Bosch & van Rijn
Franz-Lisztplantsoen 220
3533 JG Utrecht
030 – 677 6466

Auteurs
Daan Booij MSc.

Opdrachtgever
Gemeente Berkelland



Gebiedsanalyse windenergie

Gemeenten Berkelland en Oost Gelre



Gebiedsanalyse windenergie

Gemeenten Berkelland en Oost Gelre

Datum	15 december 2022
Versie	2.1
Auteur	Daan Booij
Tweede lezer	Steven Velthuijsen

Bosch & Van Rijn
Franz-Lisztplantsoen 220
3533 JG Utrecht

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

© Bosch & Van Rijn 2022
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 Aanleiding 3

HOOFDSTUK 2 RUIMTELIJKE ANALYSE 4
2.1 Introductie 4
2.2 Harde belemmeringen 4
2.3 Zachte belemmeringen 5
2.4 Woningen en woonkernen 6

HOOFDSTUK 3 POTENTIE 9
3.1 Aantal windturbines 9
3.2 Energieopbrengst 10

HOOFDSTUK 4 GELUID EN HINDER 12
4.1 Indicatieve geluidscontouren 12
4.2 Aantal ernstig gehinderden 12

BIJLAGE A BELEMMERINGENKAARTEN 16
BIJLAGE B POTENTIEKAARTEN WINDTURBINES 21

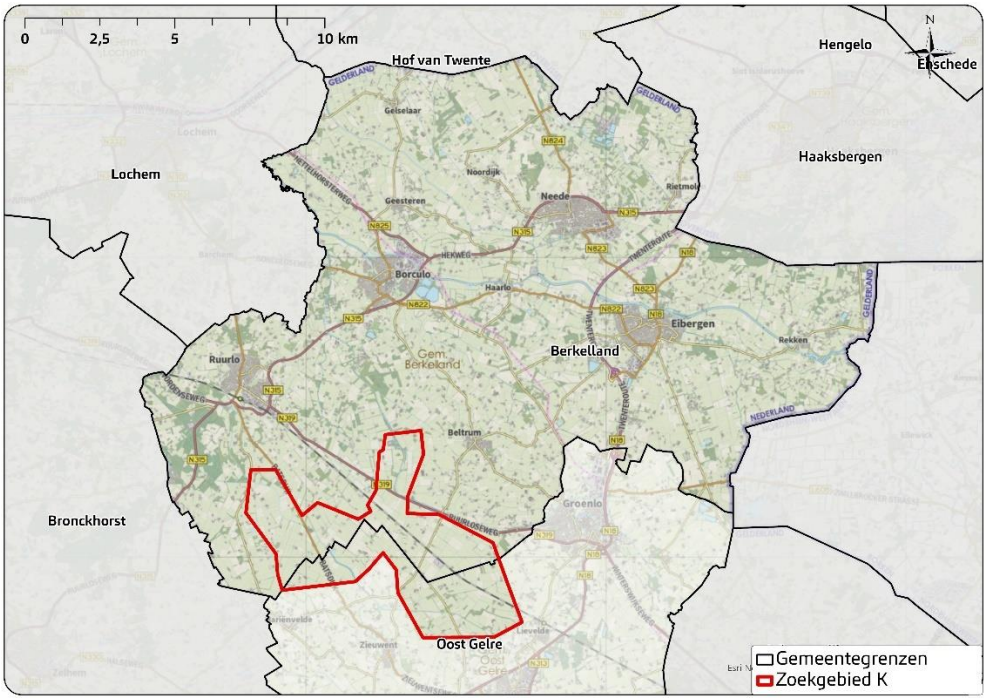
Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Berkelland en de gemeente Oost Gelre zijn op zoek naar goed onderbouwde normen voor windturbines, waarmee zij gezamenlijk de inwoners, de gemeenteraden, de RES-partners en de rechtspraak kunnen meenemen. In dit kader vragen zij om een gebiedsanalyse die ter voorbereiding kan dienen voor het stellen van normen die de door de raad gewenste bescherming kan bieden. Voorliggend onderzoek biedt een doorkijk richting het stellen van deze normen en het onderbouwen hiervan. De gemeenten Berkelland en Oost Gelre hebben beide een andere insteek bij de gebiedsanalyse. Voor Berkelland dient de gebiedsanalyse voor de herijking of herziening van haar RODE-beleid (Ruimtelijke Ordening en Duurzame Energieopwekking). Voor Oost Gelre dient de gebiedsanalyse om keuzes te maken bij het opstellen van windbeleid waarbij hoofdzakelijk wordt gekeken naar zoekgebieden uit de RES 1.0 Achterhoek.

De gebiedsanalyse is uitgevoerd voor het hele grondgebied van de gemeente Berkelland en voor de gemeente Oost Gelre is alleen het RES-gebied K onderzocht[1]. Figuur 1 toont het plangebied.

Figuur 1 **Plangebied Berkelland en Oost Gelre.**



[1] Oost Gelre overweegt eenzelfde gebiedsanalyse voor zoekgebied I uit te voeren

Hoofdstuk 2 Ruimtelijke analyse

2.1 Introductie

De ruimtelijke beperkingen voor windturbines zijn een gevolg van het feit dat voldoende afstand tot verschillende objecten (zoals woningen) en bestemmingen (zoals vaarwegen) moet worden aangehouden. Omdat dit soort objecten en bestemmingen normaal gesproken een belemmering voor het ontwikkelen van windturbines opleveren, worden zij in dit hoofdstuk belemmeringen genoemd. We onderscheiden harde en zachte belemmeringen. Binnen harde belemmeringen zijn windturbines (hoogstwaarschijnlijk) uitgesloten. Locaties binnen zachte belemmeringen zijn niet uitgesloten, maar dan gelden er wel aandachtpunten. Als uitgangspunt in de analyse worden windturbines aangehouden met een ashoogte van 150 meter en een rotordiameter van 150 meter (tiphoogte 225 meter). Ervan uitgaande dat de windturbines binnen circa vijf jaar worden gebouwd, is de verwachting dat tenminste deze omvang nodig is om in de komende jaren tot een rendabele businesscase te komen.

