters. Ten eerste van de generieke faalkans van de mast. Indien de mast niet verstevigd is, is dit standaard $1.3*10^{-4}$. Ten tweede is de faalkans afhankelijk van de hoek waarbij de hoek wordt vastgesteld door de grenzen waarbij het rotoroppervlak het object net niet raakt.

De kans dat de windturbine richting het object (Ko) valt wanneer de mastbreuk zich voordoet is dan:

$$Ko = \left(\frac{Hoek}{360}\right)$$

De kans dat het scenario zich voordoet en dat een object geraakt wordt kan dan berekend worden via de onderstaande formule:

$$Kg = Ko * faalkans\ mast$$

Totale faalkans
De totale trefkans van de windturbine op een object is de som van de bovenstaande scenario`s. De totale trefkans (Ttk) op een object kan dan berekend worden via de volgende formule:

$$Ttk = Po + Ko$$

4.3.2.2 Resultaten trefkansen risicovolle installaties

Via bovenstaande methoden zijn de trefkansen berekend voor de risicovolle installaties van de bovengrens waarbij de trefkans van de installatie de som is van de scenario's van de falende windturbines. De resultaten worden weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 10 Trefkansen risicovolle installatie bovengrens

Installatie	Totale trefkans
Emplacement Lage Zwaluwe	$3,47*10^{-5}$

4.3.2.3 Faalkansverhoging

De berekende trefkans voor de bovengrens wordt vergeleken met de intrinsieke faalkans van de risicovolle installatie (faalkansen van alle catastrofale scenario's bij elkaar opgeteld). De intrinsieke faalkans wordt als volgt onderbouwd:

Tabel 11 Onderbouwing intrinsieke faalkansen van risicovolle objecten (Bron: Handleiding Risicoberekeningen BEVI)

Object	Faalkans scenario`s (weergegeven tussen haakjes)
Opslagtanks gevaarlijke stoffen	De mogelijke catastrofale scenario`s zijn het vrijkomen van de gehele inhoud ($5*10^{-6}$) en het vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom ($5*10^{-6}$).

Onderstaande tabellen bevat de vergelijking van trefkans van de windturbines met de intrinsieke faalkans van de installatie.

Tabel 12 Verhoging faalkans van risicovolle object - Bovengrens

Installatie	Intrinsieke faalkans	Trefkans	Verhoging faalkans
Emplacement Lage Zwaluwe	1,0E-5	$3{,}47*10^{-5}$	346,71%

4.3.3 *Buisleidingen*

Figuur 10 Buisleidingen en windturbines inrichting 'WP Lage Zwaluwe'

Uit bovenstaande figuur is te concluderen dat er zich een buisleiding bevindt binnen de werpafstand bij nominaal toerental van windturbine A-6. Wel ligt de buisleiding buiten de HIZ.
Om te waarborgen dat er wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie adviseren wij om een planregel in het inpassingsplan om te nemen waarin wordt gewaarborgd dat het gebruik van een windturbinetype waarbij de werpafstand bij nominaal toerental groter is dan of gelijk is aan de afstand van het middelpunt van de mast van de windturbine tot de hartlijn van de meest nabijgelegen gasleiding niet is toegestaan. Hiervan kan bij een omgevingsvergunning van worden afgeweken van het bepaalde artikel, met inachtneming van het volgende:

a) Uit onderzoek blijkt dat afwijken niet leidt tot onaanvaardbare externe veiligheidsrisico's
b) Alvorens de omgevingsvergunning te verlenen wint het bevoegd gezag advies in bij de buisleidingexploitant.

4.3.4 *Hoogspanningsinfrastructuur*

Figuur 11 Hoogspanningsinfrastructuur en windturbines inrichting 'WP Lage Zwaluwe'

Voor de locatie geldt dat geen hoogspanningsleidingen zijn gelegen binnen de invloedsfeer van de windturbines. Er zijn derhalve geen aandachtspunten.

4.3.5 *Spoorwegen*

Voor de beoogde windturbines is onderzocht of er wordt voldaan aan de adviesafstand van ProRail (halve rotordiameter + 7,85 meter). Tevens is er gekeken of er een vergunning nodig is voor de realisatie van de windturbines. Dit is nodig indien de afstand kleiner is dan de halve rotordiameter + 11 meter.

Figuur 12 Spoorwegen en windturbines inrichting 'WP Lage Zwaluwe'

Uit bovenstaande figuur blijkt dat er zich geen spoorweg bevindt binnen de vergunning vrije zone van ProRail. Hiermee wordt er ook automatisch voldaan aan de adviesafstand.

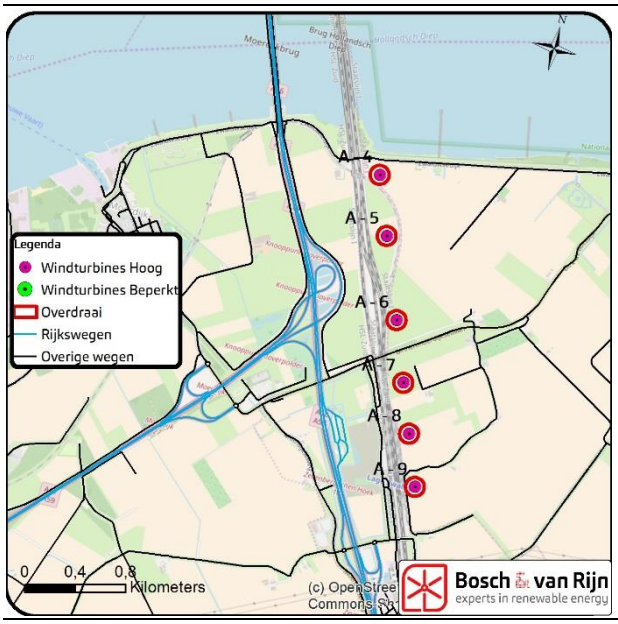
4.3.6 *Infrastructuur*

4.3.6.1 Wegen

Voor de bovengrens is nagegaan of een windturbine over een (openbare) weg draait. Indien er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de in paragraaf 3.6 genoemde beleidsregel. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Uit onderstaande figuur blijkt dat Windturbine A-9 overdraait over een lokale weg.

Figuur 13 Wieklengte en wegen Inrichting 'WP Lage Zwaluwe'

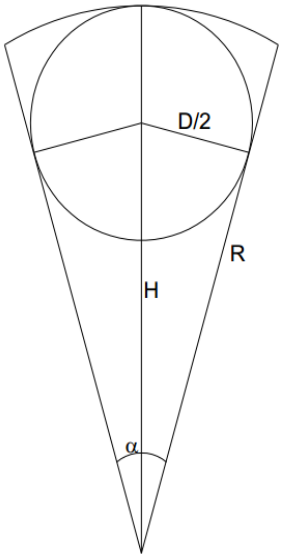


Trefkansberekening

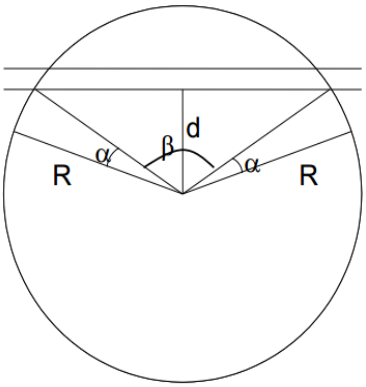
Rekenmethode mastbreuk

De kans dat dat de weg wordt getroffen door een onderdeel van een omvallende windturbine wordt gelijk verondersteld aan de kans dat een gedeelte van een onderstaand cirkelsegment (Figuur 14) in aanraking komt met de leidingstrook, het geen is geïllustreerd in Figuur 17 (HRW, 2014).

Figuur 14 Windturbine als cirkel segment



Figuur 15 Turbine in aanraking met weg



De trefkans is als volgt:

Variant	Turbine nummers	Afstand tot weg (m)	Valhoek graden	Mastbreuk frequentie (per jaar)	Trefkans weg
Bovengrens	A-9	70	210	$1,3*10^{-4}$	$7,58*10^{-5}$

De kans dat een passant wordt getroffen kan worden berekend door de trefkans te vermenigvuldigen met de verblijfsfactor:

$$\tau = \frac{0,3}{v_o}\frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600}$$

$v_o = snelheid\ van\ de\ passant$ (m/s)

Ten behoeve van deze berekening gaan we uit van de worst case scenario, wat inhoudt dat de passant met de laagste snelheid de langste verblijftijd heeft. Een voetganger gaat gemiddeld 5 km/uur (1,4 meter per seconde)

Variant	Trefkans weg	Verblijfstijd passant	Trefkans per passage
Bovengrens	$7,58*10^{-5}$	$6,79*10^{-09}$	$5,15*10^{-13}$

Rekenmethode wiekbreuk
De kans dat een persoon wordt geraakt als gevolg van een afgebroken wiek wordt als volgt berekend.

$$P = 1,5 \cdot A_c\ (Kritiek\ oppervlakte\ wiek) \cdot p_{zwpt}\ (Trefkans\ zwaartepunt\ wiek)$$

Variant	A_c	P_{zwpt}	P
Bovengrens	273,69	$8,10*10^{-9}$	$3,33*10^{-6}$

De kans dat een passant wordt getroffen kan worden berekend door de trefkans te vermenigvuldigen met de verblijfsfactor:

$$\tau = \frac{1}{v_o}\frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600}$$

Variant	Trefkans passant
Bovengrens	$7,53*10^{-14}$

Rekenmethode gondelafworp
Voor het berekenen van personen en objecten ten gevolgen van het afvallen van een gondel met rotor of alleen een rotor kan dezelfde aanpak worden gevolgd als mastbreuk. De masthoogte wordt voor deze berekening nul verondersteld. Het risicogebied blijft dan beperkt tot een gebied rondom de toren dat gelijk is aan de rotordiameter. Daarmee is de trefkans van de weg gelijk aan de kans dat het scenario zich voordoet: $4,0*10^{-5}$ per jaar.
Hierdoor is de kans dat een passant getroffen wordt hetzelfde voor alle turbinelocaties en kan berekend worden op de onderstaande manier.

De kans dat een passant wordt getroffen kan worden berekend door de trefkans te vermenigvuldigen met de verblijfsfactor.

$$\tau = \frac{0{,}3}{v_o} \frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600}$$

*Trefkans passant is: 2,72*10^{-13} per passage.*

Conclusie passantenrisico
De totale trefkans voor een passant is een sommatie van alle trefkansen vermenigvuldigd met het aantal windturbines waarbij er niet wordt voldaan aan de beleidsregel. Dit leidt tot de volgende trefkansen:

Variant	Aantal WTB	Trefkans per WTB	Totale trefkans
Bovengrens	1	8,62*10^{-13}	8,62*10^{-13}

4.3.6.2 Vaarwegen

In onderstaande figuur wordt er gekeken of er wordt voldaan aan de nieuwe adviesafstand van Rijkswaterstaat. Indien er wordt voldaan aan de in paragraaf 3.7 genoemde beleidsregel is verder onderzoek niet benodigd. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Figuur 16 Vaarwegen en Windturbines Inrichting 'WP Lage Zwaluwe'

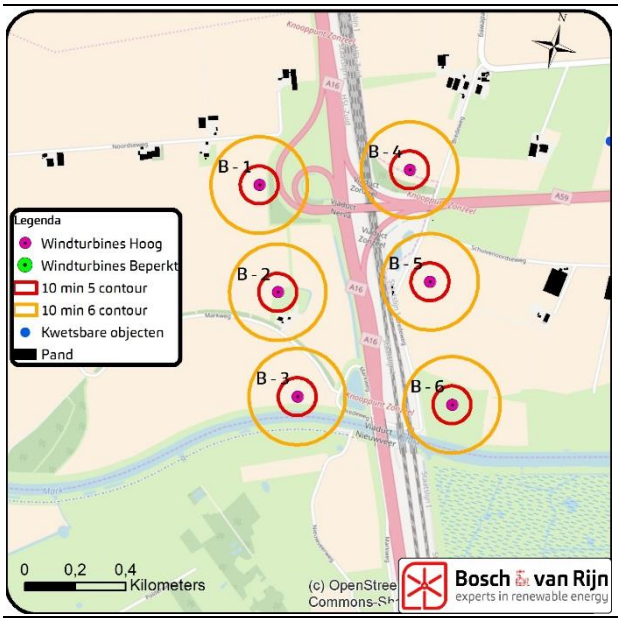
Uit bovenstaande figuur blijkt dat er wordt voldaan aan de nieuwe beleidsregel van Rijkswaterstaat. Verder onderzoek is niet nodig.

4.4 Inrichting ‘Gezamenlijk Plan Zonzeel’

4.4.1 *(Beperkt) kwetsbare objecten*

De berekende 10^{-5} en 10^{-6}-contouren zijn weergegeven op kaart. Per windturbinelocatie is nagegaan of (geprojecteerde) kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten aanwezig zijn (bron: BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto). Voor de gebouwen binnen de 10^{-6}-contour is nagegaan of sprake is van een kwetsbaar object (risicokaart.nl, BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto).
In onderstaande figuur zijn de risicocontouren en werpafstanden van de referentiewindturbinetype te vinden.

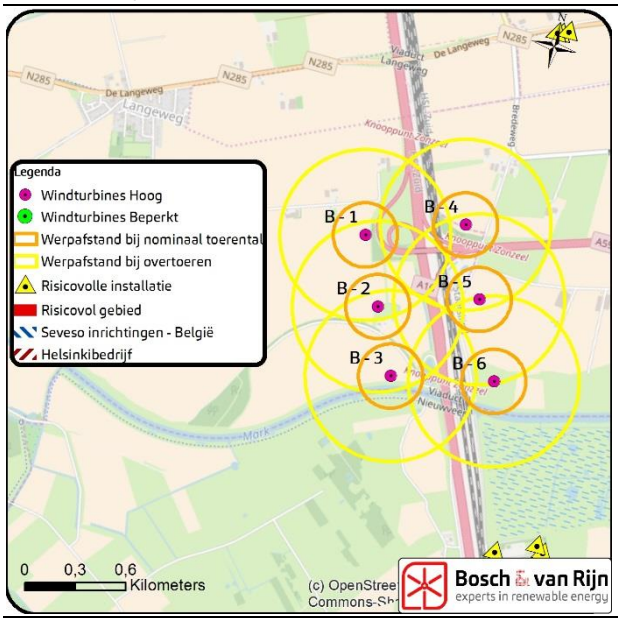
Figuur 17 Risicocontouren rond de windturbines bovengrens, inrichting ‘Gezamenlijk Plan Zonzeel’



Op basis van de berekende risicocontouren en objecten kent het plangebied voor de bovengrens van inrichting ‘Gezamenlijk Plan Zonzeel’ geen (geprojecteerde) aandachtspunten. Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contouren. Hiermee wordt er voldaan aan het Activiteitenbesluit voor de bovengrens.
Aangezien op basis van de bovengrens voldaan wordt aan het Activiteitenbesluit is dit ook het geval voor de ondergrens, omdat het hier om kleinere risicocontouren gaat.

4.4.2 *Risicovolle Installaties*

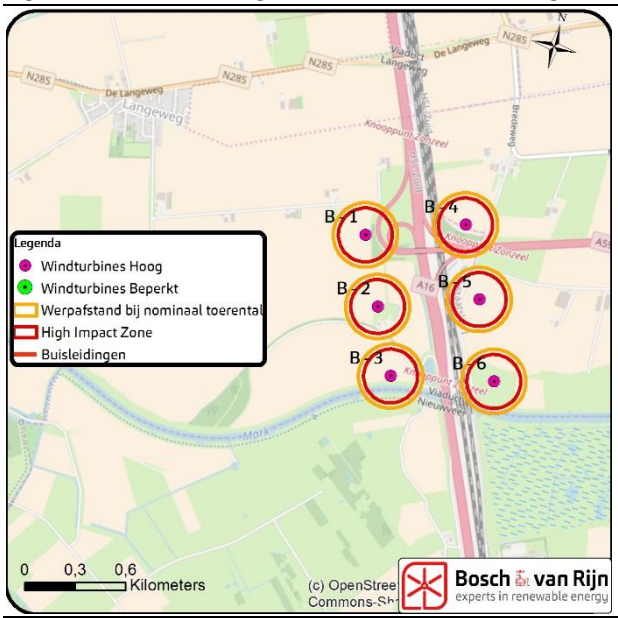
Figuur 18 Werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren rond de windturbines (inrichting Gezamenlijk Plan Zonzeel)



Op basis van de ingetekende werpafstanden, de luchtfoto en risicokaart.nl is te concluderen dat er zich geen risicovolle installaties bevinden binnen de invloedsfeer van de windturbines.

4.4.3 *Buisleidingen*

Figuur 19 Buisleidingen en windturbines inrichting 'Gezamenlijk Plan Zonzeel'

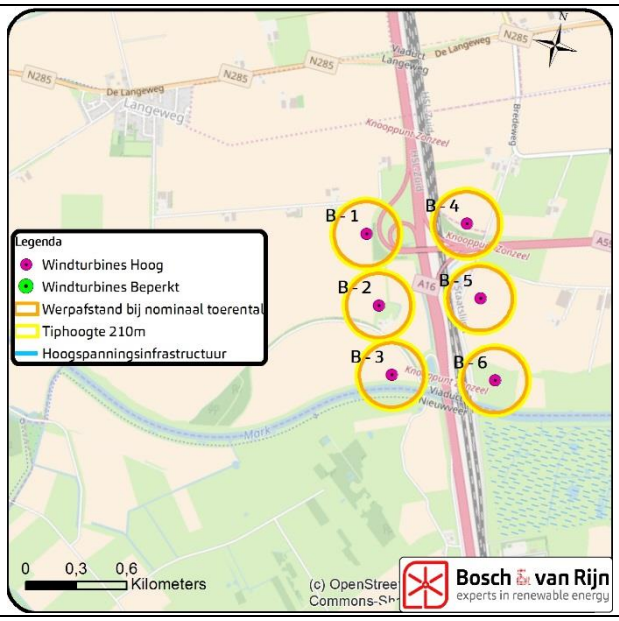


Uit bovenstaande figuur is te concluderen dat er geen infrastructuur van Gasunie zich binnen de werpafstand bij nominaal toerental of de High Impact Zone (HIZ) bevindt. Hierdoor is het mogelijk om op te maken dat de infrastructuur van Gasunie geen substantiële trefkans ondervindt als gevolg van de plaatsing van de windturbines.

Aangezien op basis van de bovengrens wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie is dit ook het geval voor de ondergrens aangezien de werpafstand bij nominaal toerental of ashoogte + 1/3de wieklengte van de ondergrens lager is dan de werpafstand bij nominaal toerental van de bovengrens.

4.4.4 *Hoogspanningsinfrastructuur*

Figuur 20 Hoogspanningsinfrastructuur en windturbines inrichting 'Gezamenlijk Plan Zonzeel'



Voor de locatie geldt dat geen hoogspanningsleidingen zijn gelegen binnen de invloedsfeer van de windturbines. Er zijn derhalve geen aandachtspunten.

4.4.5 *Spoorwegen*

Voor de beoogde windturbines is onderzocht of er wordt voldaan aan de adviesafstand van ProRail (halve rotordiameter + 7,85 meter). Tevens is er gekeken of er een vergunning nodig is voor de realisatie van de windturbines. Dit is nodig indien de afstand kleiner is dan de halve rotordiameter + 11 meter.

Figuur 21 Spoorwegen en windturbines inrichting 'Gezamenlijk Plan Zonzeel'

Uit bovenstaande figuur blijkt dat er zich geen spoorweg bevindt binnen de vergunning vrije zone van ProRail. Hiermee wordt er ook automatisch voldaan aan de adviesafstand.

4.4.6 *Infrastructuur*

4.4.6.1 Wegen

Voor de bovengrens is nagegaan of een windturbine over een (openbare) weg draait. Indien er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de in paragraaf 3.6 genoemde beleidsregel. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Uit onderstaande figuur blijkt dat er geen overdraai plaatsvindt over een openbare weg. Doordat er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de beleidsregel. Dit geldt ook voor de ondergrens, aangezien de wieklengte van de ondergrens kleiner is dan de bovengrens.

Figuur 22 Wieklengte en wegen Inrichting 'Gezamenlijk Plan Zonzeel'

4.4.6.2 Vaarwegen

In onderstaande figuur wordt er gekeken of er wordt voldaan aan de nieuwe adviesafstand van Rijkswaterstaat. Indien er wordt voldaan aan de in paragraaf 3.7 genoemde beleidsregel is verder onderzoek niet benodigd. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Figuur 23 Vaarwegen en Windturbines Inrichting 'Gezamenlijk Plan Zonzeel'

Uit bovenstaande figuur blijkt dat Windturbine B-3 er niet wordt voldaan aan de adviesafstand van Rijkswaterstaat.

Trefkansberekening

Rekenmethode Wiekbreuk

De kans dat een persoon wordt geraakt als gevolg van een afgebroken wiek wordt als volgt berekend:

$$Trefkans\ rivier = p_{zwpt}\ .oppervlakte\ vaarweg$$

$p_{zwpt} = trefkans\ zwaartepunt\ wiek$ = 1,06*10^{-08}
$Oppervlakte\ vaarweg$ = 48900m^2

$Trefkans\ rivier$ = 5,18*10^{-7}

De kans dat een schip wordt getroffen kan worden berekend door de trefkans te vermenigvuldigen met de verblijfsfactor:

$$\tau = \frac{L_o}{v_o}\frac{1}{365\cdot24\cdot3600}(1{,}5.B_o+2/3L_b)$$

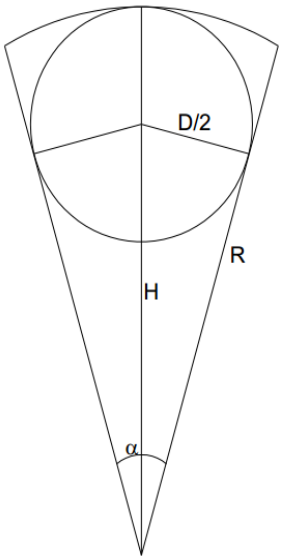
$v_o = snelheid\ van\ het\ schip$ (m/s) (6,94)
$L_o = Lengte\ van\ het\ passerend\ object$ (m) (142, inclusief remweg)
$b_o = Breedte\ van\ het\ passerend\ object$ (m) (22)

*Trefkans schip is: 2,74*10^{-08} per passage*

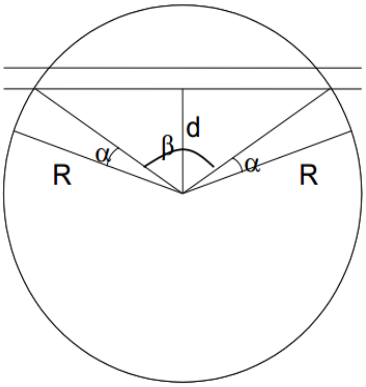
Rekenmethode mastbreuk

De kans dat dat de weg wordt getroffen door een onderdeel van een omvallende windturbine wordt gelijk verondersteld aan de kans dat een gedeelte van een onderstaand cirkelsegment (Figuur 24) in aanraking komt met de leidingstrook, het geen is geïllustreerd in Figuur 25(HRW, 2014).

Figuur 24 **Windturbine als cirkel segment**



Figuur 25 Turbine in aanraking met weg



De trefkans is als volgt:

Variant	Turbine nummers	Afstand tot weg (m)	Valhoek graden	Mastbreuk frequentie (per jaar)	Trefkans weg
Bovengrens	B-3	55	175	$1,3*10^{-4}$	$6,32*10^{-5}$

De kans dat een passant wordt getroffen kan worden berekend door de trefkans te vermenigvuldigen met de verblijfsfactor:

$$\tau = \frac{L_o}{v_o} \frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600}$$

$v_o = snelheid\ van\ de\ passant$ (m/s)

Ten behoeve van deze berekening gaan we uit van de worst case scenario, wat inhoudt dat de passant met de laagste snelheid de langste verblijftijd heeft. Een voetganger gaat gemiddeld 5 km/uur (1,4 meter per seconde)

Variant	Trefkans weg	Verblijfstijd passant	Trefkans per passage
Bovengrens	$6,32*10^{-5}$	$6,49*10^{-07}$	$4,10*10^{-11}$

Rekenmethode gondelafworp
Voor het berekenen van personen en objecten ten gevolgen van het afvallen van een gondel met rotor of alleen een rotor kan dezelfde aanpak worden gevolgd als mastbreuk. De masthoogte wordt voor deze berekening nul verondersteld. Het risicogebied blijft dan beperkt tot een gebied rondom de toren dat gelijk is aan de rotordiameter. Daarmee is de trefkans van de weg gelijk aan de kans dat het scenario zich voordoet: $4,0*10^{-5}$ per jaar.
Hierdoor is de kans dat een passant getroffen wordt hetzelfde voor alle turbinelocaties en kan berekend worden op de onderstaande manier.

De kans dat een passant wordt getroffen kan worden berekend door de trefkans te vermenigvuldigen met de verblijfsfactor.

$$\tau = \frac{L_o}{v_o} \frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600}$$

Trefkans passant is: $2,60*10^{-11}$ per passage.

Conclusie passantenrisico
De totale trefkans voor een passant is een sommatie van alle trefkansen vermenigvuldigd met het aantal windturbines waarbij er niet wordt voldaan aan de beleidsregel. Dit leidt tot de volgende trefkansen:

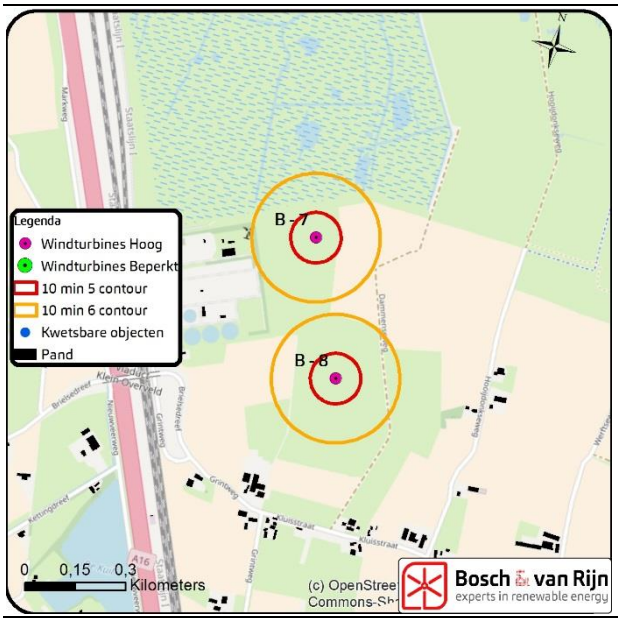
Variant	Aantal WTB	Trefkans per WTB	Totale trefkans
Bovengrens	1	$2,60*10^{-11}$	$2,60*10^{-11}$

4.5 Inrichting ‘WP Nieuwveer’

4.5.1 *(Beperkt) kwetsbare objecten*

De berekende 10^{-5} en 10^{-6}-contouren zijn weergegeven op kaart. Per windturbinelocatie is nagegaan of (geprojecteerde) kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten aanwezig zijn (bron: BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto). Voor de gebouwen binnen de 10^{-6}-contour is nagegaan of sprake is van een kwetsbaar object (risicokaart.nl, BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto).
In onderstaande figuur zijn de risicocontouren en werpafstanden van de referentiewindturbinetype te vinden.

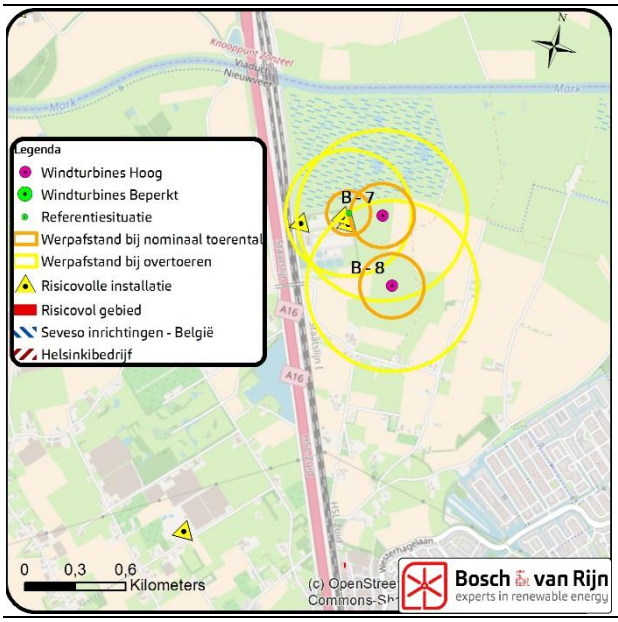
Figuur 26 Risicocontouren rond de windturbines bovengrens, inrichting ‘WP Nieuwveer’



Op basis van de berekende risicocontouren en objecten kent het plangebied voor de bovengrens van inrichting ‘WP Nieuwveer’ geen (geprojecteerde) aandachtspunten. Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contouren. Hiermee wordt er voldaan aan het Activiteitenbesluit voor de bovengrens.
Aangezien op basis van de bovengrens voldaan wordt aan het Activiteitenbesluit is dit ook het geval voor de ondergrens, omdat het hier om kleinere risicocontouren gaat.

4.5.2 *Risicovolle Installaties*

Figuur 27 Werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren rond de windturbines (inrichting WP Nieuwveer)



Op basis van de ingetekende werpafstanden, de luchtfoto en risicokaart.nl zijn de risicovolle installaties bepaald welke zich binnen de maximale werpafstanden bevinden.

NB. De bestaande windturbine heeft ook een risico verhogend effect op de installaties. Om deze reden wordt de faalkansverhoging van de bestaande situatie ook inzichtelijk gemaakt.

Tabel 13 Risicovolle installaties binnen maximale werpafstand van geplande turbines (Inrichting WP Nieuwveer, bovengrens)

Windturbine	Installatie	Afstand tot installatie (m)
Ref. Sit.	Bulkopslag 1000m^3	56
Ref. Sit.	Slibvergistingtank	35
Ref. Sit.	Bulkopslag Vloeibaar biogas	283
B-7	Bulkopslag 1000m^3	204
B-7	Slibvergistingtank	231
B-7	Bulkopslag Vloeibaar biogas	479
B-8	Bulkopslag 1000m^3	458
B-8	Slibvergistingtank	505

Doordat de afstand van windturbine B-7 tot de Bulkopslag 1000m^3 kleiner is dan de tiphoogte heeft naast het scenario wiekbreuk ook het scenario mastbreuk een risico verhogend effect op de installatie.

4.5.2.1 *Trefkansberekening*

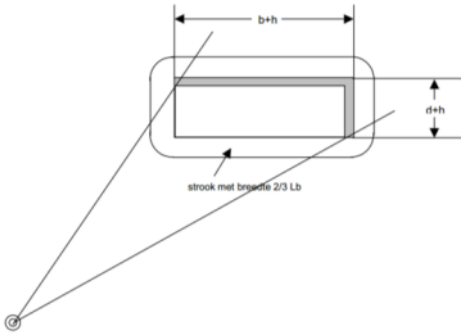
Rekenmethode wiekbreuk *(Handboek Risicozonering Windturbines)*
Om de trefkans van een object met hoogte h, breedte b, en diepte d te berekenen wordt uitgegaan van een geprojecteerd grondoppervlak:

De kans dat het zwaartepunt van de wiek in het geprojecteerde oppervlak terecht komt is:

$$P_{od} = P_{zwpt} \cdot A_{pt}$$

Waarin:
P_{zwpt} = trefkans van het zwaartepunt van het blad (*berekend volgens HRW 2014*).
A_{pt} = (b+h)·(d+h)

Het object kan direct door het zwaartepunt worden getroffen, maar het is ook mogelijk dat het zwaartepunt van het blad binnen een afstand van 2/3 L_b (lengte afgebroken blad) inslaat. In dit geval kan het object nog door het blad worden geraakt aangezien het zwaartepunt zich op ongeveer 1/3 van het blad bevindt. Deze kans loopt van 0,0 naar 1,0 van de buitenrand van de 2/3 L_b strook tot het object.



De kans dat het zwaartepunt in de strook met breedte 2/3 L_b rondom de tank terechtkomt is:

$$P_{oi} = P_{zwpt}\left((2b + 2d) \cdot {}^{1}/_{3} \cdot L_b + \frac{\pi}{3} \cdot \left({}^{2}/_{3} \cdot L_b\right)^2\right)$$

Om de totale trefkans te bereken dat een installatie wordt getroffen door een blad worden de twee bovenstaande parameters bij elkaar opgeteld:

$$\boldsymbol{Po = Pod + Poi}$$

Rekenmethode mastbreuk *(Handboek Risicozonering Windturbines)*
De trefkans van een object door mastbreuk van een windturbine is afhankelijk van verschillende parameters. Ten eerste van de generieke faalkans van de mast. Indien de mast niet verstevigd is, is dit standaard $1.3*10^{-4}$. Ten tweede is de faalkans afhankelijk van de hoek waarbij de hoek wordt vastgesteld door de grenzen waarbij het rotoroppervlak het object net niet raakt.

De kans dat de windturbine richting het object (Ko) valt wanneer de mastbreuk zich voordoet is dan:

$$Ko = \left(\frac{Hoek}{360}\right)$$

De kans dat het scenario zich voordoet en dat een object geraakt wordt kan dan berekend worden via de onderstaande formule:

$$Kg = Ko * faalkans\ mast$$

Totale faalkans
De totale trefkans van de windturbine op een object is de som van de bovenstaande scenario`s. De totale trefkans (Ttk) op een object kan dan berekend worden via de volgende formule:

$$Ttk = Po + Ko$$

4.5.2.2 Resultaten trefkansen risicovolle installaties

Via bovenstaande methoden zijn de trefkansen berekend voor de risicovolle installaties van de bovengrens waarbij de trefkans van de installatie de som is van de scenario's van de falende windturbines. De resultaten worden weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 14 Trefkansen risicovolle installatie

Situatie	Installatie	Totale trefkans
Ref. Sit.	Bulkopslag 1000m^3	4,30*10^{-5}
Ref. Sit.	Slibvergistingtank	9,45*10^{-5}
Ref. Sit.	Bulkopslag Vloeibaar biogas	1,92*10^{-8}
Nieuwe sit.	Bulkopslag 1000m^3	1,63*10^{-5}
Nieuwe sit.	Slibvergistingtank	9,44*10^{-8}
Nieuwe sit.	Bulkopslag Vloeibaar biogas	1,92*10^{-8}

4.5.2.3 Faalkansverhoging

De berekende trefkans voor de bovengrens wordt vergeleken met de intrinsieke faalkans van de risicovolle installatie (faalkansen van alle catastrofale scenario's bij elkaar opgeteld). De intrinsieke faalkans wordt als volgt onderbouwd:

Tabel 15 Onderbouwing intrinsieke faalkansen van risicovolle objecten (Bron: Handleiding Risicoberekeningen BEVI)

Object	Faalkans scenario`s (weergegeven tussen haakjes)
Opslagtanks gevaarlijke stoffen	De mogelijke catastrofale scenario`s zijn het vrijkomen van de gehele inhoud (5*10^{-6}) en het vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom (5*10^{-6}).

Onderstaande tabellen bevat de vergelijking van trefkans van de windturbines met de intrinsieke faalkans van de installatie.

Tabel 16 Verhoging faalkans van risicovolle object -

Situatie	Installatie	Intrinsieke faalkans	Trefkans	Verhoging faalkans
Ref. Sit.	Bulkopslag 1000m^3	1,0E-5	4,30*10^{-5}	429,67%
Ref. Sit.	Slibvergistingtank	1,0E-5	9,45*10^{-5}	945,00%
Ref. SIt.	Bulkopslag Vloeibaar biogas	1,0E-5	1,92*10^{-8}	0,08%
Nieuwe sit.	Bulkopslag 1000m^3	1,0E-5	1,63*10^{-5}	162,89%
Nieuwe sit.	Slibvergistingtank	1,0E-5	9,44*10^{-8}	0,94%
Nieuwe sit.	Bulkopslag Vloeibaar biogas	1,0E-5	1,92*10^{-8}	0,19%

4.5.3 *Buisleidingen*

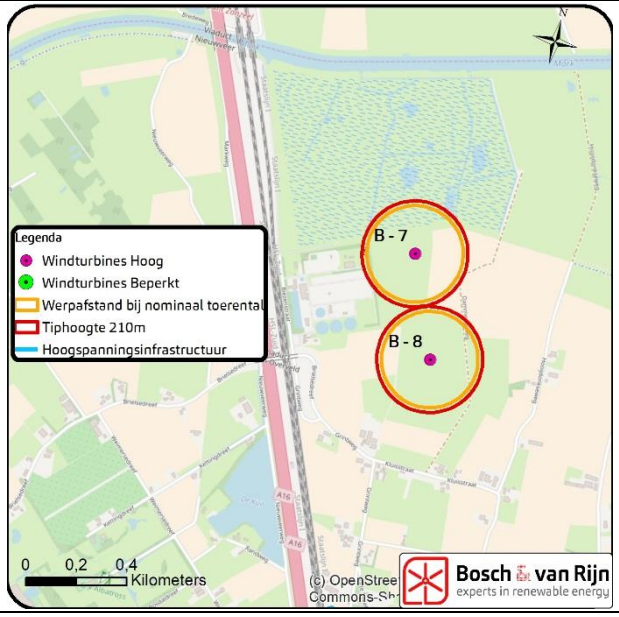
Figuur 28 Buisleidingen en windturbines inrichting 'WP Nieuwveer'

Uit bovenstaande figuur is te concluderen dat er geen infrastructuur van Gasunie zich binnen de werpafstand bij nominaal toerental of de High Impact Zone (HIZ) bevindt. Hierdoor is het mogelijk om op te maken dat de infrastructuur van Gasunie geen substantiële trefkans ondervindt als gevolg van de plaatsing van de windturbines.

Aangezien op basis van de bovengrens wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie is dit ook het geval voor de ondergrens aangezien de werpafstand bij nominaal toerental of ashoogte + 1/3de wieklengte van de ondergrens lager is dan de werpafstand bij nominaal toerental van de bovengrens.

4.5.4 *Hoogspanningsinfrastructuur*

Figuur 29 Hoogspanningsinfrastructuur en windturbines inrichting ‘ WP Nieuwveer’



Voor de locatie geldt dat geen hoogspanningsleidingen zijn gelegen binnen de invloedsfeer van de windturbines. Er zijn derhalve geen aandachtspunten.

4.5.5 *Spoorwegen*

Voor de beoogde windturbines is onderzocht of er wordt voldaan aan de adviesafstand van Pro-Rail (halve rotordiameter + 7,85 meter). Tevens is er gekeken of er een vergunning nodig is voor de realisatie van de windturbines. Dit is nodig indien de afstand kleiner is dan de halve rotordiameter + 11 meter.

Figuur 30 Spoorwegen en windturbines inrichting 'WP Nieuwveer'

Uit bovenstaande figuur blijkt dat er zich geen spoorweg bevindt binnen de vergunning vrije zone van ProRail. Hiermee wordt er ook automatisch voldaan aan de adviesafstand.

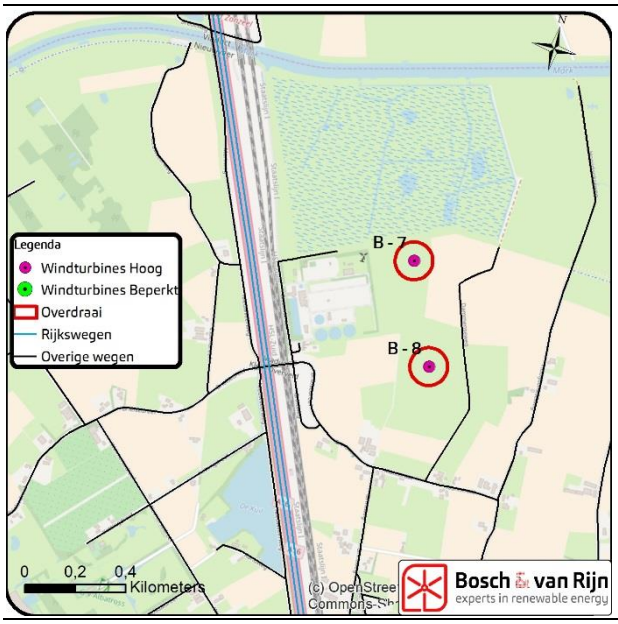
4.5.6 *Infrastructuur*

4.5.6.1 Wegen

Voor de bovengrens is nagegaan of een windturbine over een (openbare) weg draait. Indien er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de in paragraaf 3.6 genoemde beleidsregel. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Uit onderstaande figuur blijkt dat er geen overdraai plaatsvindt over een openbare weg. Doordat er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de beleidsregel. Dit geldt ook voor de ondergrens, aangezien de wieklengte van de ondergrens kleiner is dan de bovengrens.

Figuur 31 Wieklengte en wegen Inrichting 'WP Nieuwveer'



4.5.6.2 Vaarwegen

In onderstaande figuur wordt er gekeken of er wordt voldaan aan de nieuwe adviesafstand van Rijkswaterstaat. Indien er wordt voldaan aan de in paragraaf 3.7 genoemde beleidsregel is verder onderzoek niet benodigd. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Figuur 32 Vaarwegen en Windturbines Inrichting 'WP Nieuwveer'

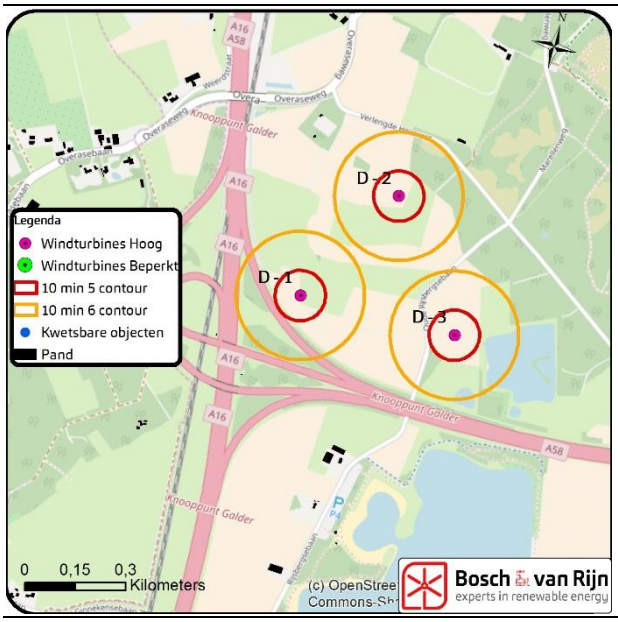
Uit bovenstaande figuur blijkt dat er wordt voldaan aan de nieuwe beleidsregel van Rijkswaterstaat. Verder onderzoek is niet nodig.

4.6 Inrichting ‘WP Galder’

4.6.1 *(Beperkt) kwetsbare objecten*

De berekende 10^{-5} en 10^{-6}-contouren zijn weergegeven op kaart. Per windturbinelocatie is nagegaan of (geprojecteerde) kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten aanwezig zijn (bron: BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto). Voor de gebouwen binnen de 10^{-6}-contour is nagegaan of sprake is van een kwetsbaar object (risicokaart.nl, BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto).
In onderstaande figuur zijn de risicocontouren en werpafstanden van de referentiewindturbinetype te vinden.

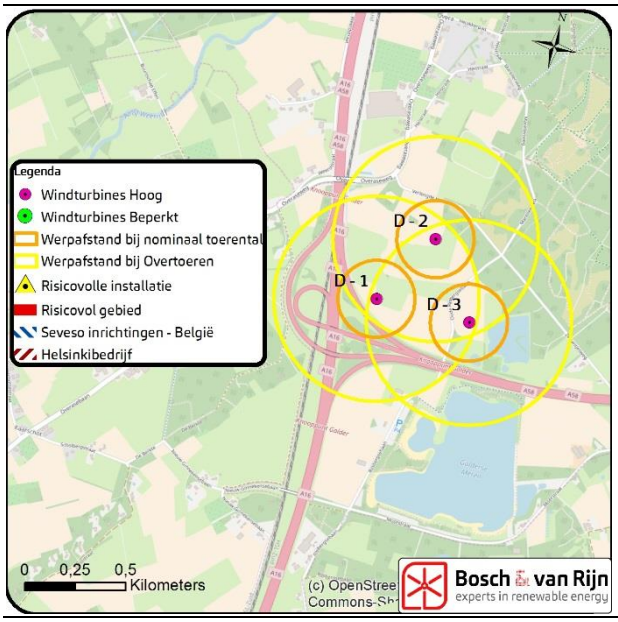
Figuur 33 Risicocontouren rond de windturbines bovengrens, inrichting ‘WP Galder’



Op basis van de berekende risicocontouren en objecten kent het plangebied voor de bovengrens van inrichting ‘WP Galder’ geen (geprojecteerde) aandachtspunten. Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contouren. Hiermee wordt er voldaan aan het Activiteitenbesluit voor de bovengrens.
Aangezien op basis van de bovengrens voldaan wordt aan het Activiteitenbesluit is dit ook het geval voor de ondergrens, omdat het hier om kleinere risicocontouren gaat.

4.6.2 *Risicovolle Installaties*

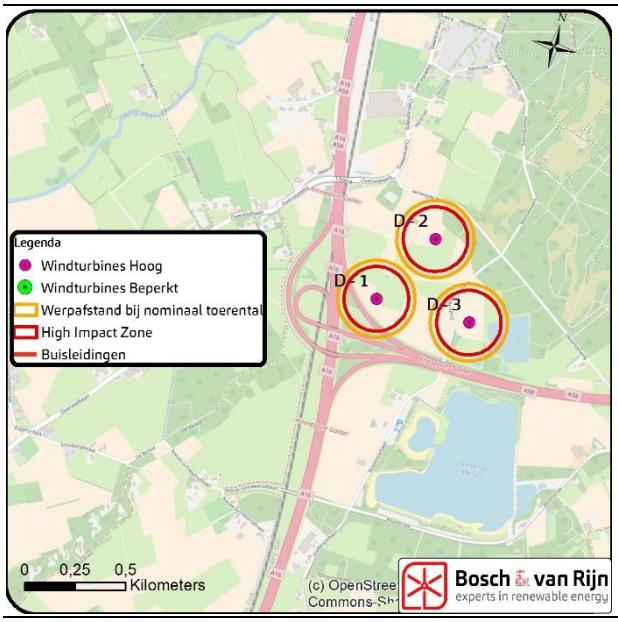
Figuur 34 Werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren rond de windturbines (inrichting WP Galder)



Op basis van de ingetekende werpafstanden, de luchtfoto en risicokaart.nl is te concluderen dat er zich geen risicovolle installaties bevinden binnen de invloedsfeer van de windturbines.

4.6.3 *Buisleidingen*

Figuur 35 Buisleidingen en windturbines inrichting 'WP Galder'

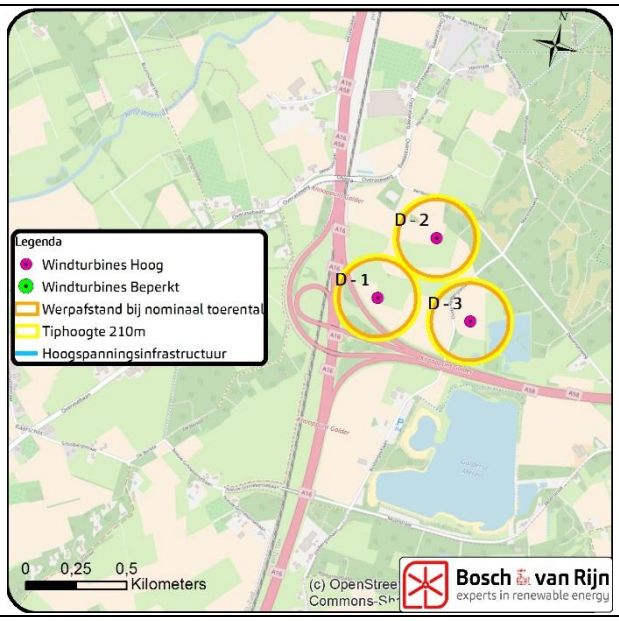


Uit bovenstaande figuur is te concluderen dat er geen infrastructuur van Gasunie zich binnen de werpafstand bij nominaal toerental of de High Impact Zone (HIZ) bevindt. Hierdoor is het mogelijk om op te maken dat de infrastructuur van Gasunie geen substantiële trefkans ondervindt als gevolg van de plaatsing van de windturbines.

Aangezien op basis van de bovengrens wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie is dit ook het geval voor de ondergrens aangezien de werpafstand bij nominaal toerental of ashoogte + 1/3de wieklengte van de ondergrens lager is dan de werpafstand bij nominaal toerental van de bovengrens.

4.6.4 *Hoogspanningsinfrastructuur*

Figuur 36 Hoogspanningsinfrastructuur en windturbines inrichting 'WP Galder'

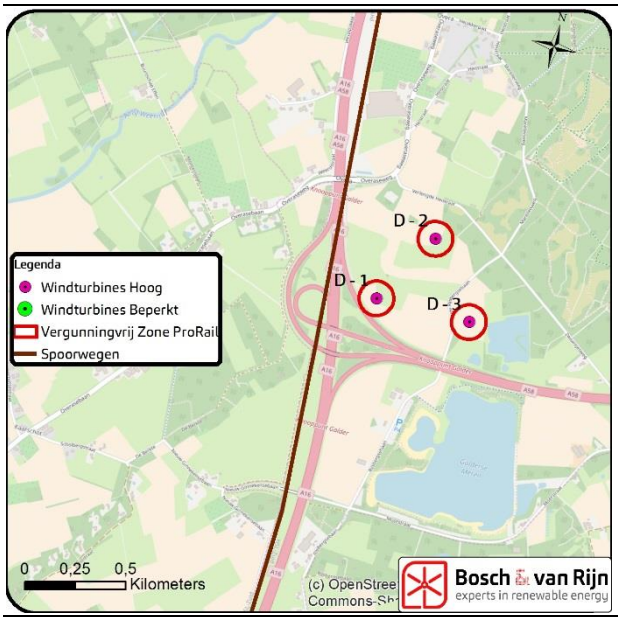


Voor de locatie geldt dat geen hoogspanningsleidingen zijn gelegen binnen de invloedsfeer van de windturbines. Er zijn derhalve geen aandachtspunten.

4.6.5 *Spoorwegen*

Voor de beoogde windturbines is onderzocht of er wordt voldaan aan de adviesafstand van ProRail (halve rotordiameter + 7,85 meter). Tevens is er gekeken of er een vergunning nodig is voor de realisatie van de windturbines. Dit is nodig indien de afstand kleiner is dan de halve rotordiameter + 11 meter.

Figuur 37 Spoorwegen en windturbines inrichting 'WP Galder'



Uit bovenstaande figuur blijkt dat er zich geen spoorweg bevindt binnen de vergunningvrije zone van ProRail. Hiermee wordt er ook automatisch voldaan aan de adviesafstand.

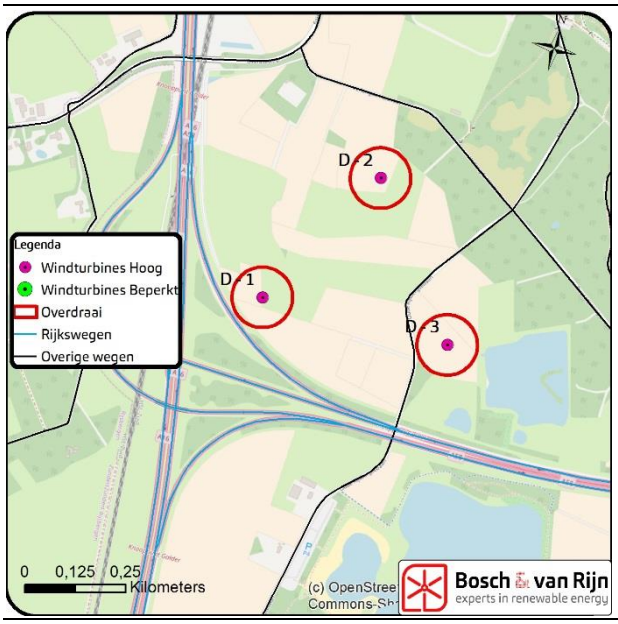
4.6.6 *Infrastructuur*

4.6.6.1 Wegen

Voor de bovengrens is nagegaan of een windturbine over een (openbare) weg draait. Indien er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de in paragraaf 3.6 genoemde beleidsregel. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Uit onderstaande figuur blijkt dat er geen overdraai plaatsvindt over een openbare weg. Doordat er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de beleidsregel. Dit geldt ook voor de ondergrens, aangezien de wieklengte van de ondergrens kleiner is dan de bovengrens.

Figuur 38 Wieklengte en wegen Inrichting 'WP Galder'

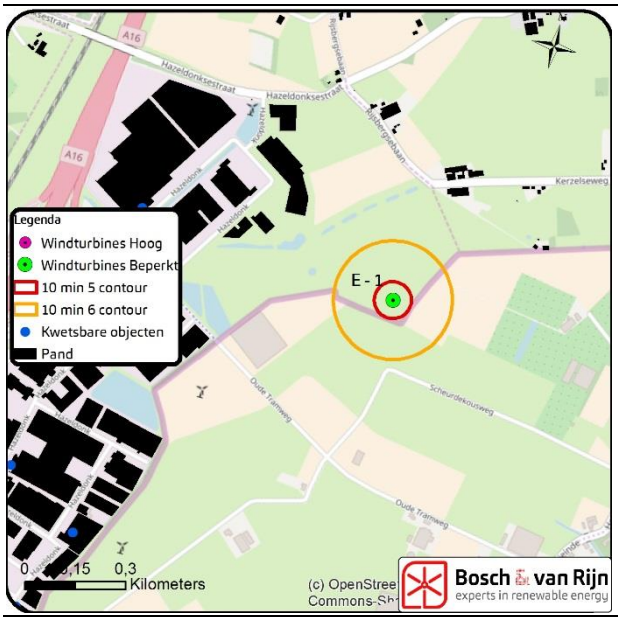


4.7 Inrichting 'WP De Roover'

4.7.1 *(Beperkt) kwetsbare objecten*

De berekende 10^{-5} en 10^{-6}-contouren zijn weergegeven op kaart. Per windturbinelocatie is nagegaan of (geprojecteerde) kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten aanwezig zijn (bron: BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto). Voor de gebouwen binnen de 10^{-6}-contour is nagegaan of sprake is van een kwetsbaar object (risicokaart.nl, BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto).
In onderstaande figuur zijn de risicocontouren en werpafstanden van de referentiewindturbinetype te vinden.

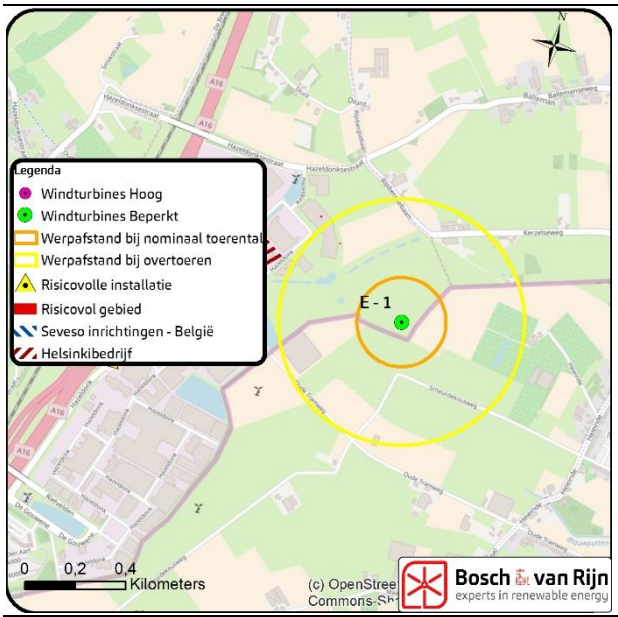
Figuur 39 **Risicocontouren rond de windturbines bovengrens, inrichting 'WP De Roover'**



Op basis van de berekende risicocontouren en objecten kent het plangebied voor de bovengrens van inrichting 'WP De Roover'geen (geprojecteerde) aandachtspunten. Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contouren. Hiermee wordt er voldaan aan het Activiteitenbesluit voor de bovengrens.
Aangezien op basis van de bovengrens voldaan wordt aan het Activiteitenbesluit is dit ook het geval voor de ondergrens, omdat het hier om kleinere risicocontouren gaat.

4.7.2 *Risicovolle Installaties*

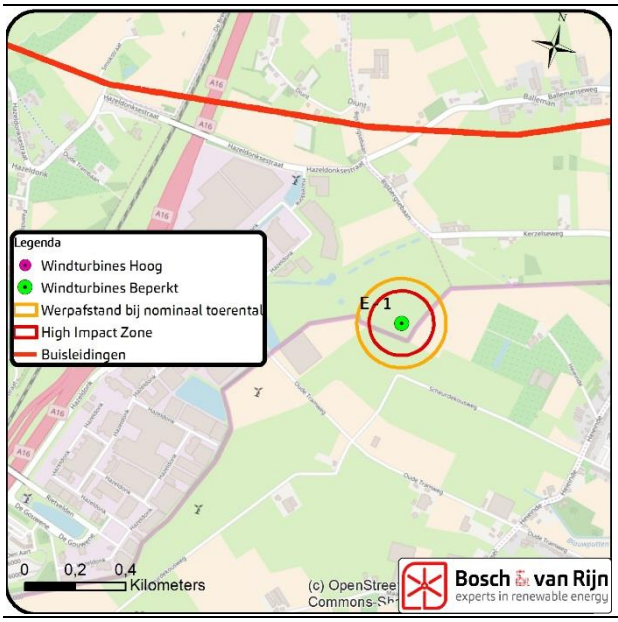
Figuur 40 **Werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren rond de windturbines (WP De Roover)**



Op basis van de ingetekende werpafstanden, de luchtfoto en risicokaart.nl is te concluderen dat er zich geen risicovolle installaties bevinden binnen de invloedsfeer van de windturbines.

4.7.3 *Buisleidingen*

Figuur 41 Buisleidingen en windturbines inrichting 'WP De Roover'

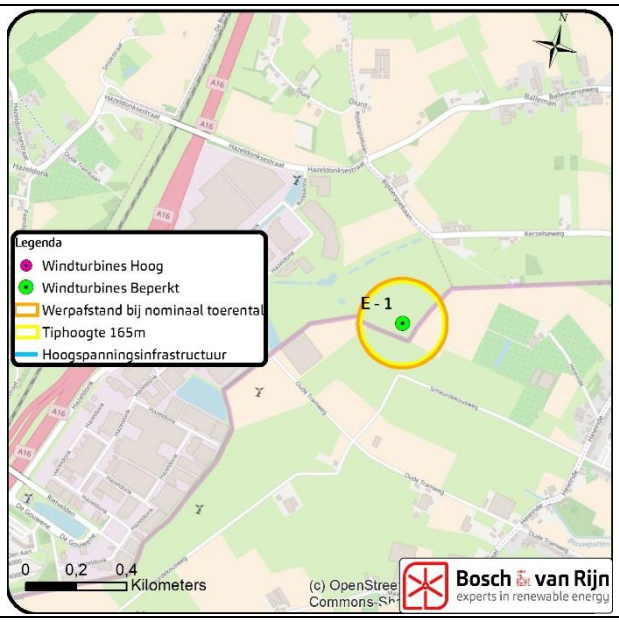


Uit bovenstaande figuur is te concluderen dat er geen infrastructuur van Gasunie zich binnen de werpafstand bij nominaal toerental of de High Impact Zone (HIZ) bevindt. Hierdoor is het mogelijk om op te maken dat de infrastructuur van Gasunie geen substantiële trefkans ondervindt als gevolg van de plaatsing van de windturbines.

Aangezien op basis van de bovengrens wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie is dit ook het geval voor de ondergrens aangezien de werpafstand bij nominaal toerental of ashoogte + 1/3de wieklengte van de ondergrens lager is dan de werpafstand bij nominaal toerental van de bovengrens.

4.7.4 *Hoogspanningsinfrastructuur*

Figuur 42 Hoogspanningsinfrastructuur en windturbines inrichting 'WP De Roover'

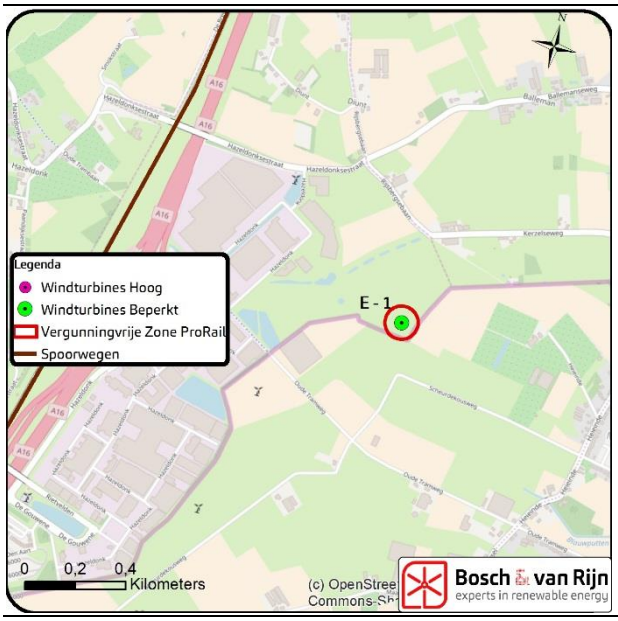


Voor de locatie geldt dat geen hoogspanningsleidingen zijn gelegen binnen de invloedsfeer van de windturbines. Er zijn derhalve geen aandachtspunten.

4.7.5 *Spoorwegen*

Voor de beoogde windturbines is onderzocht of er wordt voldaan aan de adviesafstand van ProRail (halve rotordiameter + 7,85 meter). Tevens is er gekeken of er een vergunning nodig is voor de realisatie van de windturbines. Dit is nodig indien de afstand kleiner is dan de halve rotordiameter + 11 meter.

Figuur 43 Spoorwegen en windturbines inrichting 'WP De Roover'



Uit bovenstaande figuur blijkt dat er zich geen spoorweg bevindt binnen de vergunningvrije zone van ProRail. Hiermee wordt er ook automatisch voldaan aan de adviesafstand.

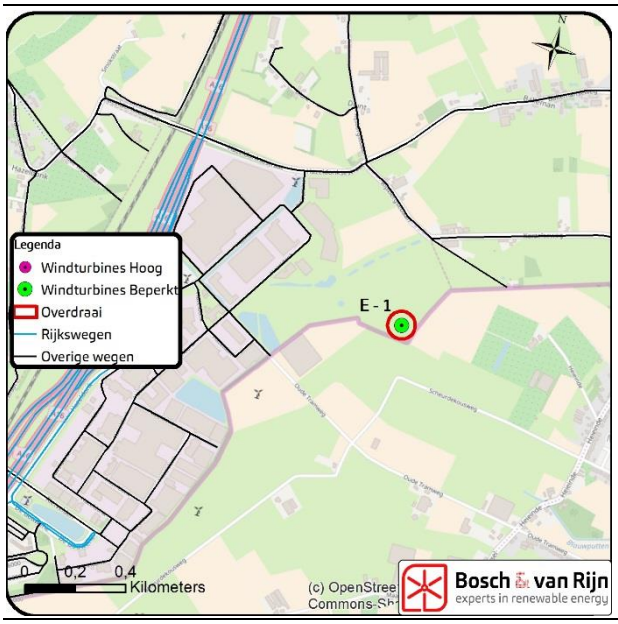
4.7.6 *Infrastructuur*

4.7.6.1 Wegen

Voor de bovengrens is nagegaan of een windturbine over een (openbare) weg draait. Indien er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de in paragraaf 3.6 genoemde beleidsregel. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Uit onderstaande figuur blijkt dat er geen overdraai plaatsvindt over een openbare weg. Doordat er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de beleidsregel. Dit geldt ook voor de ondergrens, aangezien de wieklengte van de ondergrens kleiner is dan de bovengrens.

Figuur 44 Wieklengte en wegen Inrichting 'WP De Roover'



4.8 Inrichting 'Breda Hazeldonk'

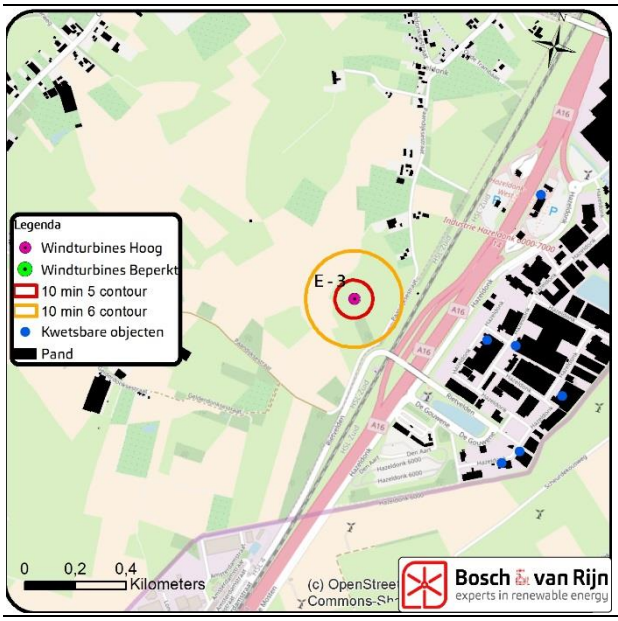
Voor inrichting 'Breda Hazeldonk' wordt op dit moment geen vergunning aangevraagd. Hierdoor ontbreekt verdere analyse.

4.9 Inrichting 'E-3 REF'

4.9.1 *(Beperkt) kwetsbare objecten*

De berekende 10^{-5} en 10^{-6}-contouren zijn weergegeven op kaart. Per windturbinelocatie is nagegaan of (geprojecteerde) kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten aanwezig zijn (bron: BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto). Voor de gebouwen binnen de 10^{-6}-contour is nagegaan of sprake is van een kwetsbaar object (risicokaart.nl, BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto).
In onderstaande figuur zijn de risicocontouren en werpafstanden van de referentiewindturbinetype te vinden.

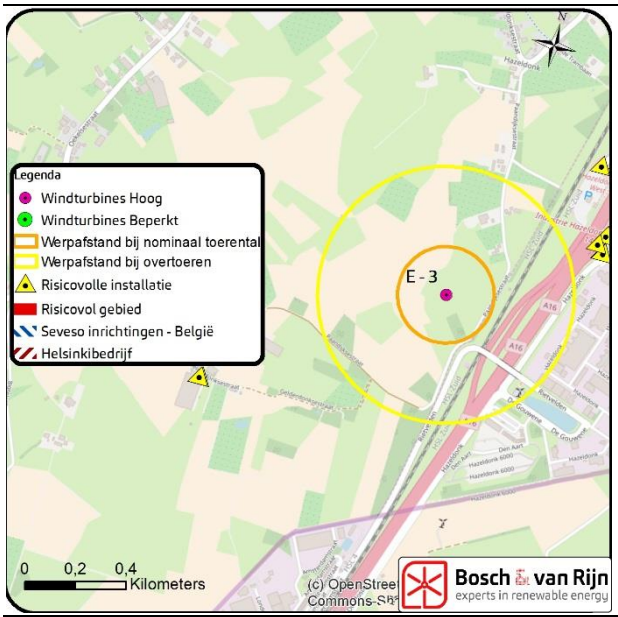
Figuur 45 **Risicocontouren rond de windturbines bovengrens, inrichting 'E-3 REF'**



Op basis van de berekende risicocontouren en objecten kent het plangebied voor de bovengrens van inrichting 'REF' geen (geprojecteerde) aandachtspunten. Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contouren. Hiermee wordt er voldaan aan het Activiteitenbesluit voor de bovengrens.
Aangezien op basis van de bovengrens voldaan wordt aan het Activiteitenbesluit is dit ook het geval voor de ondergrens, omdat het hier om kleinere risicocontouren gaat.

4.9.2 *Risicovolle Installaties*

Figuur 46 **Werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren rond de windturbines (inrichting E-3 REF)**



Op basis van de ingetekende werpafstanden, de luchtfoto en risicokaart.nl is te concluderen dat er zich geen risicovolle installaties bevinden binnen de invloedsfeer van de windturbines.

4.9.3 *Buisleidingen*

Figuur 47 Buisleidingen en windturbines inrichting 'E-3 REF'

Uit bovenstaande figuur is te concluderen dat er geen infrastructuur van Gasunie zich binnen de werpafstand bij nominaal toerental of de High Impact Zone (HIZ) bevindt. Hierdoor is het mogelijk om op te maken dat de infrastructuur van Gasunie geen substantiële trefkans ondervindt als gevolg van de plaatsing van de windturbines.

Aangezien op basis van de bovengrens wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie is dit ook het geval voor de ondergrens aangezien de werpafstand bij nominaal toerental of ashoogte + 1/3de wieklengte van de ondergrens lager is dan de werpafstand bij nominaal toerental van de bovengrens.

4.9.4 *Hoogspanningsinfrastructuur*

Figuur 48 Hoogspanningsinfrastructuur en windturbines inrichting 'E-3 REF'

Voor de locatie geldt dat geen hoogspanningsleidingen zijn gelegen binnen de invloedsfeer van de windturbines. Er zijn derhalve geen aandachtspunten.

4.9.5 *Spoorwegen*

Voor de beoogde windturbines is onderzocht of er wordt voldaan aan de adviesafstand van Pro-Rail (halve rotordiameter + 7,85 meter). Tevens is er gekeken of er een vergunning nodig is voor de realisatie van de windturbines. Dit is nodig indien de afstand kleiner is dan de halve rotordiameter + 11 meter.

Figuur 49 Spoorwegen en windturbines inrichting 'E-3 REF'

Uit bovenstaande figuur blijkt dat er zich geen spoorweg bevindt binnen de vergunningvrije zone van ProRail. Hiermee wordt er ook automatisch voldaan aan de adviesafstand.

4.9.6 *Infrastructuur*

4.9.6.1 Wegen

Voor de bovengrens is nagegaan of een windturbine over een (openbare) weg draait. Indien er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de in paragraaf 3.6 genoemde beleidsregel. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Uit onderstaande figuur blijkt dat er geen overdraai plaatsvindt over een openbare weg. Doordat er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de beleidsregel. Dit geldt ook voor de ondergrens, aangezien de wieklengte van de ondergrens kleiner is dan de bovengrens.

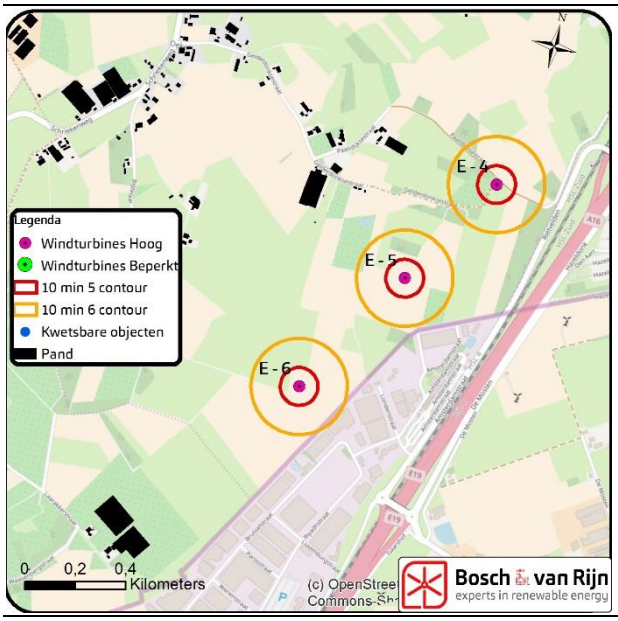
Figuur 50 Wieklengte en wegen Inrichting 'E-3 REF'

4.10 Inrichting 'WP Treeport'

4.10.1 *(Beperkt) kwetsbare objecten*

De berekende 10^{-5} en 10^{-6}-contouren zijn weergegeven op kaart. Per windturbinelocatie is nagegaan of (geprojecteerde) kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten aanwezig zijn (bron: BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto). Voor de gebouwen binnen de 10^{-6}-contour is nagegaan of sprake is van een kwetsbaar object (risicokaart.nl, BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto).
In onderstaande figuur zijn de risicocontouren en werpafstanden van de referentiewindturbinetype te vinden.

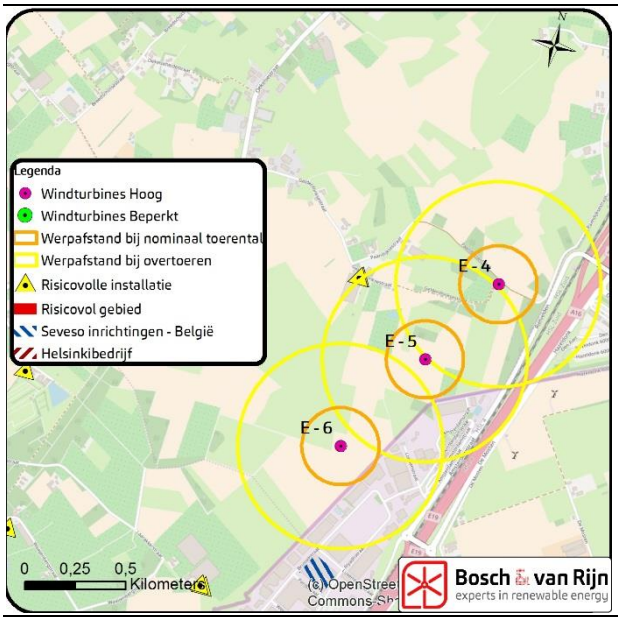
Figuur 51 **Risicocontouren rond de windturbines bovengrens, inrichting 'WP Treeport'**



Op basis van de berekende risicocontouren en objecten kent het plangebied voor de bovengrens van inrichting 'WP Treeport'geen (geprojecteerde) aandachtspunten. Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contouren. Hiermee wordt er voldaan aan het Activiteitenbesluit voor de bovengrens.
Aangezien op basis van de bovengrens voldaan wordt aan het Activiteitenbesluit is dit ook het geval voor de ondergrens, omdat het hier om kleinere risicocontouren gaat.

4.10.2 *Risicovolle Installaties*

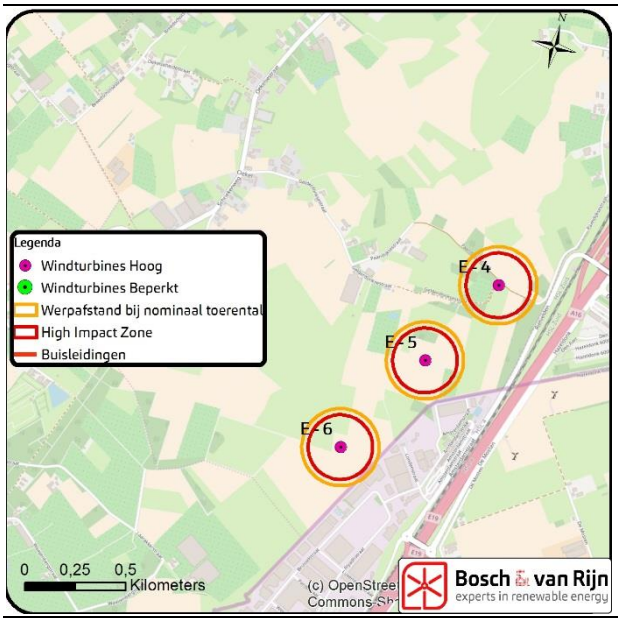
Figuur 52 **Werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren rond de windturbines (inrichting WP Treeport)**



Op basis van de ingetekende werpafstanden, de luchtfoto en risicokaart.nl is te concluderen dat er zich geen risicovolle installaties bevinden binnen de invloedsfeer van de windturbines.

4.10.3 *Buisleidingen*

Figuur 53 Buisleidingen en windturbines inrichting 'WP Treeport'

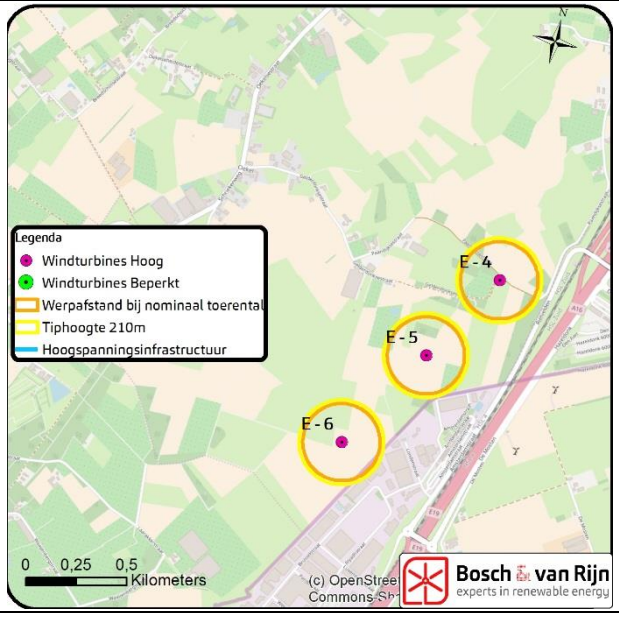


Uit bovenstaande figuur is te concluderen dat er geen infrastructuur van Gasunie zich binnen de werpafstand bij nominaal toerental of de High Impact Zone (HIZ) bevindt. Hierdoor is het mogelijk om op te maken dat de infrastructuur van Gasunie geen substantiële trefkans ondervindt als gevolg van de plaatsing van de windturbines.

Aangezien op basis van de bovengrens wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie is dit ook het geval voor de ondergrens aangezien de werpafstand bij nominaal toerental of ashoogte + 1/3de wieklengte van de ondergrens lager is dan de werpafstand bij nominaal toerental van de bovengrens.

4.10.4 *Hoogspanningsinfrastructuur*

Figuur 54 Hoogspanningsinfrastructuur en windturbines inrichting 'WP Treeport'

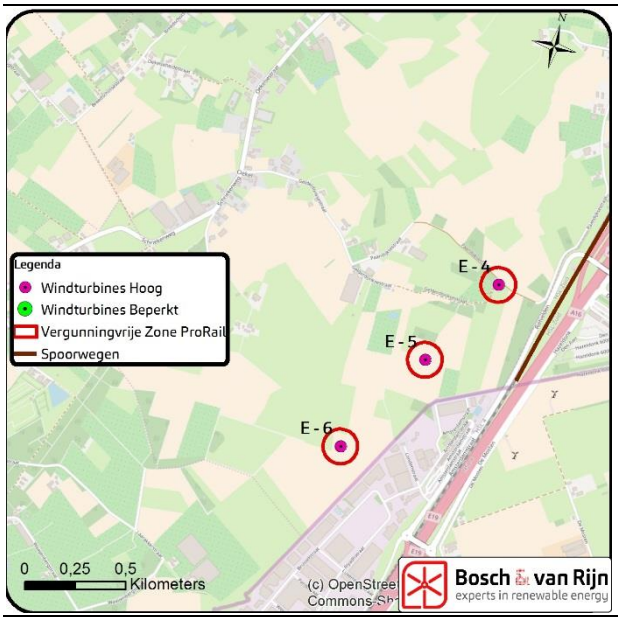


Voor de locatie geldt dat geen hoogspanningsleidingen zijn gelegen binnen de invloedsfeer van de windturbines. Er zijn derhalve geen aandachtspunten.

4.10.5 *Spoorwegen*

Voor de beoogde windturbines is onderzocht of er wordt voldaan aan de adviesafstand van ProRail (halve rotordiameter + 7,85 meter). Tevens is er gekeken of er een vergunning nodig is voor de realisatie van de windturbines. Dit is nodig indien de afstand kleiner is dan de halve rotordiameter + 11 meter.

Figuur 55 Spoorwegen en windturbines inrichting 'WP Treeport'



Uit bovenstaande figuur blijkt dat er zich geen spoorweg bevindt binnen de vergunningvrije zone van ProRail. Hiermee wordt er ook automatisch voldaan aan de adviesafstand.

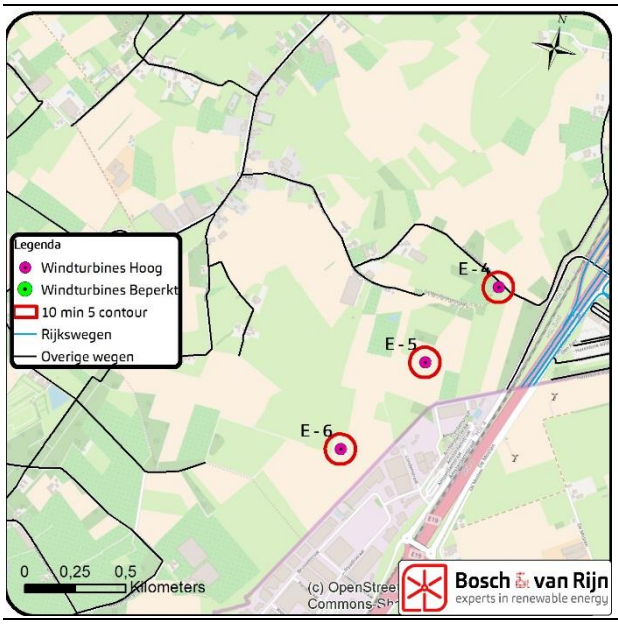
4.10.6 *Infrastructuur*

4.10.6.1 Wegen

Voor de bovengrens is nagegaan of een windturbine over een (openbare) weg draait. Indien er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de in paragraaf 3.6 genoemde beleidsregel. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Uit onderstaande figuur blijkt dat Windturbine E-4 overdraait over een lokale weg.

Figuur 56 Wieklengte en wegen Inrichting 'WP Treeport'

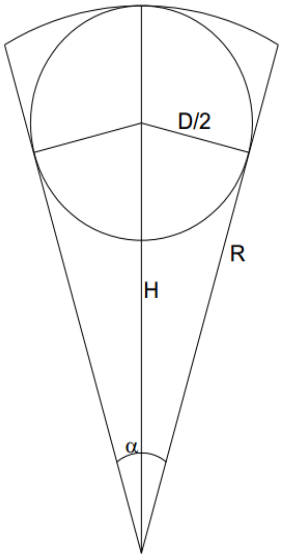


Trefkansberekening

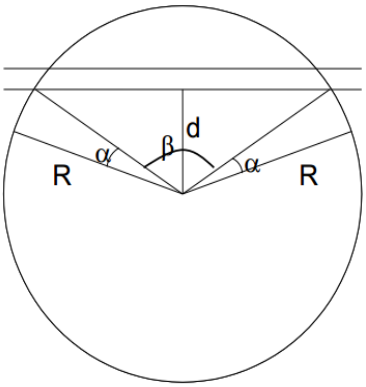
Rekenmethode mastbreuk

De kans dat dat de weg wordt getroffen door een onderdeel van een omvallende windturbine wordt gelijk verondersteld aan de kans dat een gedeelte van een onderstaand cirkelsegment (Figuur 14) in aanraking komt met de leidingstrook, het geen is geïllustreerd in Figuur 63 (HRW, 2014).

Figuur 57 Windturbine als cirkel segment



Figuur 58 Turbine in aanraking met weg



De trefkans is als volgt:

Variant	Turbine nummers	Afstand tot weg (m)	Valhoek graden	Mastbreuk frequentie (per jaar)	Trefkans weg
Bovengrens	E-4	19,5	200	$1{,}3*10^{-4}$	$7{,}22*10^{-5}$

De kans dat een passant wordt getroffen kan worden berekend door de trefkans te vermenigvuldigen met de verblijfsfactor:

$$\tau = \frac{0{,}3}{v_o}\frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600}$$

$v_o = snelheid\ van\ de\ passant$ (m/s)

Ten behoeve van deze berekening gaan we uit van de worst case scenario, wat inhoudt dat de passant met de laagste snelheid de langste verblijftijd heeft. Een voetganger gaat gemiddeld 5 km/uur (1,4 meter per seconde)

Variant	Trefkans weg	Verblijfstijd passant	Trefkans per passage
Bovengrens	$7{,}22*10^{-5}$	$6{,}79*10^{-09}$	$4{,}91*10^{-13}$

Rekenmethode wiekbreuk
De kans dat een persoon wordt geraakt als gevolg van een afgebroken wiek wordt als volgt berekend.

$$P = 1{,}5 \cdot A_c\ (Kritiek\ oppervlakte\ wiek) \cdot p_{zwpt}\ (Trefkans\ zwaartepunt\ wiek)$$

Variant	A_c	P_{zwpt}	P
Bovengrens	273,69	$3{,}25*10^{-8}$	$1{,}33*10^{-5}$

De kans dat een passant wordt getroffen kan worden berekend door de trefkans te vermenigvuldigen met de verblijfsfactor:

$$\tau = \frac{1}{v_o}\frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600}$$

Variant	Trefkans passant
Bovengrens	$3{,}02*10^{-13}$

Rekenmethode gondelafworp
Voor het berekenen van personen en objecten ten gevolgen van het afvallen van een gondel met rotor of alleen een rotor kan dezelfde aanpak worden gevolgd als mastbreuk. De masthoogte wordt voor deze berekening nul verondersteld. Het risicogebied blijft dan beperkt tot een gebied rondom de toren dat gelijk is aan de rotordiameter. Daarmee is de trefkans van de weg gelijk aan de kans dat het scenario zich voordoet: $4{,}0*10^{-5}$ per jaar.
Hierdoor is de kans dat een passant getroffen wordt hetzelfde voor alle turbinelocaties en kan berekend worden op de onderstaande manier.

De kans dat een passant wordt getroffen kan worden berekend door de trefkans te vermenigvuldigen met de verblijfsfactor.

$$\tau = \frac{0{,}3}{v_o} \frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600}$$

*Trefkans passant is: 2,72*10^{-13} per passage.*

Conclusie passantenrisico
De totale trefkans voor een passant is een sommatie van alle trefkansen vermenigvuldigd met het aantal windturbines waarbij er niet wordt voldaan aan de beleidsregel. Dit leidt tot de volgende trefkansen:

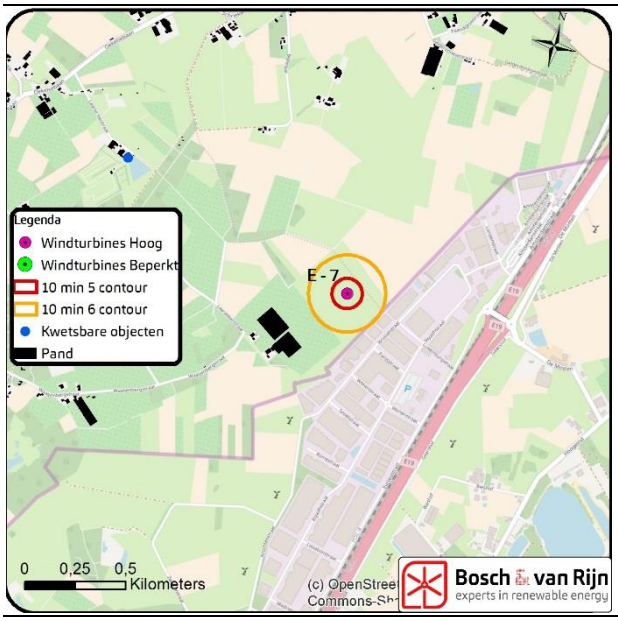
Variant	Aantal WTB	Trefkans per WTB	Totale trefkans
Bovengrens	1	1,07*10^{-12}	1,07*10^{-12}

4.11 Inrichting 'E-7 Raedthuys'

4.11.1 *(Beperkt) kwetsbare objecten*

De berekende 10^{-5} en 10^{-6}-contouren zijn weergegeven op kaart. Per windturbinelocatie is nagegaan of (geprojecteerde) kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten aanwezig zijn (bron: BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto). Voor de gebouwen binnen de 10^{-6}-contour is nagegaan of sprake is van een kwetsbaar object (risicokaart.nl, BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto).
In onderstaande figuur zijn de risicocontouren en werpafstanden van de referentiewindturbinetype te vinden.

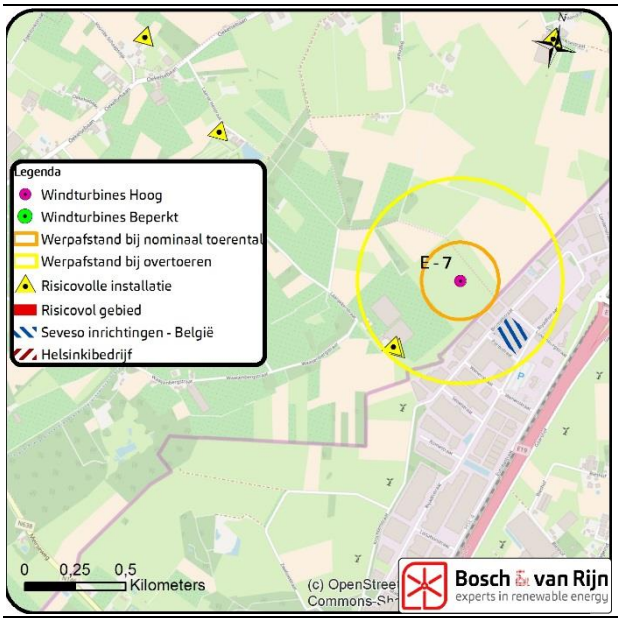
Figuur 59 Risicocontouren rond de windturbines bovengrens, inrichting 'E-7 Raedthuys'



Op basis van de berekende risicocontouren en objecten kent het plangebied voor de bovengrens van inrichting 'E-7 Raedthuys' geen (geprojecteerde) aandachtspunten. Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contouren. Hiermee wordt er voldaan aan het Activiteitenbesluit voor de bovengrens.
Aangezien op basis van de bovengrens voldaan wordt aan het Activiteitenbesluit is dit ook het geval voor de ondergrens, omdat het hier om kleinere risicocontouren gaat.

4.11.2 *Risicovolle Installaties*

Figuur 60 Werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren rond de windturbines (inrichting E-7 Raedthuys)



Op basis van de ingetekende werpafstanden, de luchtfoto en risicokaart.nl zijn de risicovolle installaties bepaald welke zich binnen de maximale werpafstanden bevinden.

Tabel 17 Risicovolle installaties binnen maximale werpafstand van geplande turbines (Inrichting E-7 Raedthuys, bovengrens)

Windturbine	Installatie	Afstand tot installatie (m)
E-3	Propaantank 8m³	455
E-3	Propaantank 8m³	452
E-3	Oostvogel Logistics BV	292

Doordat alle afstanden groter zijn dan de tiphoogte en werpafstand bij nominaal toerental heeft alleen het scenario 'Wiekbreuk bij overtoeren' een risico verhogend effect op de installaties.

NB. Voor propaantanks met een inhoud kleiner dan 13m³ gelden er veiligheidsafstanden (geen QRA plicht), waarbij de nieuw te plaatsen geen invloed hebben op de geldende afstanden.

4.11.2.1 Trefkansberekening

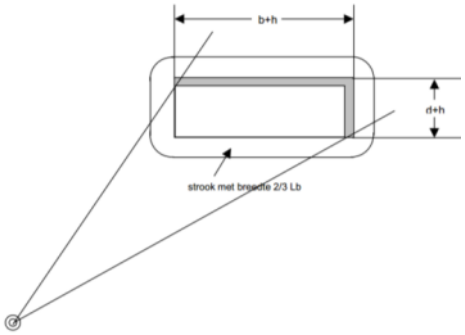
Rekenmethode wiekbreuk *(Handboek Risicozonering Windturbines)*
Om de trefkans van een object met hoogte h, breedte b, en diepte d te berekenen wordt uitgegaan van een geprojecteerd grondoppervlak:

De kans dat het zwaartepunt van de wiek in het geprojecteerde oppervlak terecht komt is:

$$P_{od} = P_{zwpt} \cdot A_{pt}$$

Waarin:
P_{zwpt} = trefkans van het zwaartepunt van het blad (*berekend volgens HRW 2014*).
A_{pt} = (b+h)·(d+h)

Het object kan direct door het zwaartepunt worden getroffen, maar het is ook mogelijk dat het zwaartepunt van het blad binnen een afstand van 2/3 L_b (lengte afgebroken blad) inslaat. In dit geval kan het object nog door het blad worden geraakt aangezien het zwaartepunt zich op ongeveer 1/3 van het blad bevindt. Deze kans loopt van 0,0 naar 1,0 van de buitenrand van de 2/3 L_b strook tot het object.