2.2 Harde belemmeringen

Vanuit landelijke wet- en regelgeving gelden normen[2] ten aanzien van geluid, slagschaduw en externe veiligheid. Rondom harde belemmeringen zijn minimale afstanden aangehouden die volgen uit, of zijn afgeleid van, wet-/regelgeving en beleid. Concreet gaat het om de onderstaande 'harde belemmeringen' voor windturbines met de bijbehorende bufferafstanden:

- Woningen (250m)
- Overige bebouwing (75m)
- Spoorwegen (86m)
- Rijkswegen (75m)
- Vaarwegen (125m)
- Hoogspanningsinfrastructuur (225m)
- Buisleidingen zoals aardgasleidingen (225m)
- Luchtvaartrestrictievlakken
- Bestaande windturbines (300m)
- Natura 2000 gebieden (75m)
- Natuurnetwerk Nederland (75m)

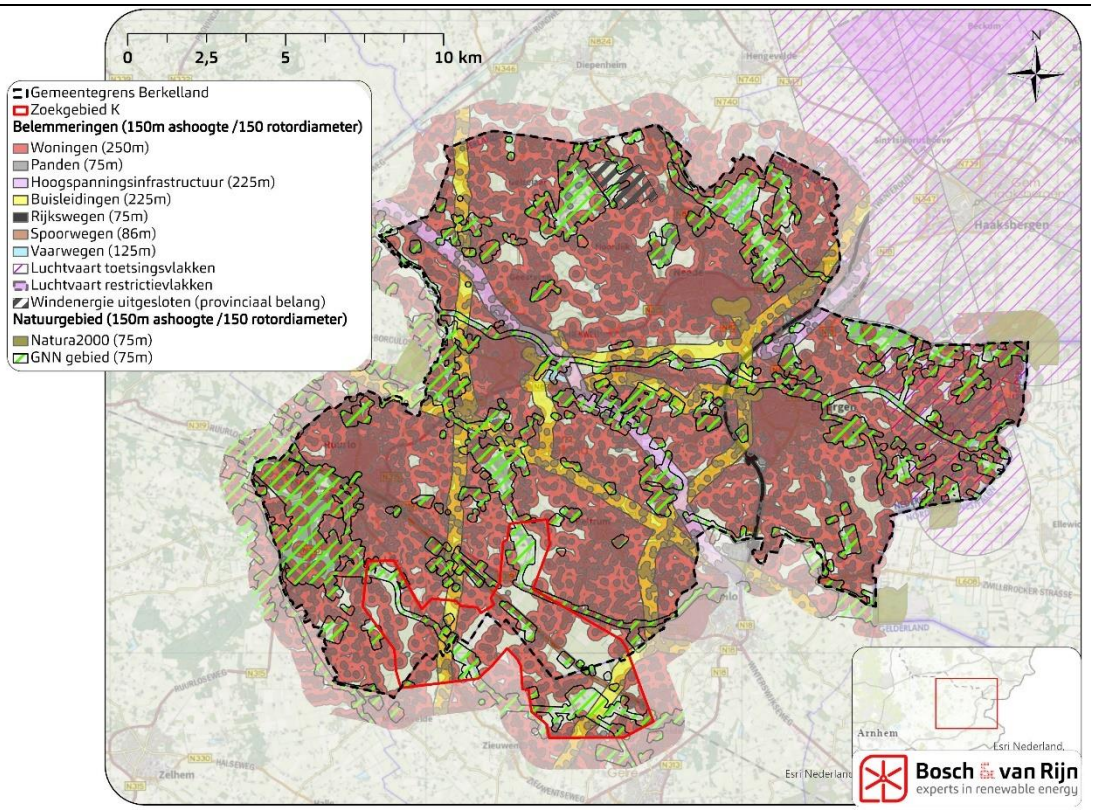
Figuur 2 toont de harde belemmeringen op kaart. Een afstand van 250 meter tot woningen is aangehouden als harde belemmering en wordt gezien als het absolute minimum. Dit betekent dat met betrekking tot geluidshinder deze afstand voldoende is om voor een zeer stil windturbinetype aan de voorheen geldende norm van 47 dB Lden[3] uit het Activiteitenbesluit te voldoen. Paragraaf 2.4 gaat verder in

[2] Op 30 juni 2021 heeft de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State uitspraak gedaan in een zaak over de uitbreiding van Windpark Delfzijl Zuid (ECLI:NL:RVS:2021:1395). Deze uitspraak heeft gevolgen voor het toepassen van de algemene regels voor windturbines in het Activiteitenbesluit milieubeheer en de Activiteitenregeling milieubeheer.

[3] Lden is het jaargemiddelde invallende geluidsniveau (den = day, evening, night), inclusief straffactoren. Omdat geluid in de avond en nacht als hinderlijker wordt ervaren, wordt er een straffactor van 5 dB in de avondperiode en 10 dB in de nachtperiode aan het geluidsniveau toegevoegd. Vanwege deze straffactoren zijn de daadwerkelijk ervaren geluidsniveaus lager dan het Lden gemiddelde.

op de afstand tot woningen en daarin worden er meer afstanden tot woningen onderzocht.

Figuur 2 **Projectgebied met harde belemmeringen.**

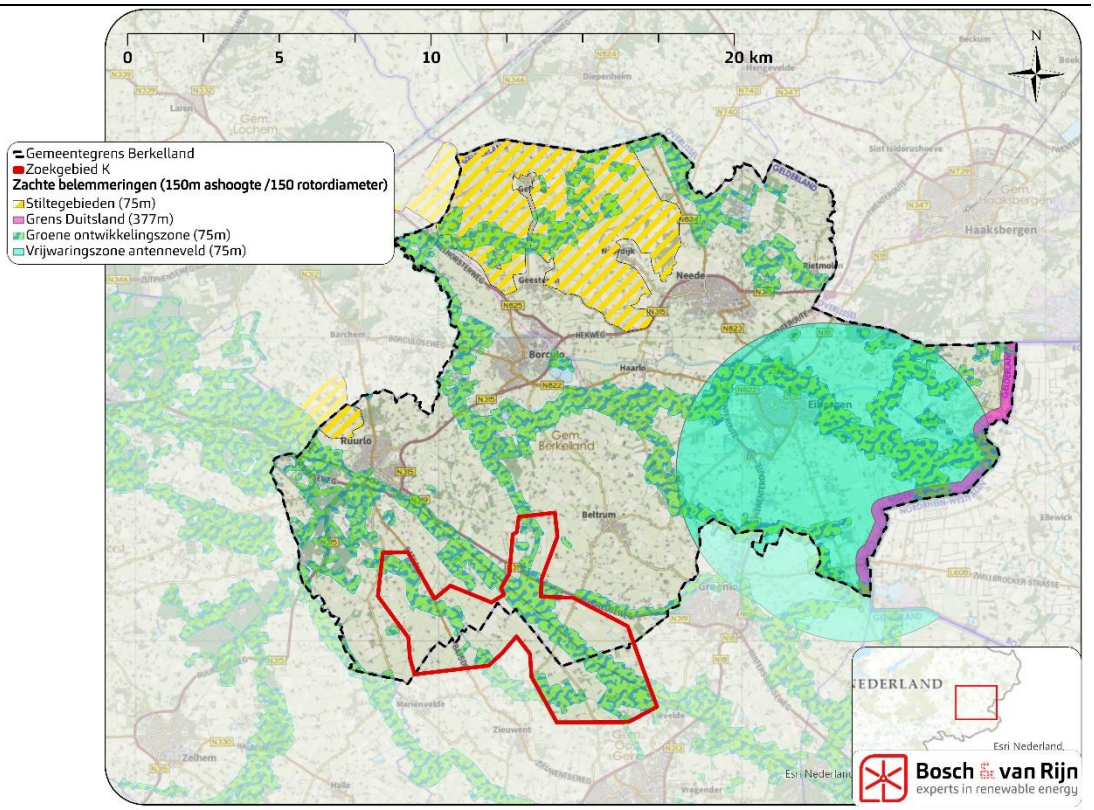


2.3 Zachte belemmeringen

Naast harde belemmeringen zijn er zachte belemmeringen met aandachtspunten vanuit wetgeving, regelgeving en beleid die van invloed op de kansrijkheid van windturbines kunnen zijn. Deze gebieden worden als minder wenselijk beschouwd voor het plaatsen van windturbines. Windturbines binnen de gebieden met zachte belemmeringen worden echter niet op voorhand uitgesloten en daarom beschouwen wij deze niet als uitsluitingsgebied in deze analyse. Figuur 3 toont de zachte belemmeringen op kaart met in onderstaande tabel de belemmeringen met bufferafstanden.