De kans dat het zwaartepunt in de strook met breedte 2/3 L_b rondom de tank terechtkomt is:

$$P_{oi} = P_{zwpt}\left((2b + 2d) \cdot {}^{1}/_{3} \cdot L_b + \frac{\pi}{3} \cdot \left({}^{2}/_{3} \cdot L_b\right)^2\right)$$

Om de totale trefkans te bereken dat een installatie wordt getroffen door een blad worden de twee bovenstaande parameters bij elkaar opgeteld:

$$\boldsymbol{Po = Pod + Poi}$$

4.11.2.2 Resultaten trefkansen risicovolle installaties

Via bovenstaande methoden zijn de trefkansen berekend voor de risicovolle installaties van de bovengrens waarbij de trefkans van de installatie de som is van de scenario's van de falende windturbines. De resultaten worden weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 18 Trefkansen risicovolle installatie bovengrens

Installatie	Totale trefkans
Oostvogel Logistics BV	1,22*`10^{-7}

4.11.2.3 Faalkansverhoging

De berekende trefkans voor de bovengrens wordt vergeleken met de intrinsieke faalkans van de risicovolle installatie (faalkansen van alle catastrofale scenario's bij elkaar opgeteld). De intrinsieke faalkans wordt als volgt onderbouwd:

Tabel 19 Onderbouwing intrinsieke faalkansen van risicovolle objecten (Bron: Handleiding Risicoberekeningen BEVI)

Object	Faalkans scenario`s (weergegeven tussen haakjes)
Opslagtanks gevaarlijke stoffen	De mogelijke catastrofale scenario`s zijn het vrijkomen van de gehele inhoud ($5*10^{-6}$) en het vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom ($5*10^{-6}$).

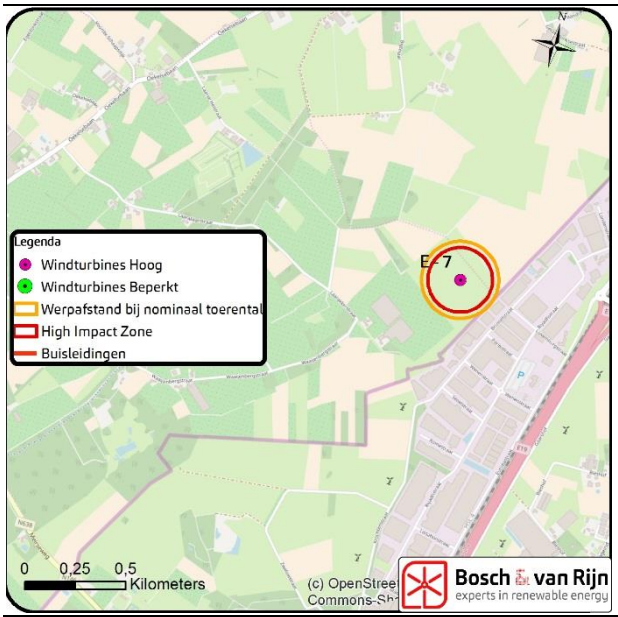
Onderstaande tabellen bevat de vergelijking van trefkans van de windturbines met de intrinsieke faalkans van de installatie.

Tabel 20 Verhoging faalkans van risicovolle object - Bovengrens

Installatie	Intrinsieke faalkans	Trefkans	Verhoging faalkans
Oostvogel Logistics BV	1,0E-5	$1,22*10^{-7}$	1,22%

4.11.3 *Buisleidingen*

Figuur 61 Buisleidingen en windturbines inrichting 'E-7 Raedthuys'

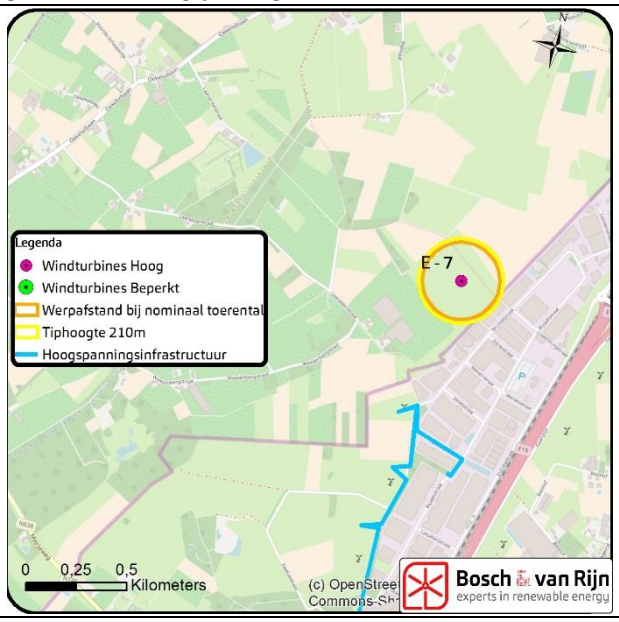


Uit bovenstaande figuur is te concluderen dat er geen infrastructuur van Gasunie zich binnen de werpafstand bij nominaal toerental of de High Impact Zone (HIZ) bevindt. Hierdoor is het mogelijk om op te maken dat de infrastructuur van Gasunie geen substantiële trefkans ondervindt als gevolg van de plaatsing van de windturbines.

Aangezien op basis van de bovengrens wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie is dit ook het geval voor de ondergrens aangezien de werpafstand bij nominaal toerental of ashoogte + 1/3de wieklengte van de ondergrens lager is dan de werpafstand bij nominaal toerental van de bovengrens.

4.11.4 *Hoogspanningsinfrastructuur*

Figuur 62 Hoogspanningsinfrastructuur en windturbines inrichting 'E-7 Raedthuys'



Voor de locatie geldt dat geen hoogspanningsleidingen zijn gelegen binnen de invloedsfeer van de windturbines. Er zijn derhalve geen aandachtspunten.

4.11.5 *Spoorwegen*

Voor de beoogde windturbines is onderzocht of er wordt voldaan aan de adviesafstand van Pro-Rail (halve rotordiameter + 7,85 meter). Tevens is er gekeken of er een vergunning nodig is voor de realisatie van de windturbines. Dit is nodig indien de afstand kleiner is dan de halve rotordiameter + 11 meter.

Figuur 63 Spoorwegen en windturbines inrichting 'E-7 Raedthuys'

Uit bovenstaande figuur blijkt dat er zich geen spoorweg bevindt binnen de vergunning vrije zone van ProRail. Hiermee wordt er ook automatisch voldaan aan de adviesafstand.

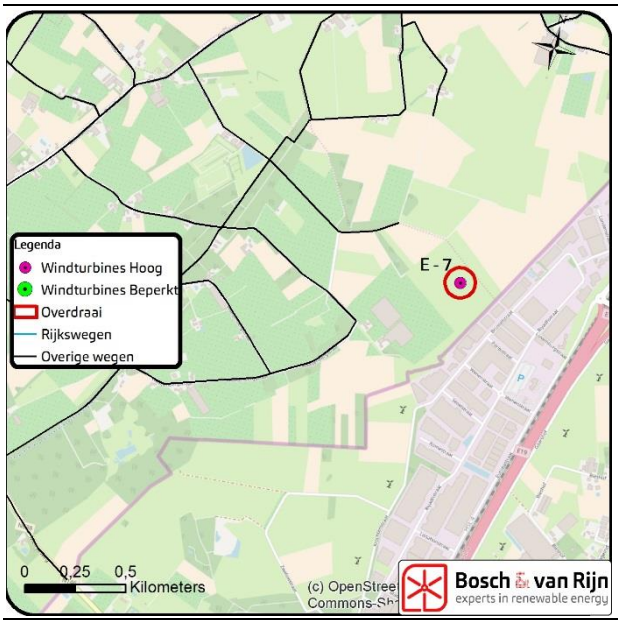
4.11.6 *Infrastructuur*

4.11.6.1 Wegen

Voor de bovengrens is nagegaan of een windturbine over een (openbare) weg draait. Indien er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de in paragraaf 3.6 genoemde beleidsregel. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Uit onderstaande figuur blijkt dat er geen overdraai plaatsvindt over een openbare weg. Doordat er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de beleidsregel. Dit geldt ook voor de ondergrens, aangezien de wieklengte van de ondergrens kleiner is dan de bovengrens.

Figuur 64 Wieklengte en wegen Inrichting 'E-7 Raedthuys'

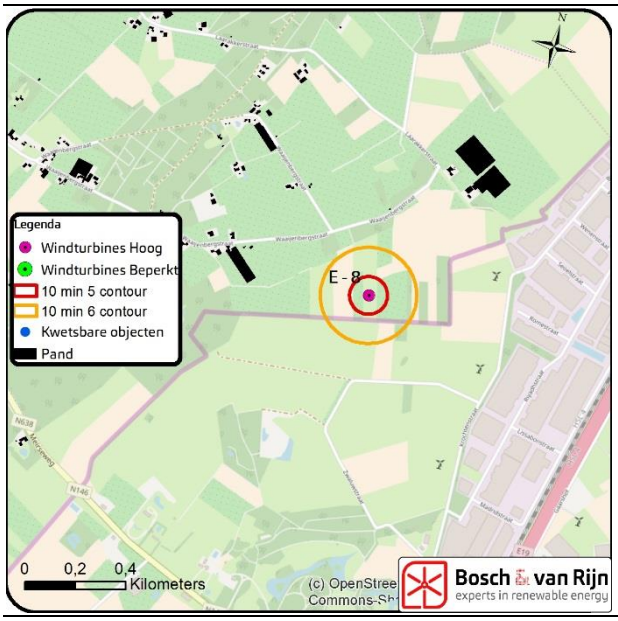


4.12 Inrichting 'WP Waavenberg'

4.12.1 *(Beperkt) kwetsbare objecten*

De berekende 10^{-5} en 10^{-6}-contouren zijn weergegeven op kaart. Per windturbinelocatie is nagegaan of (geprojecteerde) kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten aanwezig zijn (bron: BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto). Voor de gebouwen binnen de 10^{-6}-contour is nagegaan of sprake is van een kwetsbaar object (risicokaart.nl, BAG, bestemmingsplannen en luchtfoto).
In onderstaande figuur zijn de risicocontouren en werpafstanden van de referentiewindturbinetype te vinden.

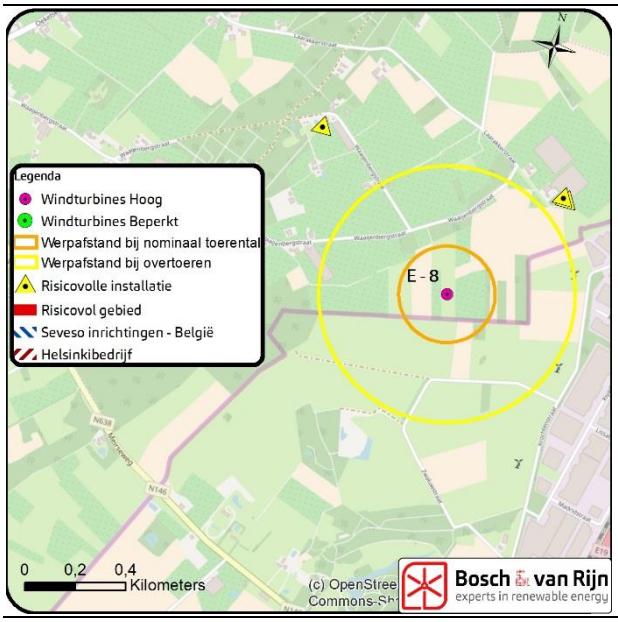
Figuur 65 Risicocontouren rond de windturbines bovengrens, inrichting 'WP Waavenberg'



Op basis van de berekende risicocontouren en objecten kent het plangebied voor de bovengrens van inrichting 'WP Waavenberg' geen (geprojecteerde) aandachtspunten. Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare of kwetsbare objecten binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contouren. Hiermee wordt er voldaan aan het Activiteitenbesluit voor de bovengrens.
Aangezien op basis van de bovengrens voldaan wordt aan het Activiteitenbesluit is dit ook het geval voor de ondergrens, omdat het hier om kleinere risicocontouren gaat.

4.12.2 *Risicovolle Installaties*

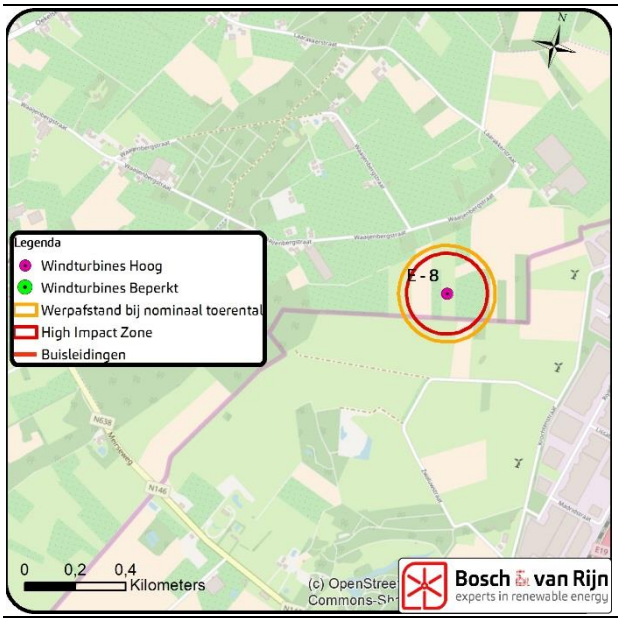
Figuur 66 Werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren rond de windturbines (inrichting WP Waavenberg)



Op basis van de ingetekende werpafstanden, de luchtfoto en risicokaart.nl is te concluderen dat er zich geen risicovolle installaties bevinden binnen de invloedsfeer van de windturbines.

4.12.3 *Buisleidingen*

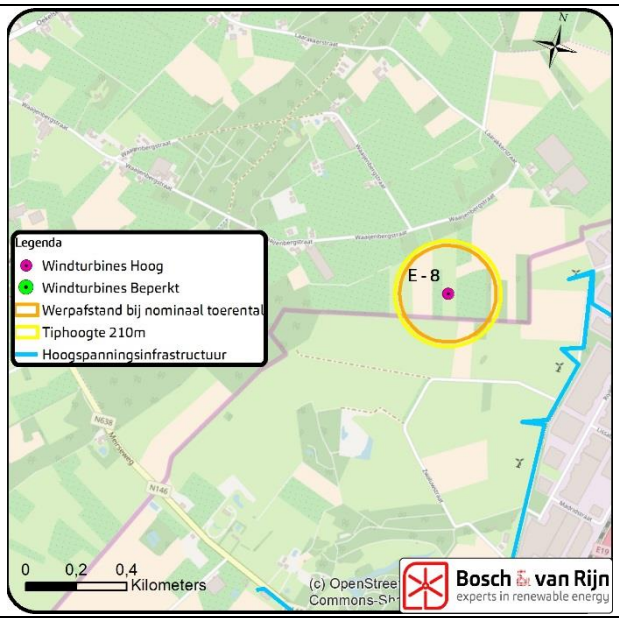
Figuur 67 Buisleidingen en windturbines inrichting 'WP Waavenberg'



Uit bovenstaande figuur is te concluderen dat er geen infrastructuur van Gasunie zich binnen de werpafstand bij nominaal toerental of de High Impact Zone (HIZ) bevindt. Hierdoor is het mogelijk om op te maken dat de infrastructuur van Gasunie geen substantiële trefkans ondervindt als gevolg van de plaatsing van de windturbines.
Aangezien op basis van de bovengrens wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie is dit ook het geval voor de ondergrens aangezien de werpafstand bij nominaal toerental of ashoogte + 1/3de wieklengte van de ondergrens lager is dan de werpafstand bij nominaal toerental van de bovengrens.

4.12.4 *Hoogspanningsinfrastructuur*

Figuur 68 Hoogspanningsinfrastructuur en windturbines inrichting 'WP Waavenberg'

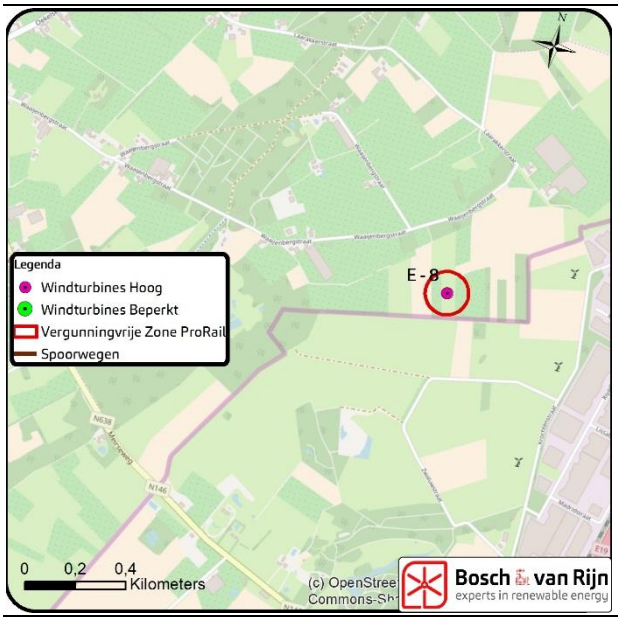


Voor de locatie geldt dat geen hoogspanningsinfrastructuur zijn gelegen binnen de invloedsfeer van de windturbines. Er zijn derhalve geen aandachtspunten.

4.12.5 *Spoorwegen*

Voor de beoogde windturbines is onderzocht of er wordt voldaan aan de adviesafstand van ProRail (halve rotordiameter + 7,85 meter). Tevens is er gekeken of er een vergunning nodig is voor de realisatie van de windturbines. Dit is nodig indien de afstand kleiner is dan de halve rotordiameter + 11 meter.

Figuur 69 Spoorwegen en windturbines inrichting 'WP Waavenberg'



Uit bovenstaande figuur blijkt dat er zich geen spoorweg bevindt binnen de vergunning vrije zone van ProRail. Hiermee wordt er ook automatisch voldaan aan de adviesafstand.

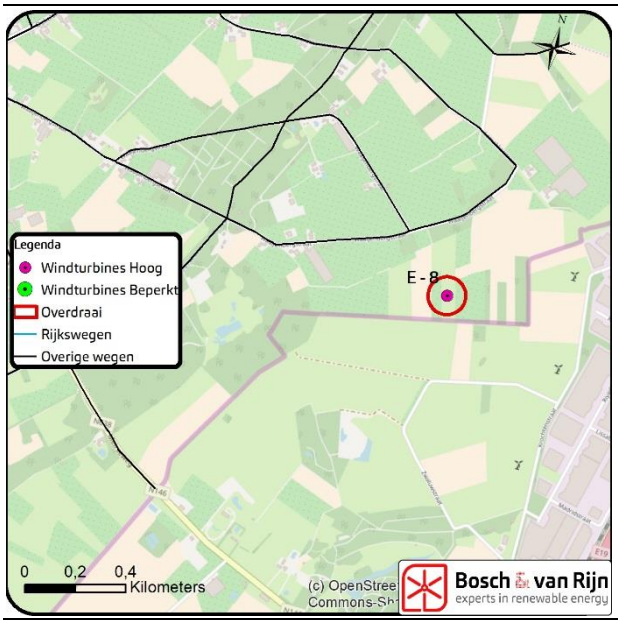
4.12.6 *Infrastructuur*

4.12.6.1 Wegen

Voor de bovengrens is nagegaan of een windturbine over een (openbare) weg draait. Indien er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de in paragraaf 3.6 genoemde beleidsregel. Wanneer er niet wordt voldaan aan de beleidsregel moet er een trefkansberekening worden uitgevoerd.

Uit onderstaande figuur blijkt dat er geen overdraai plaatsvindt over een openbare weg. Doordat er geen overdraai plaatsvindt wordt er voldaan aan de beleidsregel. Dit geldt ook voor de ondergrens, aangezien de wieklengte van de ondergrens kleiner is dan de bovengrens.

Figuur 70 Wieklengte en wegen Inrichting 'WP Waavenberg'



Hoofdstuk 5 Conclusie

5.1 (beperkt) Kwetsbare objecten

Op basis van de berekende risicocontouren en objecten is er per inrichting geanalyseerd of er wordt voldaan aan het Activiteitenbesluit. Om hieraan te voldoen mogen er geen (beperkt) kwetsbare objecten zich bevinden binnen respectievelijk de 10^{-5} en 10^{-6}-contour. Onderstaande tabel geeft per inrichting aan of er zich (beperkt) kwetsbare objecten bevinden binnen de risicocontouren.

Inrichting	Beperkt kwetsbare objecten binnen 10^{-5}-contour	Kwetsbare objecten binnen 10^{-6}-contour
WP RWS	0	0
WP Lage Zwaluwe	0	0
Gez. Plan. Zonzeel	0	0
WP Nieuwveer	0	0
WP Galder	0	0
WP De Roover	0	0
E-3 REF	0	0
WP Treeport	0	0
E-3 Raedthuys	0	0
WP Waavenberg	0	0

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er bij alle inrichtingen wordt voldaan aan het Activiteitenbesluit.

5.2 Risicovolle installaties

Indien de windturbines niet substantieel bijdragen aan een hoger risico van de inrichting zullen de voor de inrichting geldende afstanden tot (beperkt) kwetsbare objecten en de Groepsrisico ook na plaatsing van de windturbines van kracht blijven. Om dit te toetsten kan in eerste instantie naar de toename van de catastrofale faalfrequentie van risicovolle installaties behorende tot de inrichting gekeken worden. Indien deze toename een bepaalde richtwaarde overschrijdt dan is plaatsing van de windturbine uit oogpoint van risicobeoordeling toegestaan. Als uitgangspunt voor deze richtwaarde wordt volgens het Handboek Risicozonering Windturbines[8] 10% gehanteerd.

Onderstaande tabel bevat de resultaten van de vergelijking van de trefkans van de windturbines met de intrinsieke faalkans van de installaties van de inrichtingen.

[8] Handboek Risicozonering Windturbines, 2014

Inrichting	Risicoverhoging installatie
WP RWS	
Esso - LPG Vulpunt	0,17%
Esso - LPG Reservoir	0,17%
Esso - LPG aflevering installatie 1	0,16%
Esso - LPG aflevering installatie 2	0,17%
Emplacement Lage Zwaluwe	0,09%
WP Lage Zwaluwe	
Emplacement Lage Zwaluwe	346,71%
Gez. Plan. Zonzeel	
n.v.t.	-
WP Nieuwveer	
Bulkopslag 1000m^3	162,89%
Slibvergistingtank	0,94%
Bulkopslag vloeibaar gas	0,19%
WP Galder	
n.v.t	-
WP De Roover	
n.v.t.	-
E-3 REF	
n.v.t.	-
WP Treeport	
n.v.t.	-
E-7 Raedthuys	
Oostvogel Logistics BV	1,22%
WP Waavenberg	
n.v.t.	-

Uit bovenstaande tabel is op te maken dat er bij twee installaties de richtwaarde van 10% wordt overschreden. Voordat de windturbines van de inrichtingen 'WP RWS[9]' en 'WP Lage Zwaluwe' gerealiseerd kunnen worden moet middels een QRA, waarin de effecten van de windturbines zijn toegevoegd aan de bestaande situatie van de installaties, worden aangetoond dat aan de eisen voor wat betreft externe veiligheid kan worden voldaan.
Voor de Inrichting 'Nieuwveer' geldt dat de risicoverhoging bij de bulkopslag 1000m^3 boven de 10% komt. Echter, wanneer er wordt vergeleken met de referentiesituatie is er sprake van een verbetering van de situatie. Hierdoor is een nieuwe QRA niet nodig voor deze inrichting.

5.3 Buisleidingen

Voor de vergunningaanvraag is onderzocht of er buisleidingen die gevaarlijke stoffen transporteren zich bevinden binnen de werpafstand bij nominaal toerental of binnen de masthoogte + 1/3de wieklengte. Onderstaande tabel geeft de resultaten van het onderzoek per inrichting.

[9] De reden dat er voor de inrichting 'WP RWS' een QRA uitgevoerd moet worden is, omdat de gezamenlijke risicotoevoeging van Inrichting WP RWS en WP Lage Zwaluwe op het emplacement Lage Zwaluwe boven de richtwaarde van 10% zit.

Inrichting	Buisleiding binnen adviesafstand
WP RWS	Nee
WP Lage Zwaluwe	Ja
Gez. Plan. Zonzeel	Nee
WP Nieuwveer	Nee
WP Galder	Nee
WP De Roover	Nee
E-3 REF	Nee
WP Treeport	Nee
E-3 Raedthuys	Nee
WP Waavenberg	Nee

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er alleen bij de inrichting 'WP Lage Zwaluwe' niet wordt voldaan aan de adviesafstand van Gasunie. Om te waarborgen dat er een windturbine wordt geplaatst waarbij wordt voldaan aan de adviesstand van Gasunie adviseren wij om een planregel in het inpassingsplan op te nemen waarin wordt gewaarborgd dat het gebruik van een windturbinetype waarbij de werpafstand bij nominaal toerental groter is dan of gelijk is aan de afstand van het middelpunt van de mast van de windturbine tot de hartlijn van de meest nabijgelegen gasleiding niet is toegestaan. Hiervan kan bij een omgevingsvergunning van worden afgeweken van het bepaalde artikel, met inachtneming van het volgende:

a) Uit onderzoek blijkt dat afwijken niet leidt tot onaanvaardbare externe veiligheidsrisico's
b) Alvorens de omgevingsvergunning te verlenen wint het bevoegd gezag advies in bij de buisleidingexploitant.

5.4 Hoogspanningsinfrastructuur

Voor de vergunningaanvraag is onderzocht of er zich hoogspanningsinfrastructuur zich bevindt binnen de werpafstand bij nominaal toerental of valafstand. Onderstaande tabel geeft de resultaten van het onderzoek per inrichting.

Inrichting	Hoogspanningsinfrastructuur binnen adviesafstand
WP RWS	Nee
WP Lage Zwaluwe	Nee
Gez. Plan. Zonzeel	Nee
WP Nieuwveer	Nee
WP Galder	Nee
WP De Roover	Nee
E-3 REF	Nee
WP Treeport	Nee
E-3 Raedthuys	Nee
WP Waavenberg	Nee

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er bij alle inrichtingen wordt voldaan aan de adviesafstand van TenneT.

5.5 Spoorwegen

Voor de vergunningaanvraag is onderzocht of er zich spoorwegen bevinden binnen de adviesafstand van ProRail. Onderstaande tabel geeft de resultaten van het onderzoek per inrichting.

Inrichting	Spoorwegen binnen adviesafstand
WP RWS	Nee
WP Lage Zwaluwe	Nee
Gez. Plan. Zonzeel	Nee
WP Nieuwveer	Nee
WP Galder	Nee
WP De Roover	Nee
E-3 REF	Nee
WP Treeport	Nee
E-3 Raedthuys	Nee
WP Waavenberg	Nee

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er bij alle inrichtingen wordt voldaan aan de adviesafstand van ProRail.

5.6 Infrastructuur

5.6.1 *Wegen*

Voor de verschillende inrichtingen is er onderzocht of de windturbines overdraaien over een openbare weg. Indien er geen overdraai plaats wordt er voldaan aan de beleidsregel *"Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines, op in of over Rijkswaterstaatwerken"*.

Inrichting	Overdraai over openbare wegen
WP RWS	Nee
WP Lage Zwaluwe	Ja
Gez. Plan. Zonzeel	Nee
WP Nieuwveer	Nee
WP Galder	Nee
WP De Roover	Nee
E-3 REF	Nee
WP Treeport	Ja
E-3 Raedthuys	Nee
WP Waavenberg	Nee

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er bij twee inrichtingen niet wordt voldaan aan de beleidsregel. Om de risico's van de windturbines in kaart te brengen is de trefkans berekend en deze wordt vervolgens getoetst aan het IPR en MR.

Faalkans 'WP Lage Zwaluwe': $8{,}62*10^{-13}$ per passage
Faalkans 'WP Treeport': $1{,}07*10^{-12}$ per passage

Voor de toetsing aan het IPR/MR wordt de inrichting 'WP Treeport'' als representatief beschouwd, gezien het feit dat deze de hoogste trefkans heeft.

Aan het IPR wordt voldaan zolang één passant niet meer dan 938.967 keer per jaar de turbine passeert. Dit komt overeen met 2572 passages per dag, gedurende een heel jaar, door een en dezelfde persoon. Tevens wordt aan het MR ($2 * 10^{-3}$) voldaan zolang er niet meer dan 1.877.934.272 passanten per jaar de windturbines passeren.

Gelet op de aard van de wegen is het niet realistisch dat het IPR en MR worden overschreden.

5.6.2 *Vaarwegen*

Voor de verschillende inrichtingen is er onderzocht of de windturbines voldoen aan de nieuwe adviesafstand van Rijkswaterstaat (wieklengte + 30 meter).

Inrichting	Voldoet aan beleidsregel
WP RWS	Ja
WP Lage Zwaluwe	Ja
Gez. Plan. Zonzeel	Nee
WP Nieuwveer	Ja
WP Galder	Ja
WP De Roover	Ja
E-3 REF	Ja
WP Treeport	Ja
E-3 Raedthuys	Ja
WP Waavenberg	Ja

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er bij één inrichting niet wordt voldaan aan de adviesafstand van Rijkswaterstaat. Om de risico's van de windturbines in kaart te brengen is de trefkans berekend en deze wordt vervolgens getoetst aan het IPR en MR.

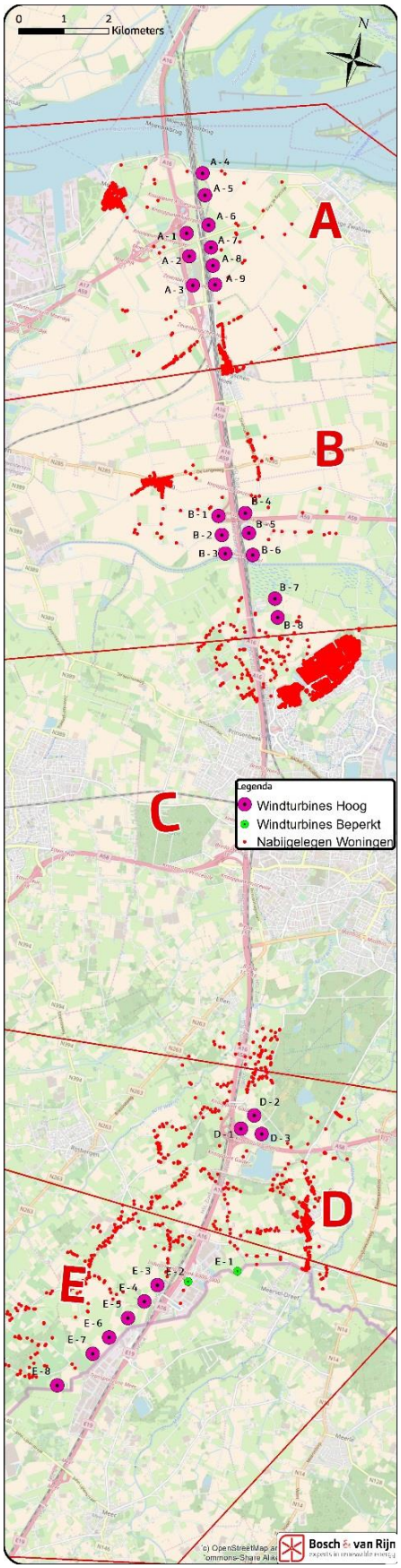
Faalkans 'Inrichting Gezamenlijk Plan Zonzeel': $2{,}60*10^{-11}$ per passage

Aan het IPR wordt voldaan zolang één passant niet meer dan 38.461 keer per jaar de turbine passeert. Dit komt overeen met 105 passages per dag, gedurende een heel jaar, door een en dezelfde persoon. Tevens wordt aan het MR ($2 * 10^{-3}$) voldaan zolang er niet meer dan 76.923.077 passanten per jaar de windturbines passeren.

Gelet op de aard van de vaarweg is het niet realistisch dat het IPR en MR worden overschreden.

Hoofdstuk 6 Bijlagen

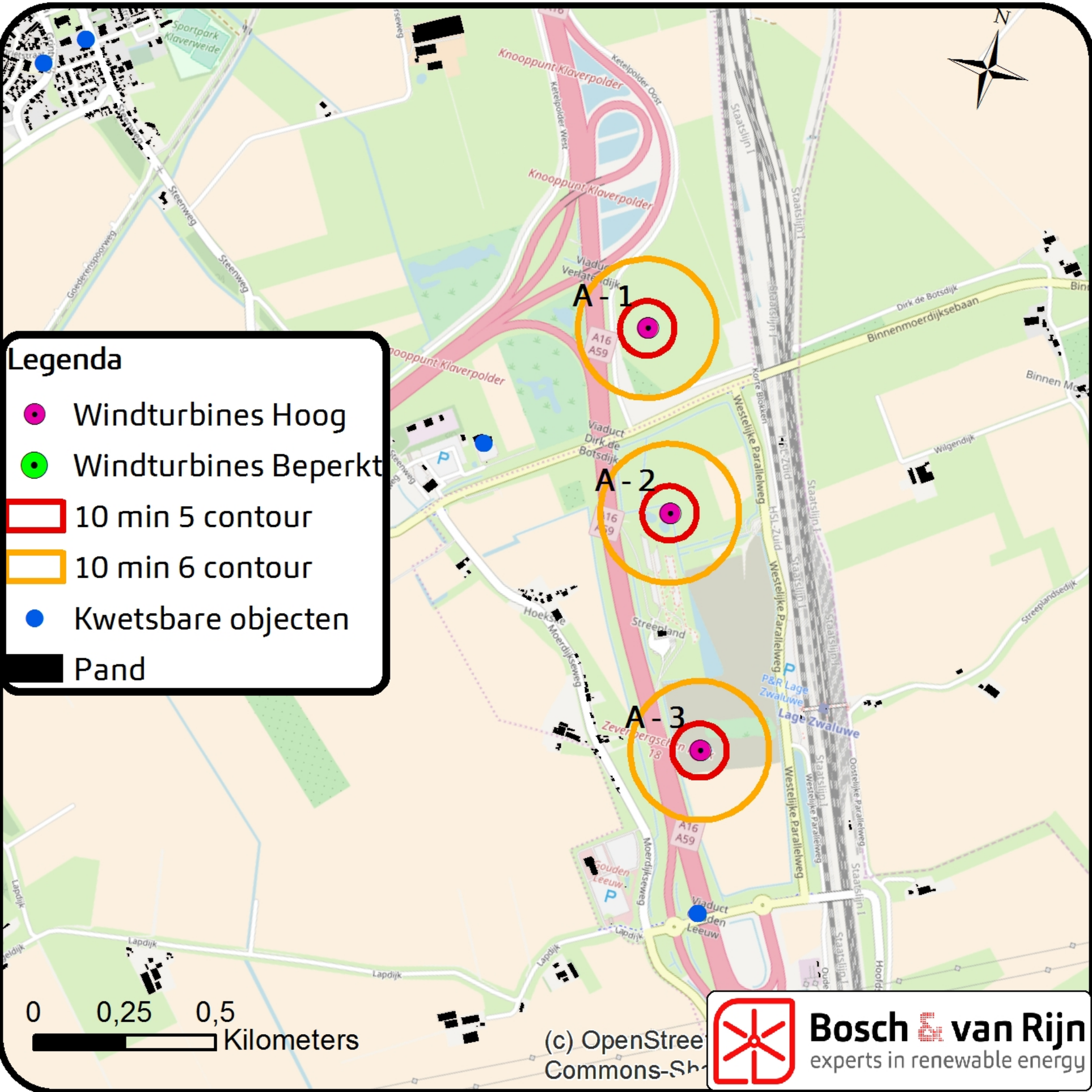
Bijlage A Voorkeursalternatief

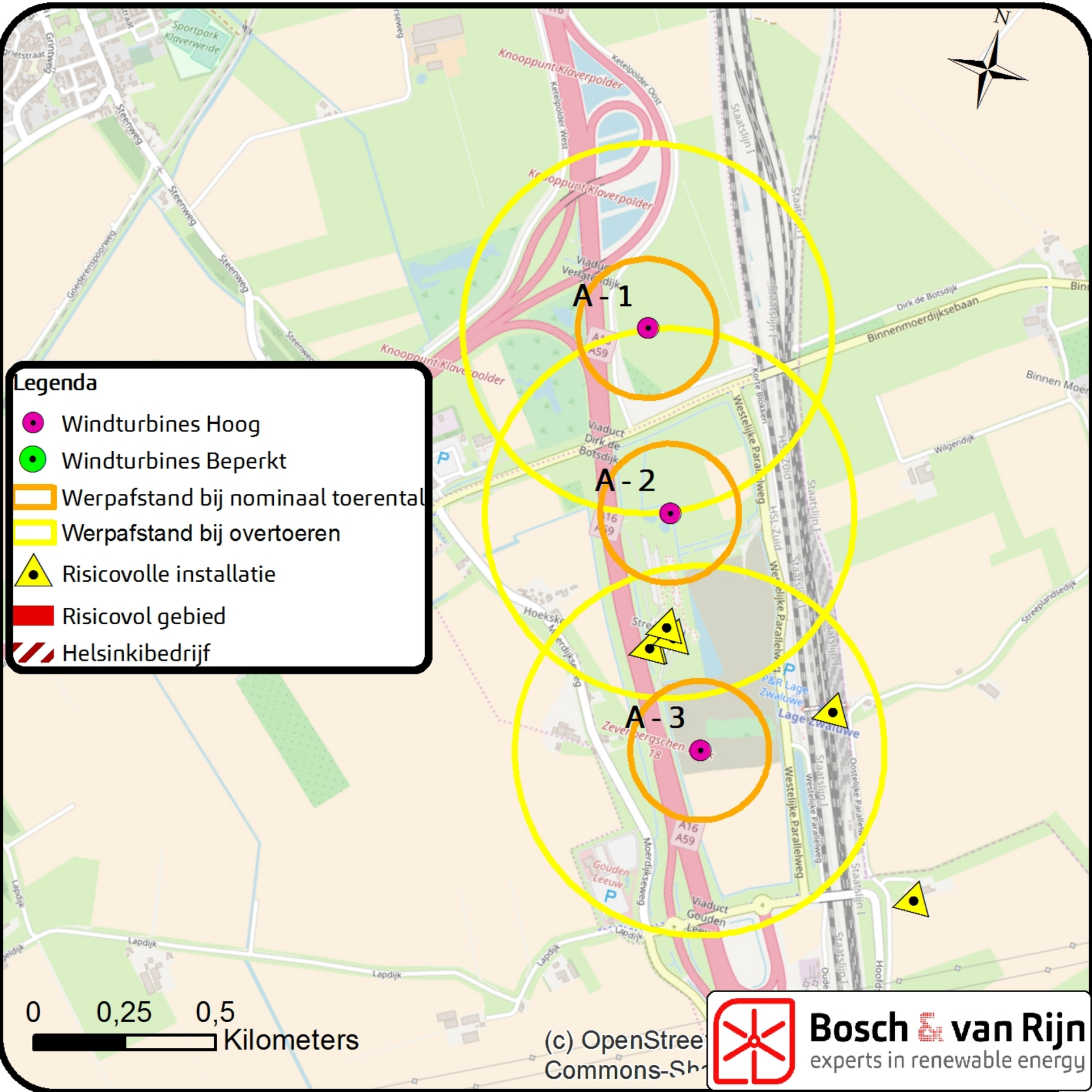


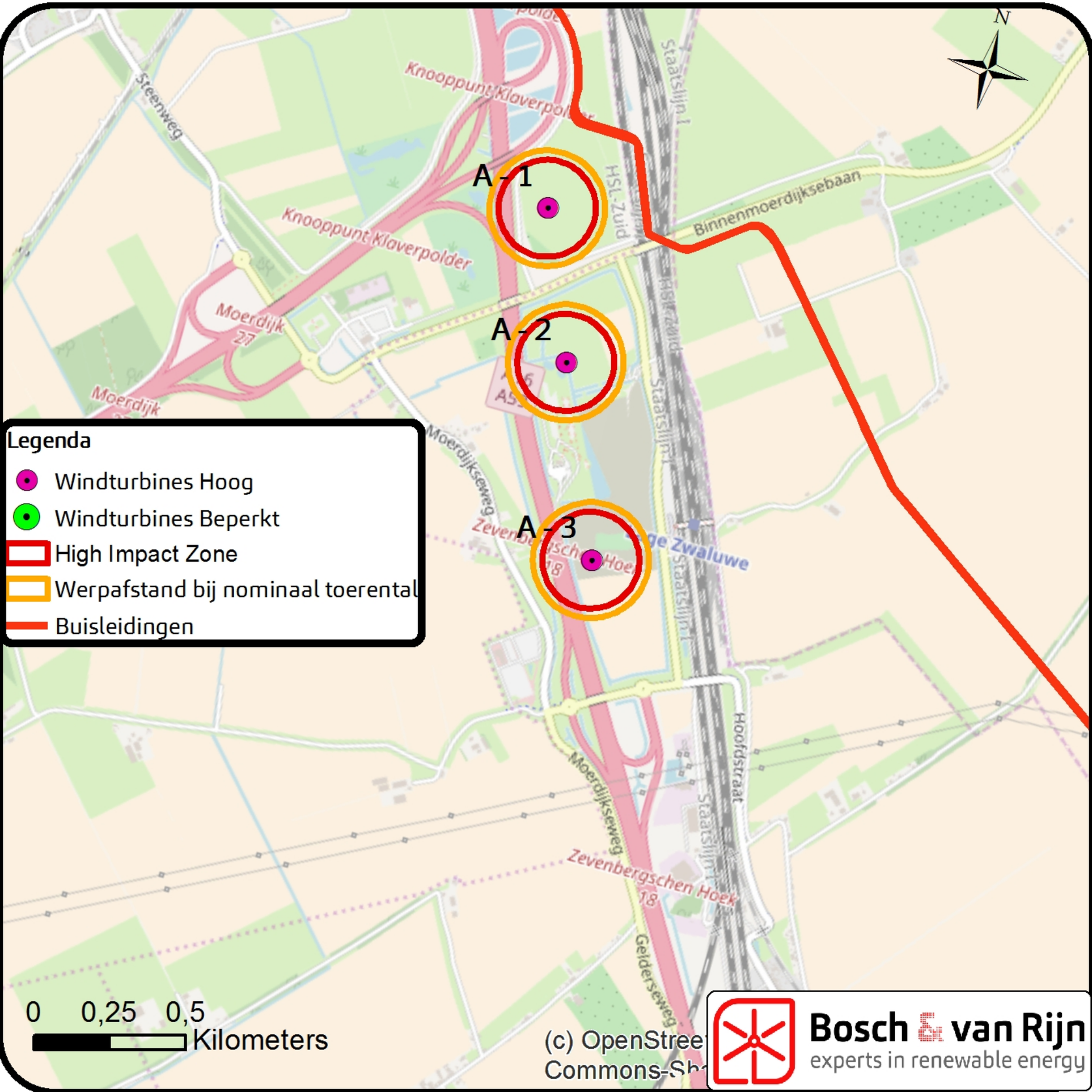
Alt	WTB	POINT_X	POINT_Y	Tiphoogte	Type
VKA	1	104224	412401,1	210	A - 1
VKA	2	104414,6	411926,2	210	A - 2
VKA	3	104663,4	411318	210	A - 3
VKA	4	104224,1	413781,5	210	A - 4
VKA	5	104403,3	413327,6	210	A - 5
VKA	6	104652	412703,4	210	A - 6
VKA	7	104831,5	412236,9	210	A - 7
VKA	8	104980,1	411859,1	210	A - 8
VKA	9	105134,6	411463,3	210	A - 9
VKA	10	106539,9	406508,2	210	B - 1
VKA	11	106720,7	406116,5	210	B - 2
VKA	12	106902,1	405737,3	210	B - 3
VKA	13	107099,6	406719,9	210	B - 4
VKA	14	107292,3	406312,6	210	B - 5
VKA	15	107502,5	405864,8	210	B - 6
VKA	16	108226,4	405055,1	210	B - 7
VKA	17	108391	404665,8	210	B - 8
VKA	18	110553,8	393462,1	210	D - 1
VKA	19	110759,9	393823,1	210	D - 2
VKA	20	111026,3	393466,8	210	D - 3
VKA	21	111294	390374,8	165	E - 1
VKA	22	110298	389866	165	E - 2
VKA	23	109658,6	389617,8	210	E - 3
VKA	24	109472	389193	210	E - 4
VKA	25	109217	388740	210	E - 5
VKA	26	108924	388217	210	E - 6
VKA	27	108665,4	387770,8	210	E - 7
VKA	28	108084,9	386886,5	210	E - 8