- Groene ontwikkelingszone (75m)
- Vrijwaringszone antenneveld (75m)
- Stiltegebieden (75m)
- Grens Duitsland (377m)

Figuur 3 **Projectgebied met zachte belemmeringen.**



2.4 Woningen en woonkernen

Voor de afstand tot woningen en woonkernen is een ‘twee-sporen’ aanpak toegepast. De twee-sporen aanpak gaat uit van trechtering, waarbij eerst op een hoger abstractieniveau de minimumafstand tot woonkernen wordt onderzocht, alvorens op een gedetailleerder niveau een minimumafstand tot verspreid liggende woningen (in het buitengebied) wordt onderzocht, binnen de gebieden die voldoen aan de afstandsnorm voor woonkernen.

Ten eerste een ruimtelijke trechtering waarbij aannames voor een minimumafstand tot woonkernen worden onderzocht om geringe hinder op grote aantallen woningen te beperken. Minimumafstanden kunnen leiden tot zoekgebieden voor windenergie. Voor de afstand tot woonkernen zijn de volgende afstanden aangehouden:

- 600 meter (dit komt overeen met 4x een ashoogte van 150 meter)
- 900 meter (dit komt overeen met 4x een tiphoogte van 225 meter)
- 2250 meter (dit komt overeen met 10x een tiphoogte van 225 meter)

Ten tweede een nadere trechtering op basis van alle nabijgelegen woningen[4] om hoge mate van hinder op kleine aantallen woningen te beperken. Daarbij gaan wij uit van de huidige situatie, zoals opgenomen in de Basisadministratie Adressen en Gebouwen.
Maximale milieubelasting kan worden geborgd door middel van planregels en/of vergunningvoorschriften. Voor de afstand tot verspreid liggende woningen zijn in

[4] En andere geluidsgevoelige objecten zoals scholen en ziekenhuizen.

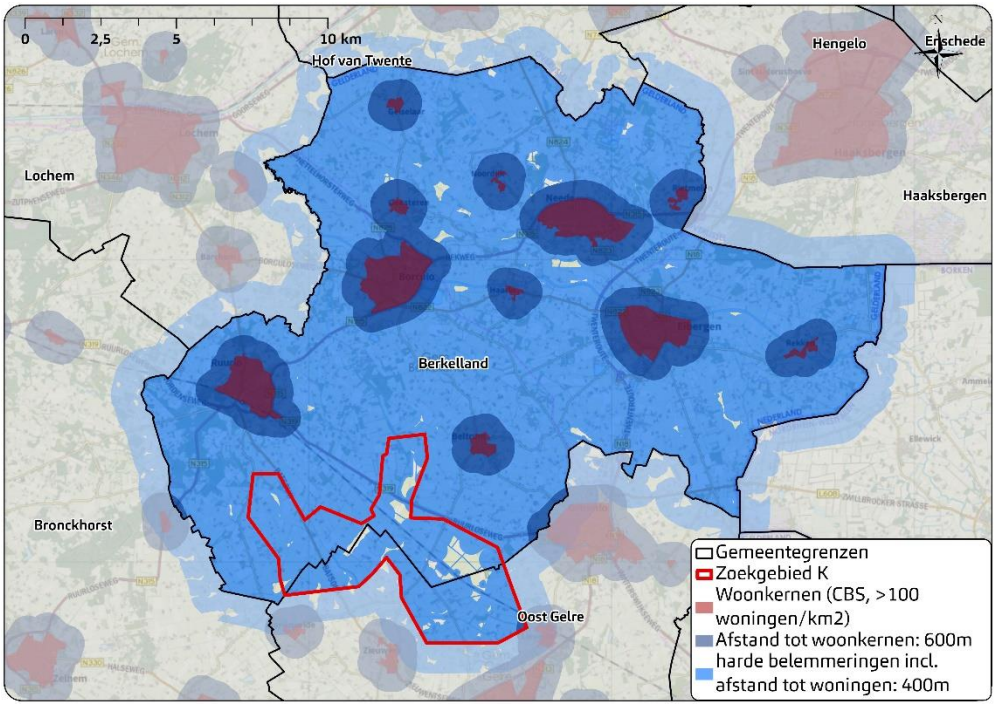
dit onderzoek drie afstanden aangehouden. Deze dienen om inzicht te krijgen in de resterende ruimte. Daadwerkelijke milieubescherming kan beter geboden worden met behulp van milieunormen (zoals maximale jaargemiddelde geluidsbelasting en maximale slagschaduwduur per jaar) in plaats van met behulp van afstandsnormen. De gehanteerde onderzoeksafstanden tot woningen zijn:

- 250 meter (dit komt overeen met een vuistregelafstand waarbij met een zeer stil windturbinetype aan de 47 dB Lden kan worden voldaan, (absoluut minimum));
- 400 meter (dit komt overeen met een vuistregelafstand waarbij met een gemiddeld windturbinetype aan een norm van 47 dB Lden kan worden voldaan);
- 600 meter (dit komt overeen een vuistregelafstand waarbij met een gemiddeld windturbinetype aan een norm van 45 dB Lden kan worden voldaan).

De drie afstanden tot woonkernen en de drie afstanden tot woningen leiden samen tot 9 scenario's.