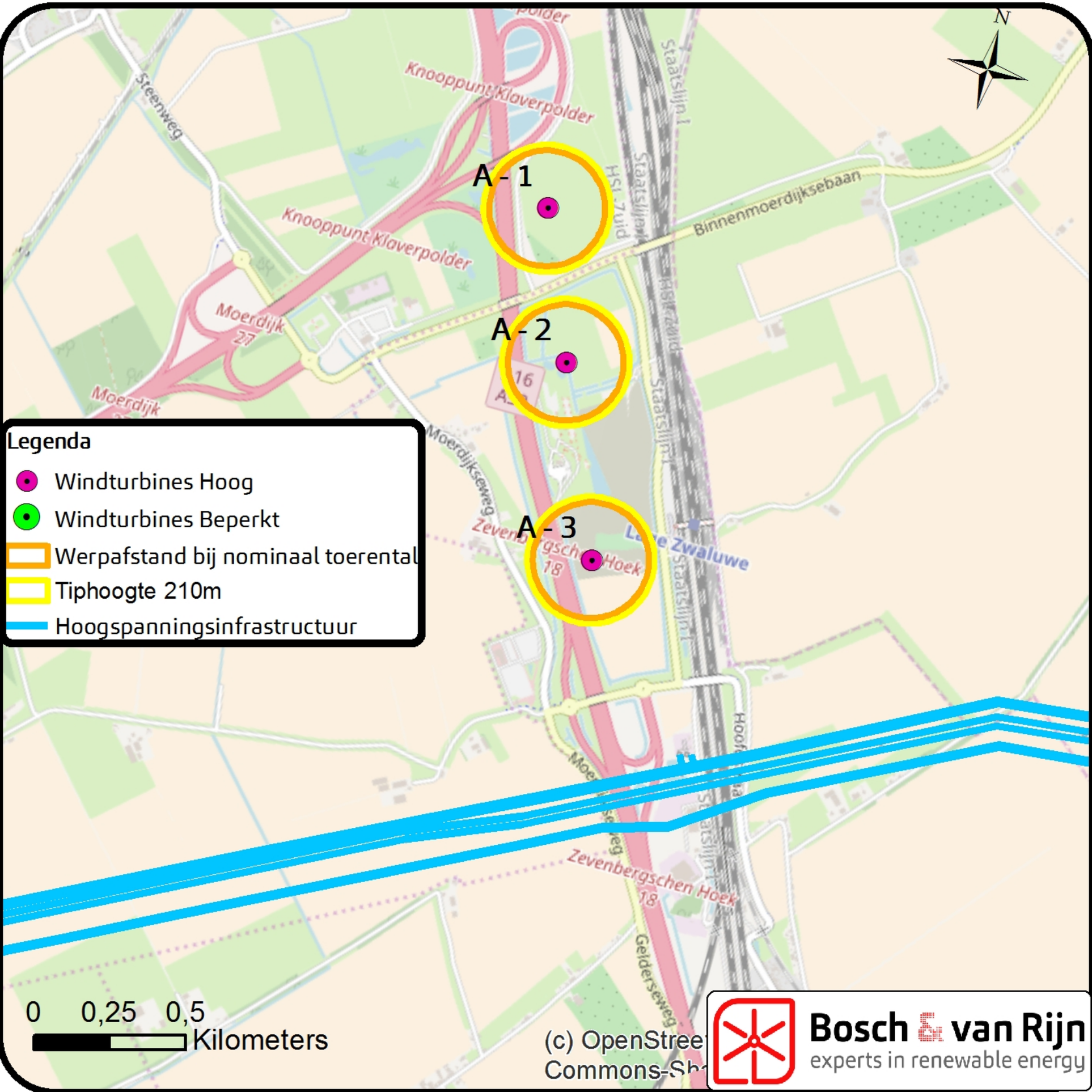
Bijlage B Risicocontouren en werpafstanden

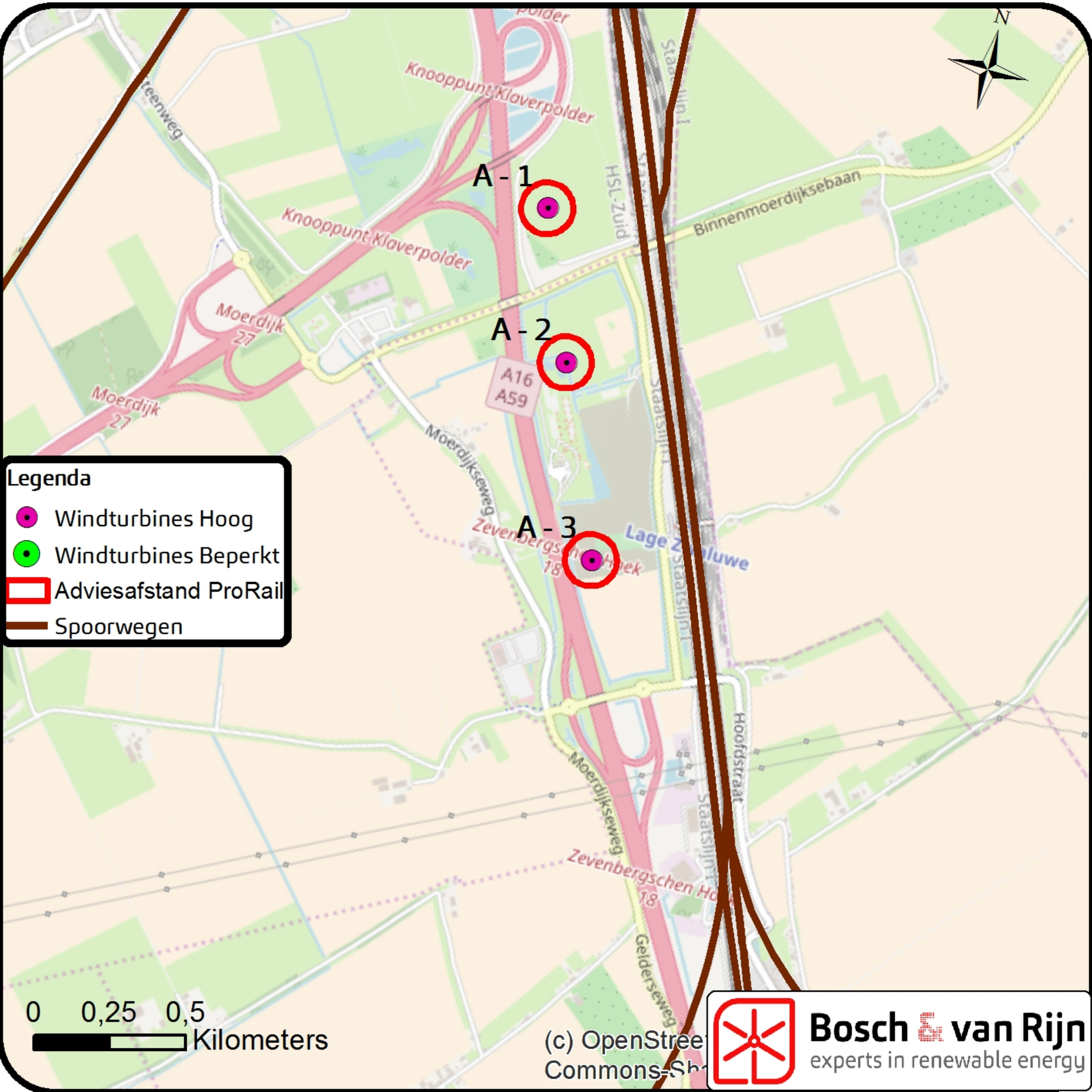
‘WP RWS’


Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
10 min 6 contour
Kwetsbare objecten
Pand
A - 1
A - 2
A - 3
N
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

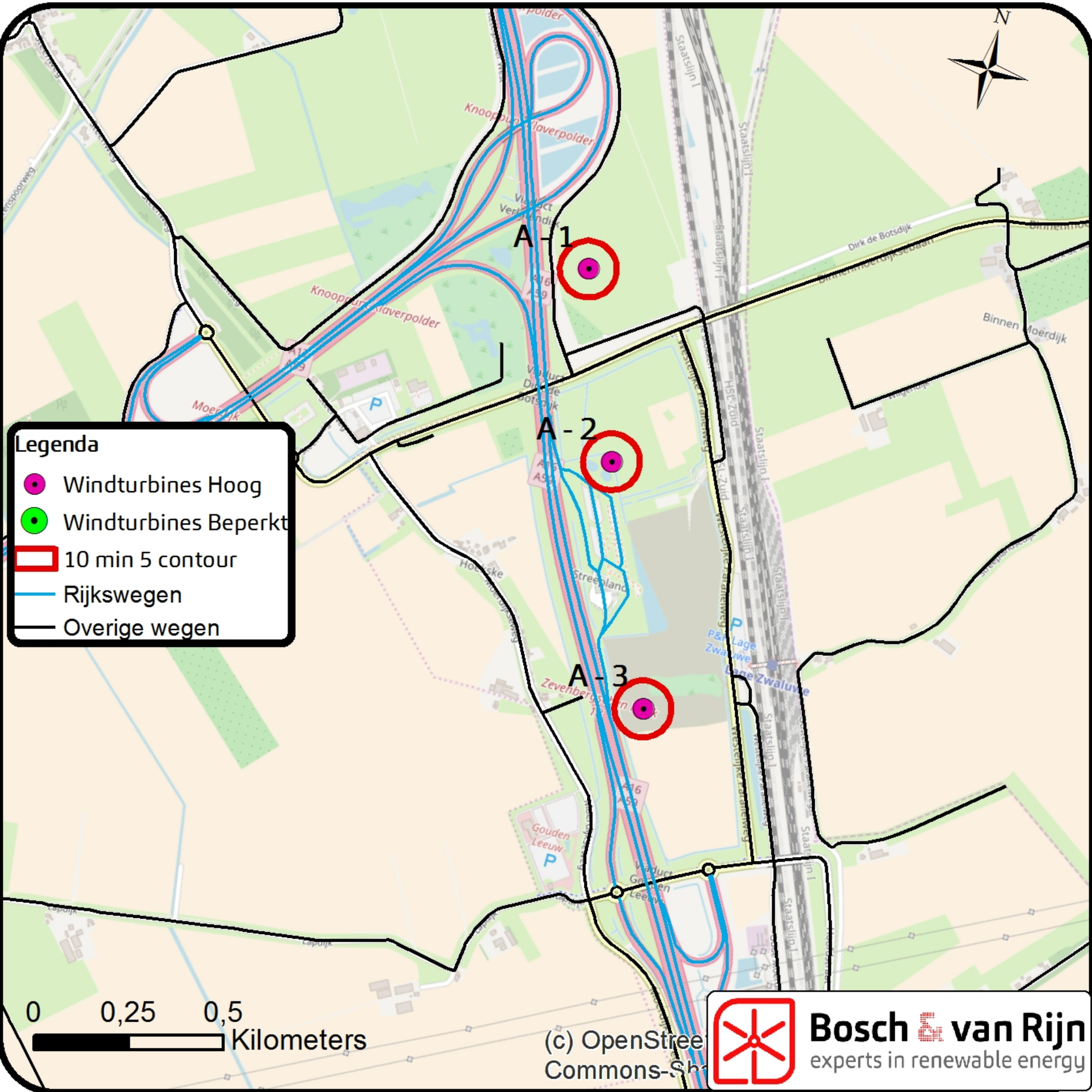

Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Werpafstand bij overtoeren
Risicovolle installatie
Risicovol gebied
Helsinkibedrijf
A - 1
A - 2
A - 3
N
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


N
A_1
A_2
A_3
Knooppunt Klaverpolder
Steenweg
Moerdijk
Binnenmoerdijksebaan
HSL-Zuid
Staatslijn I
Moerdijksseweg
Zevenbergschen Hoek
Hoofdstraat
Geldersseweg
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
High Impact Zone
Werpafstand bij nominaal toerental
Buisleidingen
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

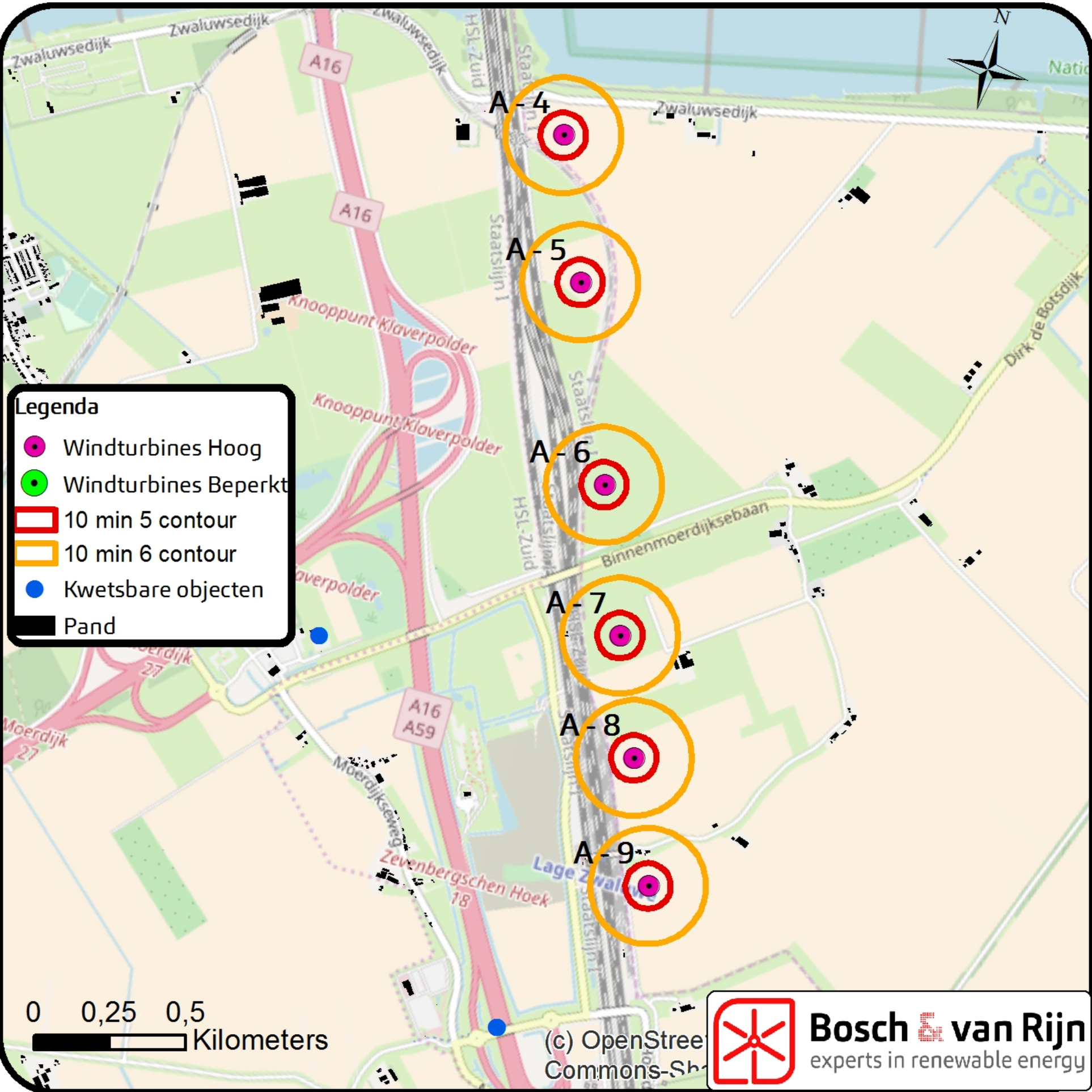

A - 1
A - 2
A - 3
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Tiphoogte 210m
Hoogspanningsinfrastructuur
Knooppunt Klaverpolder
Binnenmoerdijksebaan
Moerdijk
Steenweg
Staatslijn I
HSL-Zuid
Moerdijksestraatweg
Zevenbergschen Hoek
Lage Zwaluwe
Geldersedijk
0 0,25 0,5
Kilometers
N
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

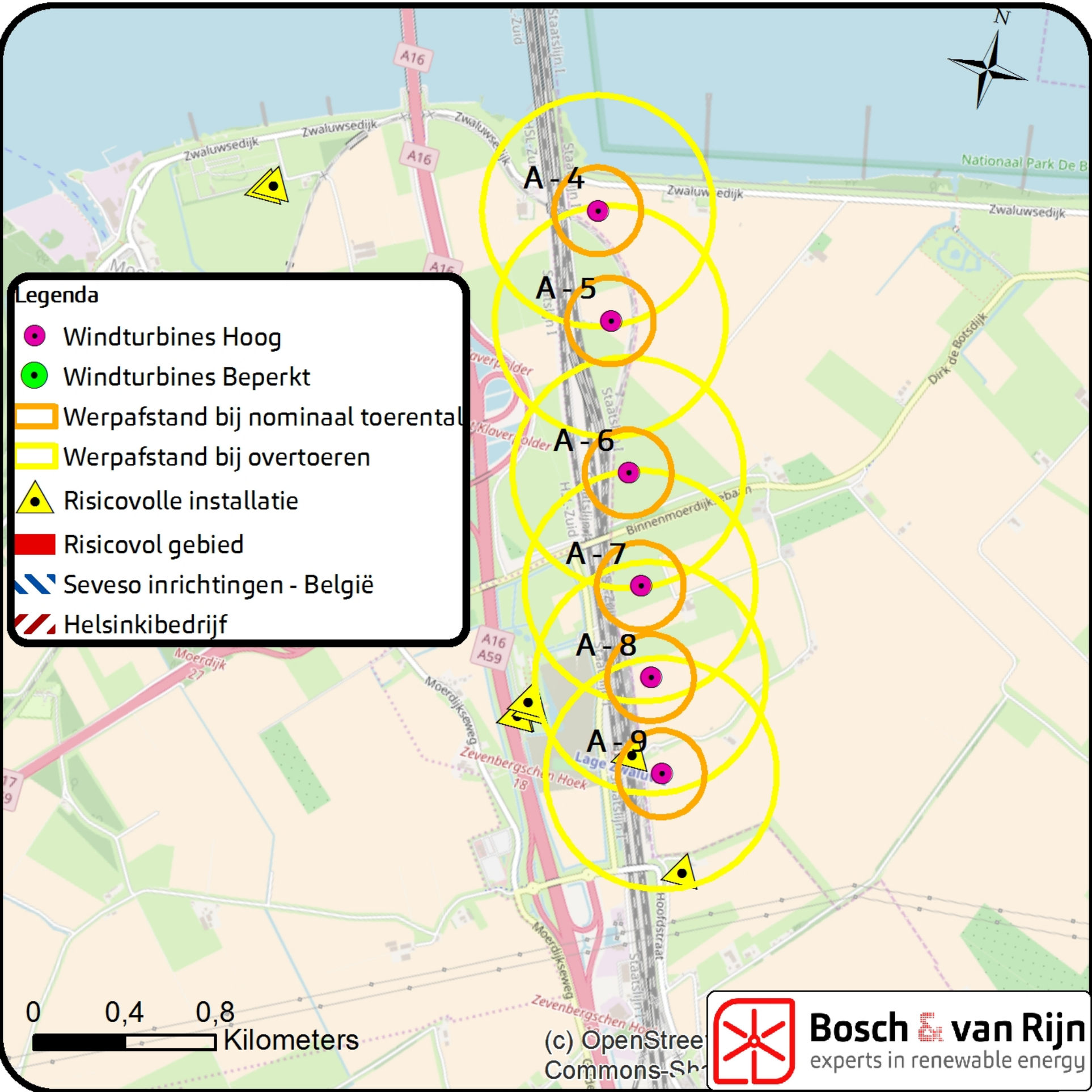


N
A - 1
A - 2
A - 3
Knooppunt Klaverpolder
Knooppunt Klaverpolder
Moerdijk 27
Moerdijk 27
A16
A59
HSL-Zuid
Binnenmoerdijksebaan
Moerdijkseweg
Zevenbergschen Hoek 18
Lage Zwaluwe
Staatslijn 1
Hoofdstraat
Moerdijkseweg
Zevenbergschen Ho 18
Gelderseweg
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Adviesafstand ProRail
Spoorwegen
0 0,25 0,5
Kilometers
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


A-1
A-2
A-3
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
Rijkswegen
Overige wegen
0
0,25
0,5
Kilometers
N
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

‘WP Lage Zwaluwe’

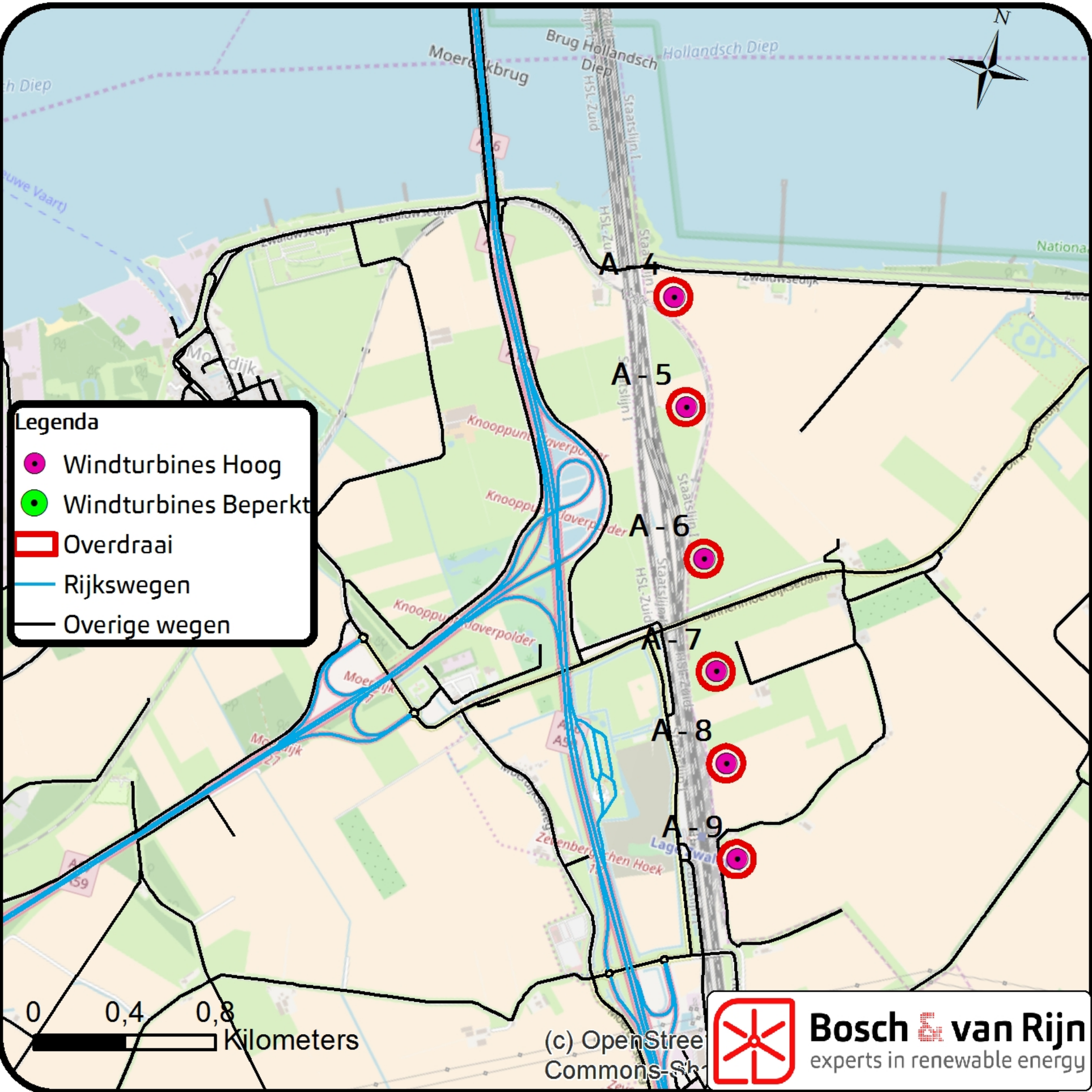

A - 4
A - 5
A - 6
A - 7
A - 8
A - 9
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
10 min 6 contour
Kwetsbare objecten
Pand
0
0,25
0,5
Kilometers
N
Zwaluwsedijk
A16
HSL-Zuid
Staatslijn I
Knooppunt Klaverpolder
Binnenmoerdijksebaan
Dirk de Botsdijk
A16
A59
Moerdijksewg
Zevenbergschen Hoek
18
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

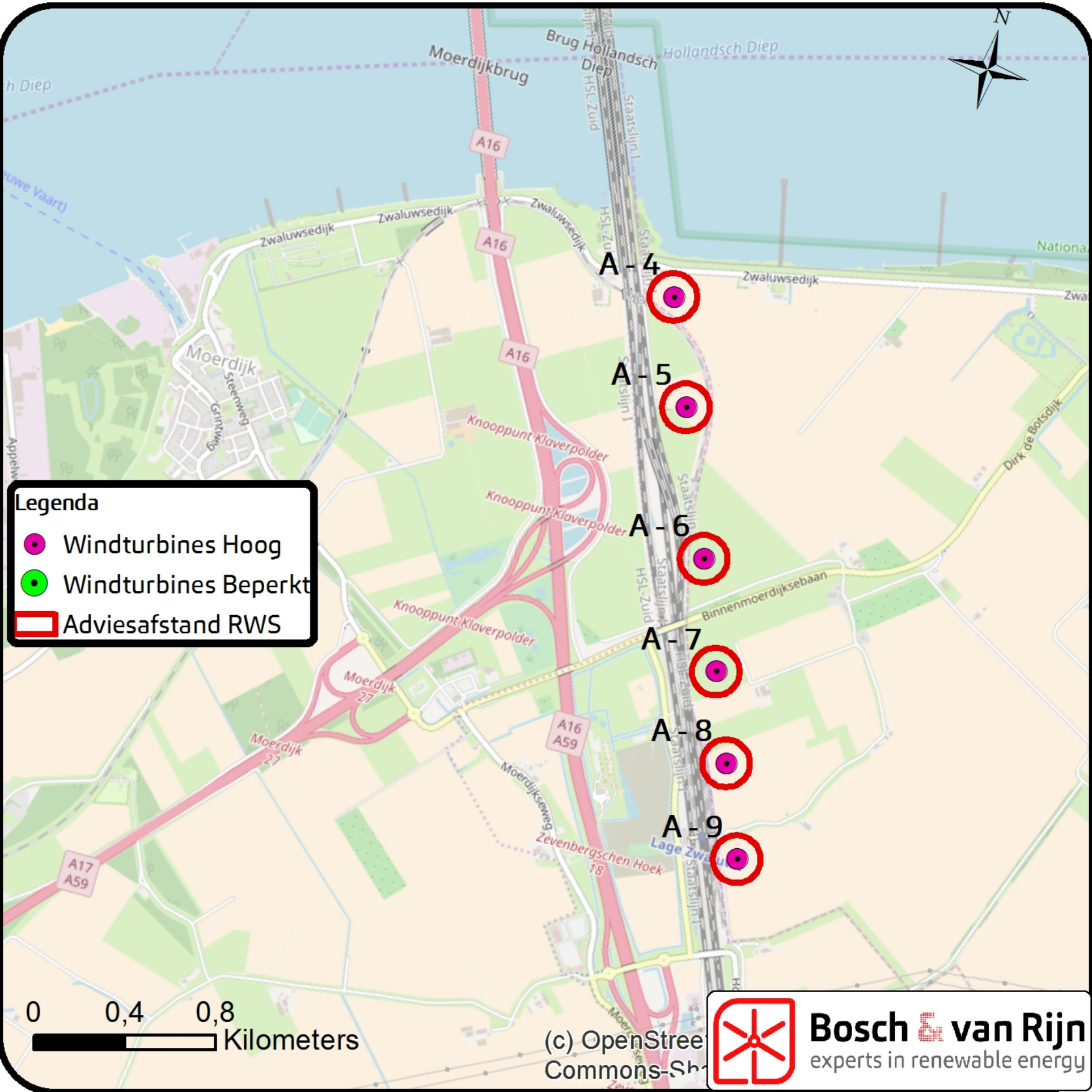

Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Werpafstand bij overtoeren
Risicovolle installatie
Risicovol gebied
Seveso inrichtingen - België
Helsinkibedrijf
A - 4
A - 5
A - 6
A - 7
A - 8
A - 9
N
0
0,4
0,8
Kilometers
A16
Zwaluwsedijk
Moerdijk
Moerdijkseweg
Binnenmoerdijk
Dirk de Botsdijk
Hoofdstraat
Nationaal Park De B
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

A - 4
A - 5
A - 6
A - 7
A - 8
A - 9
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
High Impact Zone
Buisleidingen
N
0
0,4
0,8
Kilometers
A16
Zwaluwsedijk
Moerdijk
Knooppunt Klaverpolder
HSL-Zuid
Staatslijn I
Binnenmoerdijksebaan
Dirk de Botsdijk
Moerdijksseweg
Zevenbergschen Hoek
Hoofdstraat
Nationaal Park De B
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

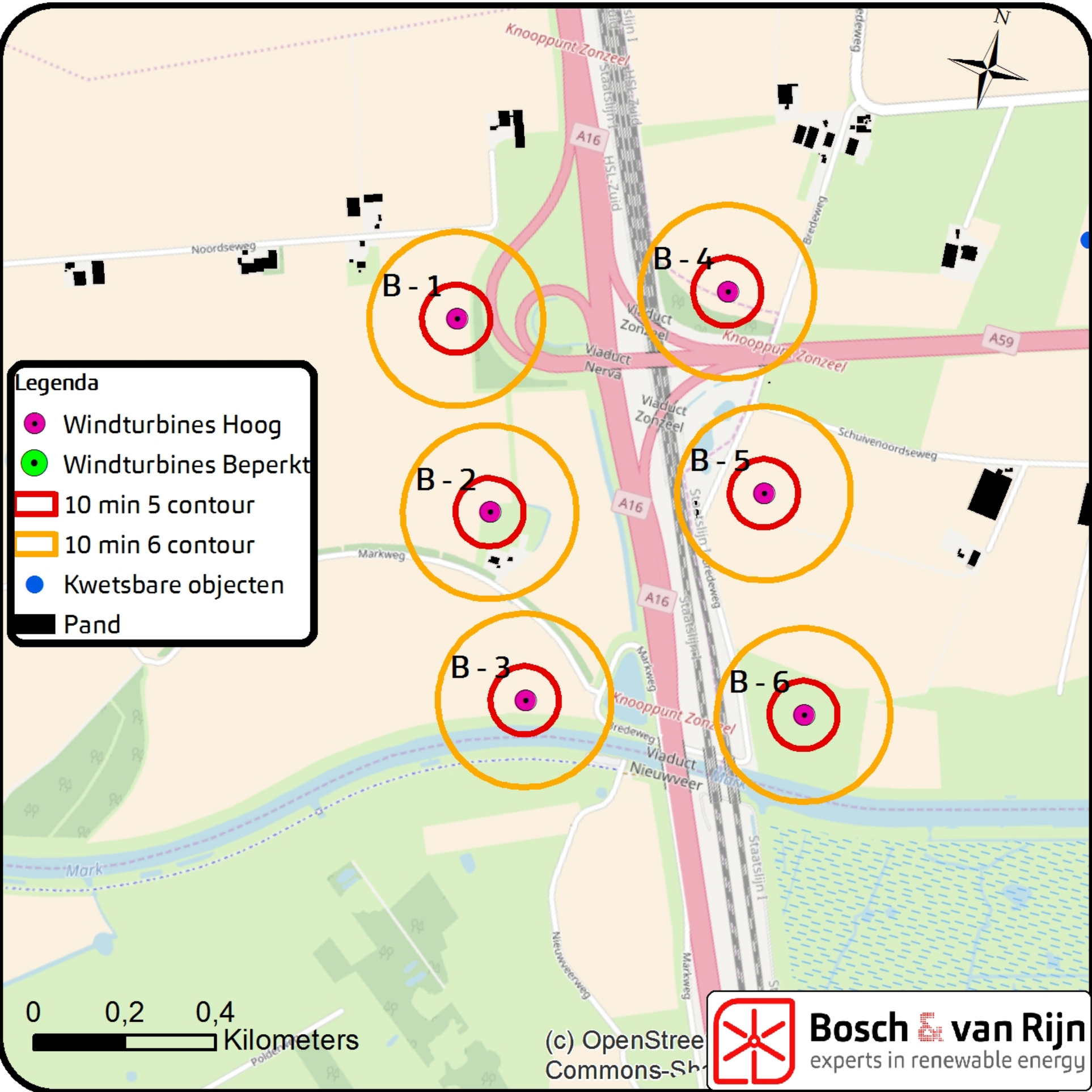
N
A-4
A-5
A-6
A-7
A-8
A-9
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Tiphoogte 210m
Hoogspanningsinfrastructuur
A16
A59
Zwaluwsedijk
Moerdijk
Knooppunt Klaverpolder
HSL-Zuid
Binnenmoerdijksebaan
Dirk de Botsdijk
Moerdijksseweg
Zevenbergschen Hoek
Nationaal Park De B
0
0,4
0,8
Kilometers
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

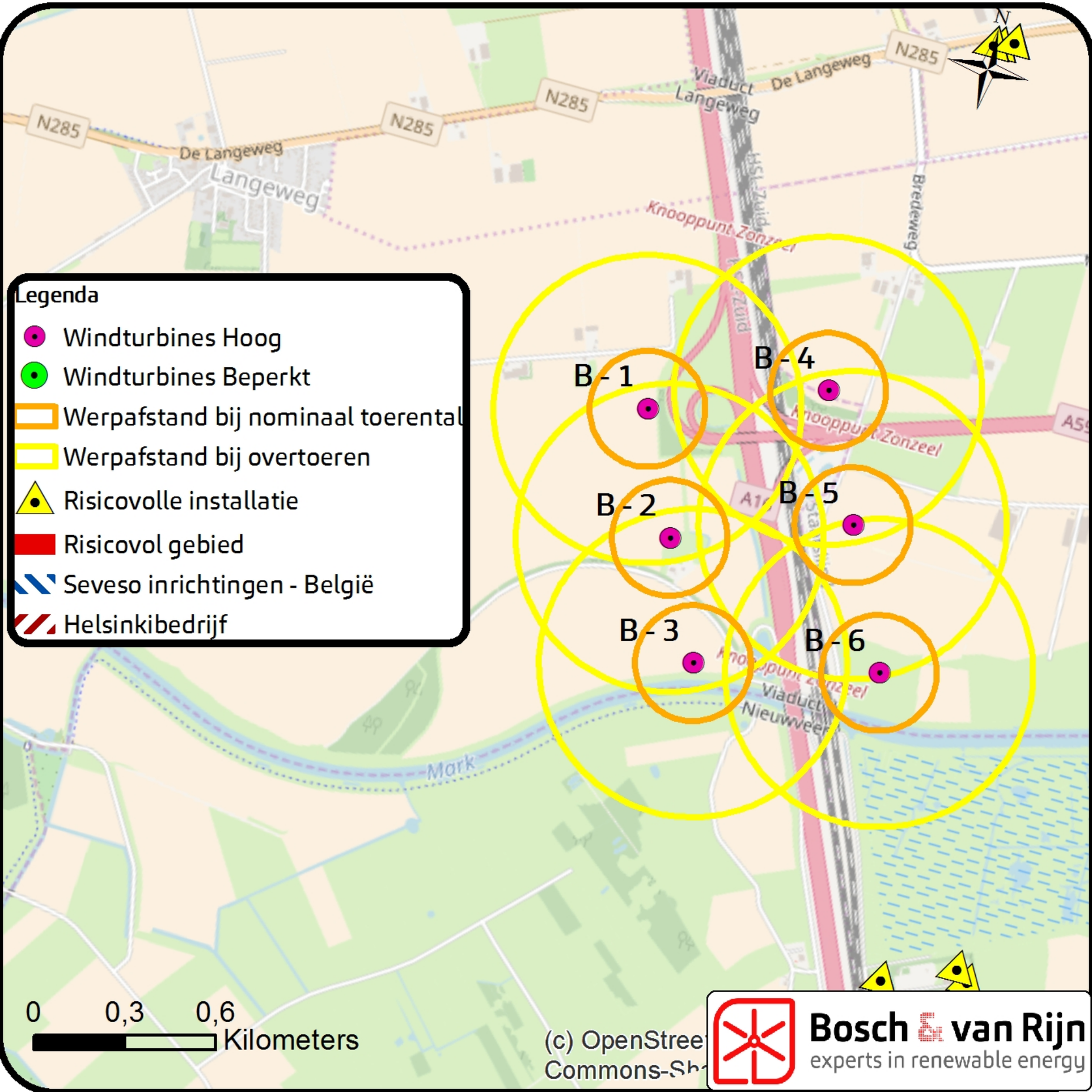
A-4
A-5
A-6
A-7
A-8
A-9
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Vergunningvrije zone ProRail
Spoorwegen
0
0,4
0,8
Kilometers
N
A16
Zwaluwsedijk
Moerdijk
Knooppunt Klaverpolder
HSL-Zuid
Binnenmoerdijksebaan
Dirk de Botsdijk
Moerdijksseweg
Zevenbergschen Hoek
Hoofdstraat
Nationaal Park De B
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

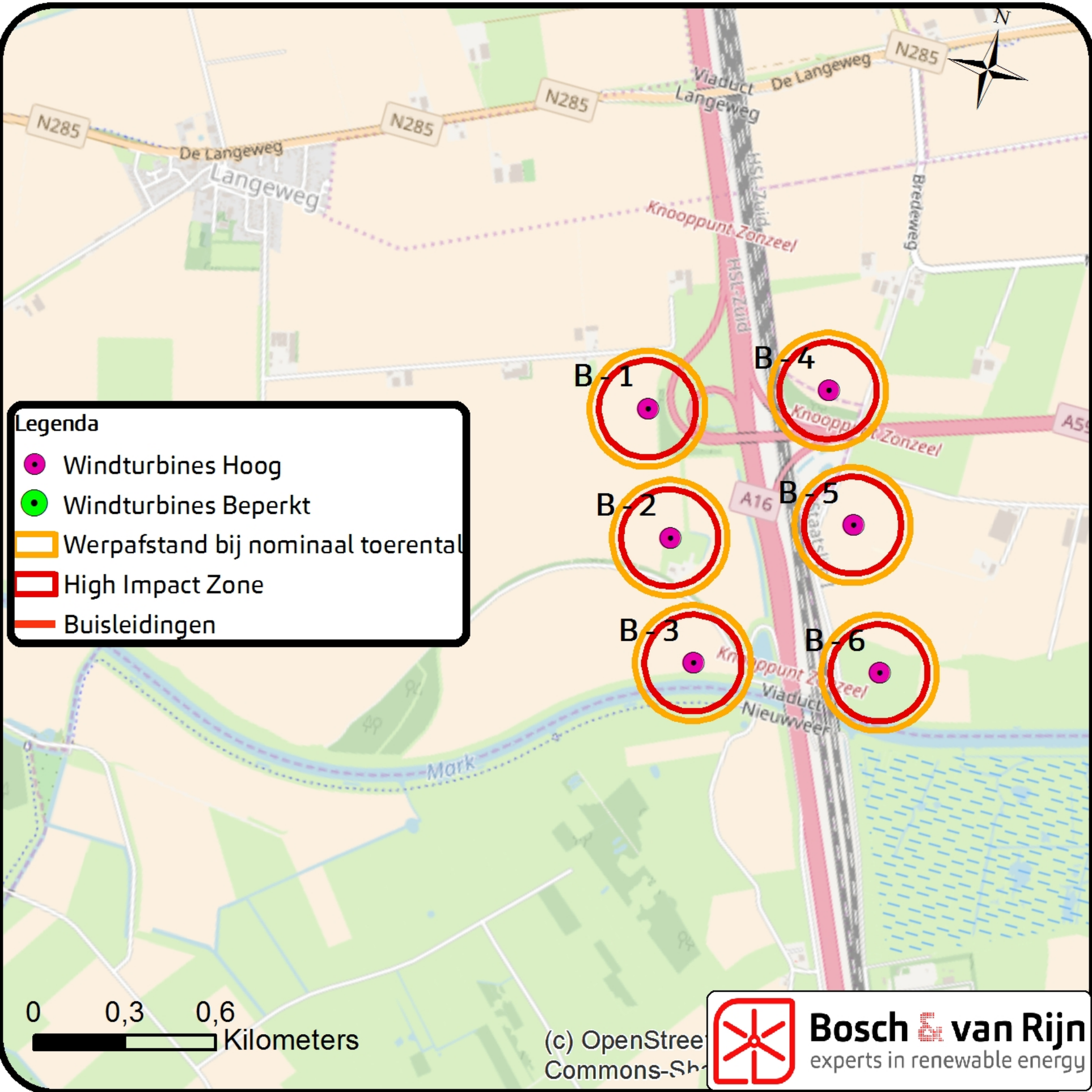

A - 4
A - 5
A - 6
A - 7
A - 8
A - 9
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Overdraai
Rijkswegen
Overige wegen
N
0
0,4
0,8
Kilometers
Brug Hollandsch Diep
Hollandsch Diep
Staatslijn I
HSL-Zuid
Knooppunt Klaverpolder
Zwaluwseweg
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

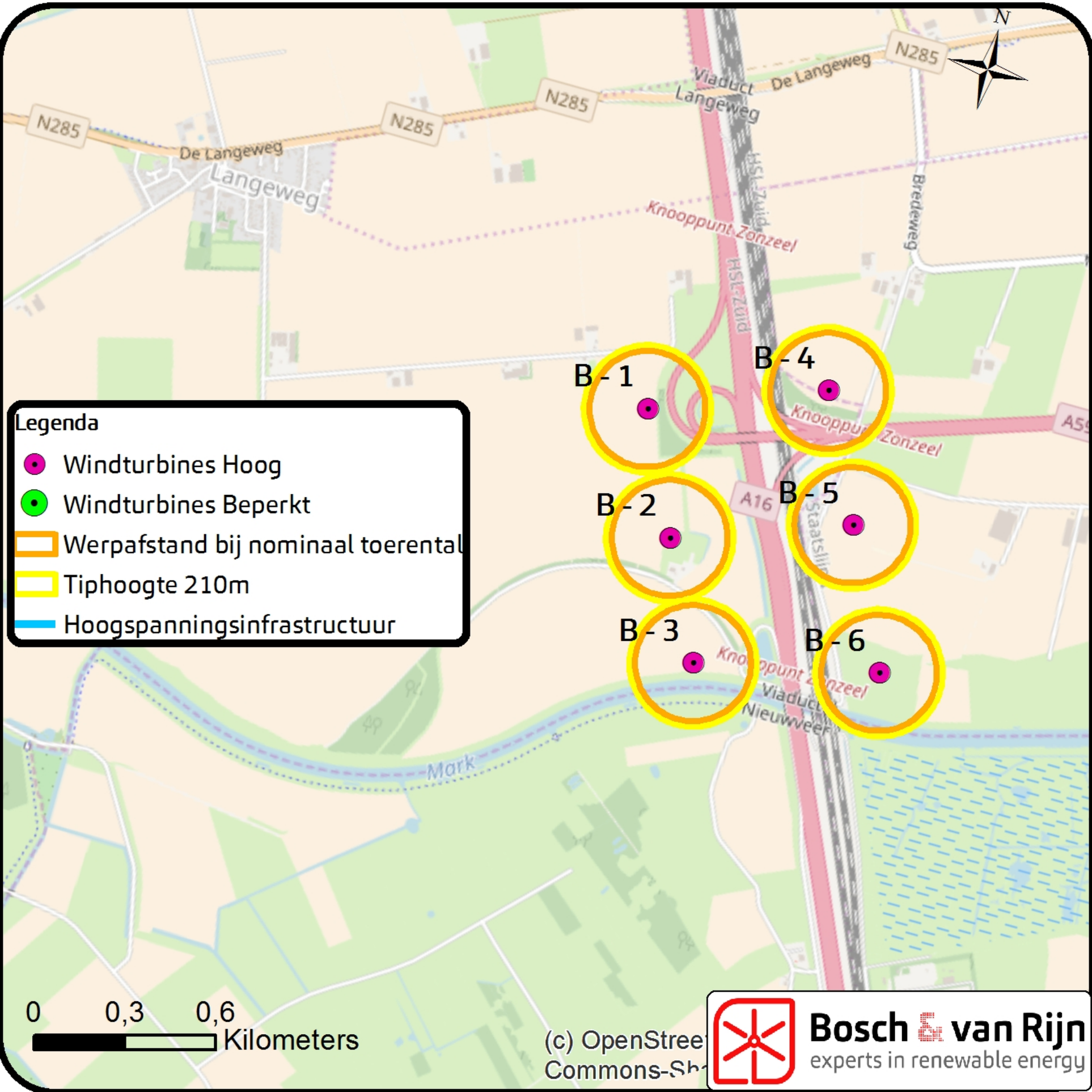

N
A - 4
A - 5
A - 6
A - 7
A - 8
A - 9
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Adviesafstand RWS
0
0,4
0,8
Kilometers
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy
Moerdijkbrug
Brug Hollandsch Diep
Hollandsch Diep
A16
Zwaluwsedijk
Moerdijk
Knooppunt Klaverpolder
Staatslijn I
HSL-Zuid
Binnenmoerdijksebaan
Dirk de Botsdijk
A16 A59
A17 A59
Moerdijk 27
Moerdijksseweg
Zevenbergschen Hoek 18

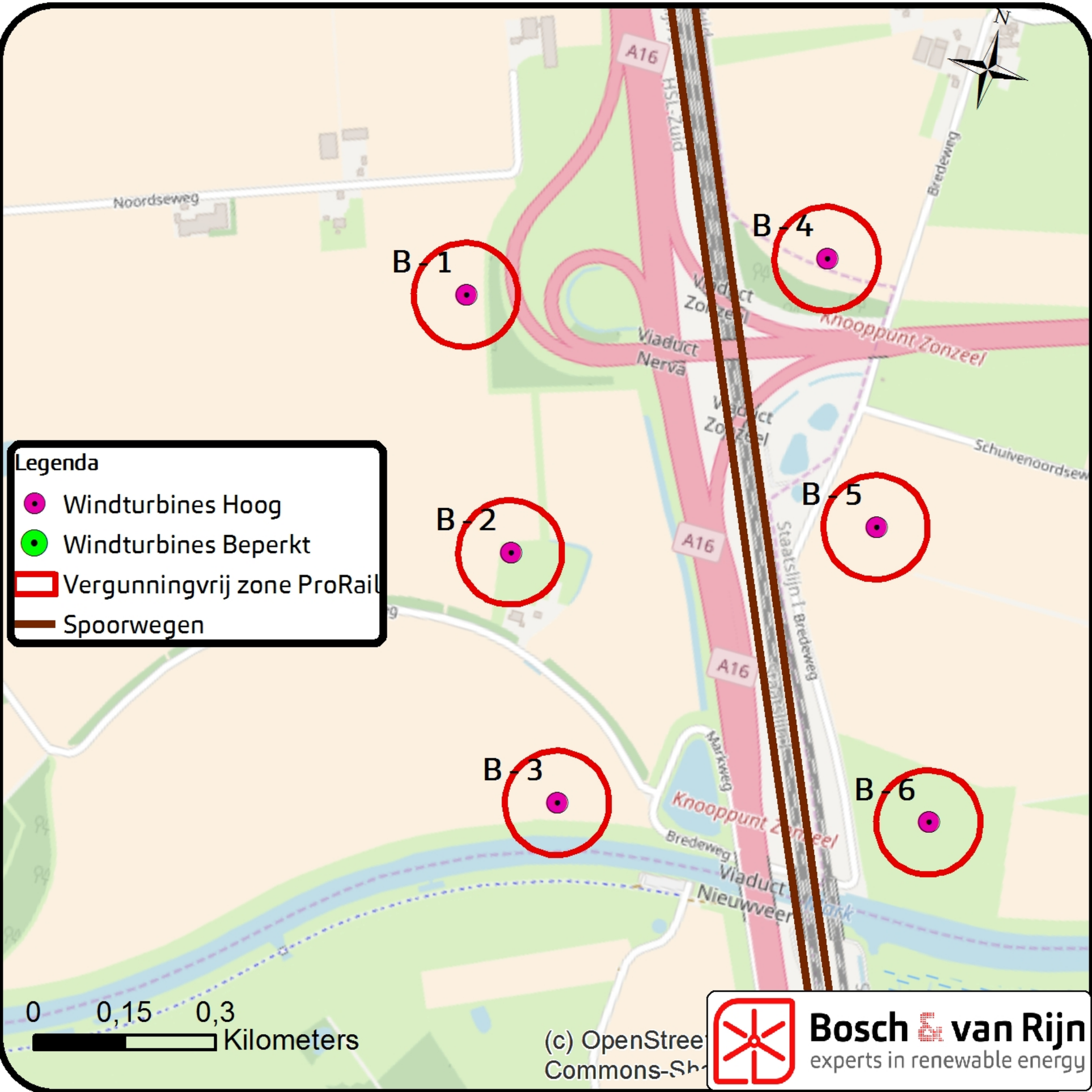
‘WP Gezamenlijk plan Zonzeel’