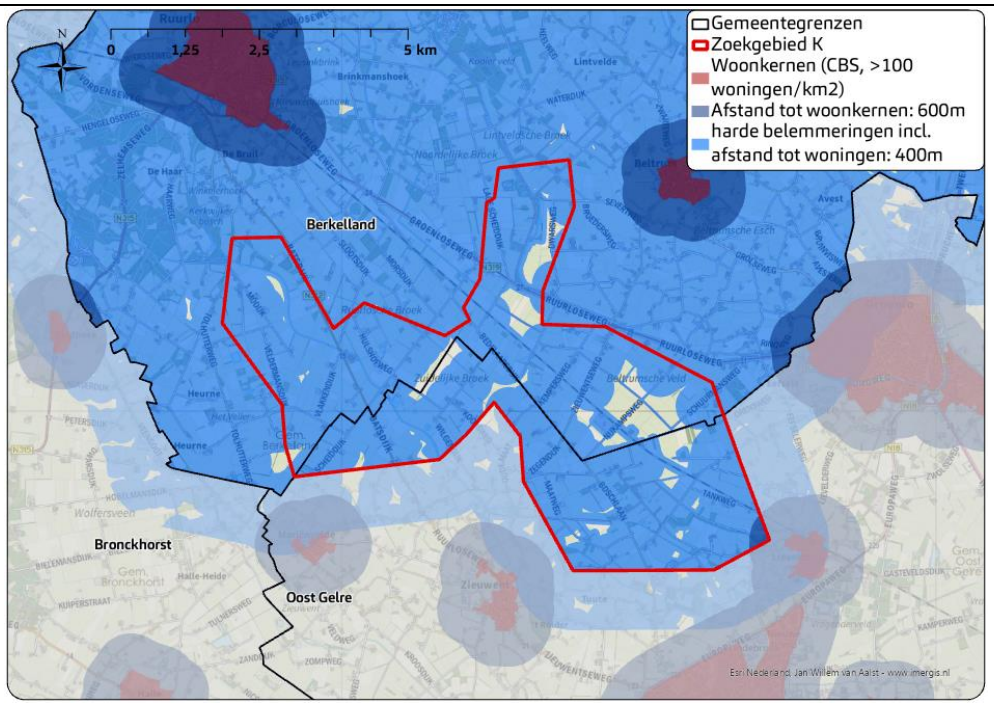
Als voorbeeld toont onderstaande afbeelding het scenario met 600 meter tot woonkernen en 400 meter tot woningen. Daarbij zijn in het lichter blauw naast woningen ook andere harde belemmeringen opgenomen die de plaatsing van windturbines verhinderen; zie ook Figuur 2. In Bijlage A zijn voor de bovengenoemde 9 scenario's de belemmeringenkaarten van zoekgebied K opgenomen.

Figuur 4 **Belemmeringenkaart projectgebied bij het scenario: 600 meter tot woonkernen en 400 meter tot individuele woningen. Overige harde belemmeringen zijn ook meegenomen.**



Aanvullend is in Figuur 5 figuur de ingezoomde situatie van zoekgebied K weergegeven.

Figuur 5 **Belemmeringenkaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 600 meter tot woonkernen en 400 meter tot individuele woningen**



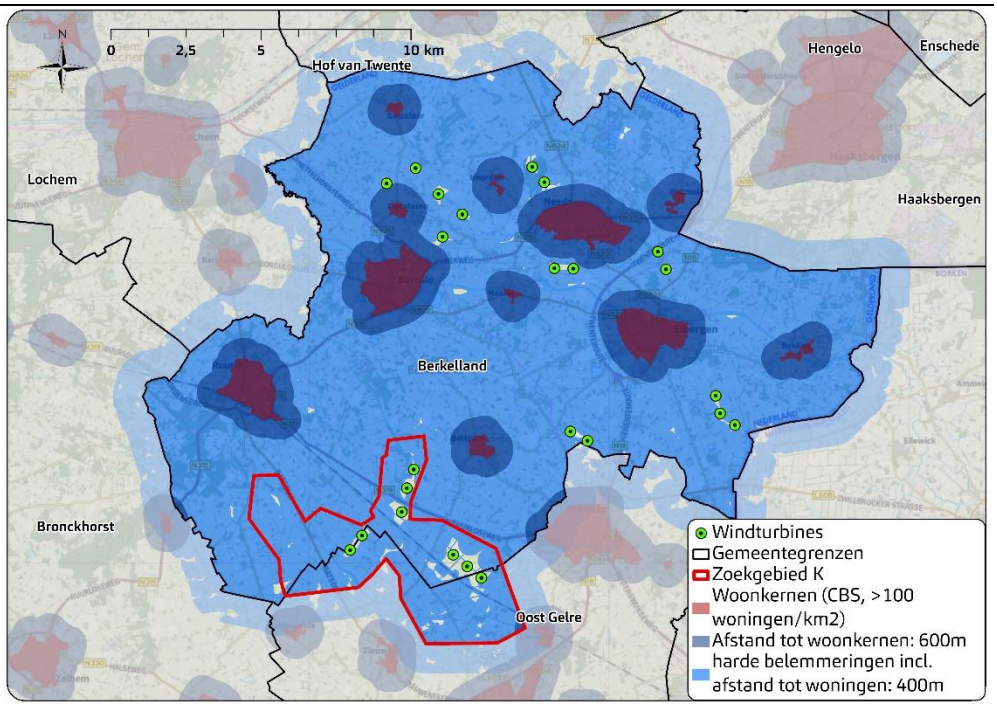
Hoofdstuk 3 Potentie

3.1 Aantal windturbines

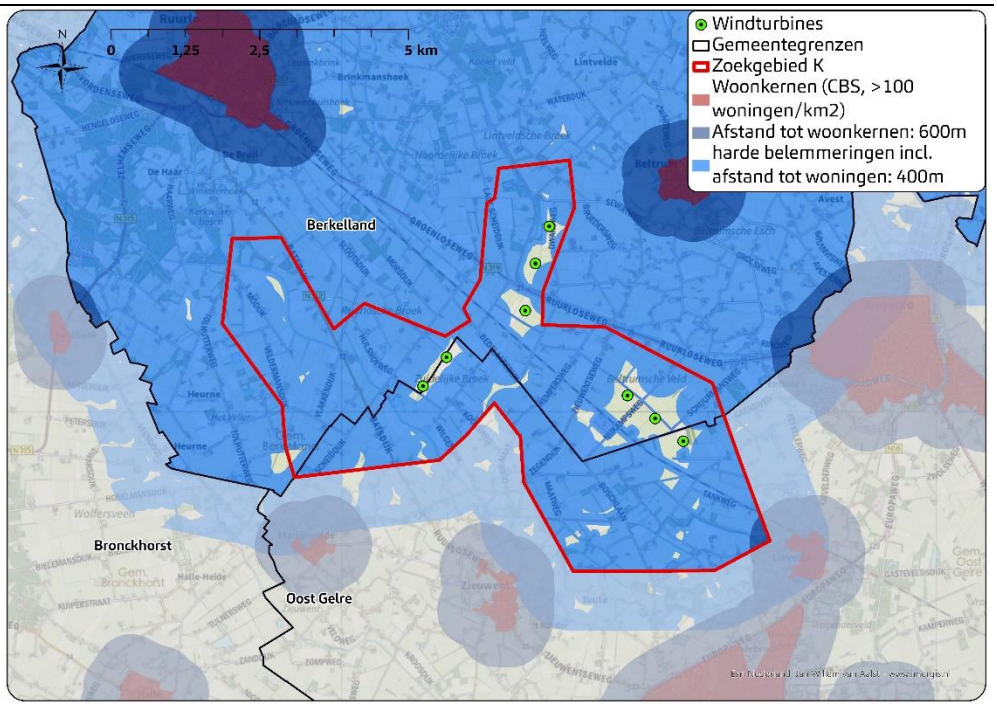
Op basis van de belemmeringenkaart is het plaatsingspotentieel per scenario opgemaakt. Om te voorkomen dat er op elke locatie waar enige ruimte ligt (en te voorkomen dat dit tot onrealistische opstellingen leidt met veel verspreid liggende solitaire windturbines) geldt dat er ten minste 2 windturbines per locatie moeten kunnen worden geplaatst. Omdat windturbines niet te dicht bij elkaar geplaatst kunnen worden (ze zouden elkaar dan de wind ontnemen) is hierbij rekening gehouden met een minimale onderlinge afstand van viermaal de rotordiameter (een vuistregel). Ervaring en data van recent gebouwde windparken leren dat dit vaak voldoende onderlinge afstand tussen de windturbines is.

In Tabel 1 is voor de verschillende scenario's het plaatsingspotentieel weergegeven. In Bijlage B zijn voor de 9 scenario's de opstellingsvarianten van zoekgebied K opgenomen.

Figuur 6 **Plaatsingspotentieel projectgebied - 600 meter tot woonkernen en 400 meter tot woningen.**



Figuur 7 **Plaatsingspotentieel zoekgebied K - 600 meter tot woonkernen en 400 meter tot woningen.**



Tabel 1 **Potentie aantal windturbines per scenario.**

Afstand tot woningen	Gehele projectgebied			Zoekgebied K		
	Afstand tot woonkernen			Afstand tot woonkernen		
	600m	900m	2250m	600m	900m	2250m
250 meter	299	253	85	57	57	32
400 meter	24	21	10	8	8	7
600 meter	3	3	3	3	3	3

- De scenario's met 250 meter afstand tot individuele woningen leidt tot een zeer groot aantal potentieel te plaatsen windturbines. Dit is een volstrekt onrealistisch scenario, omdat op nagenoeg elk onbelemmerd gebied (wat in deze scenario's een relatief groot gebied is) windturbines worden geplaatst wat zeer onwenselijk is voor de inwoners van Berkelland en Oost Gelre.
- Bij een norm van 600 meter afstand tot individuele woningen maakt voor de potentie niet uit welke afstandsnorm tot woonkernen wordt toegepast (het potentiële aantal windturbines is altijd 3).
- Bij een norm van 600 meter afstand tot individuele woningen passen er alleen windturbines in zoekgebied K en niet in het overige deel van de gemeente Berkelland.

3.2 Energieopbrengst

Windturbines genereren elektriciteit uit windenergie. De bruto elektriciteitsproductie van een windturbine volgt uit een vermenigvuldiging van de vermogenscurve met het windaanbod. Vervolgens worden over deze bruto elektriciteitsproductie

nog elektriciteitsverliezen in rekening gebracht (bijvoorbeeld als gevolg van stilstand voor onderhoud), dan resulteert dit in de netto elektriciteitsproductie. In Tabel 2 is de netto elektriciteitsproductie van de verschillende scenario's weergegeven. Als uitgangspunt voor de berekening is de Vestas V150 met een vermogen van 5,6 MW aangehouden. Dit is een representatief windturbinetype voor het betreffende formaat.

Tabel 2 **Verwachte netto elektriciteitsproductie per scenario in TWh/jr.**

Afstand tot woningen	Gehele projectgebied			Zoekgebied K		
	Afstand tot woonkernen			Afstand tot woonkernen		
	600m	900m	2250m	600m	900m	2250m
250 meter	6,06	5,13	1,72	1,16	1,16	0,65
400 meter	0,49	0,43	0,20	0,16	0,16	0,14
600 meter	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

De RES Achterhoek heeft voor de gemeente Berkelland een bod uitgebracht op zoekgebied K van 0,071 TWh. Vanuit Oost Gelre is een bod gedaan voor 0,058 TWh voor zoekgebieden K en I samen[5]. Voor gemeente Berkelland betekent dat met een bijdrage van 4 windturbines (waarmee in dit onderzoek is gerekend) aan de doelstelling wordt voldaan en voor gemeente Oost Gelre, afhankelijk van de verdeling van het aantal windturbines in zoekgebied K en I, tussen de 0 en 3 windturbines.

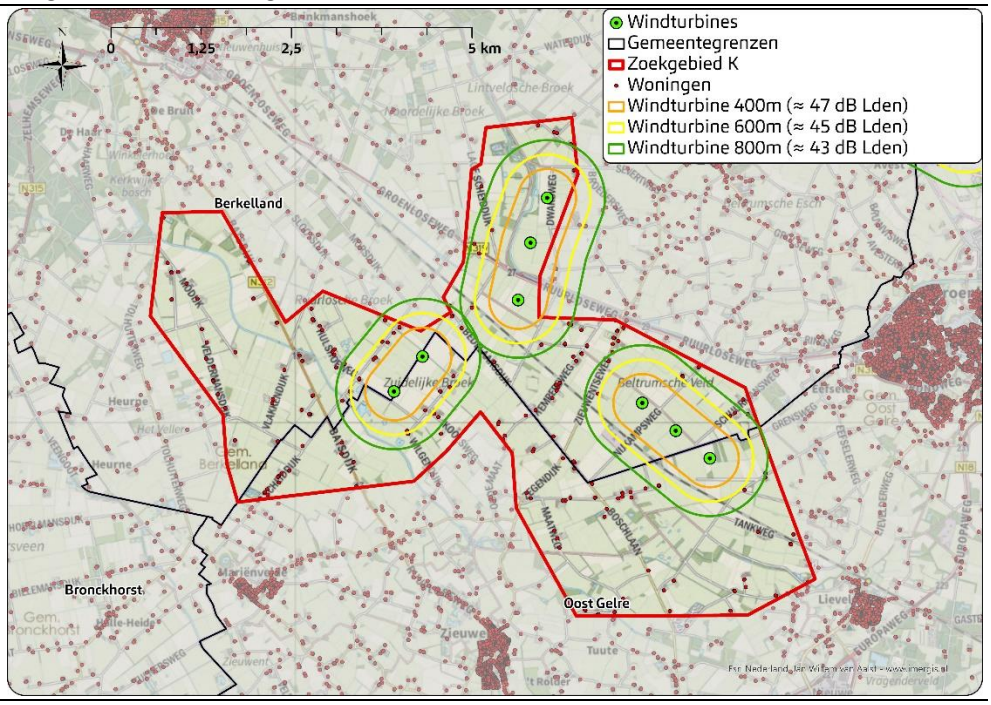
[5] https://www.resachterhoek.nl/res+10/default.aspx

Hoofdstuk 4 Geluid en hinder

4.1 Indicatieve geluidscontouren

Figuur 8 biedt inzicht in de geluidsbelasting van windturbines op de omgeving met behulp van afstandslijnen rondom windparklocaties. Afstanden van 400, 600 en 800 meter komen grofweg overeen met een jaargemiddelde geluidsbelasting van 47, 45 en 43 dB Lden. De oranje contour komt overeen de voorheen geldende norm van 47 dB Lden uit het Activiteitenbesluit.