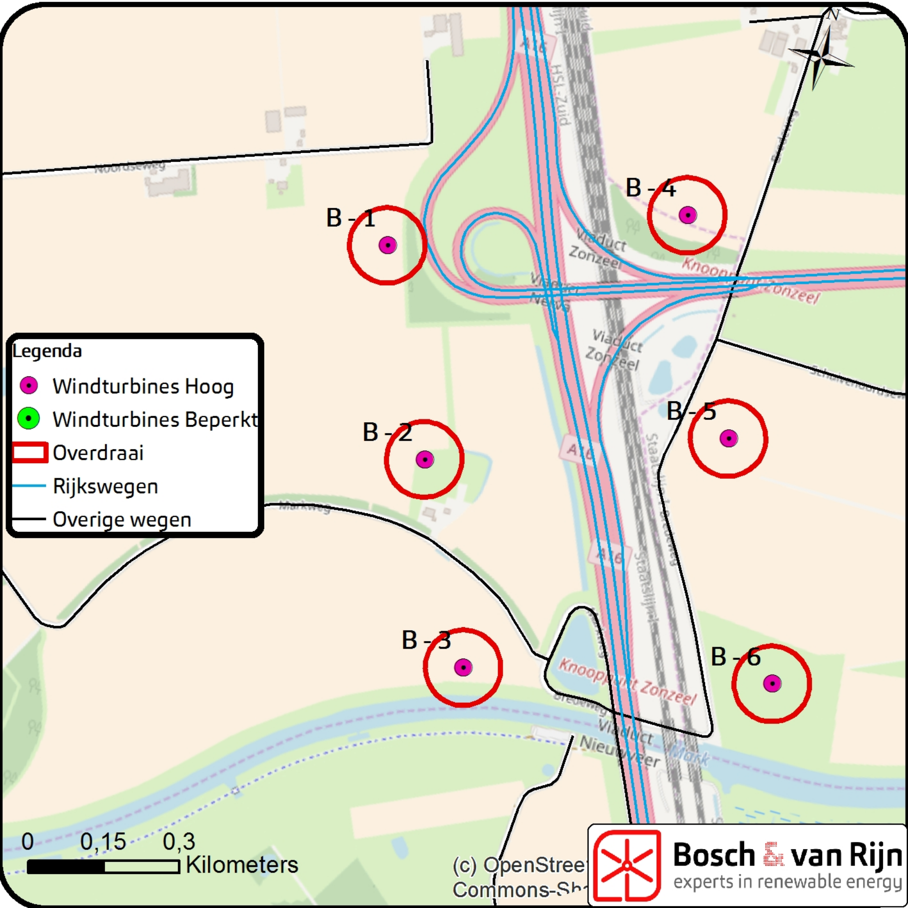

N
Knooppunt Zonzeel
A16
HSL-Zuid
Staatslijn I
Noordseweg
Bredeweg
B - 1
B - 4
Viaduct Zonzeel
Knooppunt Zonzeel
A59
Viaduct Nerva
Viaduct Zonzeel
Schuivenoordseweg
B - 2
B - 5
A16
Markweg
Staatslijn I
Bredeweg
A16
B - 3
B - 6
Markweg
Knooppunt Zonzeel
Bredeweg
Viaduct Nieuwveer
Mark
Staatslijn I
Nieuwveerweg
Markweg
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
10 min 6 contour
Kwetsbare objecten
Pand
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


N
N285
N285
N285
De Langeweg
Langeweg
Viaduct Langeweg
De Langeweg
Bredeweg
HSL-Zuid
Knooppunt Zonzeel
Knooppunt Zonzeel
A59
A16
Viaduct Nieuwveer
Mark
B - 1
B - 2
B - 3
B - 4
B - 5
B - 6
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Werpafstand bij overtoeren
Risicovolle installatie
Risicovol gebied
Seveso inrichtingen - België
Helsinkibedrijf
0
0,3
0,6
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

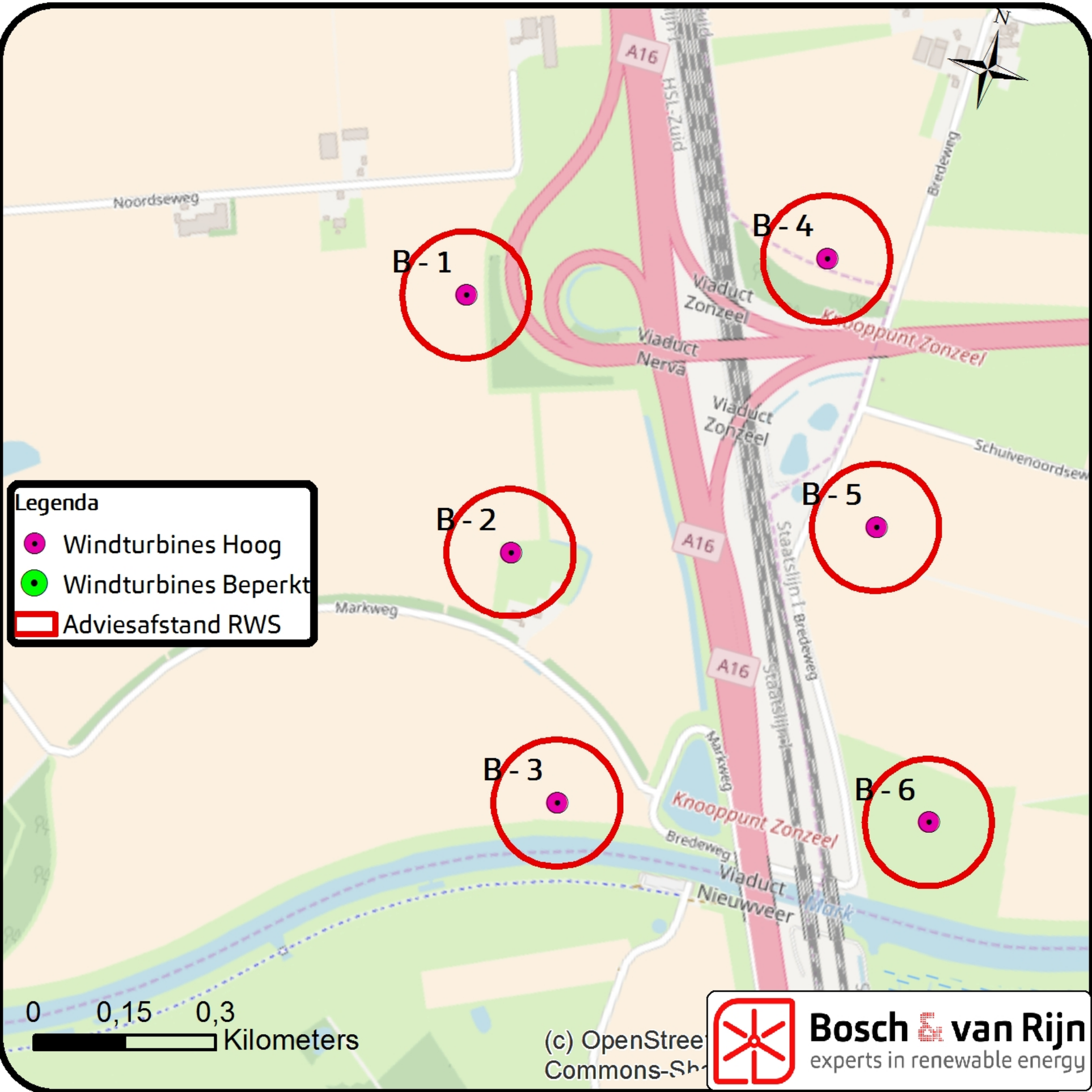

N
N285
N285
N285
De Langeweg
Langeweg
Viaduct Langeweg
De Langeweg
N285
HSL-Zuid
Bredeweg
Knooppunt Zonzeel
HSL-Zuid
Knooppunt Zonzeel
A16
B - 1
B - 2
B - 3
B - 4
B - 5
B - 6
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
High Impact Zone
Buisleidingen
Mark
Viaduct Nieuwveer
0
0,3
0,6
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


N
N285
N285
N285
De Langeweg
Langeweg
Viaduct De Langeweg
Langeweg
HSL-Zuid
Bredeweg
Knooppunt Zonzeel
B - 1
B - 4
B - 2
B - 5
B - 3
B - 6
A16
Mark
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Tiphoogte 210m
Hoogspanningsinfrastructuur
0
0,3
0,6
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

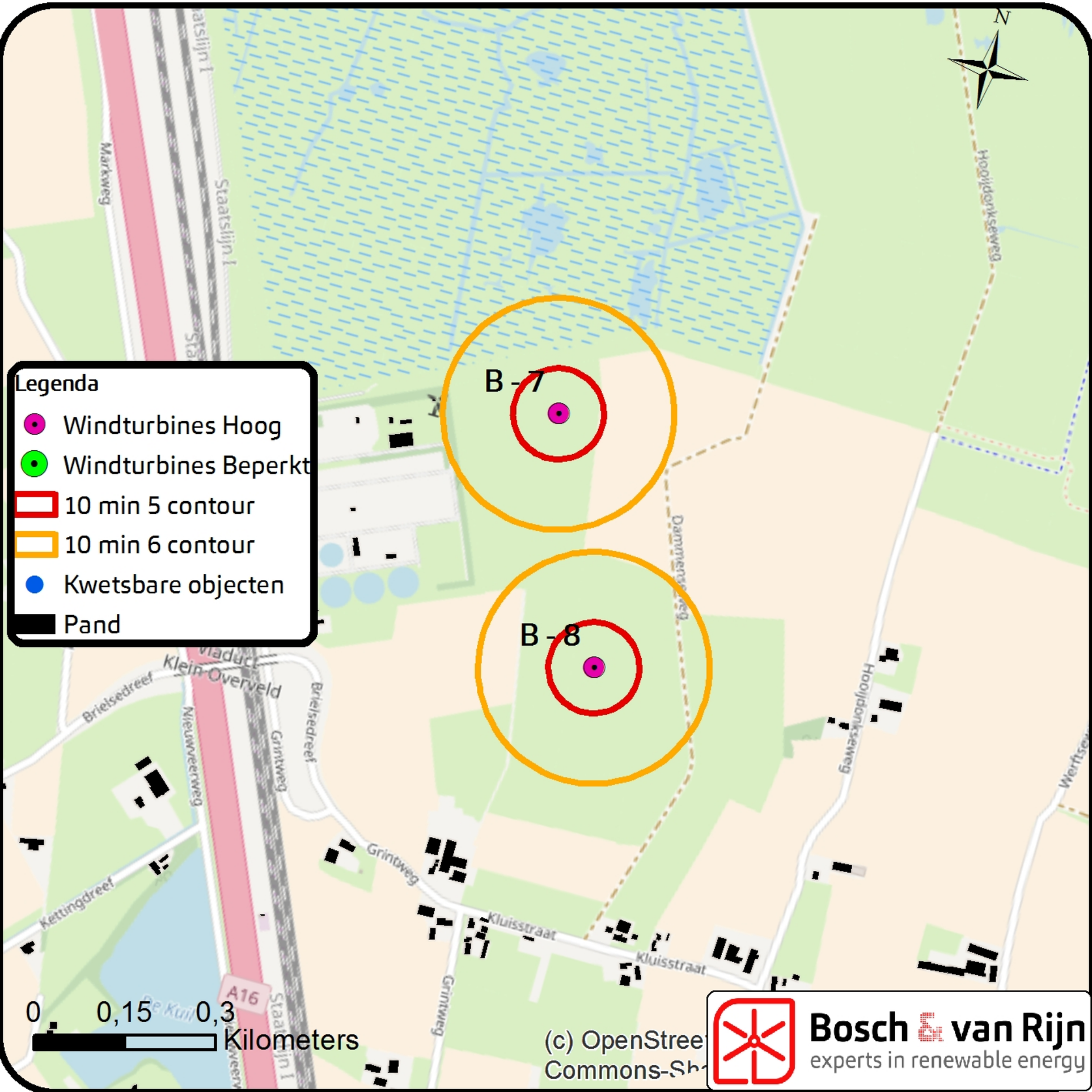

N
A16
HSL-Zuid
Noordseweg
Bredeweg
B - 1
B - 4
Viaduct Zonzeel
Viaduct Nerva
Knooppunt Zonzeel
Schuivenoordsew
B - 2
B - 5
A16
Staatslijn I Bredeweg
A16
B - 3
B - 6
Markweg
Knooppunt Zonzeel
Bredeweg
Viaduct Nieuwweer
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Vergunningvrij zone ProRail
Spoorwegen
0
0,15
0,3
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

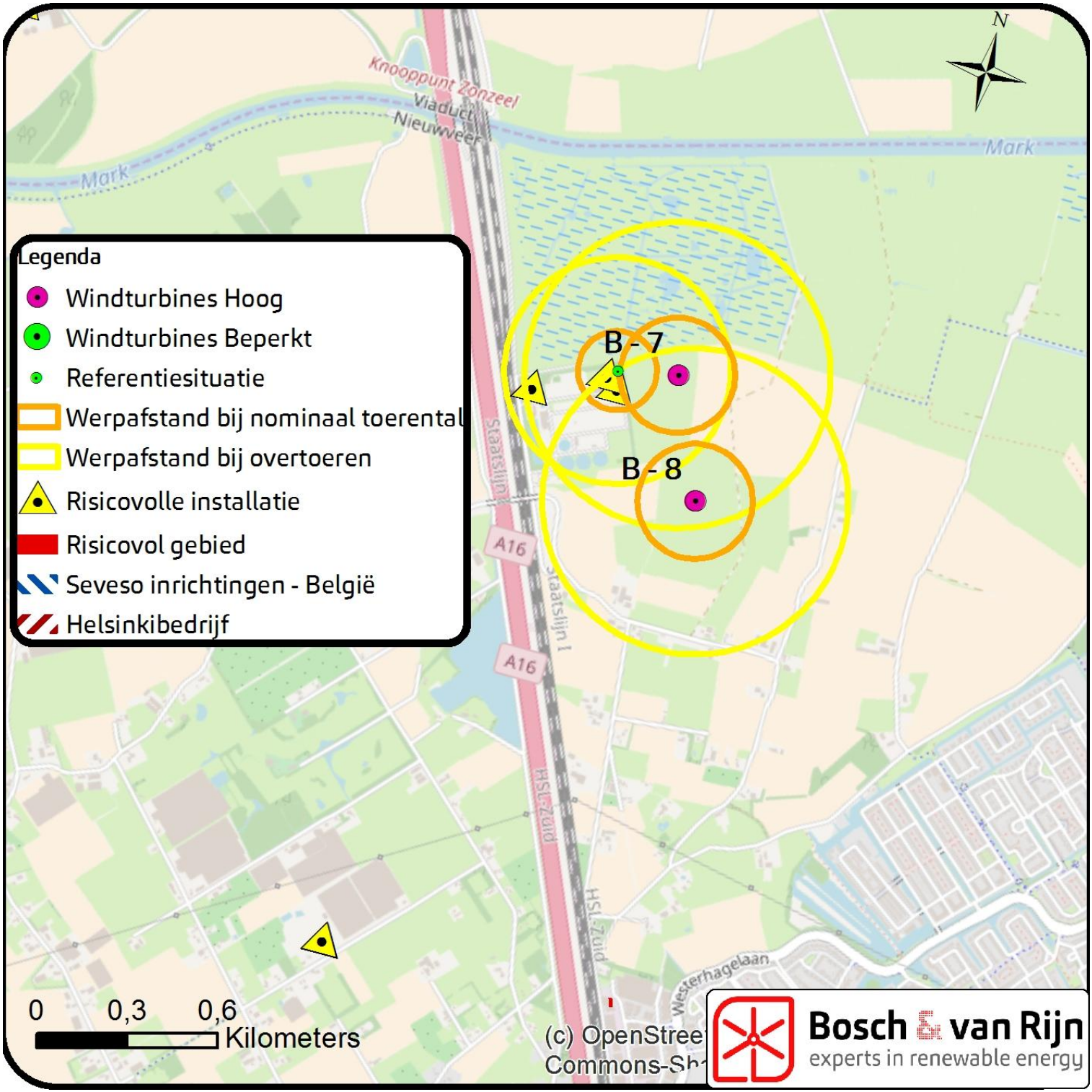


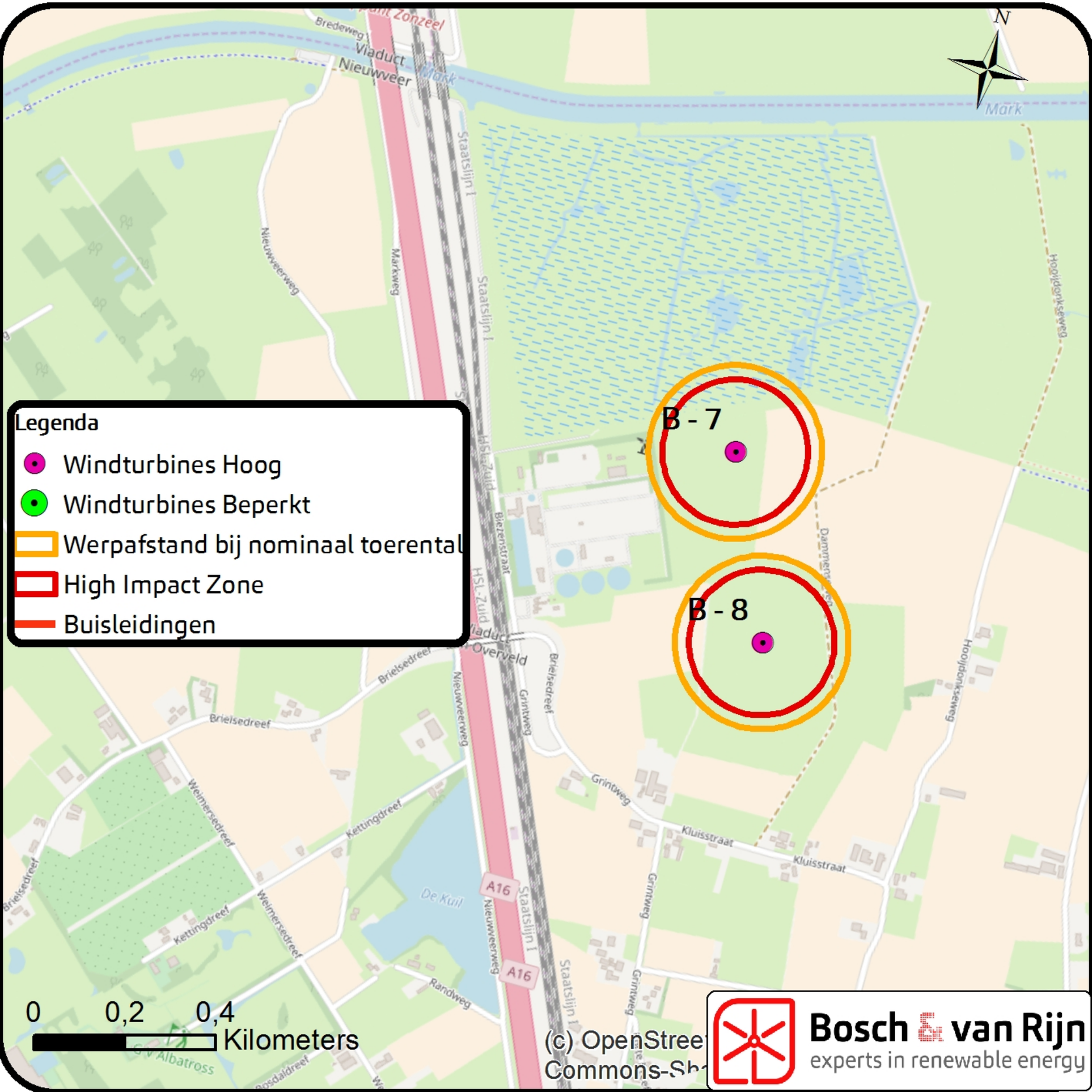
B - 1
B - 2
B - 3
B - 4
B - 5
B - 6
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Overdraai
Rijkswegen
Overige wegen
0
0,15
0,3
Kilometers
Viaduct Zonzeel
Knooppunt Zonzeel
Viaduct Nieuwveer
HSL-Zuid
A16
Staatslijn
Mark
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

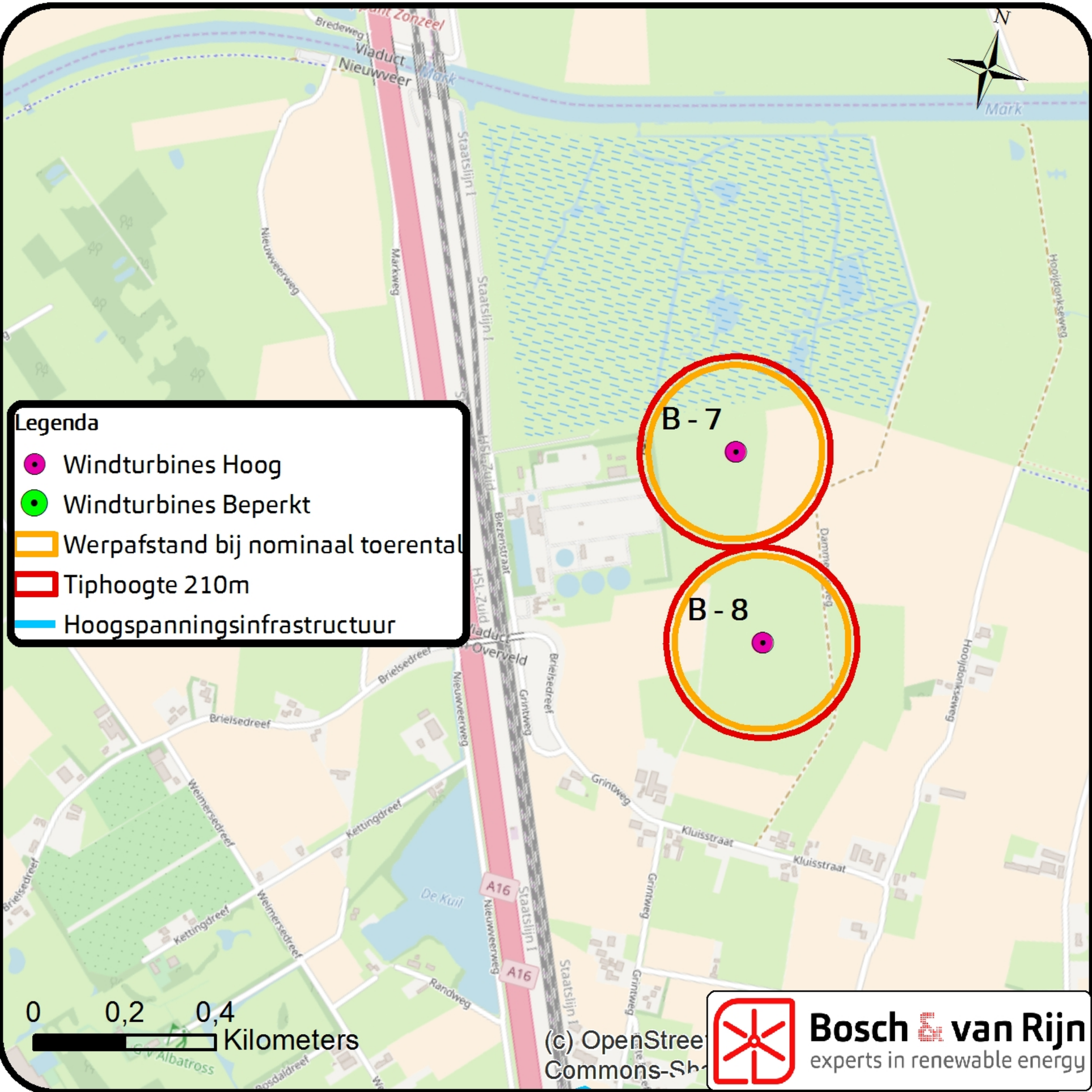

N
A16
HSL-Zuid
Noordseweg
Bredeweg
B - 1
B - 4
Viaduct Zonzeel
Knooppunt Zonzeel
Viaduct Nerva
Viaduct Zonzeel
Schuivenoordsew
B - 2
B - 5
A16
Staatslijn I Bredeweg
Markweg
A16
B - 3
B - 6
Markweg
Knooppunt Zonzeel
Bredeweg
Viaduct Nieuwveer
Mark
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Adviesafstand RWS
0
0,15
0,3
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

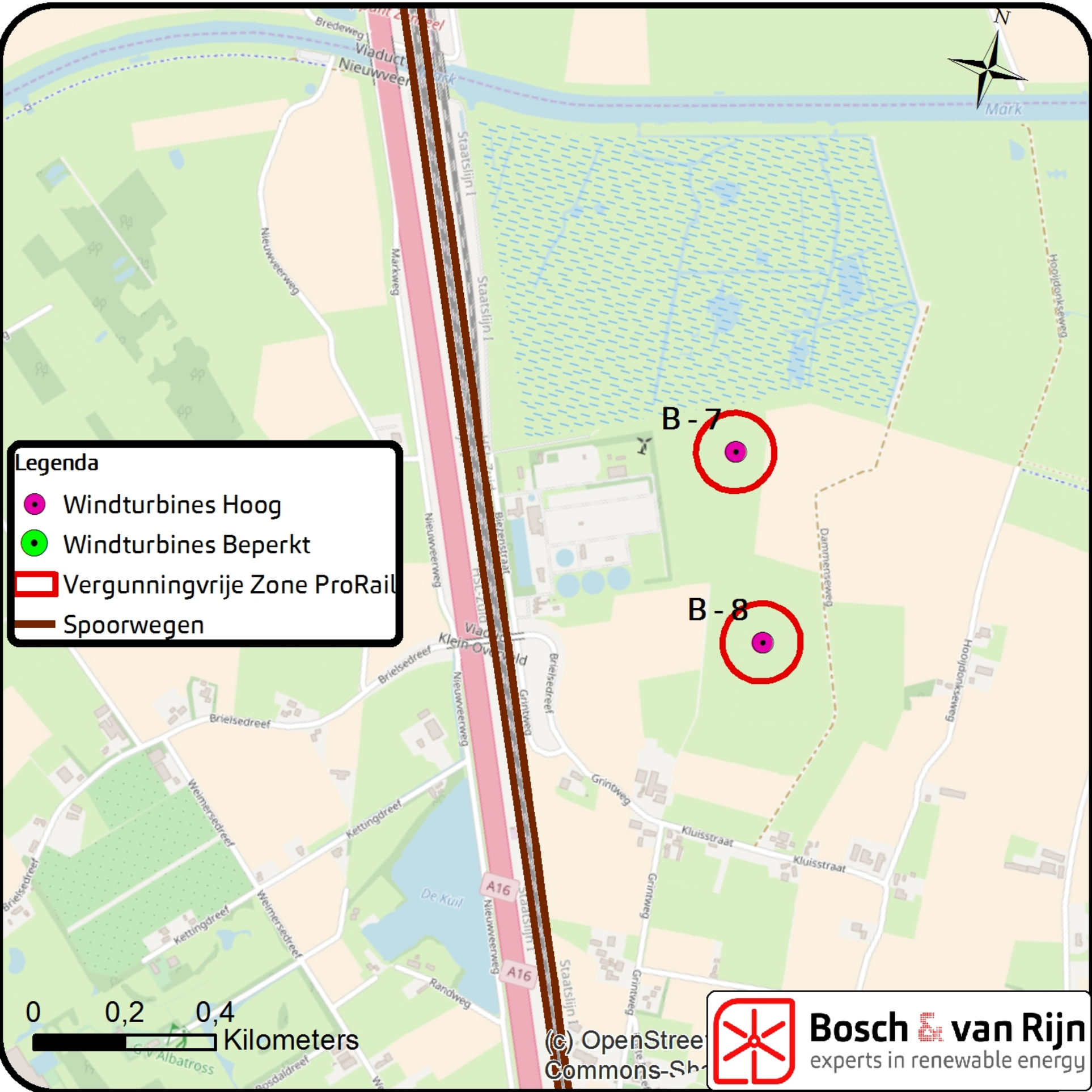
‘WP Nieuwveer’


N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
10 min 6 contour
Kwetsbare objecten
Pand
B - 7
B - 8
Markweg
Staatslijn I
Hooidonkseweg
Brielsedreef
Klein Overveld
Viaduct
Nieuwveerweg
Grintweg
Kettingdreef
Kluisstraat
A16
0
0,15
0,3
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

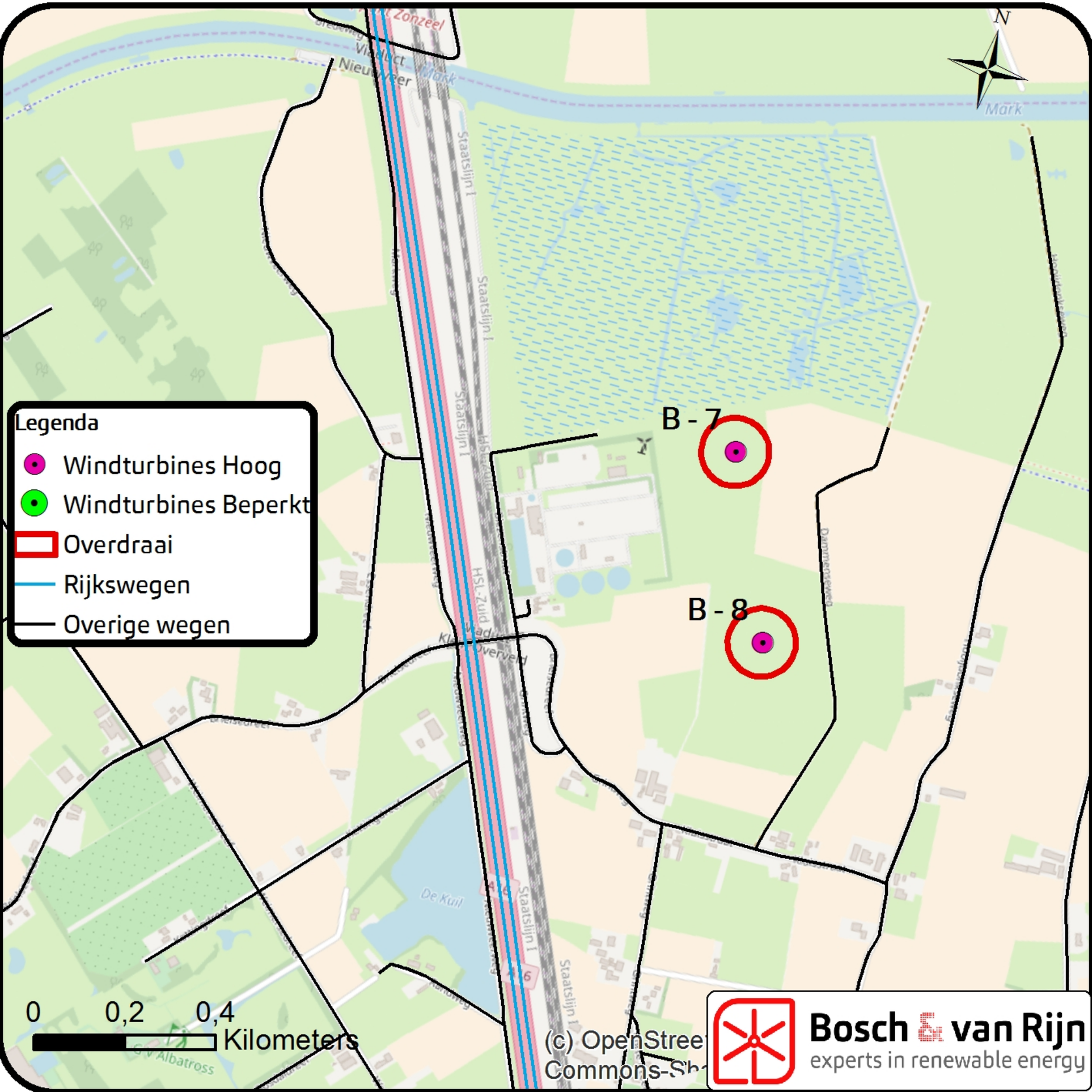

N
Knooppunt Zonzeel
Viaduct Nieuwweer
Mark
Mark
B - 7
B - 8
Staatslijn I
A16
A16
HSL-Zuid
HSL-Zuid
Westerhagelaan
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Referentiesituatie
Werpafstand bij nominaal toerental
Werpafstand bij overtoeren
Risicovolle installatie
Risicovol gebied
Seveso inrichtingen - België
Helsinkibedrijf
0
0,3
0,6
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

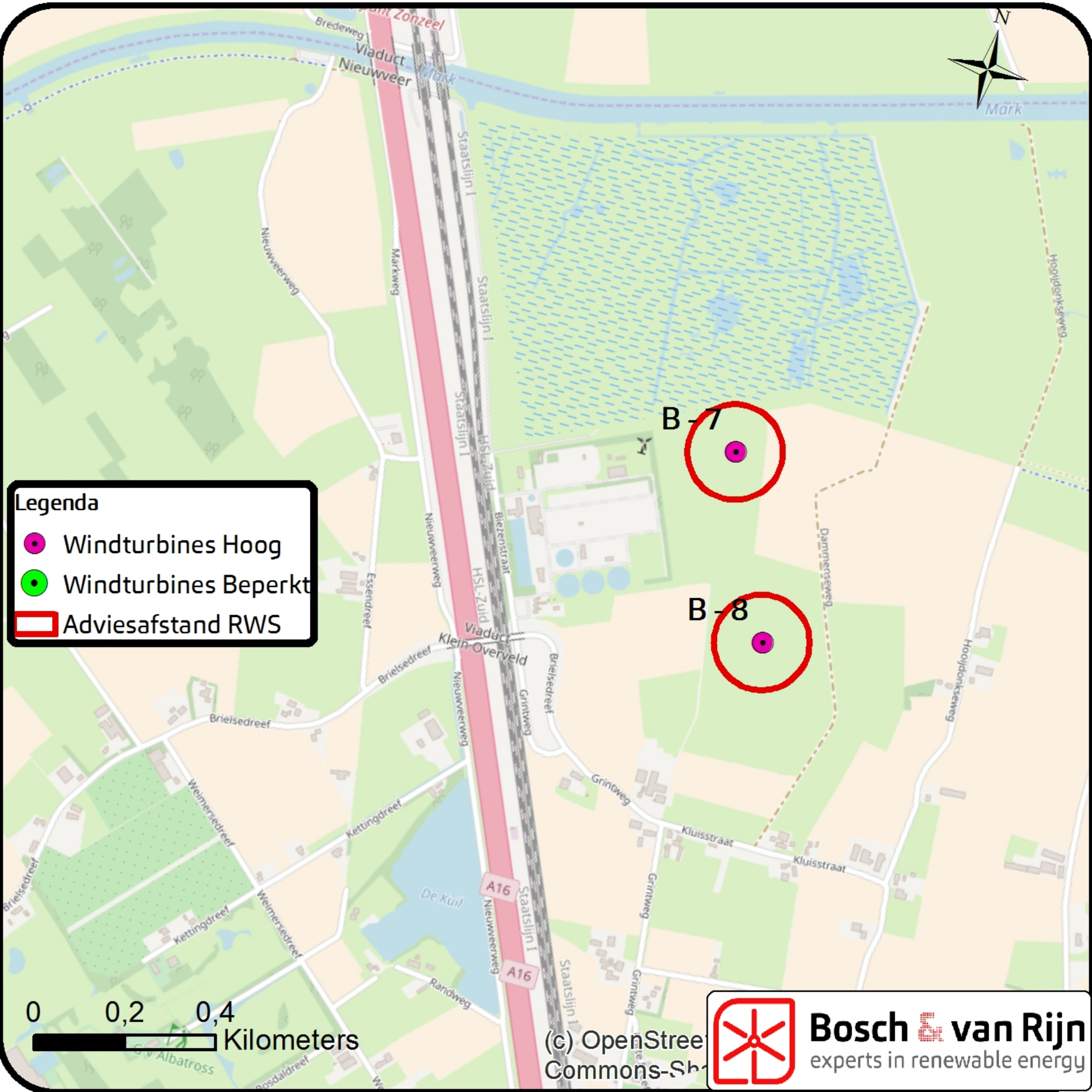

Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
High Impact Zone
Buisleidingen
B - 7
B - 8
N
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy
Bredeweg
Vladuct Nieuwweer
Mark
Staatslijn I
Markweg
Nieuwweerweg
HSL-Zuid
Biezenstraat
Vladuct Overveld
Brielsedreef
Grintweg
Kluisstraat
Hooidonkseweg
Dammenseweg
Kettingdreef
Weimersedreef
De Kuil
A16
Randweg


Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Tiphoogte 210m
Hoogspanningsinfrastructuur
B - 7
B - 8
N
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy
Vladuct Nieuwweer
Mark
Staatslijn 1
HSL-Zuid
Vladuct Overveld
Brielsedreef
Grintweg
Kluisstraat
Kettingdreef
Weimersedreef
Randweg
Nieuwweerweg
Markweg
Biezenstraat
Hooidonkseweg
A16
De Kuil

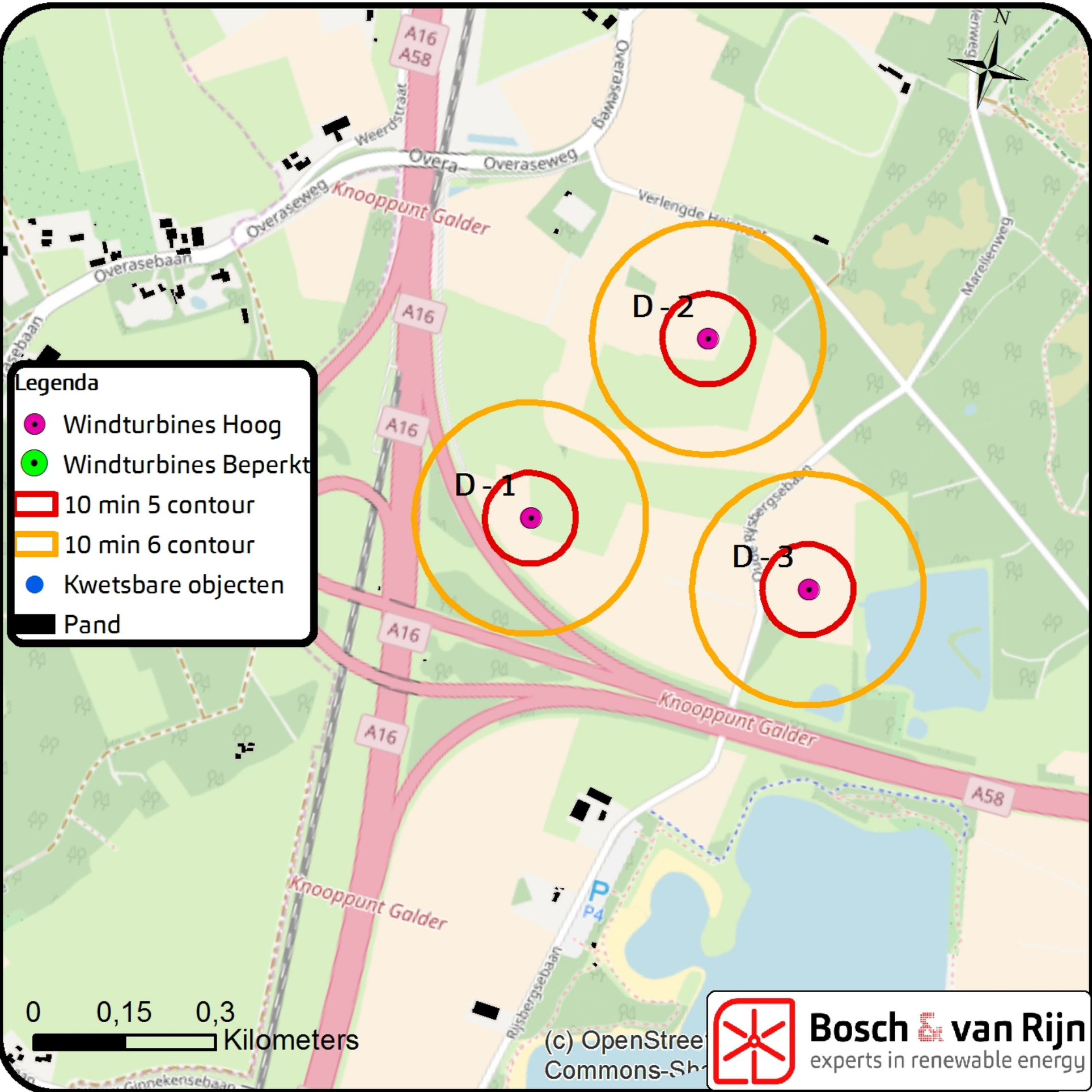


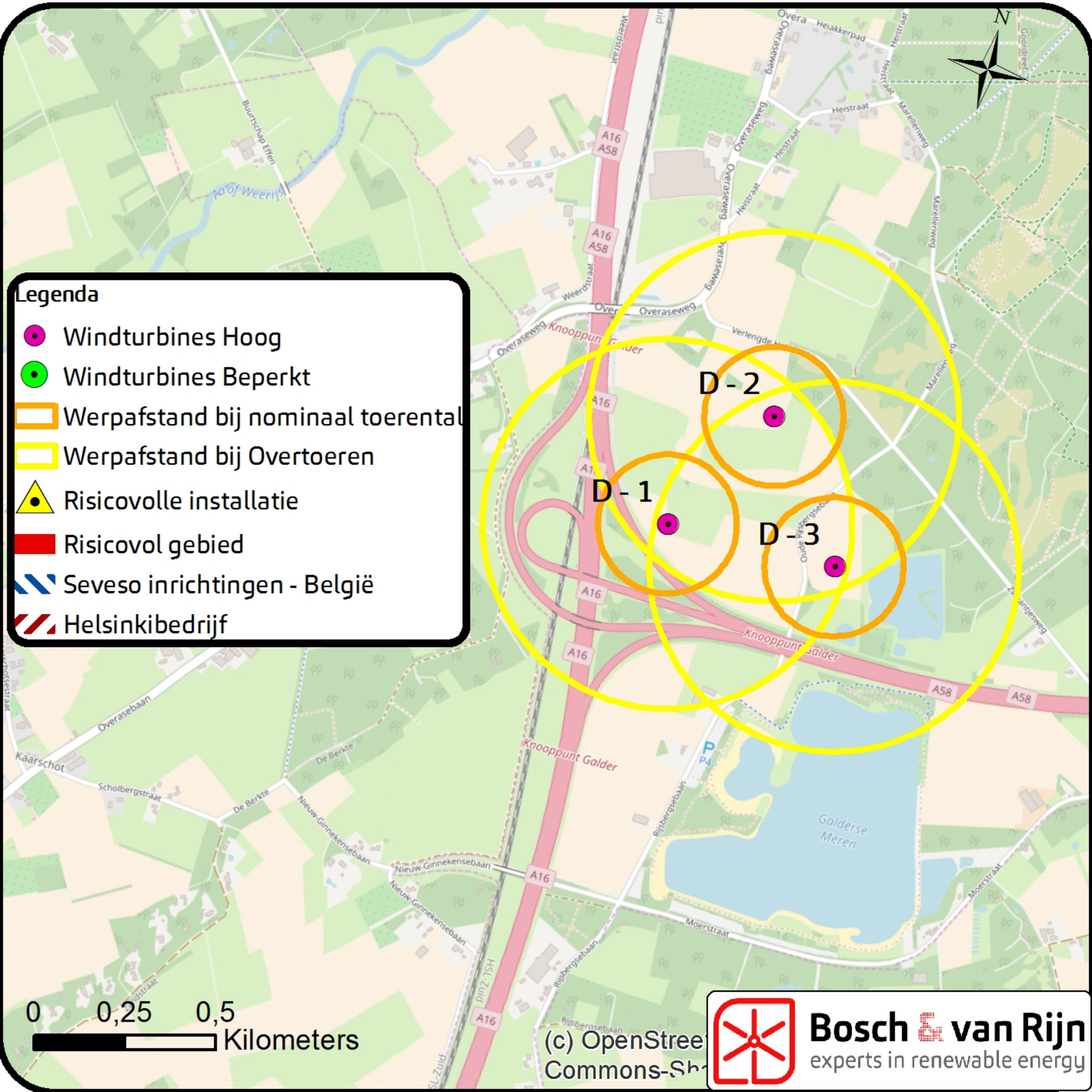
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Vergunningvrije Zone ProRail
Spoorwegen
B - 7
B - 8
N
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy
Staatslijn 1
Nieuwveerweg
Markweg
Bredeweg
Viaduct
Mark
Hooijdonkseweg
Dammenseweg
Bierenstraat
Brielsedreef
Grintweg
Kluisstraat
Kettingdreef
Weimersedreef
Randweg
De Kuil
A16
G.v Albatross