Figuur 8 **Zoekgebied K - Indicatieve geluidscontouren.**



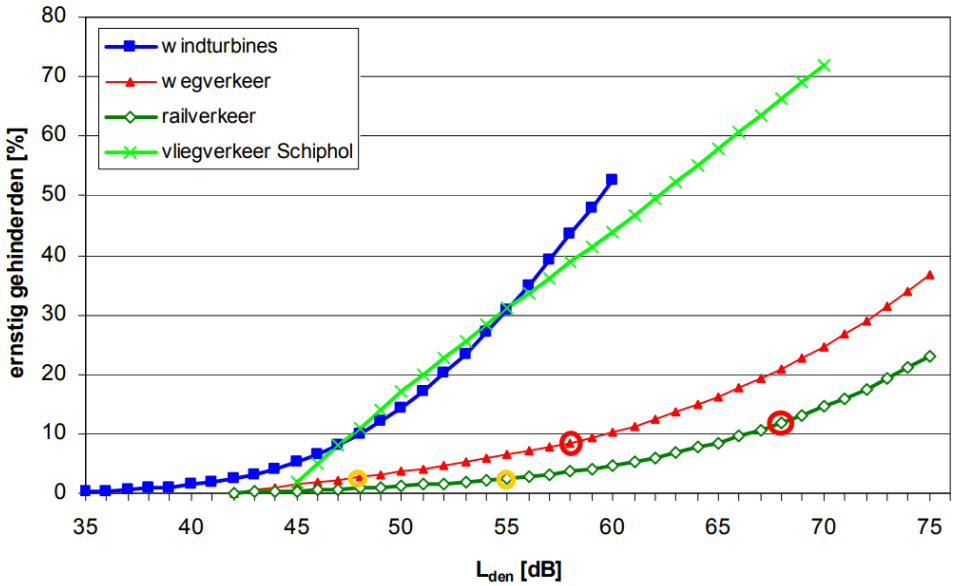
4.2 Aantal ernstig gehinderden

4.2.1 *Dosis-effectrelatie*

Een dosis-effectrelatie (ook wel dosis-hinderrelatie genoemd) is een verband tussen de hoogte van de geluidsbelasting van een bepaalde bron en het bijbehorende percentage ernstig gehinderden. Verschillende soorten geluid kennen een verschillende dosis-effectrelatie, zoals geïllustreerd in onderstaande figuur. Hoe sneller een grafiek stijgt, des te hinderlijker wordt het geluid ervaren. Zoals uit de grafiek blijkt is windturbinegeluid hinderlijker dan weg- en railverkeersgeluid. Dat is ook de reden dat windturbinegeluid doorgaans een lagere normgrens kent. De hinderlijkheid

van windturbinegeluid wordt o.a. veroorzaakt door het kenmerkende ritmische karakter van het geluid van de wieken die de mast passeren, de zogenaamde amplitudemodulatie.

Figuur 9 **Relatie tussen Lden en het percentage ernstig gehinderden (binnenshuis) bij verschillende bronnen (Verheijen, et al., 2009). De normen voor railverkeer (68 dB Lden) en wegverkeer (58 dB Lden) zijn met rode cirkels weergegeven en liggen rond de 9-10%. Voor windturbinegeluid ligt een vergelijkbaar hinderpercentage ronde de 47 dB Lden.**



De dosis-effectrelatie voor windturbinegeluid (blauwe lijn in bovenstaande figuur) kan vervolgens gebruikt worden om te berekenen hoe groot het verwachte percentage ernstig gehinderden is binnen elk van deze woningen.

De berekening van het hinderpercentage maakt gebruik van de polynome functie die is gegeven in (Janssen, Vos, & Eisses, A., 2008).

$$\%HA_{binnen} = -107{,}6 + 9{,}656\, L_{den} - 0{,}289\ {L_{den}}^2 + 0{,}002894\ {L_{den}}^3$$

Deze formule beschrijft de blauwe lijn in Figuur 9.

Met het aantal inwoners en het aantal huishoudens van de gemeenten Berkelland en Oost Gelre om te komen tot een gemiddeld aantal bewoners per gevoelig object.

Tabel 3 **Demografische gegevens woningen in de gemeenten Berkelland en Oost Gelre. Bron: https://allecijfers.nl, 2022.**

	Berkelland	Oost Gelre
Inwoners	43.850	29.603
Huishoudens (hh)	18.967	12.472
Inwoners per (hh)	2,3	2,4
Gemiddelde aantal bewoners	2,3	

Rekenvoorbeeld:
Een woning ondervindt 45 dB L_{den} als gevolg van het windpark. Invullen in bovenstaande polynome functie leidt tot een percentage ernstig gehinderden van 5,4%.

Bij een verwacht aantal bewoners van 2,3 per huishouden leidt dat tot 0,12 ernstig gehinderden voor de woning.

4.2.2 *Aantal gehinderden zonder mitigatie/normstelling*

Onderstaande tabel toont het verwachte aantal ernstig gehinderden als gevolg van de windturbines voor wat betreft geluid, wanneer geen beperkende geluidsnorm wordt opgenomen.

Tabel 4 **Aantal ernstig gehinderden**

Afstand tot woningen	Gehele projectgebied			Zoekgebied K		
	Afstand tot woonkernen			Afstand tot woonkernen		
	600m	900m	2250m	600m	900m	2250m
250 meter	2942	2349	466	56	56	29
400 meter	159	109	15	13	13	9
600 meter	3	3	3	3	3	3

Tabel 5 geeft de verdeling van het aantal ernstig gehinderden over de verschillende gemeenten weer als gevolg van de windturbines in zoekgebied K. Hieruit kan worden opgemaakt dat de windturbines in zoekgebied K twee of meer keer zoveel ernstig gehinderden in Berkeland opleveren dan in Oost Gelre.

Tabel 5 **Verdeling aantal ernstig gehinderden tussen Berkelland, Oost Gelre en andere gemeenten als gevolg van windturbines in zoekgebied K. De notatie is Berkelland/Oost Gelre/andere gemeenten (indien van toepassing). De som van deze getallen komt steeds overeen met het aantal gehinderden in zoekgebied K zoals weergegeven in Tabel 4.**

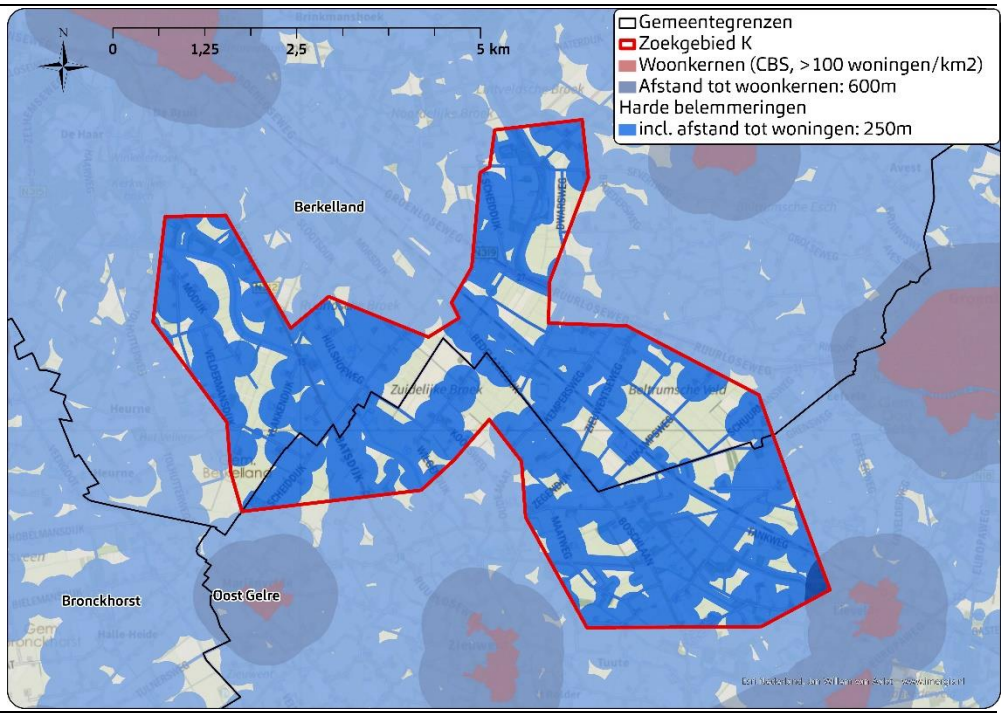
Afstand tot woningen	Afstand tot woonkernen		
	600m	900m	2250m
250 meter	32 / 15 / 9	32 / 15 / 9	17 / 7 / 5
400 meter	10 / 3	10 / 3	6 / 3
600 meter	2 / 1	2 / 1	2 / 1

4.2.3 *Conclusie aantal gehinderden*

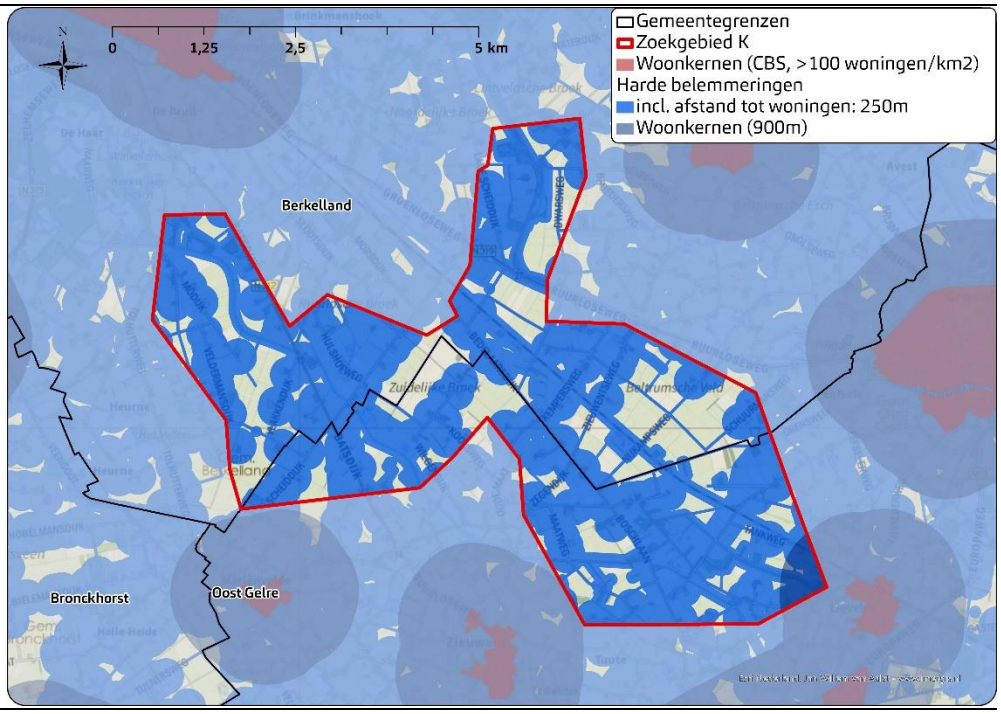
- De scenario's die uitgaan van 250 meter tot individuele woningen leiden tot een zeer groot aantal ernstig gehinderden. Daarbij is het belangrijk om te beseffen dat deze theoretische exercitie (met honderden windturbines binnen het plangebied) een volstrekt onrealistisch scenario is dat enkel is bedoeld om de maximale theoretische potentie (en hinder) in beeld te brengen.
- De windturbines binnen zoekgebied K liggen relatief verder af van de woonkernen in vergelijking met de windturbines buiten zoekgebied K. Dit is terug te zien in het lagere aantal ernstig gehinderden.
- Bij een eis van 600 meter tot individuele woningen is er enkel ruimte voor windturbines in zoekgebied K, en niet in de rest van Berkelland.

Bijlage A Belemmeringenkaarten

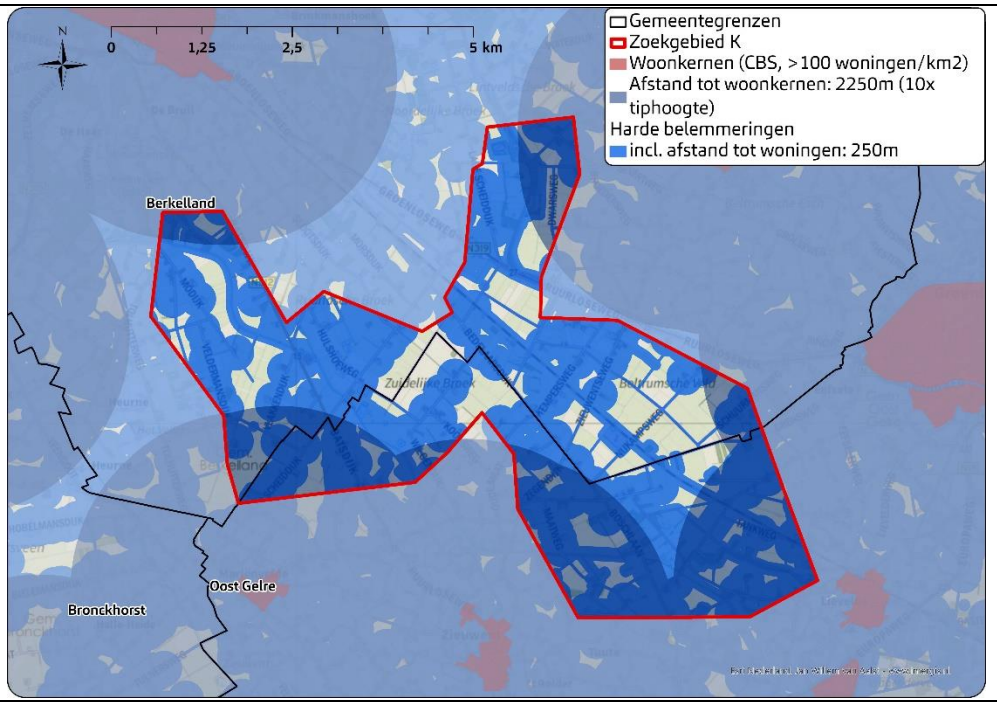
Figuur 10 **Belemmeringenkaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 600 meter tot woonkernen en 250 meter tot individuele woningen**