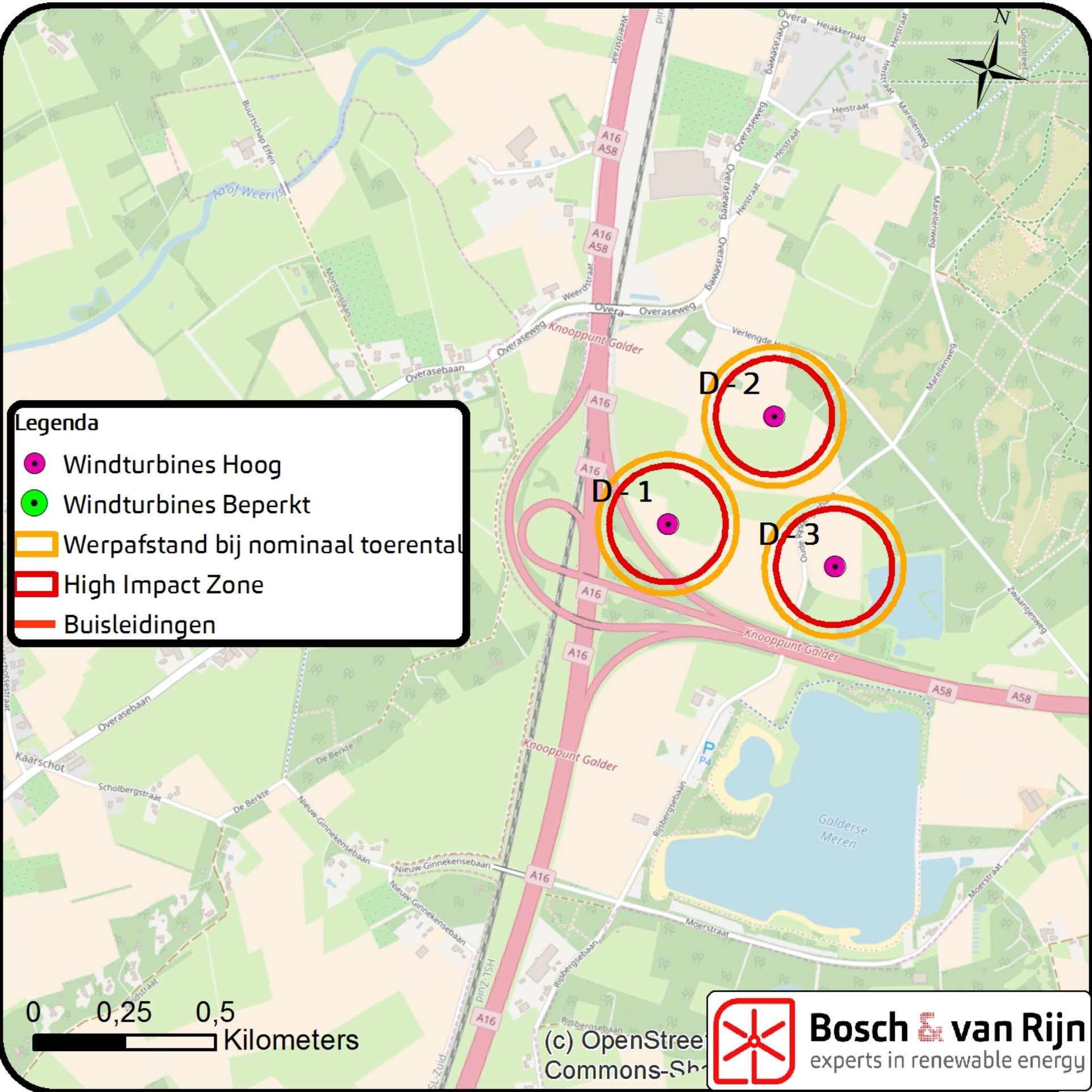

Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Overdraai
Rijkswegen
Overige wegen
B - 7
B - 8
N
Mark
Staatslijn 1
HSL-Zuid
De Kuil
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


N
B-7
B-8
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Adviesafstand RWS
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy
Viaduct Nieuwweer
Mark
Staatslijn I
HSL-Zuid
Markweg
Nieuwweerweg
Biezenstraat
Essendreef
Brielsedreef
Viaduct Klein Overveld
Grintweg
Dammenseweg
Hooidonkseweg
Kluisstraat
Weimersedreef
Kettingdreef
Randweg
De Kuil
A16
Bredeweg

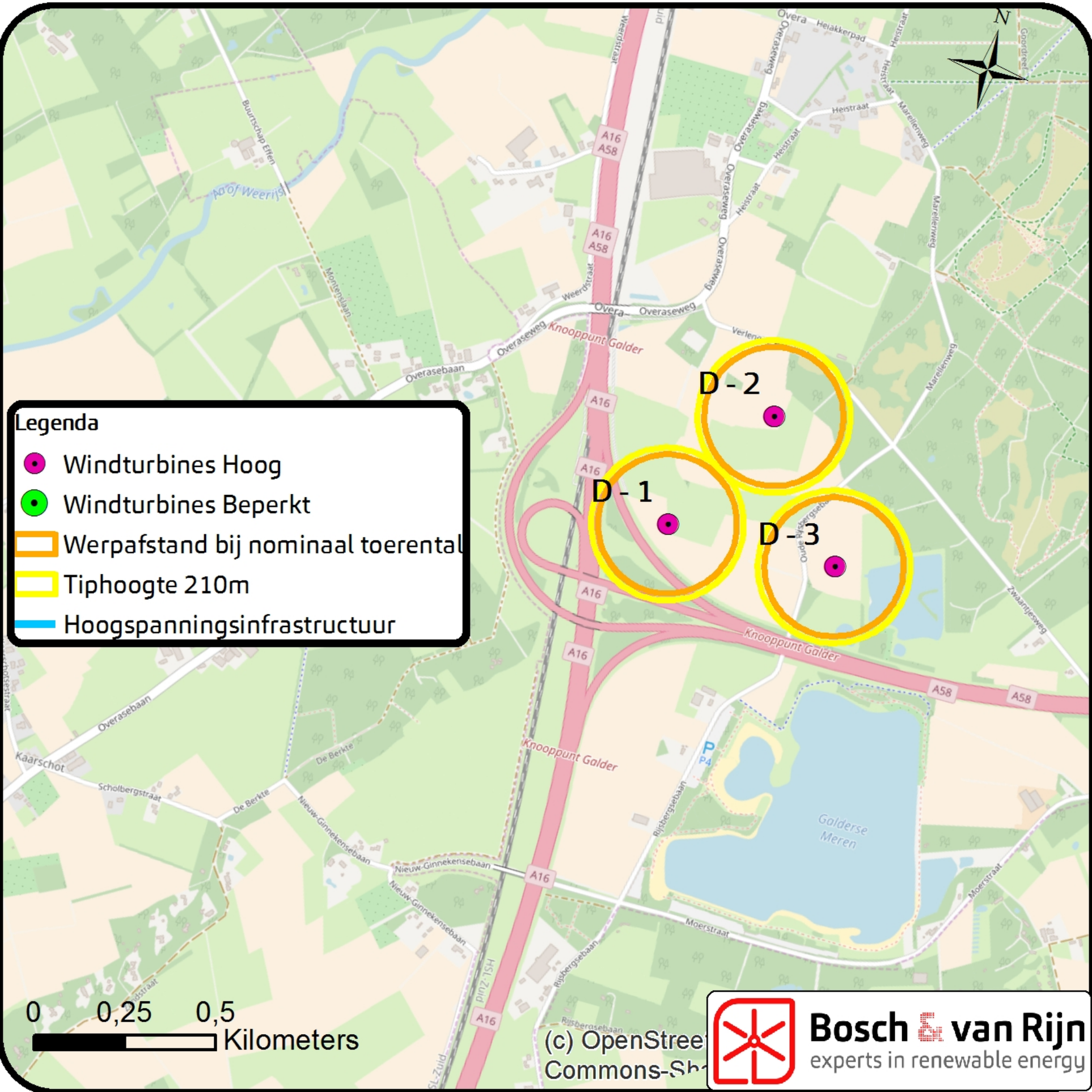
‘WP Galder’


N
A16
A58
Overaseweg
Weerdstraat
Overasebaan
Knooppunt Galder
Verlengde
Marellenweg
D - 2
D - 1
D - 3
Rijsbergsebaan
P4
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
10 min 6 contour
Kwetsbare objecten
Pand
0
0,15
0,3
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

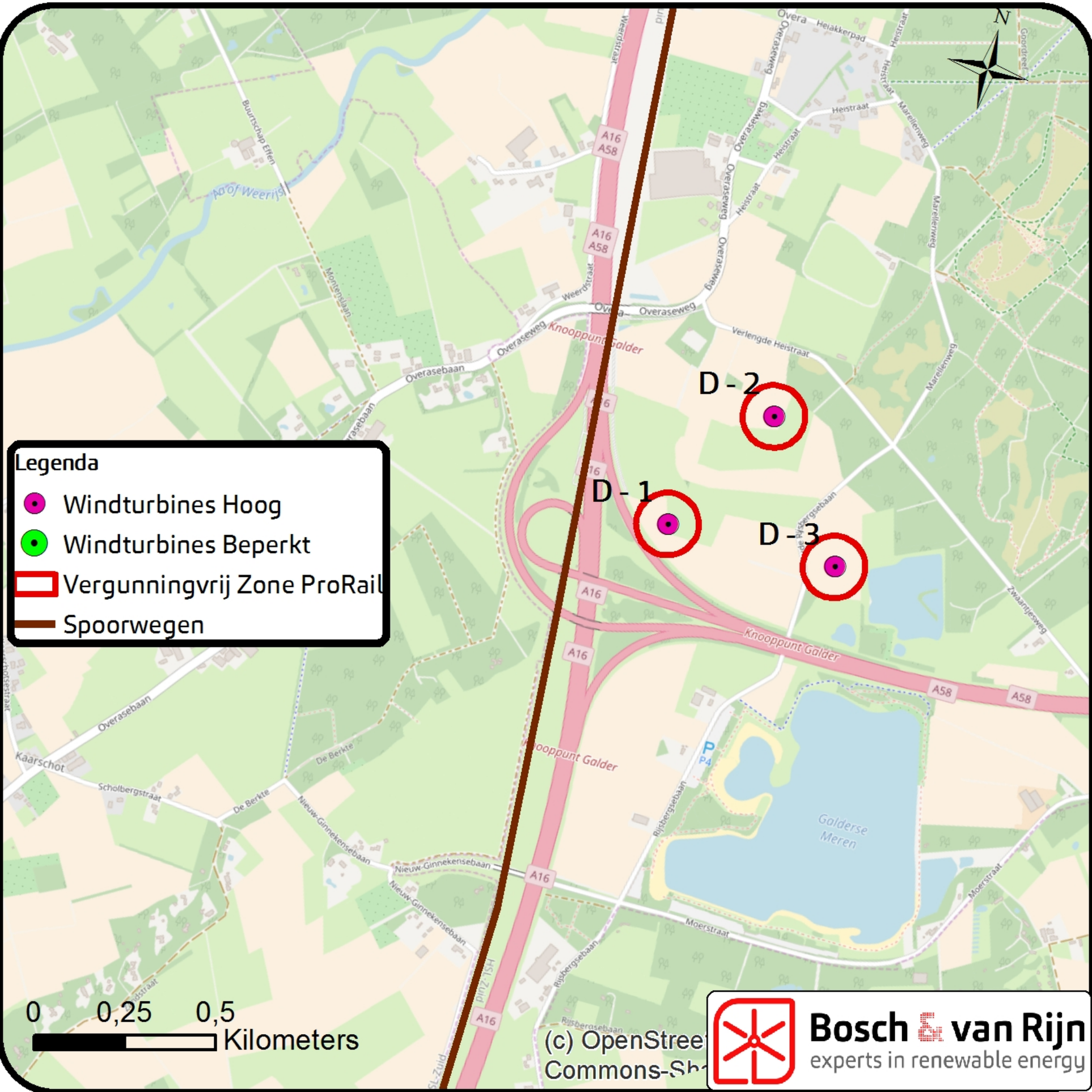

Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Werpafstand bij Overtoeren
Risicovolle installatie
Risicovol gebied
Seveso inrichtingen - België
Helsinkibedrijf
D - 1
D - 2
D - 3
N
0
0,25
0,5
Kilometers
A16
A58
Knooppunt Galder
Overaseweg
Heistraat
Overasebaan
Nieuw-Ginnekensebaan
Moerstraat
Rijsbergsebaan
Galderse Meren
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

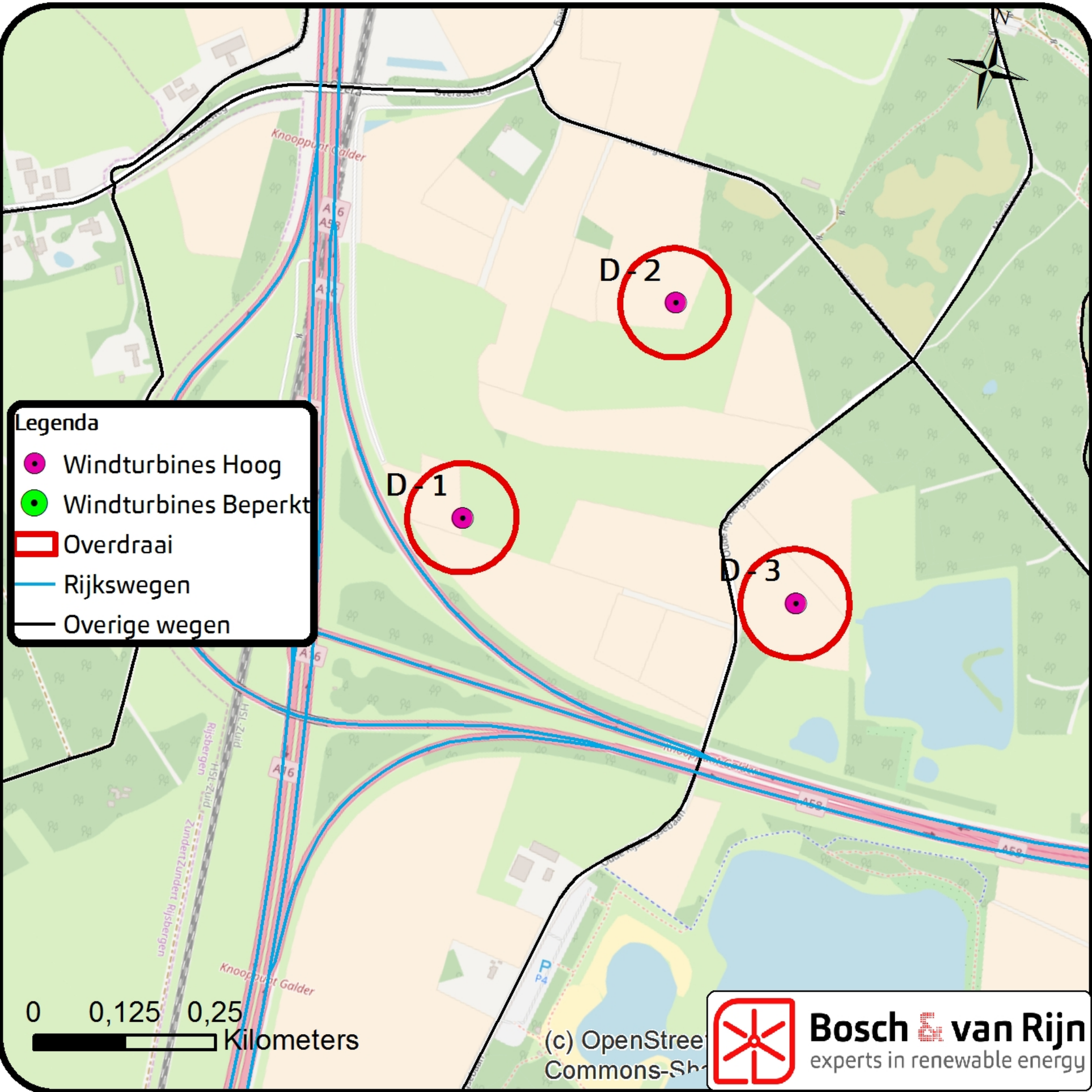


Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
High Impact Zone
Buisleidingen
D - 1
D - 2
D - 3
N
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy
Knooppunt Galder
Overaseweg
Overasebaan
Overa
Heistraat
Heiakkerpad
Marellenweg
Weerdstraat
Buurtschap Effen
Montenslaan
Kaarschot
Scholbergstraat
De Berkte
Nieuw-Ginnekensebaan
Rijsbergsebaan
Moerstraat
Zwaantjesweg
Galderse Meren
A16
A58
HSL-Zuid

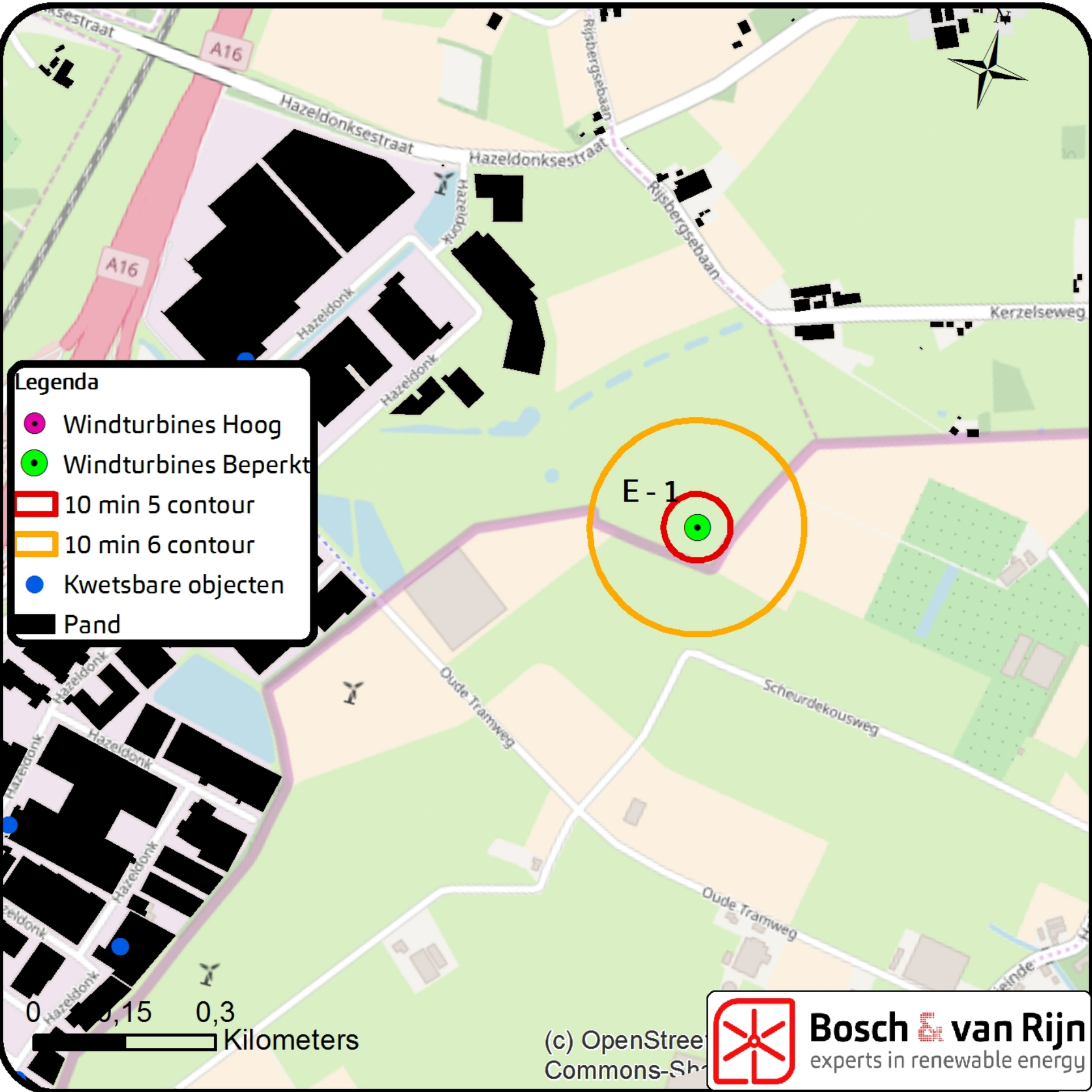


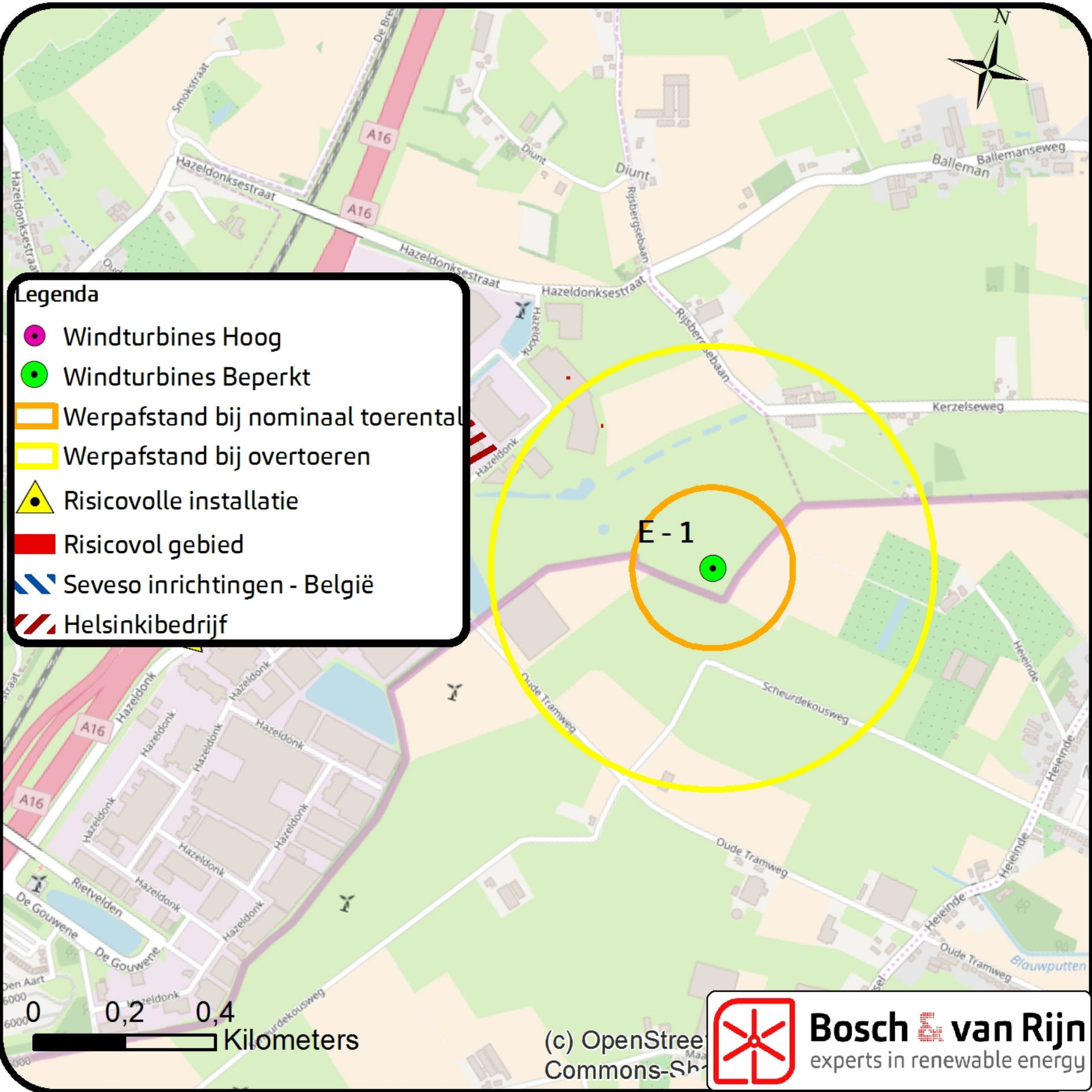
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Tiphoogte 210m
Hoogspanningsinfrastructuur
D - 1
D - 2
D - 3
N
0
0,25
0,5
Kilometers
Knooppunt Galder
Galderse Meren
Overasebaan
Overaseweg
Weerdstraat
Heistraat
Marellenweg
Kaarschot
Scholbergstraat
De Berkte
Nieuw-Ginnekensebaan
Moerstraat
Rijsbergsebaan
Zwaantjesweg
A16
A58
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

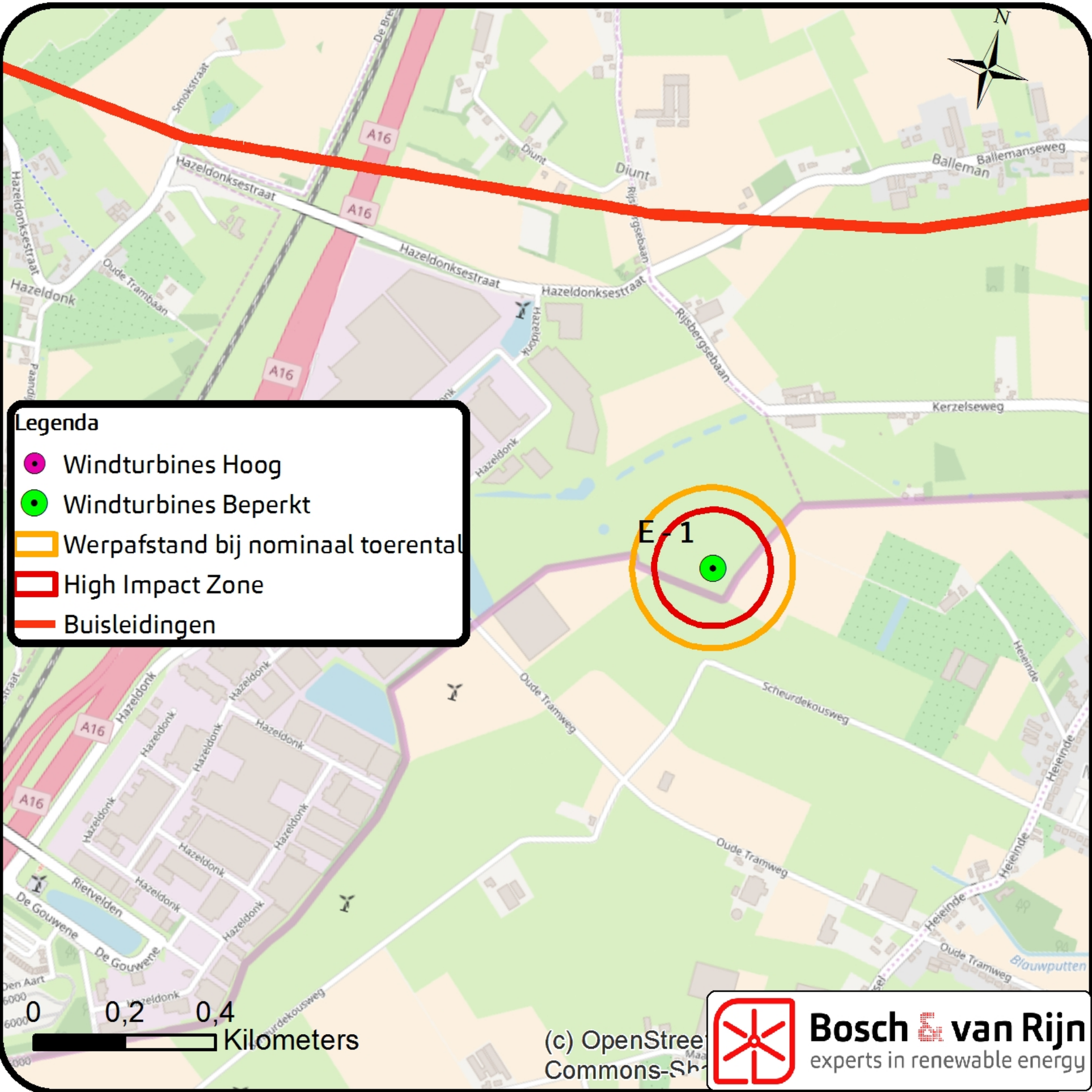

N
D - 2
D - 1
D - 3
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Vergunningvrij Zone ProRail
Spoorwegen
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

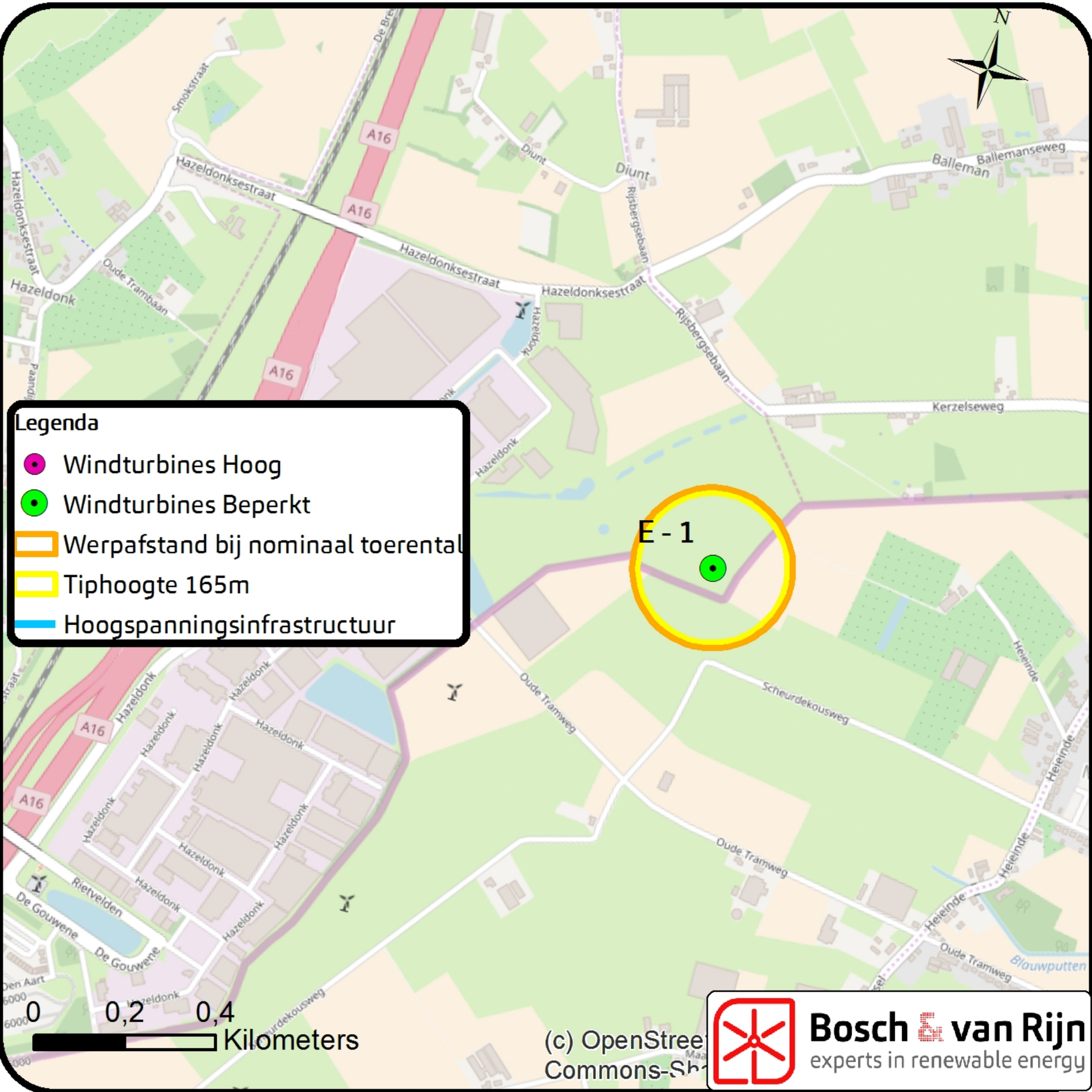

D - 2
D - 1
D - 3
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Overdraai
Rijkswegen
Overige wegen
0
0,125
0,25
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

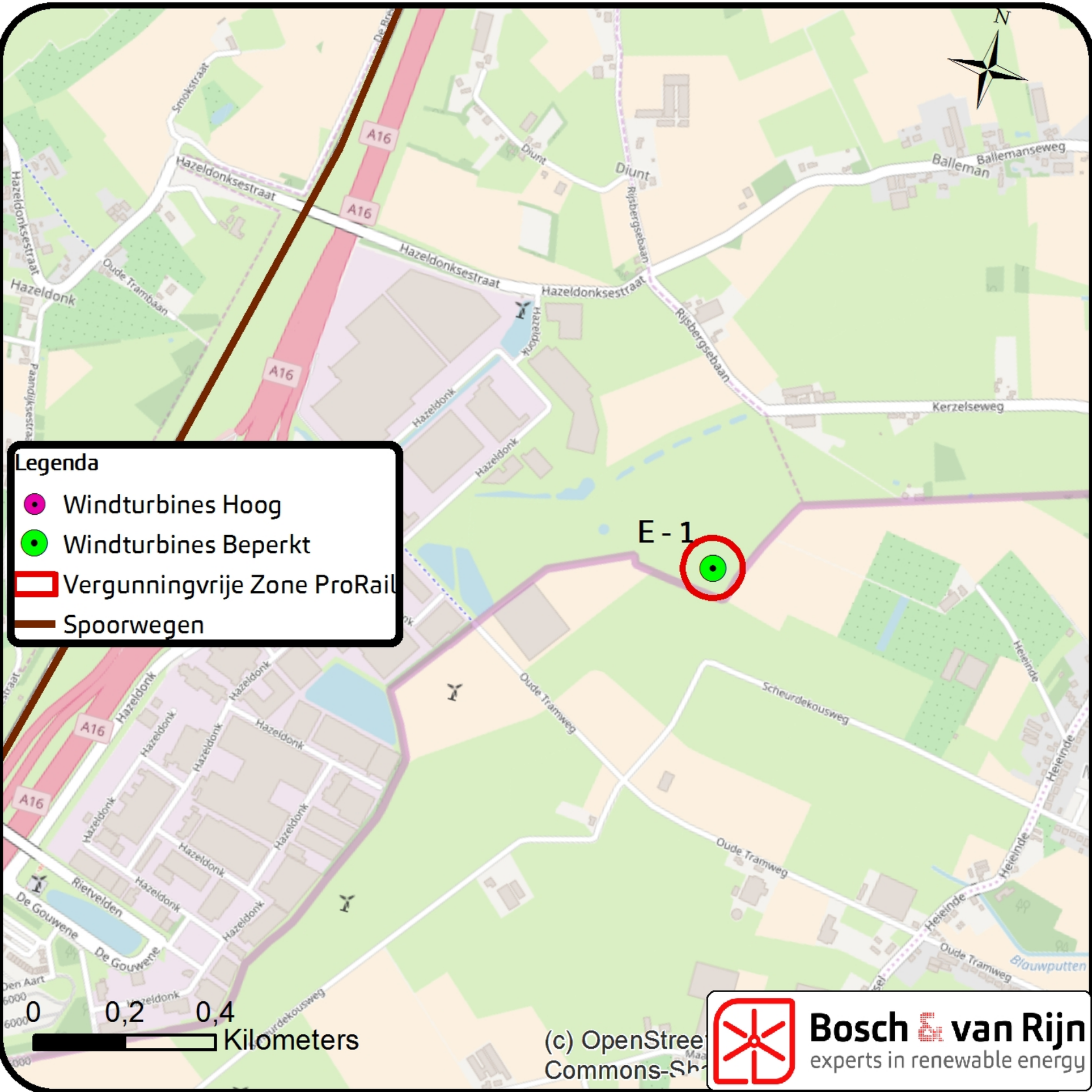
‘WP De Roover’

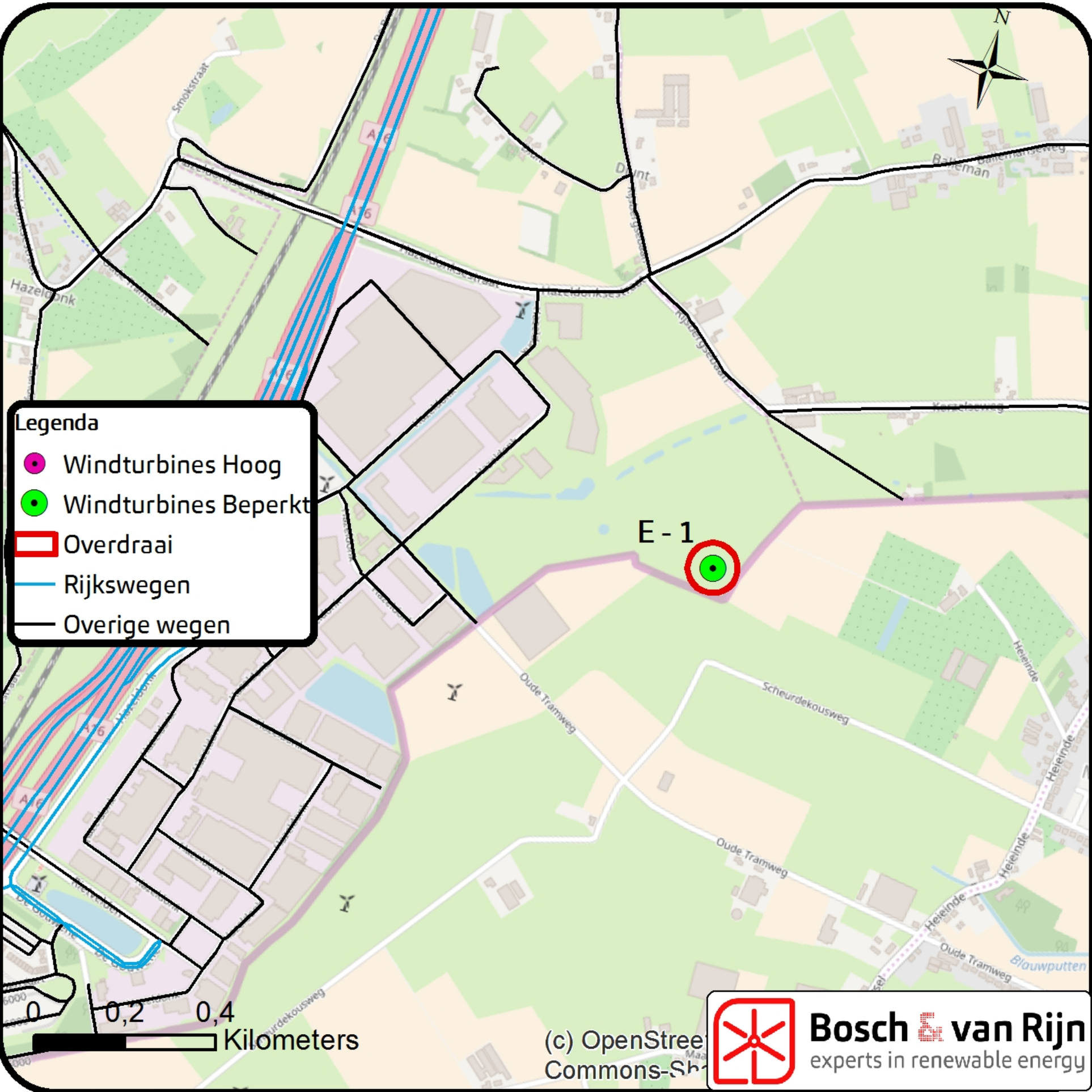

Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
10 min 6 contour
Kwetsbare objecten
Pand
E - 1
A16
Hazeldonksestraat
Rijsbergsebaan
Kerzelseweg
Hazeldonk
Oude Tramweg
Scheurdekousweg
0
0,15
0,3
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Werpafstand bij overtoeren
Risicovolle installatie
Risicovol gebied
Seveso inrichtingen - België
Helsinkibedrijf
E - 1
A16
Hazeldonksestraat
Diunt
Ballemanseweg
Balleman
Rijsbergsebaan
Kerzelseweg
Hazeldonk
Oude Tramweg
Scheurdekousweg
Heieinde
Rietvelden
De Gouwene
Blauwputten
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
High Impact Zone
Buisleidingen
E_1
A16
Hazeldonksestraat
Hazeldonk
Oude Trambaan
Diunt
Ballemanseweg
Balleman
Rijsbergsebaan
Kerzelseweg
Oude Tramweg
Scheurdekousweg
Heieinde
Rietvelden
De Gouwene
Blauwputten
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

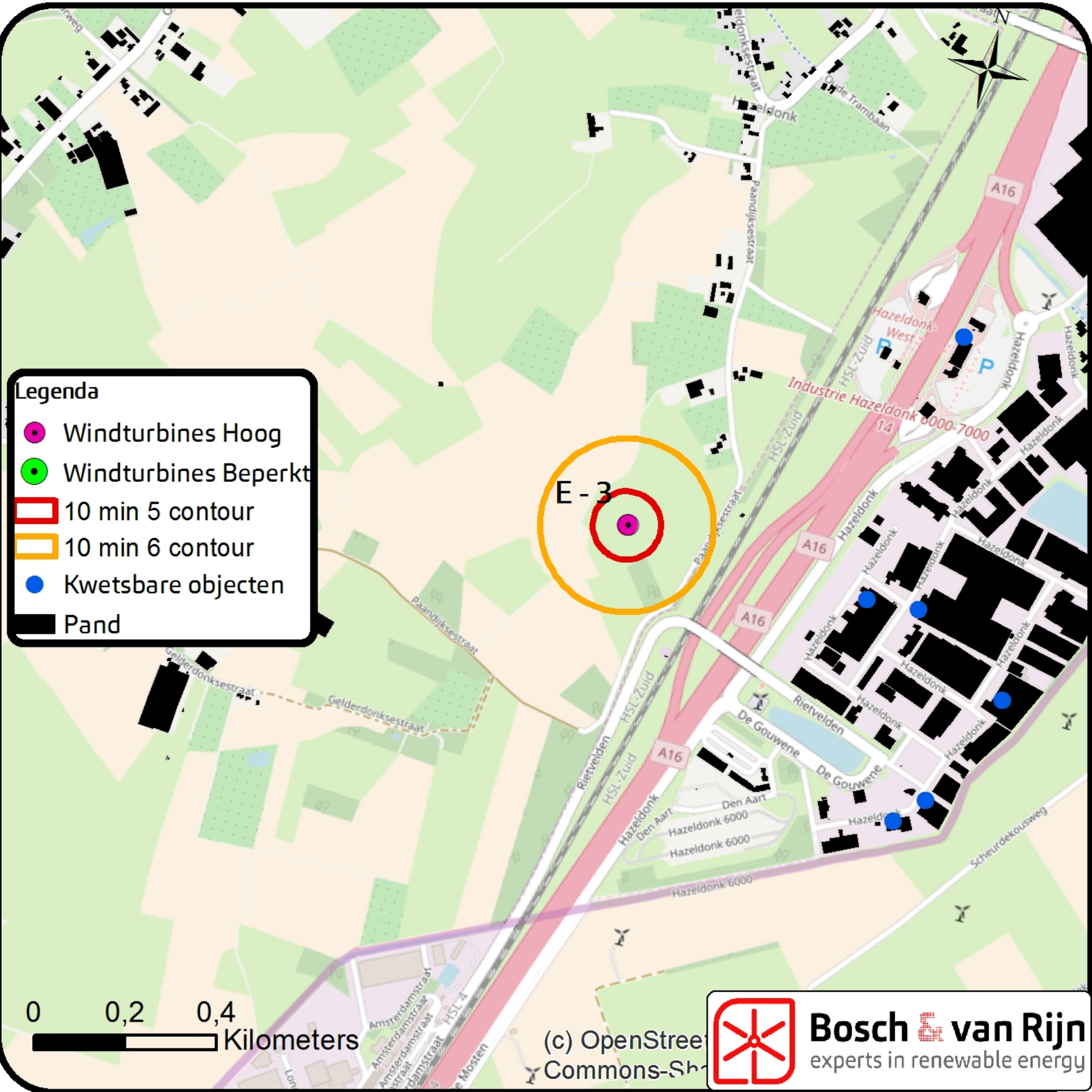

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Tiphoogte 165m
Hoogspanningsinfrastructuur
E - 1
A16
Hazeldonksestraat
Hazeldonk
Oude Trambaan
Diunt
Rijsbergsebaan
Ballemanseweg
Balleman
Kerzelseweg
Oude Tramweg
Scheurdekousweg
Heieinde
Rietvelden
De Gouwene
Blauwputten
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

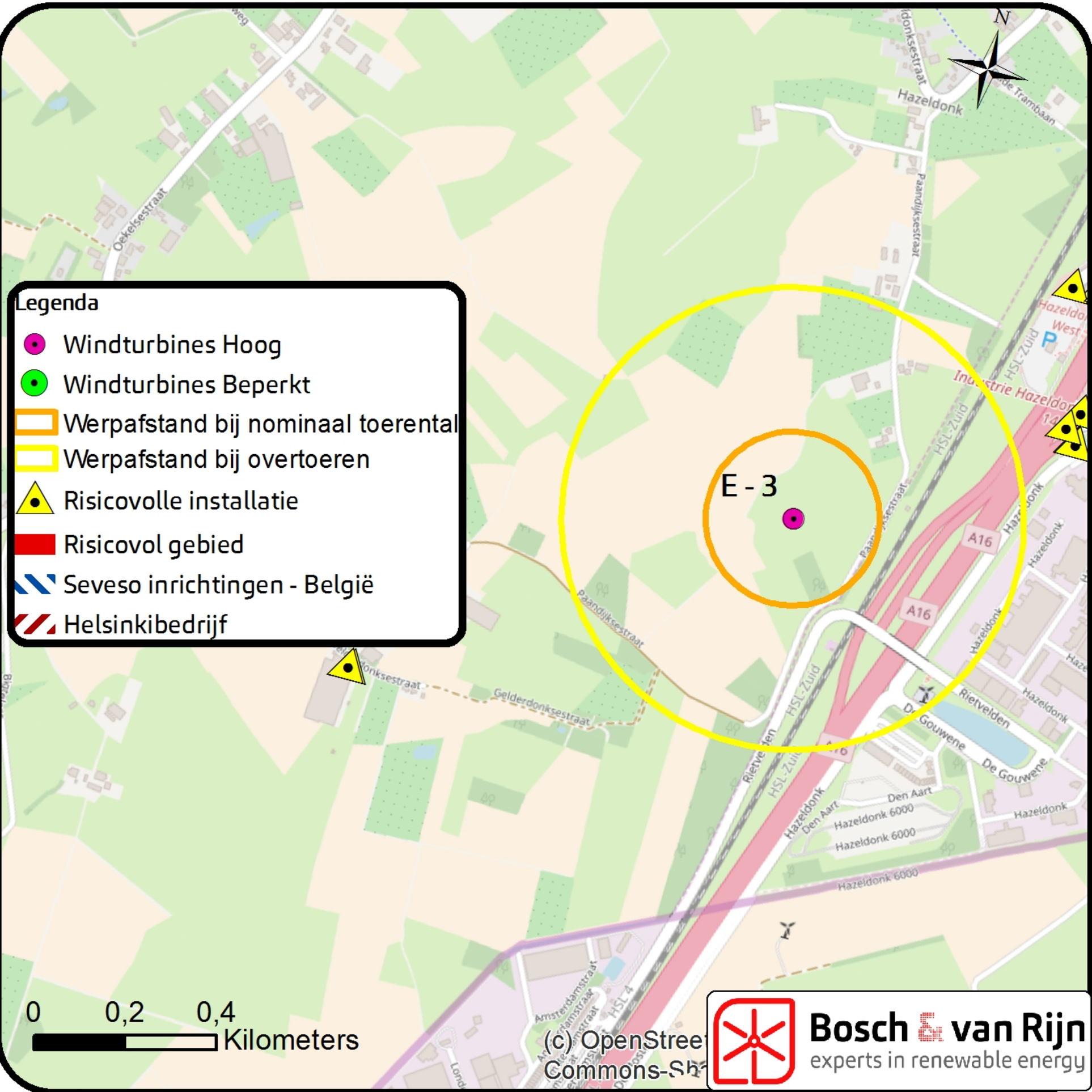

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Vergunningvrije Zone ProRail
Spoorwegen
E - 1
A16
Hazeldonksestraat
Hazeldonk
Oude Tramweg
Rijsbergsebaan
Kerzelseweg
Ballemanseweg
Diunt
Scheurdekousweg
Heieinde
Rietvelden
De Gouwene
Blauwputten
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

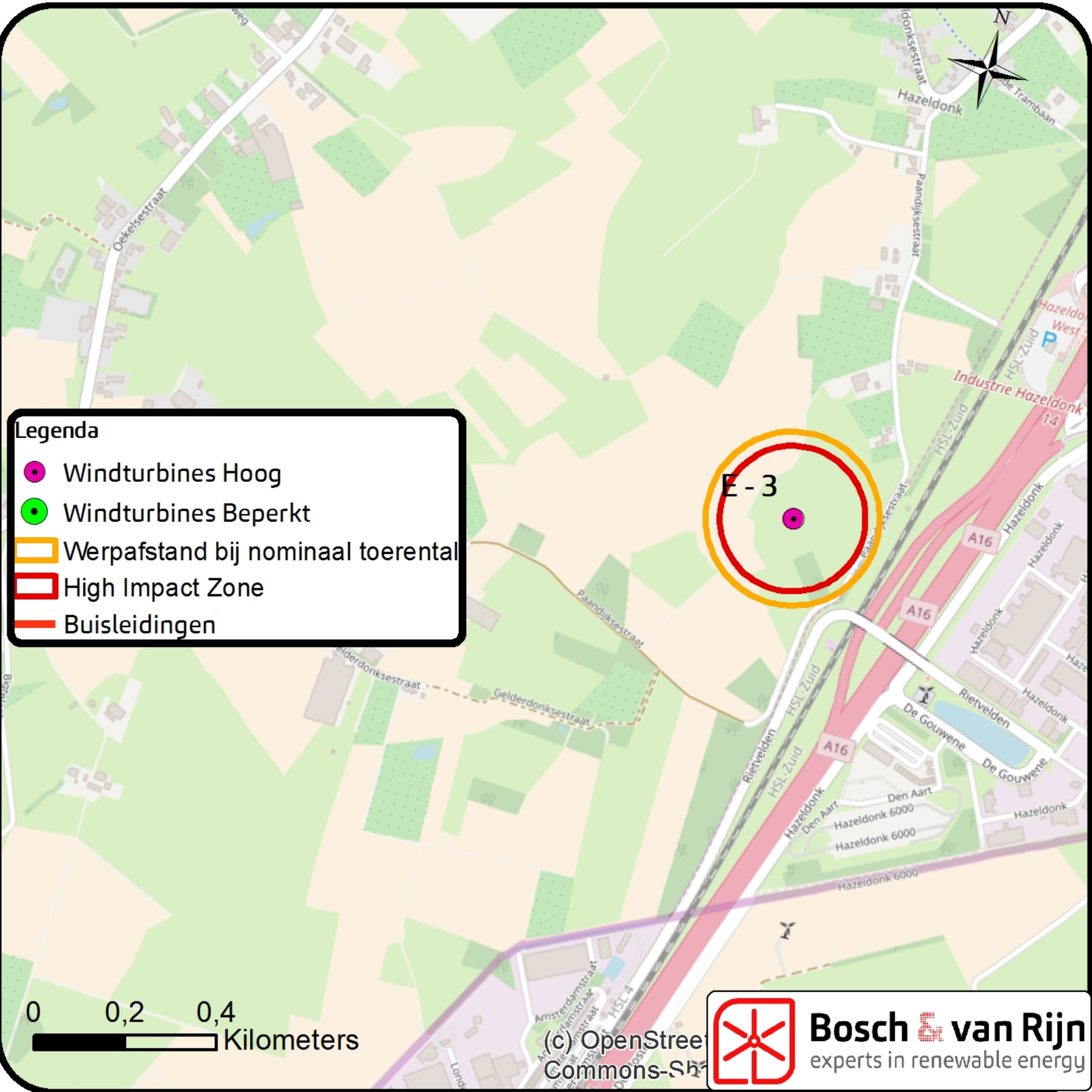

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Overdraai
Rijkswegen
Overige wegen
E - 1
Oude Tramweg
Scheurdekousweg
Heieinde
Blauwputten
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

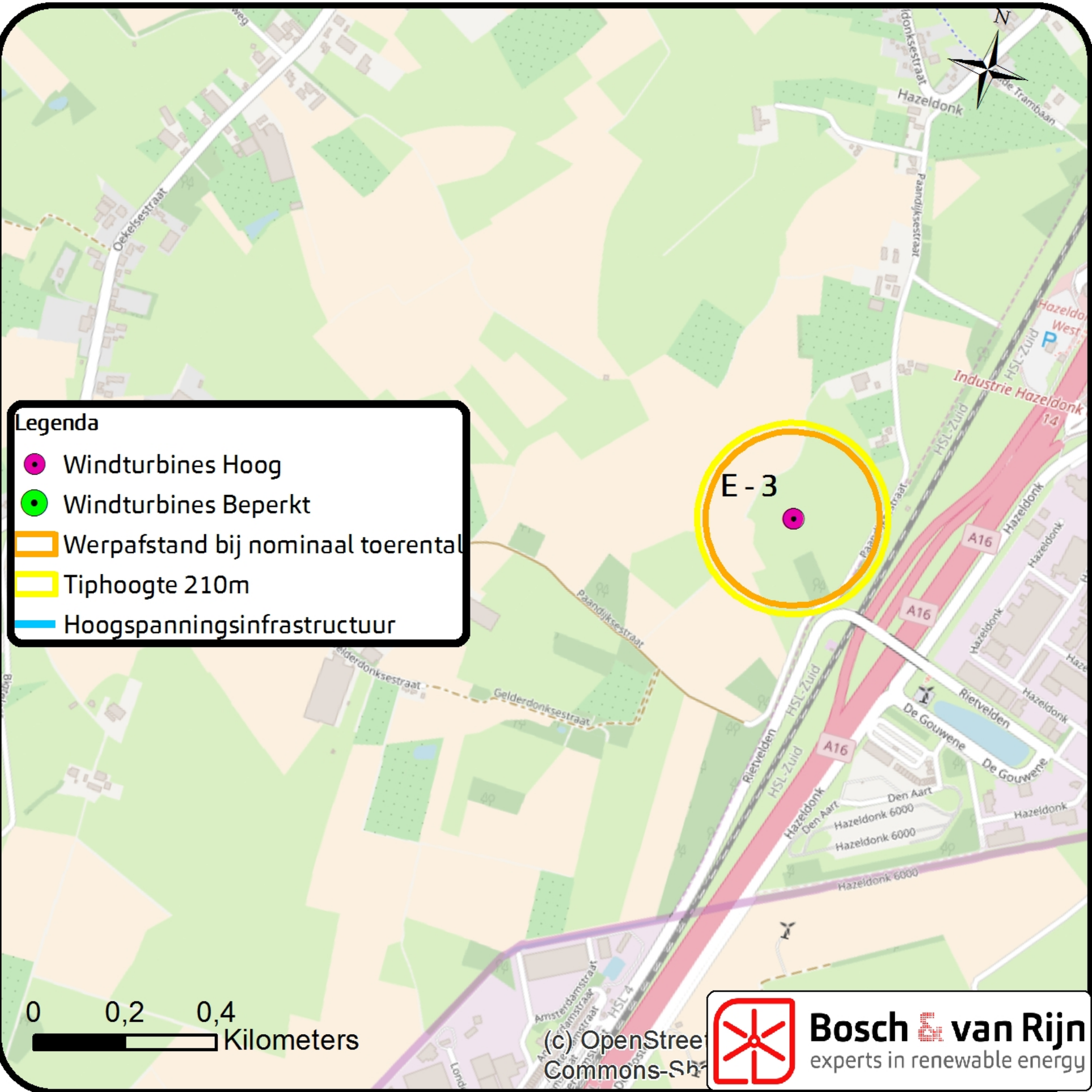
‘WP Breda Hazeldonk’

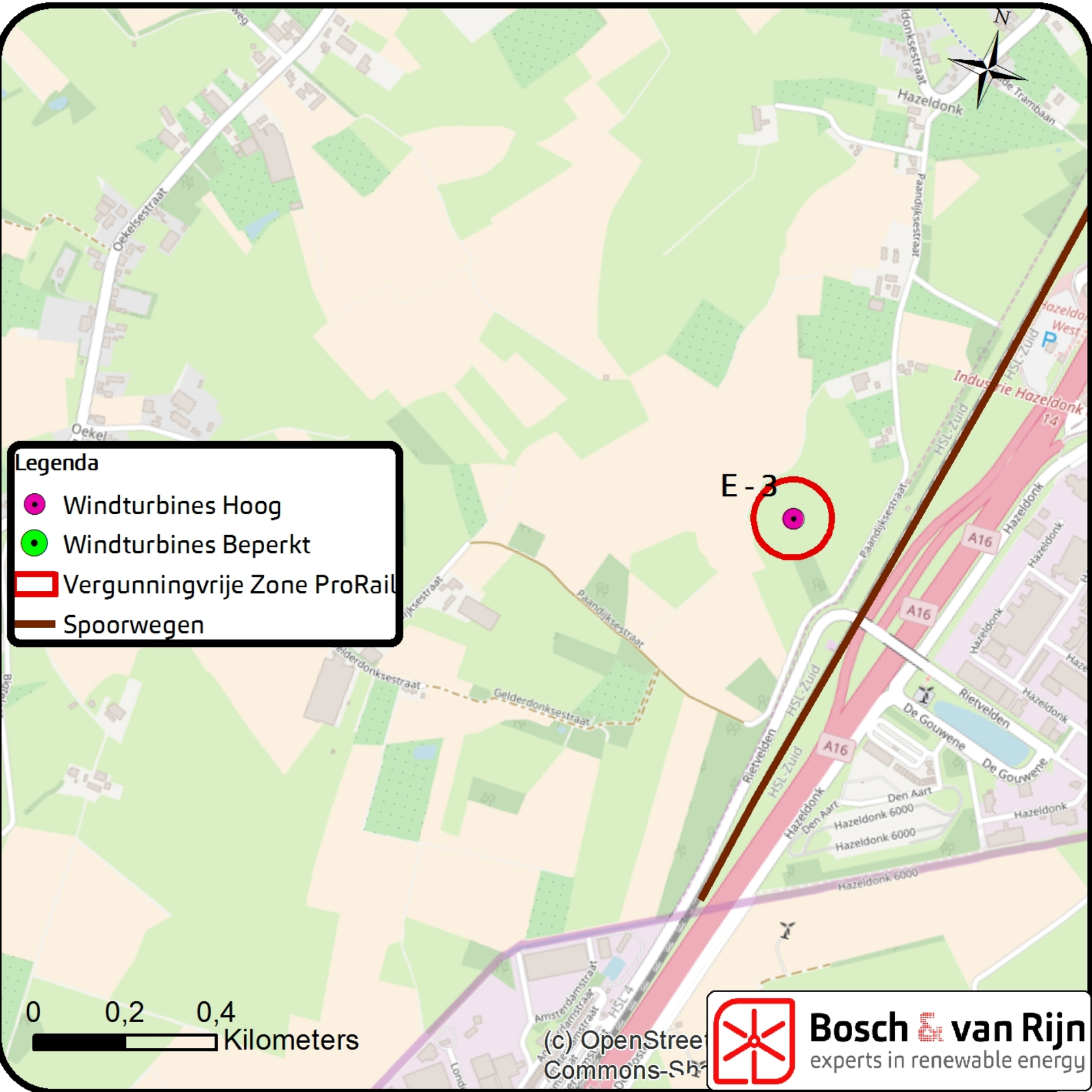
‘E-3 REF’


Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
10 min 6 contour
Kwetsbare objecten
Pand
E - 3
A16
HSL-Zuid
Hazeldonk
Industrie Hazeldonk 6000-7000
Hazeldonk-West
Rietvelden
De Gouwene
Den Aart
Hazeldonk 6000
Paandijksestraat
Gelderdonksestraat
Scheurdekousweg
Amsterdamstraat
HSL-4
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Werpafstand bij overtoeren
Risicovolle installatie
Risicovol gebied
Seveso inrichtingen - België
Helsinkibedrijf
E - 3
N
0
0,2
0,4
Kilometers
Hazeldonk
Oekelsestraat
Paandijksestraat
Gelderdonksestraat
HSL-Zuid
A16
Rietvelden
De Gouwene
Den Aart
Hazeldonk 6000
Amsterdamstraat
HSL-4
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

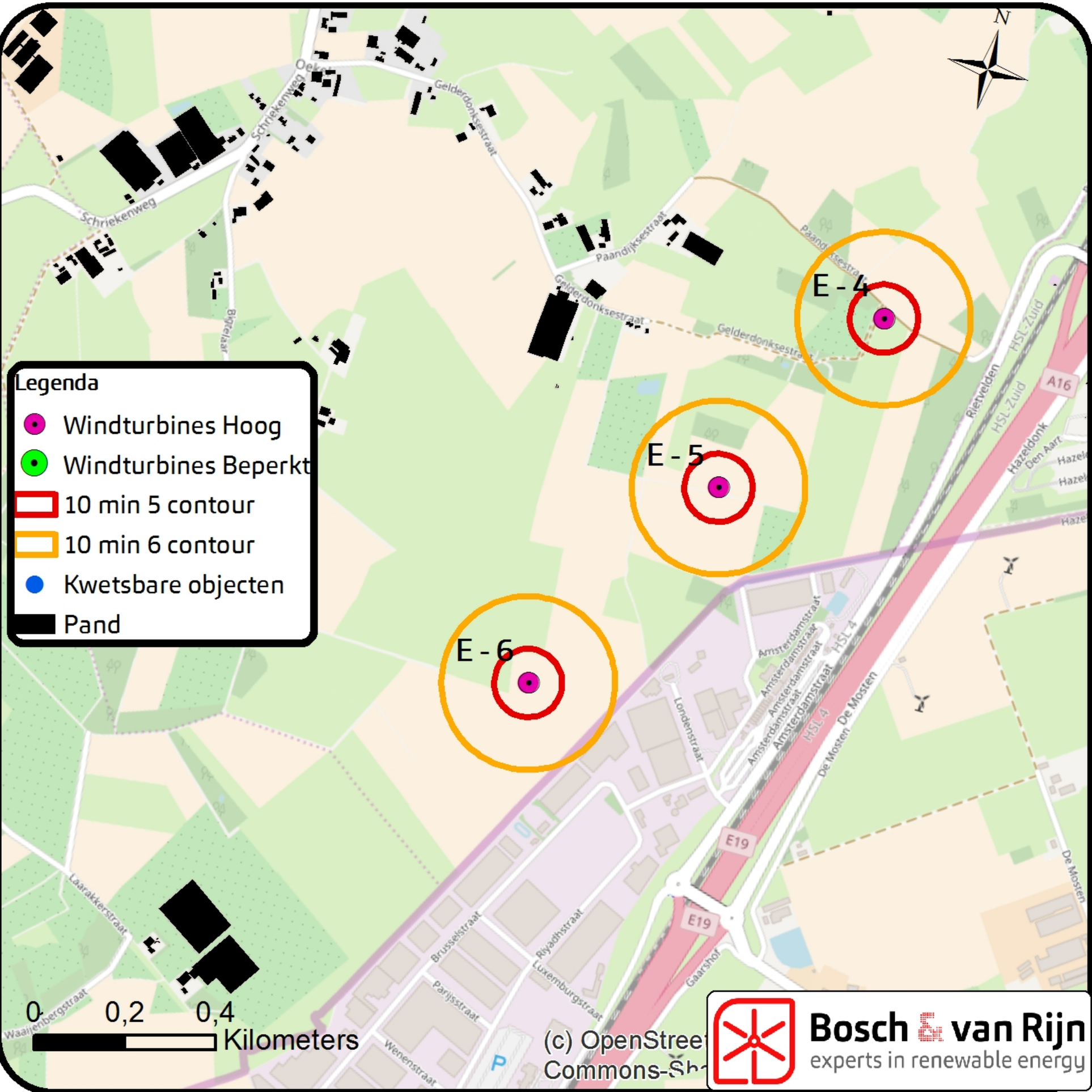

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
High Impact Zone
Buisleidingen
E - 3
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy
Hazeldonk
Oekelsestraat
Paandijksestraat
Gelderdonksestraat
HSL-Zuid
A16
Industrie Hazeldonk
Rietvelden
De Gouwene
Den Aart
Hazeldonk 6000
Amsterdamstraat
HSL-4


Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Tiphoogte 210m
Hoogspanningsinfrastructuur
E - 3
N
0
0,2
0,4
Kilometers
Oekelsestraat
Hazeldonk
Paandijksestraat
Gelderdonksestraat
HSL-Zuid
A16
Rietvelden
De Gouwene
Den Aart
Hazeldonk 6000
Industrie Hazeldonk
Amsterdamstraat
HSL-4
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

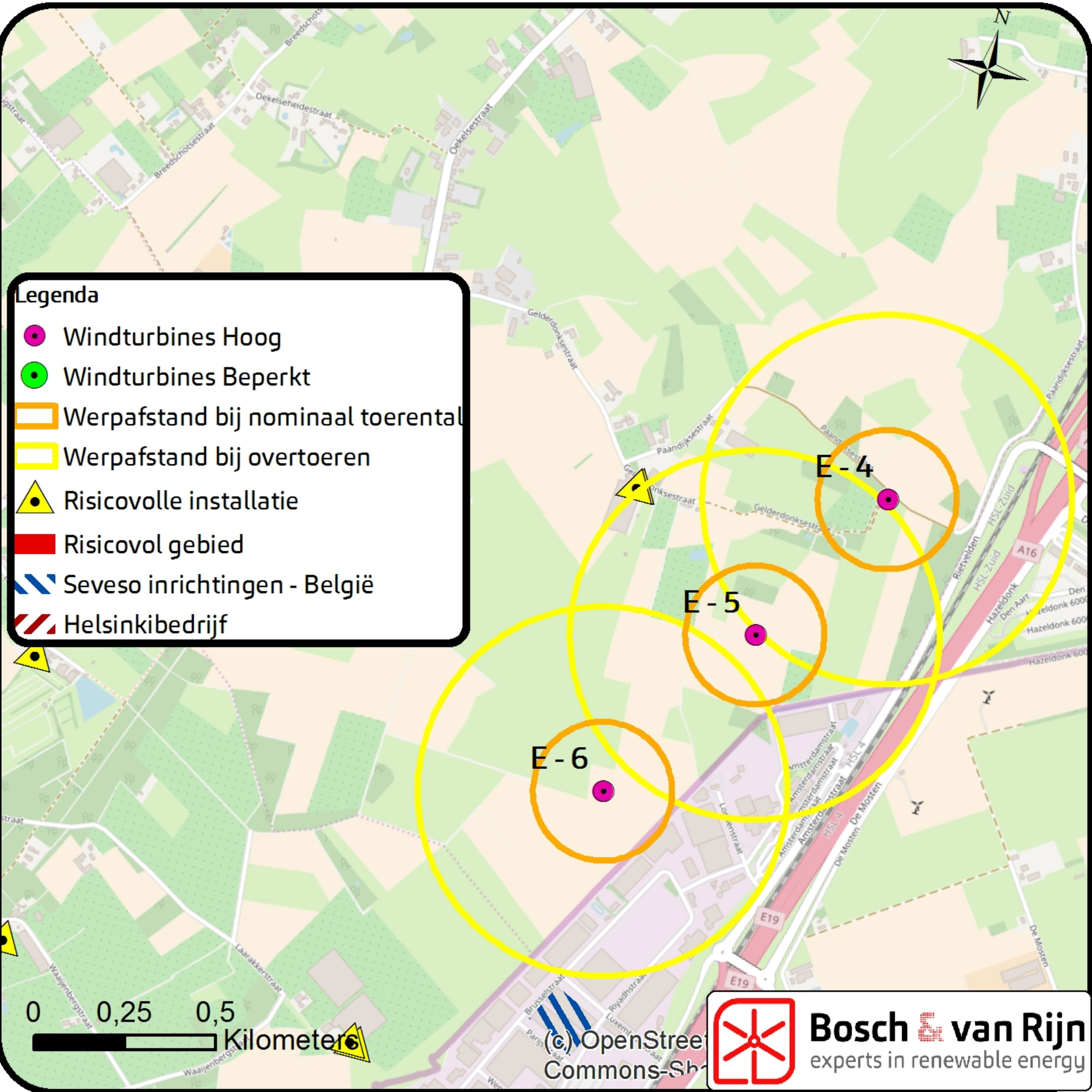

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Vergunningvrije Zone ProRail
Spoorwegen
E - 3
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy
Oekelsestraat
Hazeldonk
Paandijksestraat
Gelderdonksestraat
HSL-Zuid
A16
Rietvelden
De Gouwene
Den Aart
Hazeldonk 6000
Industrie Hazeldonk
Amsterdamstraat
HSL-4

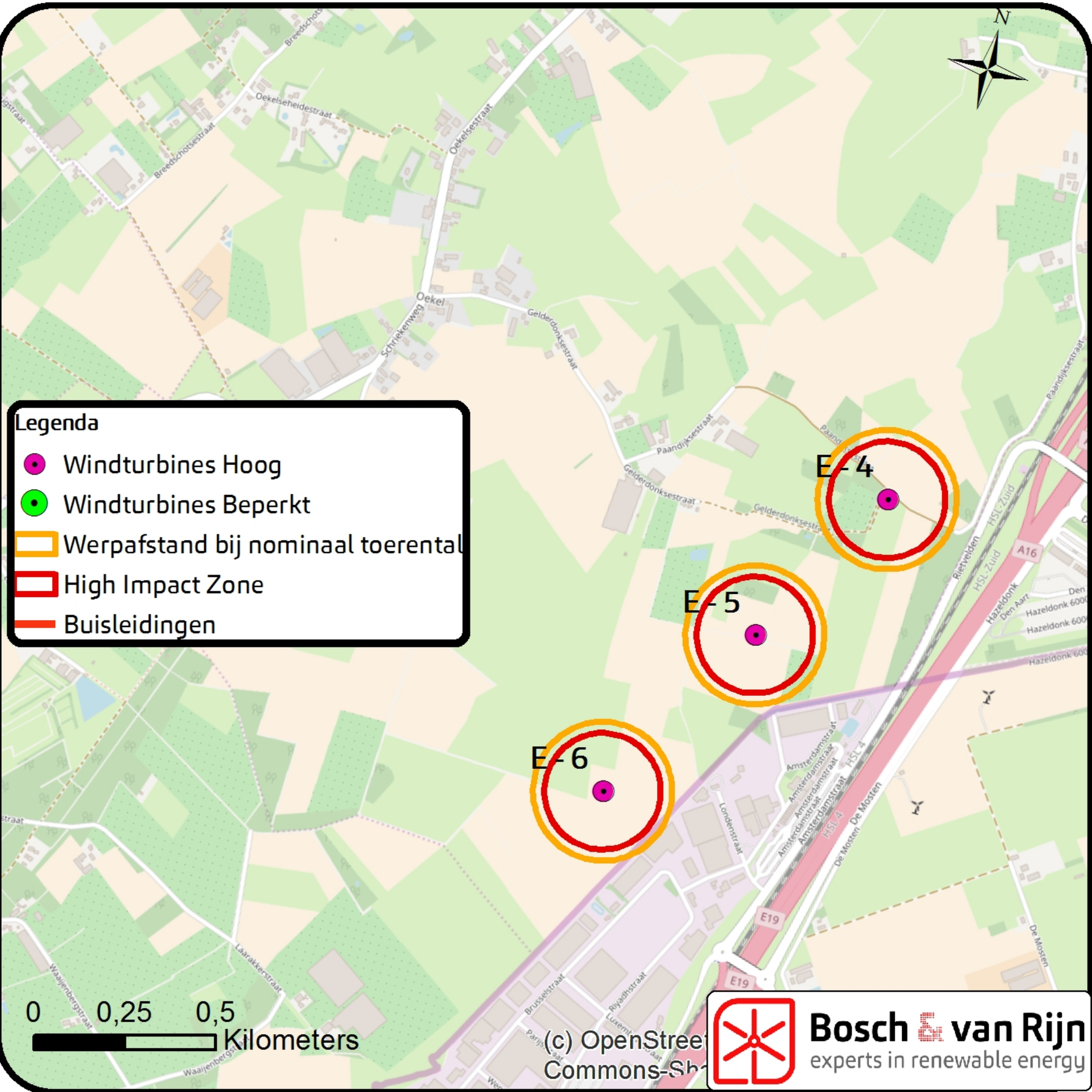
N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Overdraai
Rijkswegen
Overige wegen
E - 3
Hazeldonk
Gelderdonksestraat
HSL-Zuid
A 16
Hazeldonk 6000
Amsterdamstraat
HSL-4
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

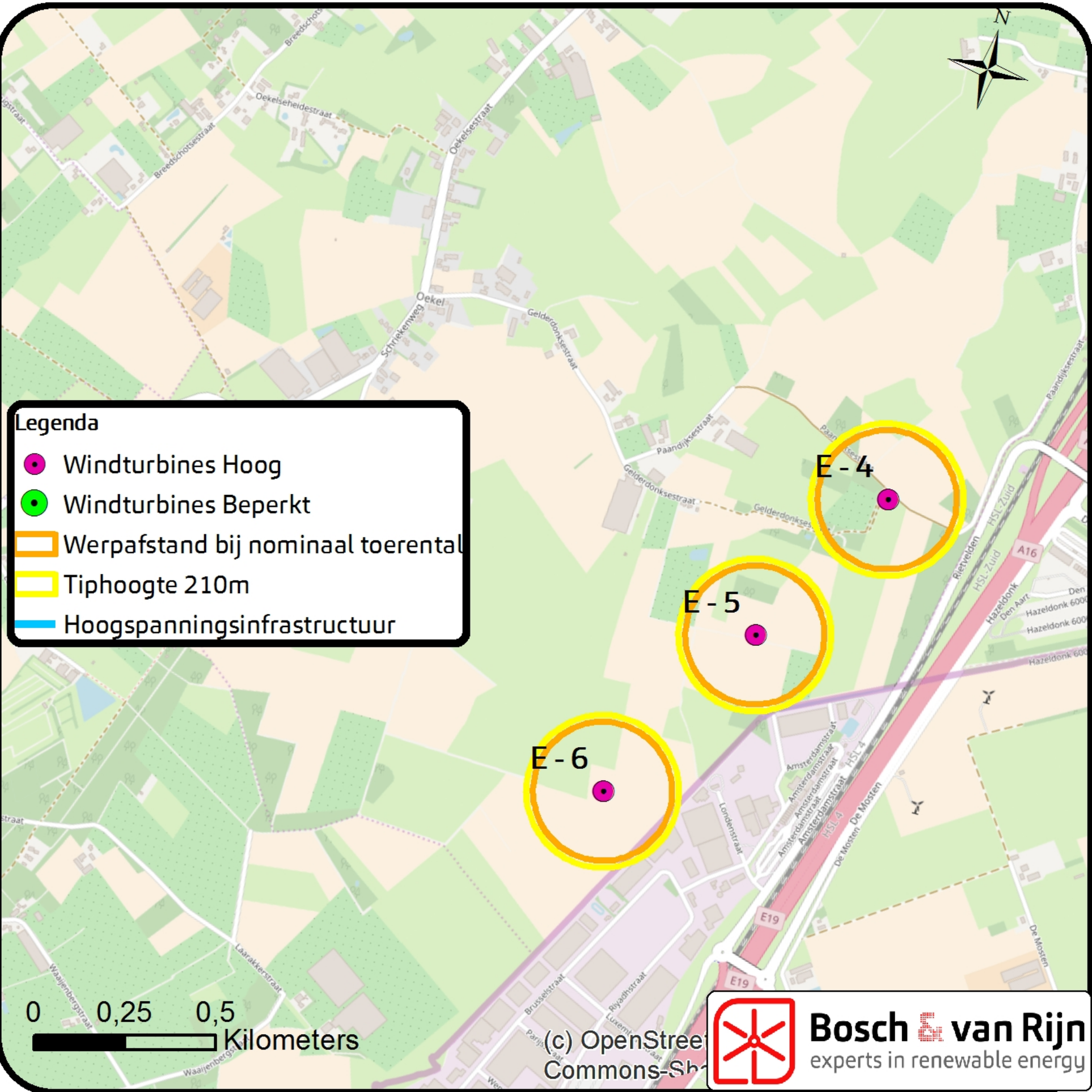
‘WP Treeport’

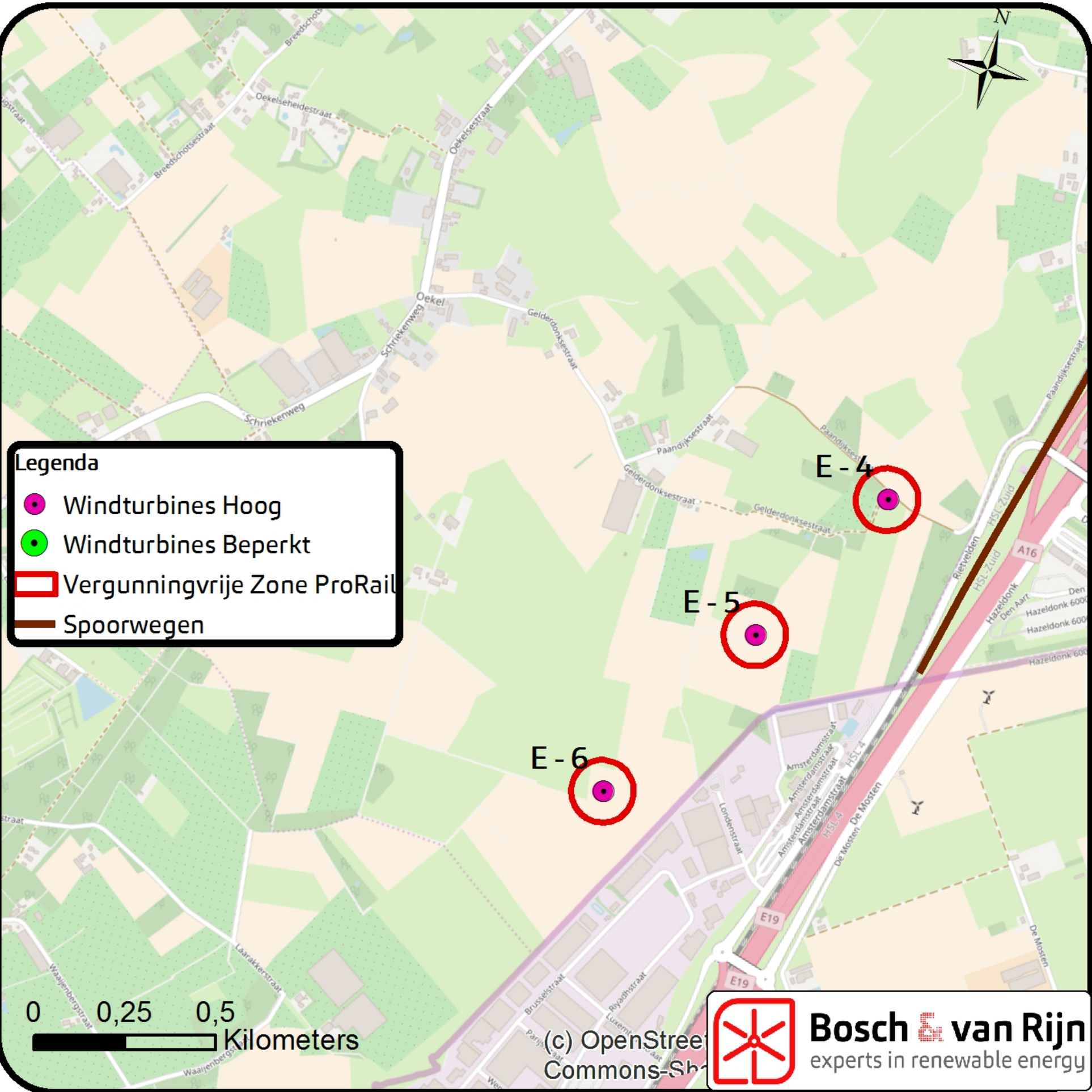


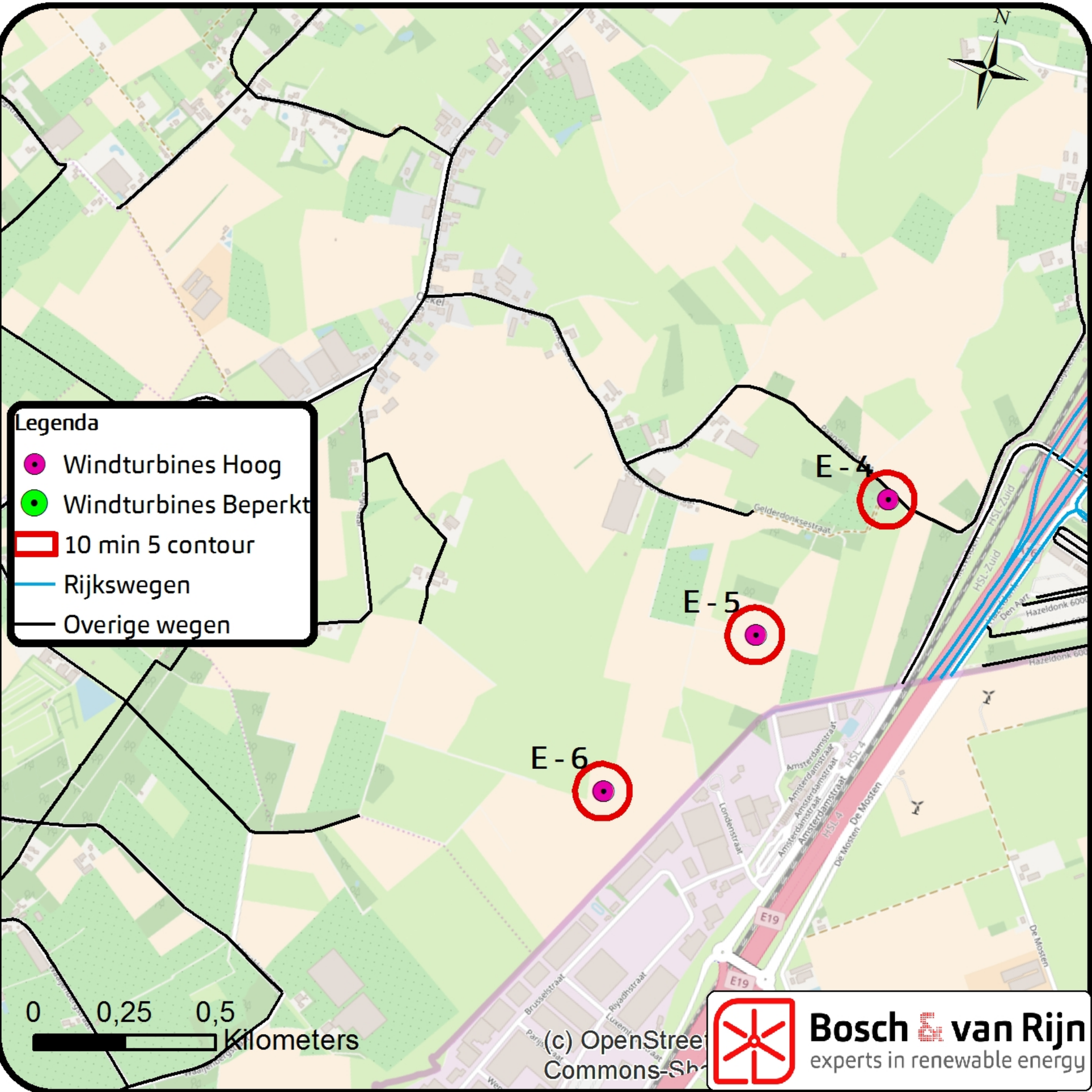
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
10 min 6 contour
Kwetsbare objecten
Pand
E - 4
E - 5
E - 6
N
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy
Schriekenweg
Gelderdonksestraat
Paandijksestraat
Rietvelden
HSL-Zuid
A16
Hazeldonk
Den Aart
Amsterdamstraat
HSL-4
De Mosten
Londenstraat
E19
Laarakkerstraat
Brusselstraat
Riyadhstraat
Luxemburgstraat
Parijsstraat
Wenenstraat
Gaarshof
Waaijenbergstraat


Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Werpafstand bij overtoeren
Risicovolle installatie
Risicovol gebied
Seveso inrichtingen - België
Helsinkibedrijf
E - 4
E - 5
E - 6
N
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

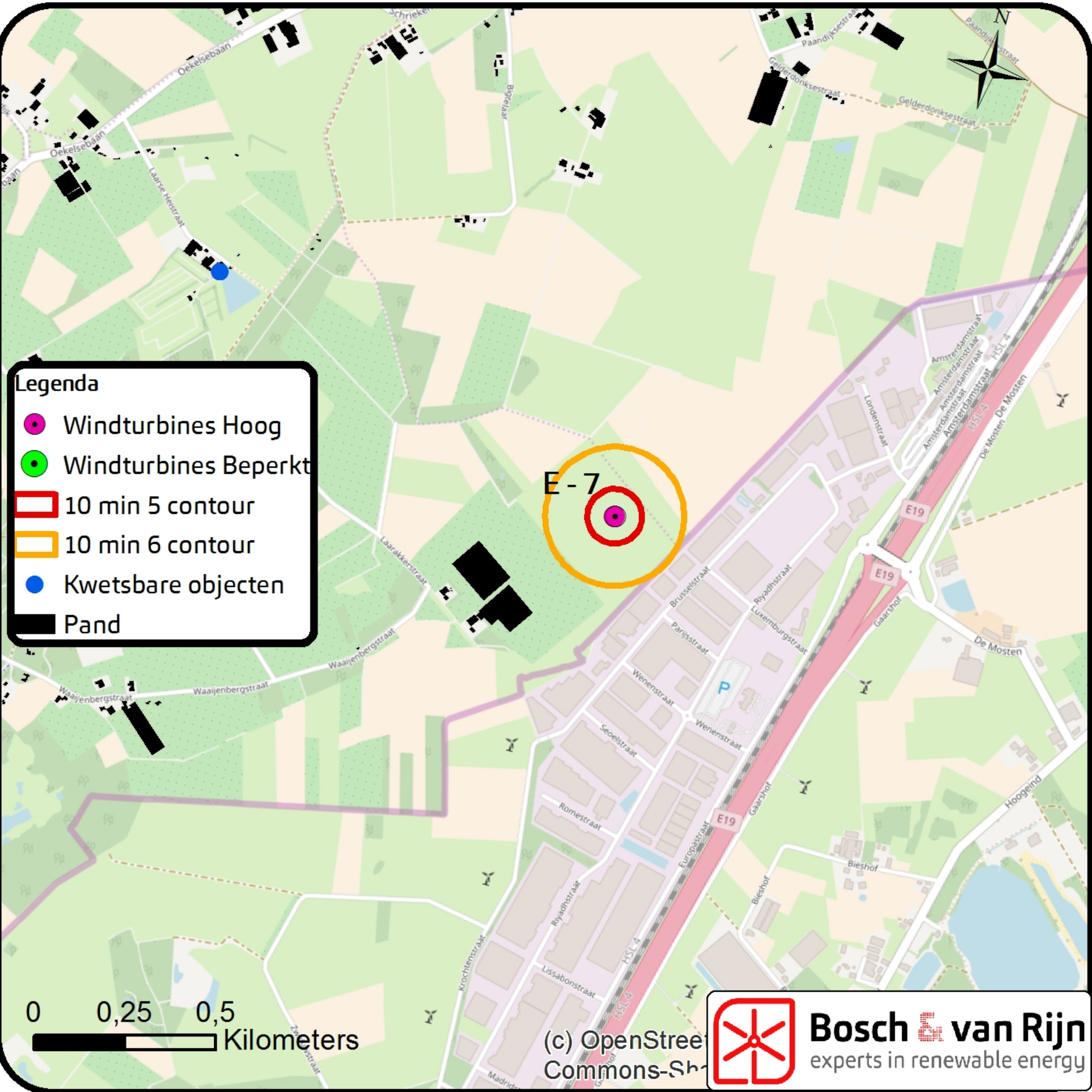

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
High Impact Zone
Buisleidingen
E-4
E-5
E-6
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

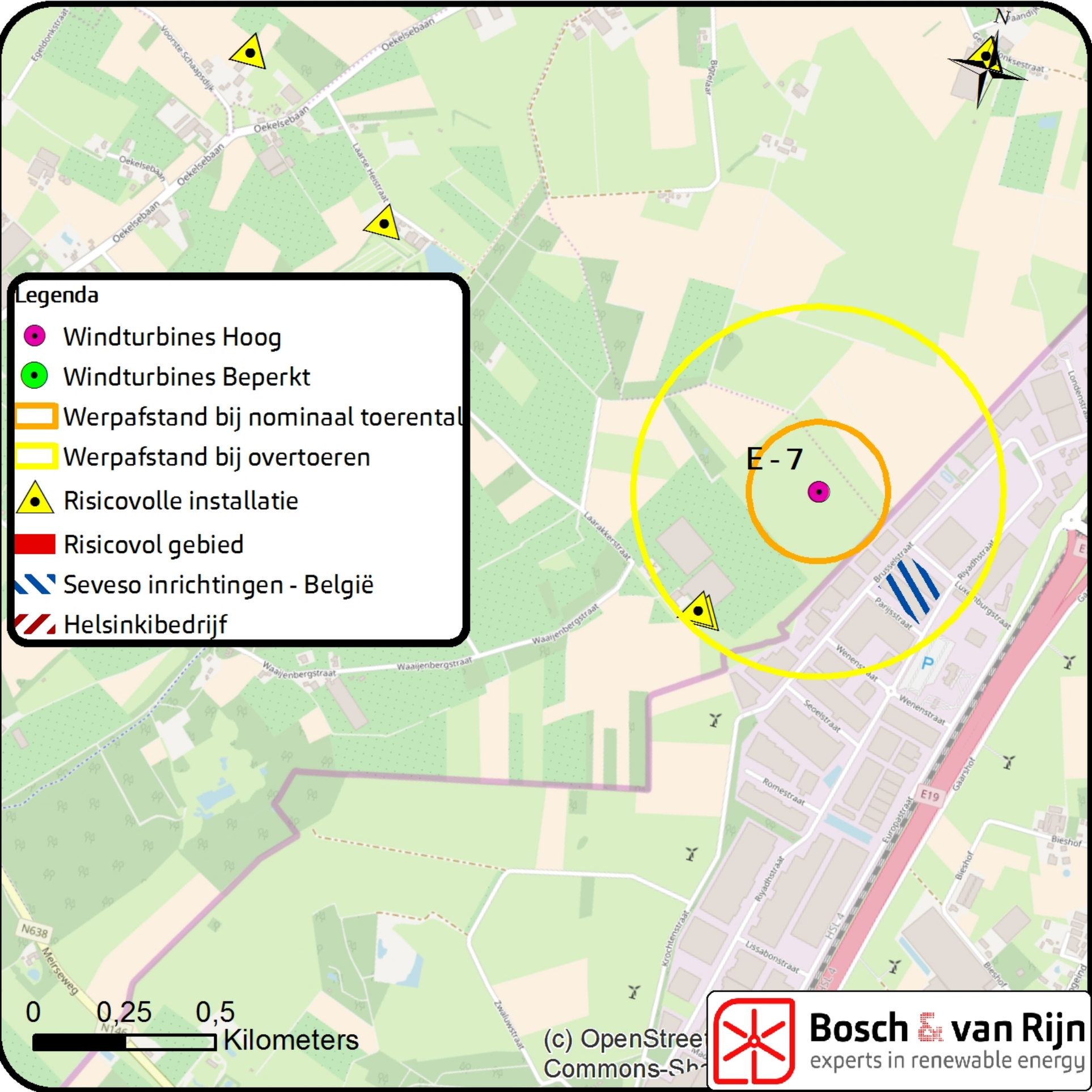

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Tiphoogte 210m
Hoogspanningsinfrastructuur
E - 4
E - 5
E - 6
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

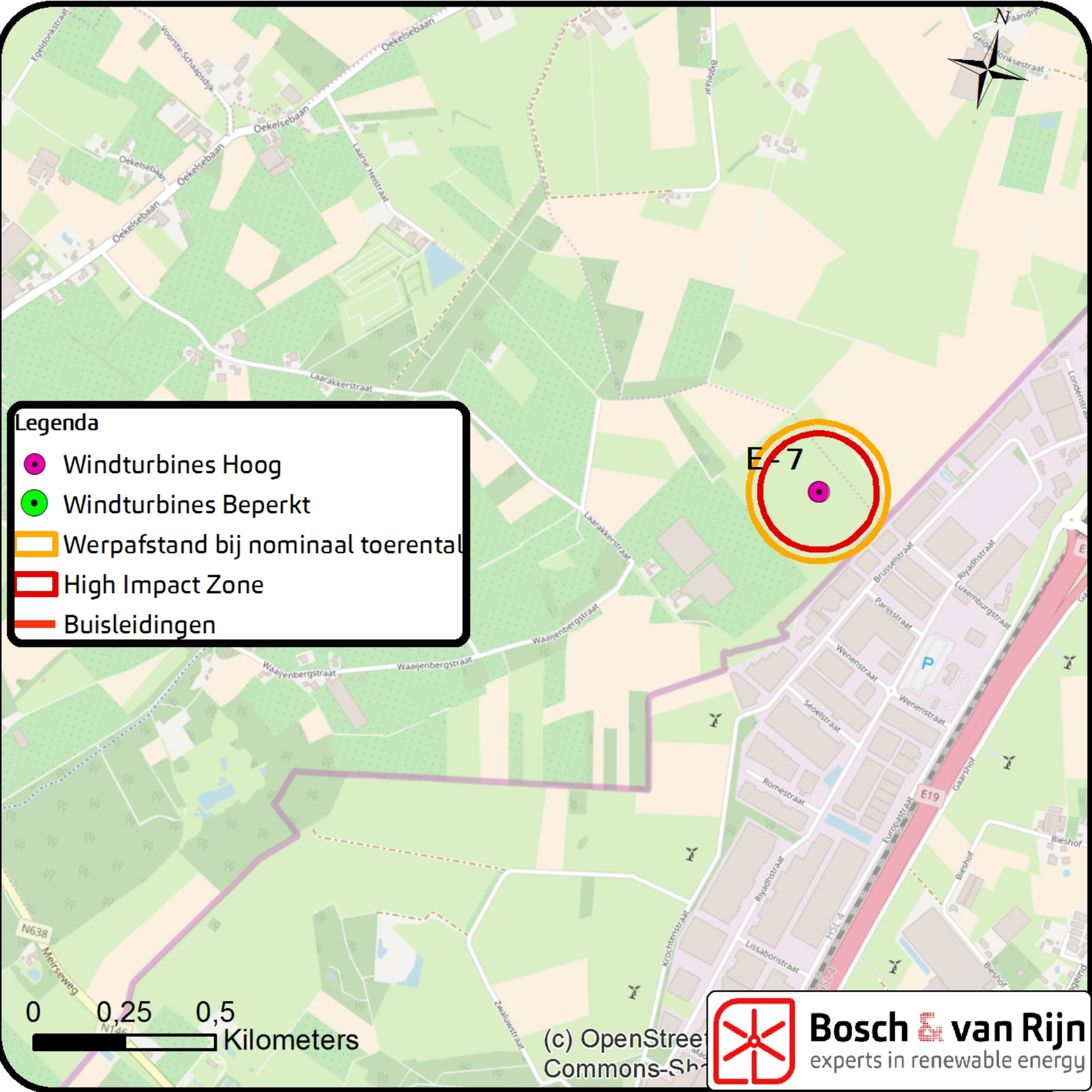

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Vergunningvrije Zone ProRail
Spoorwegen
E - 4
E - 5
E - 6
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

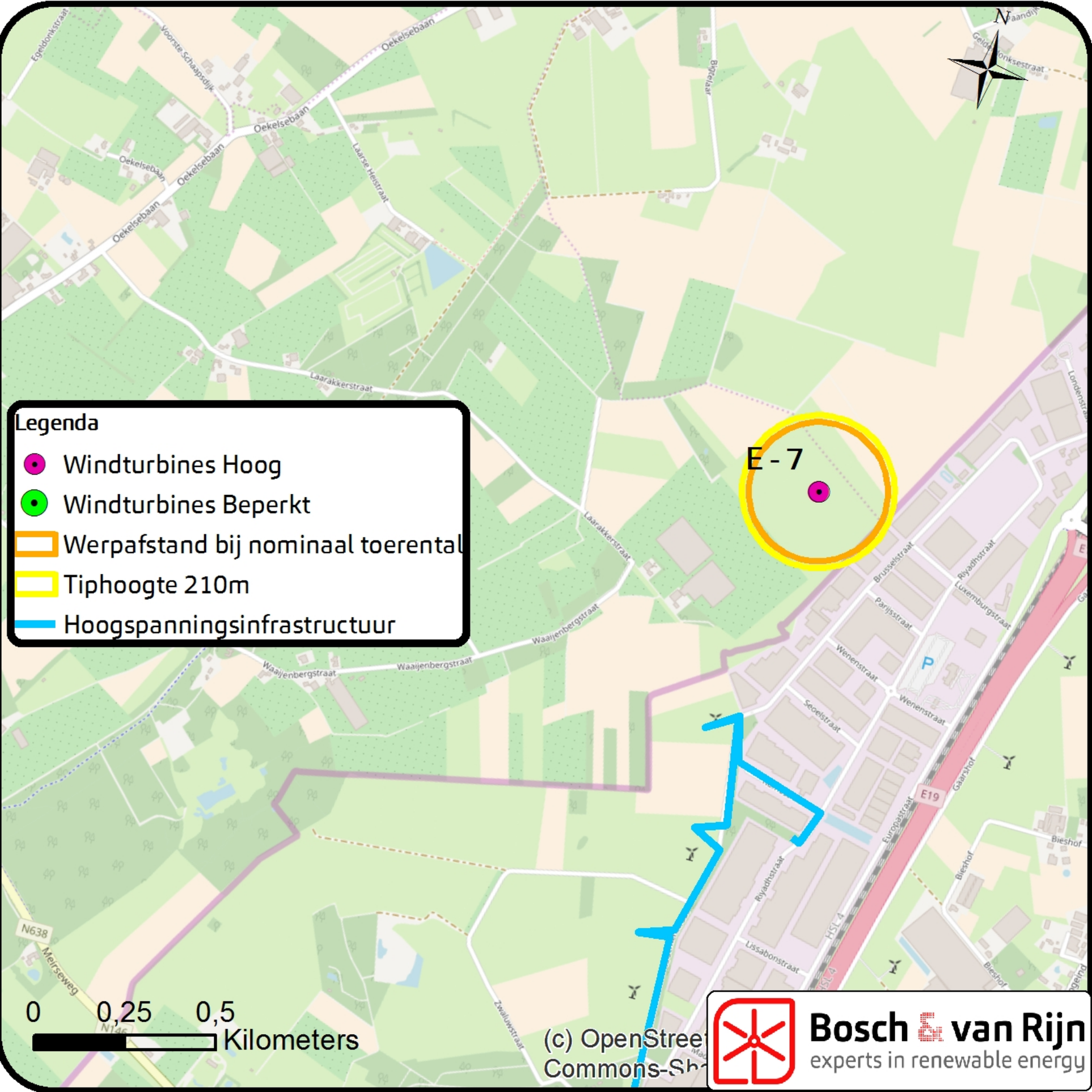

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
Rijkswegen
Overige wegen
E - 4
E - 5
E - 6
Gelderdonksestraat
HSL-Zuid
Hazeldonk
Amsterdamstraat
HSL-4
De Mosten
Londenstraat
Brusselstraat
Riyadhstraat
E19
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

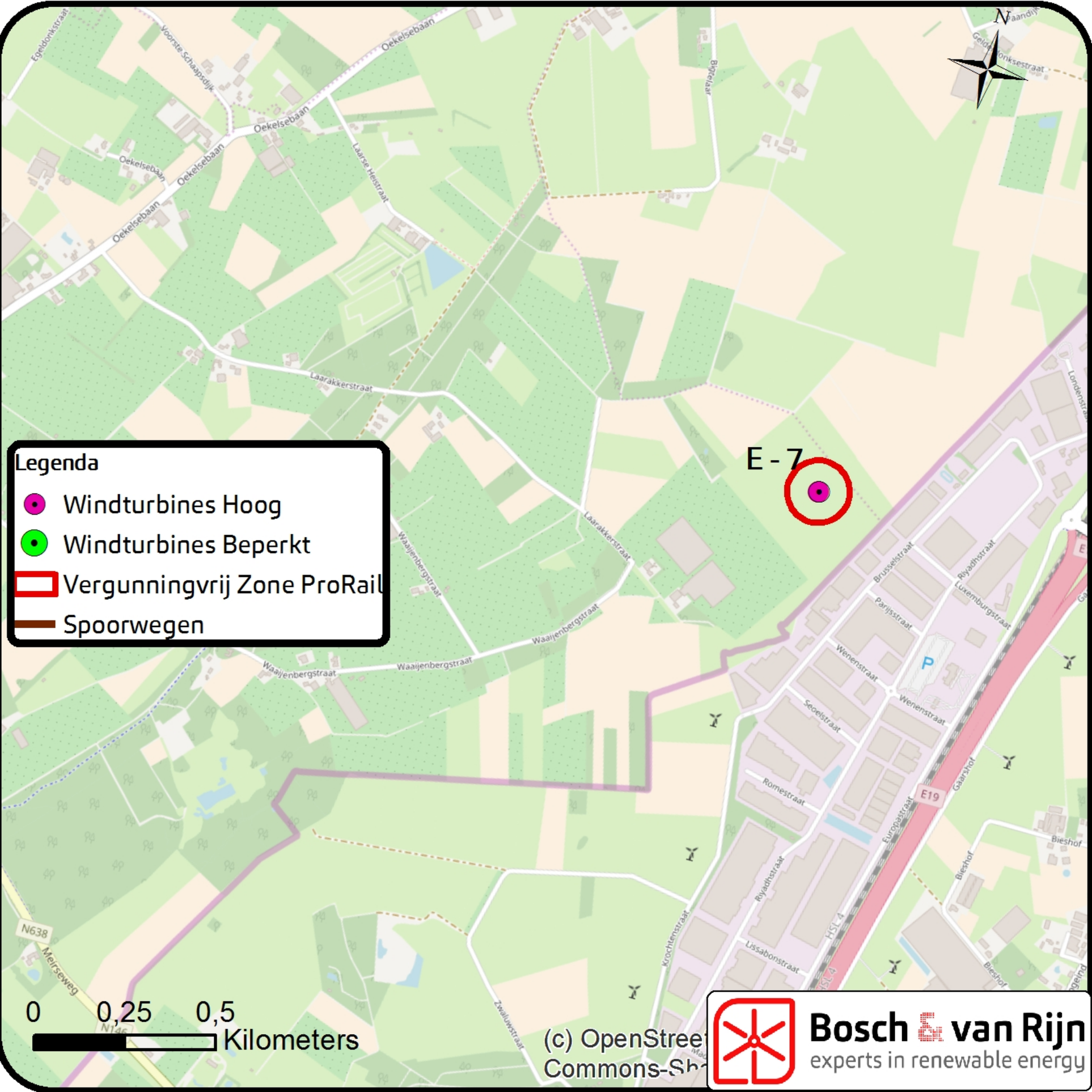
‘E-7 Raedthuys’

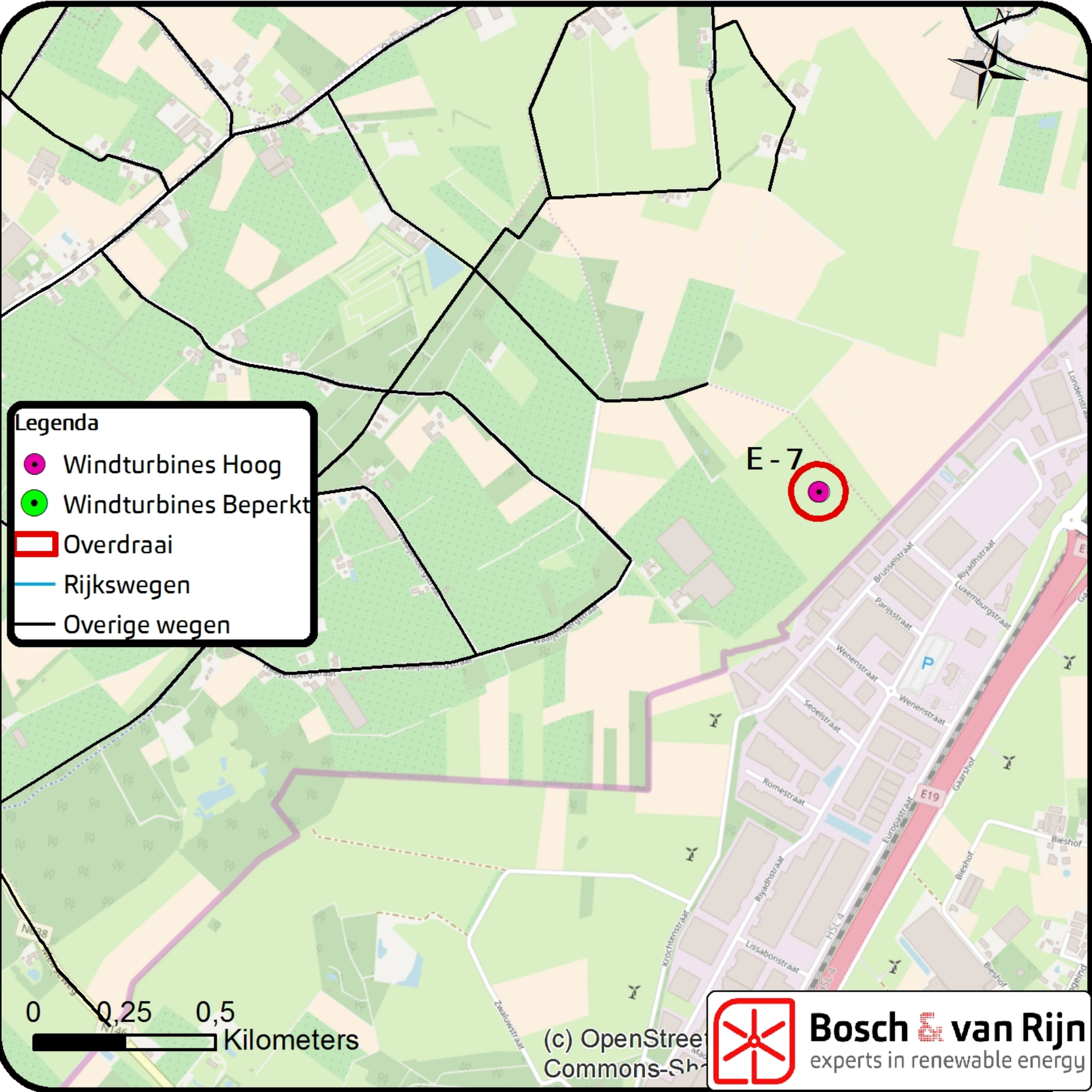

Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
10 min 6 contour
Kwetsbare objecten
Pand
E - 7
N
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy
Oekelsebaan
Laarse Heistraat
Laarakkerstraat
Waaijenbergstraat
Gelderdonksestraat
Paandijksestraat
Amsterdamstraat
Londenstraat
De Mosten
HSL 4
E19
Brusselstraat
Parijsstraat
Luxemburgstraat
Riyadhstraat
Wenenstraat
Sebelstraat
Romestraat
Europastraat
Gaarshof
Bieshof
Hoogeind
Krochtenstraat
Lissabonstraat


Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Werpafstand bij overtoeren
Risicovolle installatie
Risicovol gebied
Seveso inrichtingen - België
Helsinkibedrijf
E - 7
N
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

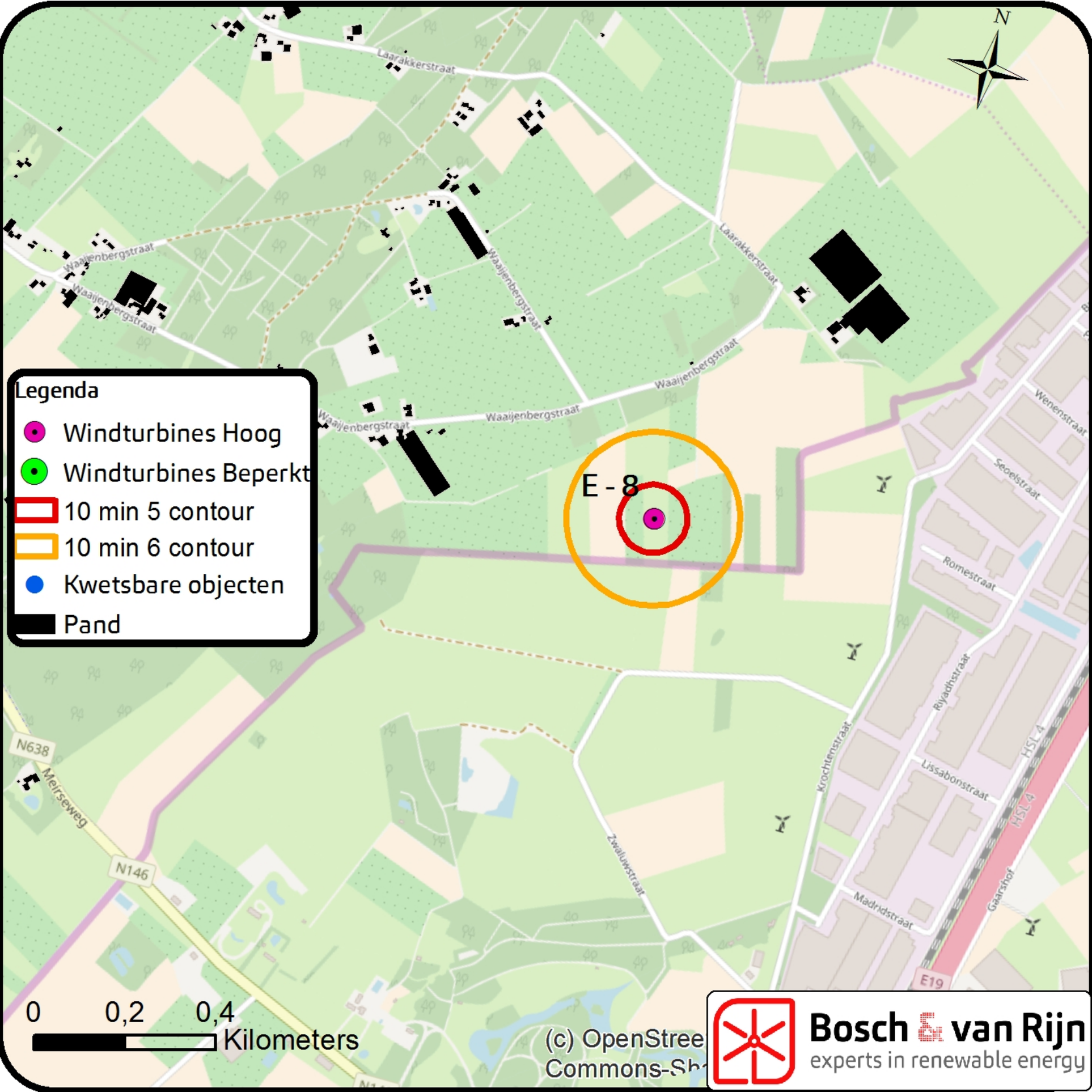

Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
High Impact Zone
Buisleidingen
E-7
N
0
0,25
0,5
Kilometers
Oekelsebaan
Laarakkerstraat
Waaijenbergstraat
Laarse Heistraat
Voorste Schaapsdijk
Egeldonkstraat
Bigelaar
Brusselstraat
Parijsstraat
Wenenstraat
Seoelstraat
Romestraat
Europastraat
Riyadhstraat
Luxemburgstraat
Londenstraat
Gaarshof
Bieshof
Krochtenstraat
Lissabonstraat
HSL 4
E19
N638
Meirseweg
Zwaluwstraat
P
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

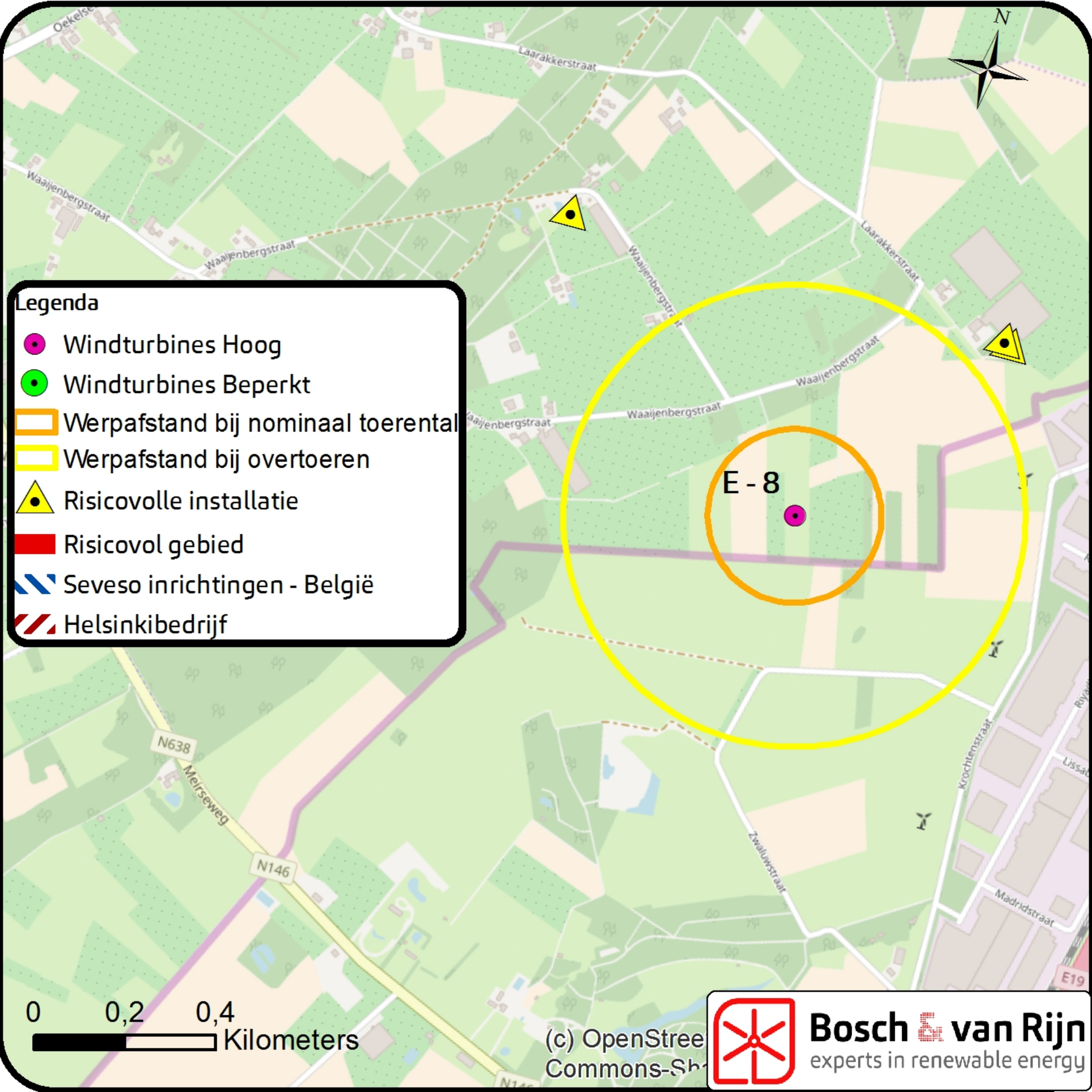

Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Tiphoogte 210m
Hoogspanningsinfrastructuur
E - 7
N
0
0,25
0,5
Kilometers
Oekelsebaan
Laarakkerstraat
Waaijenbergstraat
Laarse Heistraat
Brusselstraat
Parijsstraat
Wenenstraat
Seoelstraat
Riyadhstraat
Luxemburgstraat
Europastraat
Gaarshof
Bieshof
Lissabonstraat
E19
HSL 4
N638
Meirseweg
Zwaluwstraat
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

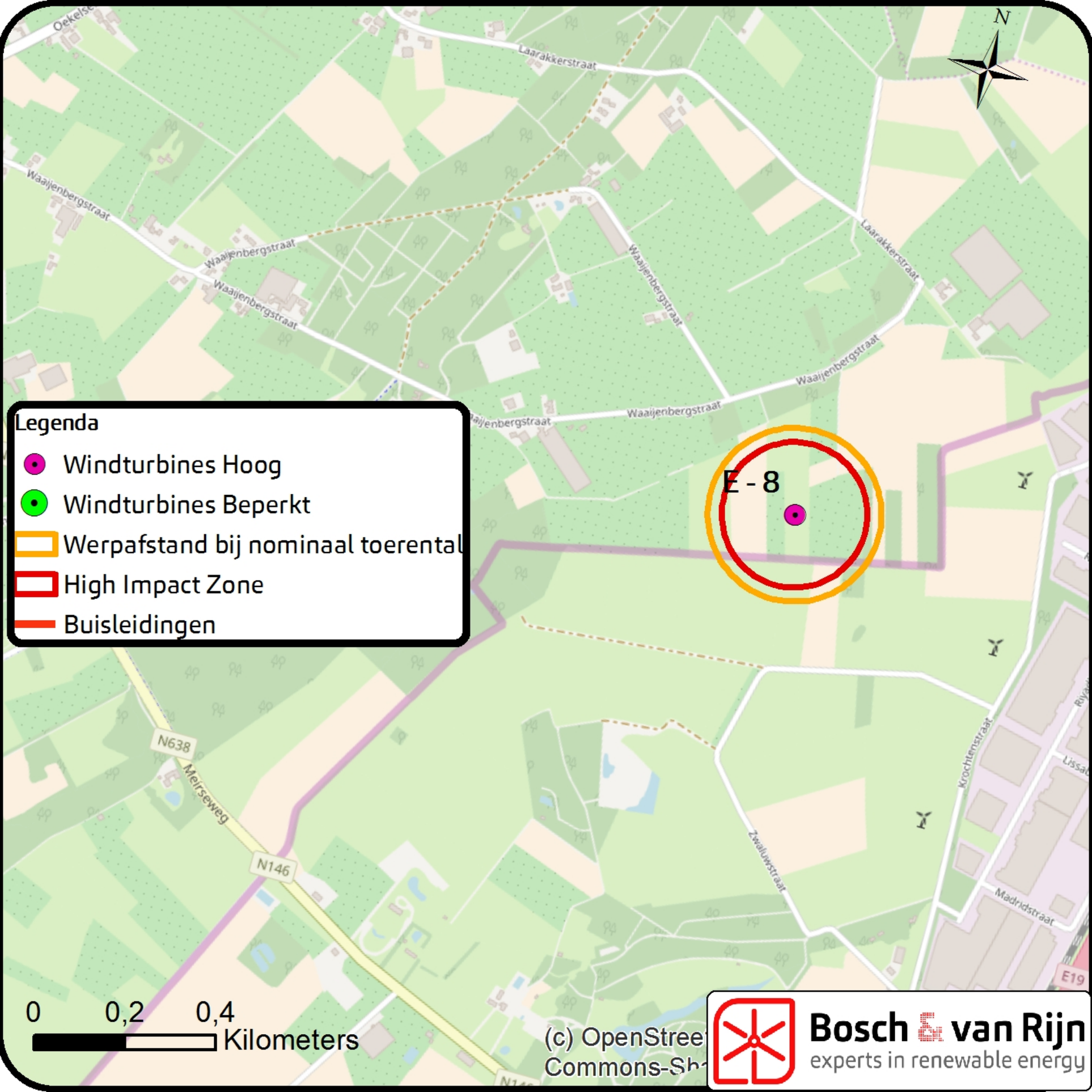

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Vergunningvrij Zone ProRail
Spoorwegen
E - 7
Oekelsebaan
Laarakkerstraat
Waaijenbergstraat
Laarse Heistraat
Brusselstraat
Parijsstraat
Wenenstraat
Seoelstraat
Romestraat
Riyadhstraat
Luxemburgstraat
Europastraat
Gaarshof
Bieshof
Lissabonstraat
Krochtenstraat
Zwaluwstraat
Meirseweg
N638
E19
HSL 4
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

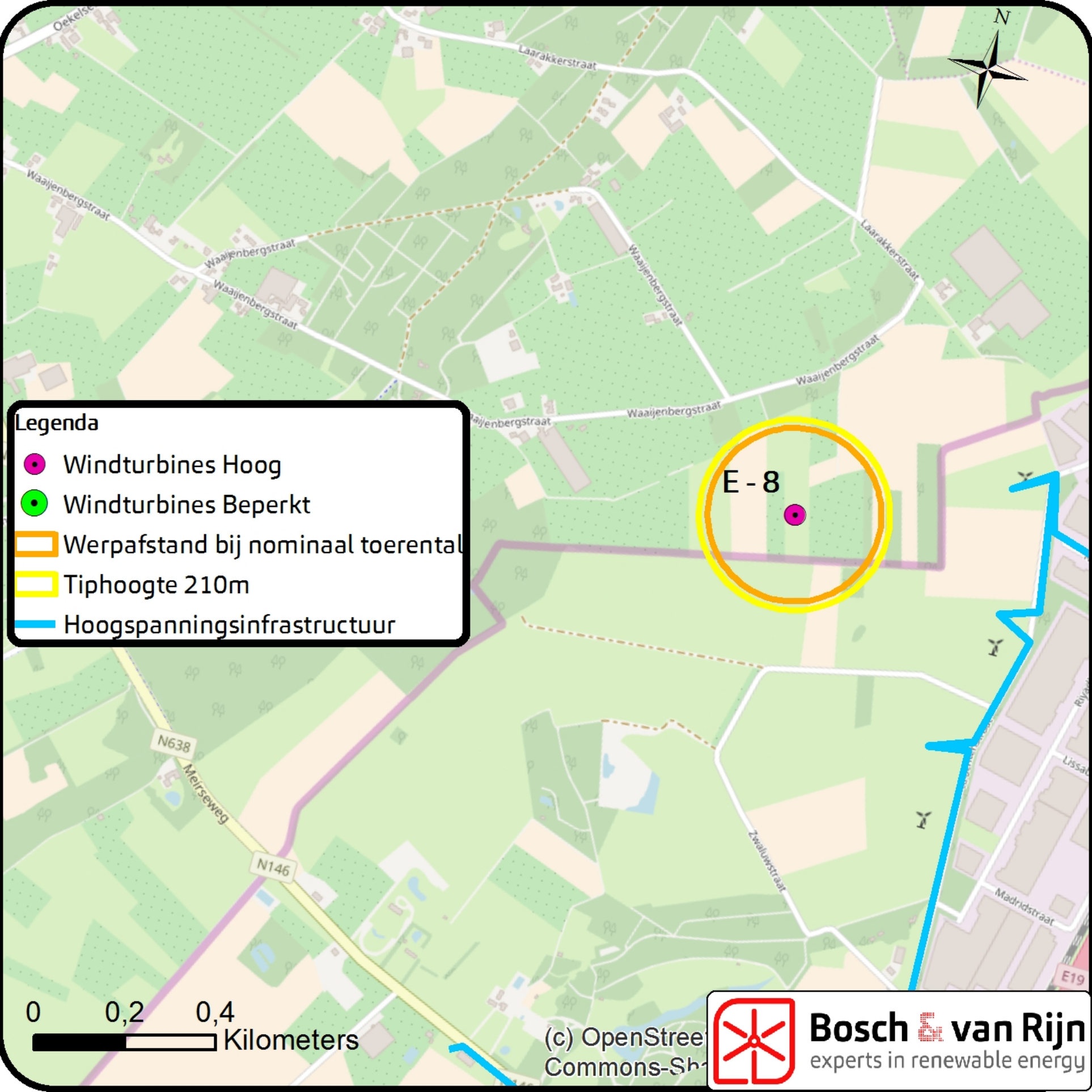

Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Overdraai
Rijkswegen
Overige wegen
E - 7
0
0,25
0,5
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

‘WP Waavenberg’

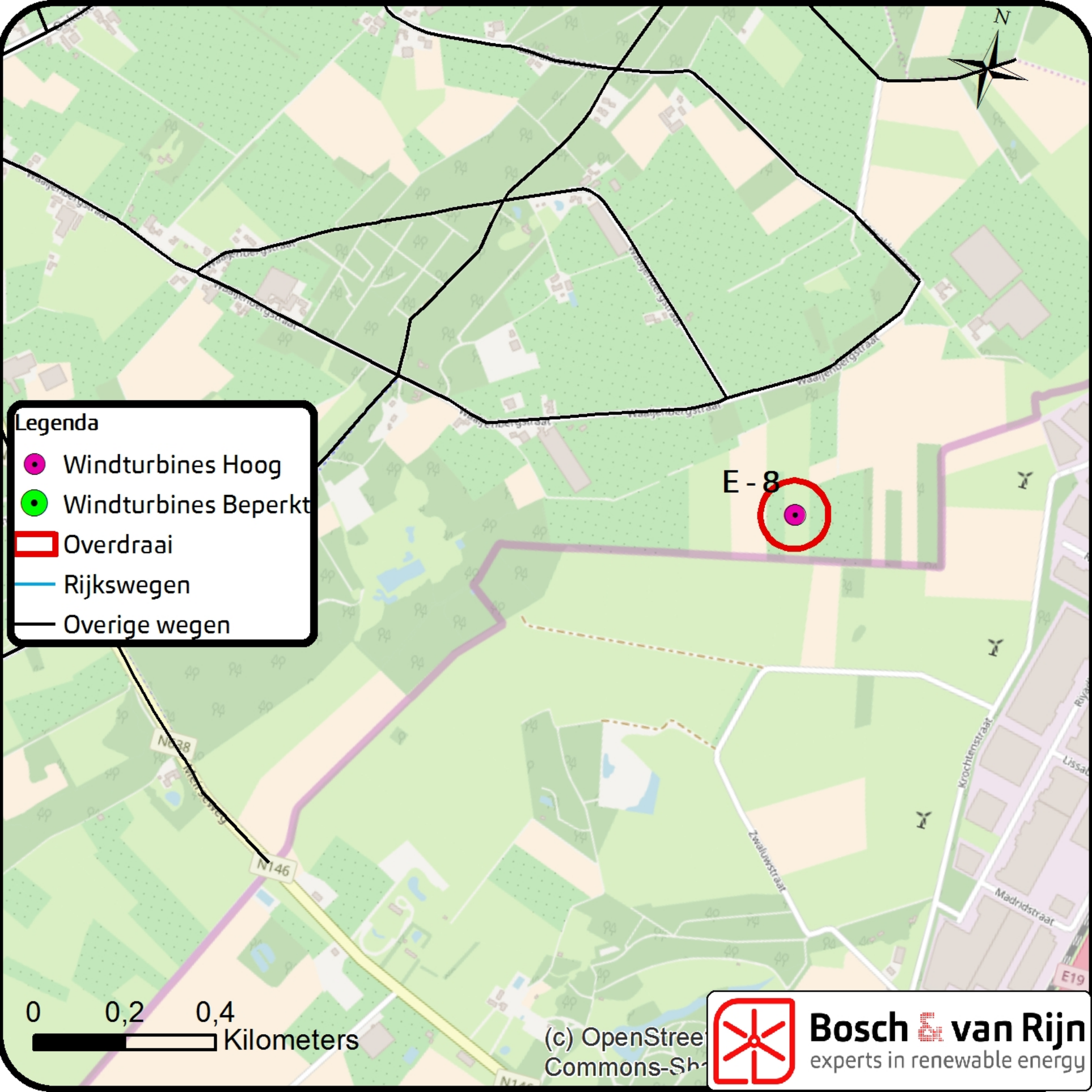

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
10 min 5 contour
10 min 6 contour
Kwetsbare objecten
Pand
E - 8
Laarakkerstraat
Waaijenbergstraat
Wenenstraat
Seoelstraat
Romestraat
Riyadhstraat
Krochtenstraat
Lissabonstraat
Madridstraat
Gaardshof
HSL 4
Zwaluwstraat
N638
Meirseweg
N146
E19
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Werpafstand bij overtoeren
Risicovolle installatie
Risicovol gebied
Seveso inrichtingen - België
Helsinkibedrijf
E - 8
N
Laarakkerstraat
Waaijenbergstraat
N638
Meirseweg
N146
Zwaluwstraat
Krochtenstraat
Madridstraat
E19
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
High Impact Zone
Buisleidingen
E - 8
Laarakkerstraat
Waaijenbergstraat
N638
Meirseweg
N146
Krochtenstraat
Zwaluwstraat
Madridstraat
E19
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStree
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Werpafstand bij nominaal toerental
Tiphoogte 210m
Hoogspanningsinfrastructuur
E - 8
Laarakkerstraat
Waaijenbergstraat
N638
Meirseweg
N146
Zwaluwstraat
Madridstraat
E19
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Vergunningvrije Zone ProRail
Spoorwegen
E - 8
Laarakkerstraat
Waaijenbergstraat
N638
Meirseweg
N146
Krochtenstraat
Zwaluwstraat
Madridstraat
E19
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy


N
Legenda
Windturbines Hoog
Windturbines Beperkt
Overdraai
Rijkswegen
Overige wegen
E - 8
N146
Waaijenbergstraat
Krochtenstraat
Zwaluwstraat
Madridstraat
E19
0
0,2
0,4
Kilometers
(c) OpenStreet
Commons-Sh
Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

<Zie apart toegevoegde bijlage>

Bijlage C Berekening werpafstand

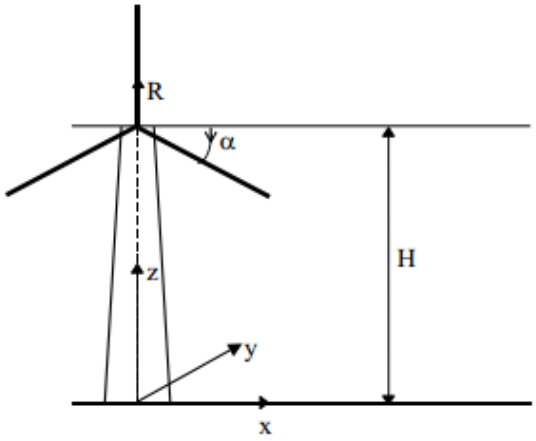
2.1 Ballistisch model zonder luchtkrachten

2.1.1 Bewegingsvergelijking

Dit model is in principe het klassieke kogelbaanmodel, waarbij de luchtkrachten op het blad worden verwaarloosd. De relevante parameters voor dit ballistisch model zijn:

H : hoogte rotoras [m]
Ω : toerental van de rotor [rad/s]
R_z : afstand tot het rotor centrum van het zwaartepunt van wegvliegende deel [m]
α : azimuthoek [rad]
g : valversnelling (= 9,81 m/s^2).

Het gehanteerde assenstelsel en de draairichting wordt aangegeven in Figuur 1.



Figuur 1: Overzicht parameters in ballistisch model

De bewegingsvergelijking voor het zwaartepunt is nu

$$\ddot{x}(t) = 0, \quad \ddot{y}(t) = 0, \quad \ddot{z}(t) = -g \tag{2.1.1}$$

Met de beginvoorwaarden

$$\begin{aligned} x(0) &= R_z \cos\alpha, \quad y(0) = 0, \quad z(0) = H - R_z \sin\alpha, \\ \dot{x}(0) &= -\Omega R_z \sin\alpha, \quad \dot{y}(0) = 0, \quad \dot{z}(0) = -\Omega R_z \cos\alpha, \end{aligned} \tag{2.1.2}$$

is de positie van een wegvliegende deel op tijdstip t is gegeven door:

$$\begin{aligned} x(t) &= R_z \cos\alpha - \Omega R_z t \sin\alpha \\ y(t) &= 0 \\ z(t) &= H - R_z \sin\alpha - \Omega R_z t \cos\alpha - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \tag{2.1.3}$$

Het tijdstip waarop het zwaartepunt de grond raakt volgt uit $z(t_i) = 0$ en wordt gegeven door

$$t_i = -\frac{\Omega R_z \cos\alpha}{g} + \sqrt{\frac{2}{g}\left(H - R_z \sin\alpha + \frac{\Omega^2 R_z^2 \cos^2\alpha}{2g}\right)} \tag{2.1.4}$$

Substitutie van (2.1.4) in (2.1.3) geeft voor een bepaald toerental de afgelegde afstand, r, als functie van de azimuthoek ten tijde van bladbreuk, ofwel

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = x = h(\alpha;\Omega) \tag{2.1.5}$$

2.1.2 Verdelingsfuncties

De kansverdelingsfunctie f_{ZWPT} geeft de kans per m^2 dat het zwaartepunt op een bepaalde plek terechtkomt gegeven bladbreuk. Bij het onderhavige model worden de luchtkrachten niet meegenomen, zodat alleen het toerental en de azimuthoek als stochastische grootheden overblijven. Tevens geldt dat f_{ZWPT} alleen afhankelijk is van de afstand tot de windturbine. De kans dat het zwaartepunt van het blad in een cirkelschijf met breedte dr op een afstand r van de turbine terechtkomt, is gegeven door

$$\begin{aligned} f_R(r;\Omega)\mathrm{d}r &= P\{r < R < r + \mathrm{d}r\} \\ &= P\{h^{-1}(r;\Omega) < \alpha < h^{-1}(r + \mathrm{d}r;\Omega)\} \\ &= F_A(h^{-1}(r + \mathrm{d}r;\Omega)) - F_A(h^{-1}(r;\Omega)) \end{aligned} \tag{2.1.6}$$

waarbij F_A de cumulatieve verdelingsfunctie is van de azimuthoek waarbij bladbreuk optreedt. Met de aanname dat de azimuthoek waarbij het blad afbreekt uniform is verdeeld, ofwel

$$f_A(r) = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\alpha} F_A(\alpha) = \frac{1}{2\pi}, \qquad 0 \le \alpha < 2\pi \tag{2.1.7}$$

geldt nu

$$f_R(r;\Omega) = \frac{1}{2\pi}\frac{d}{dr} h^{-1}(r;\Omega) \tag{2.1.8}$$

Opm : Om de gevolgde aanpak te demonstreren is bij bovenstaande afleiding verondersteld dat de functie $h(\alpha;\Omega)$ inverteerbaar is. In het geval van bladbreuk zal dit niet zo zijn, want in het algemeen zal het zwaartepunt vanuit twee verschillende azimuthoeken op een bepaalde plek terecht kunnen komen, via de hoge baan of via de lage baan. Bij de numerieke uitwerking zal hiermee rekening moeten worden gehouden.

De kansverdelingsfunctie van de positie waar het zwaartepunt van het blad zal inslaan is nu

$$f_{ZWPT}(x, y;\Omega) = f_{ZWPT}(r;\Omega) = \frac{1}{2\pi r} f_R(r;\Omega) \tag{2.1.9}$$

Bijlage D Shortlist Windturbinetypes

Klasse	Merk	Type	Ashoogte m	Rotordiameter m	10 min 5 m	10 min 6 m	Werpafstand Nominaal (m)	Werpafstand Overtoeren (m)
Beperkt								
	Enercon	E101	99	101	50,5	148	148	399
	Lagerwey	L100	100	100	50	153	153	415
	Nordex	N100-3.3	100	99,8	49,9	144	144	386
	Senvion	M100	100	100	50	139	139	367
	Siemens	SWT101	99,5	101	50,5	168	168	468
	Vestas	V100	100	100	50	152	152	410
	Vestas	V110	110	110	55	177	177	488
	Enercon	E92	89	92	46	143	143	394
	Vestas	V90	90	90	45	128	128	340
	Nordex	N90	90	90	45	164	164	466
	Lagerwey	L93	88,5	93	46,5	140	140	384
Hoog								
	Enercon	E141	129	141	70,5	167	119	281
	Lagerwey	L136	132	136	68	162	138	340
	Senvion	M140	140	140	70	166	153	378
	Siemens	SWT3.3-130	140	130	65	186	186	486
	Vestas	V136	132	136	68	183	183	482
	Vestas	V150	135	150	75	180	180	470
	Nordex	N149	135	149	74,5	191	191	508

Bijlage E (beperkt) Kwetsbare objecten

Kwetsbare objecten

a) woningen, woonschepen en woonwagens, niet zijnde woningen, woonschepen of woonwagens als bedoeld in onderdeel b, onder a;

b) gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
   1. ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
   2. scholen, of
   3. gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen;

c) gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, waartoe in ieder geval behoren:
   1. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m^2 per object, of
   2. complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m^2 bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m^2 per winkel, voorzover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd, en

d) kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen;

Beperkt kwetsbare objecten

a) 1°.verspreid liggende woningen, woonschepen en woonwagens van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen, woonschepen of woonwagens per hectare, en
2°.dienst- en bedrijfswoningen van derden;

b) kantoorgebouwen, voorzover zij niet onder kwetsbare objecten, onder c, vallen;

c) hotels en restaurants, voorzover zij niet kwetsbare objecten, onder c, vallen;

d) winkels, voorzover zij niet onder kwetsbare objecten, onder c, vallen;

e) sporthallen, sportterreinen, zwembaden en speeltuinen;

f) kampeerterreinen en andere terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, voorzover zij niet onder kwetsbare objecten, onder d, vallen;

g) bedrijfsgebouwen, voorzover zij niet onder kwetsbare objecten, onder c, vallen;

h) objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voorzover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en;

i) objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleiding apparatuur, voorzover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval;

Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht
www.boschenvanrijn.nl