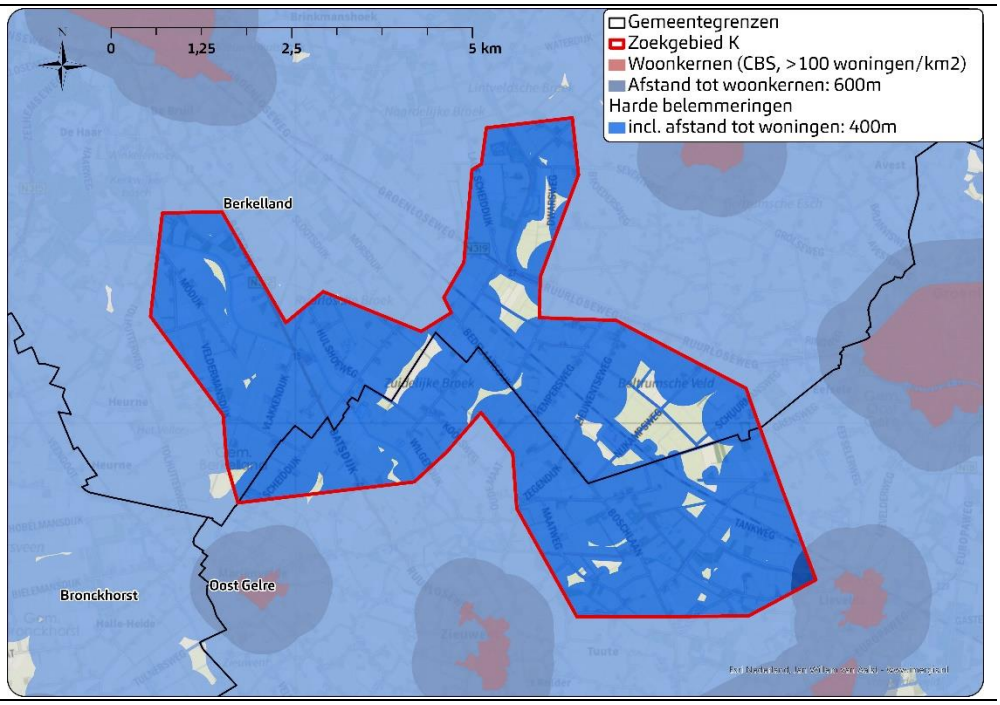
Figuur 11 **Belemmeringenkaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 900 meter tot woonkernen en 250 meter tot individuele woningen**



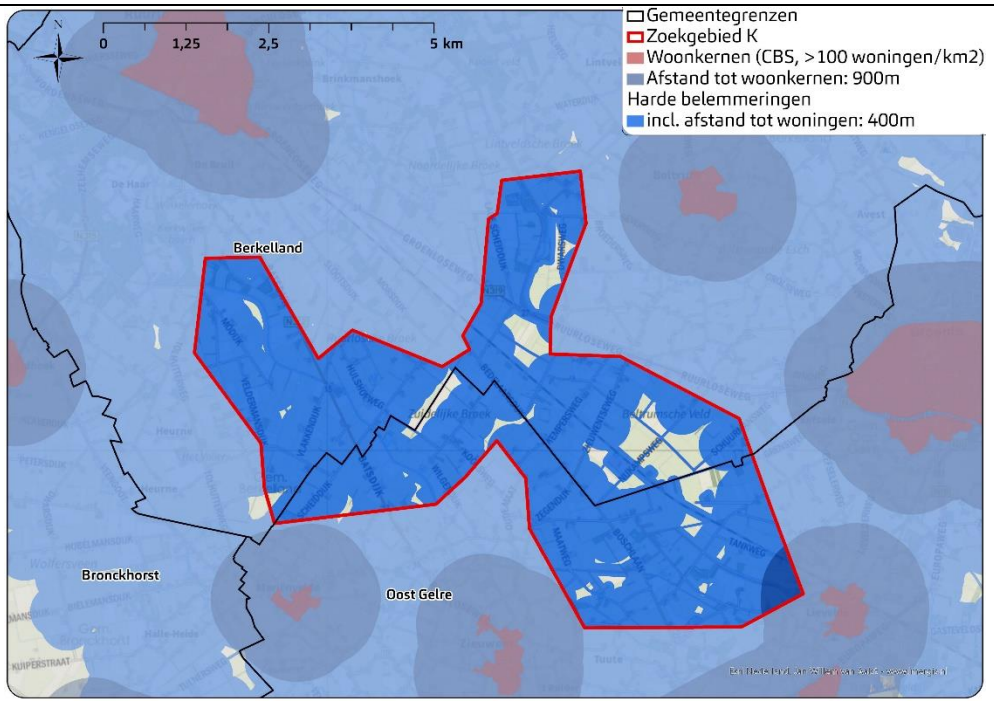
Figuur 12 **Belemmeringenkaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 2250 meter tot woonkernen en 250 meter tot individuele woningen**



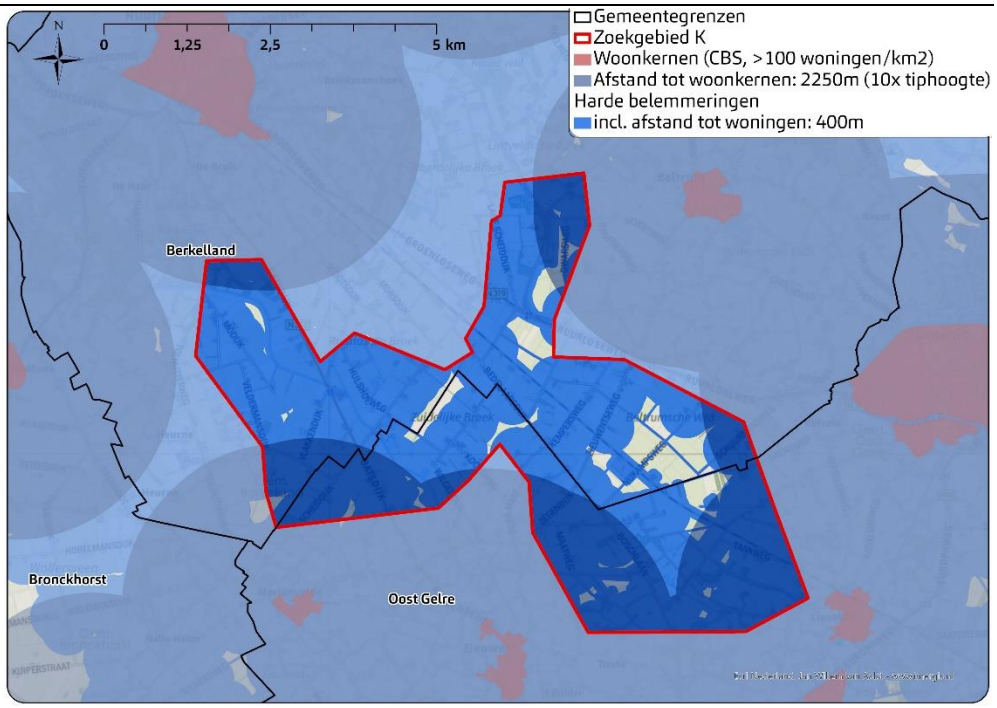
Figuur 13 **Belemmeringenkaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 600 meter tot woonkernen en 400 meter tot individuele woningen**



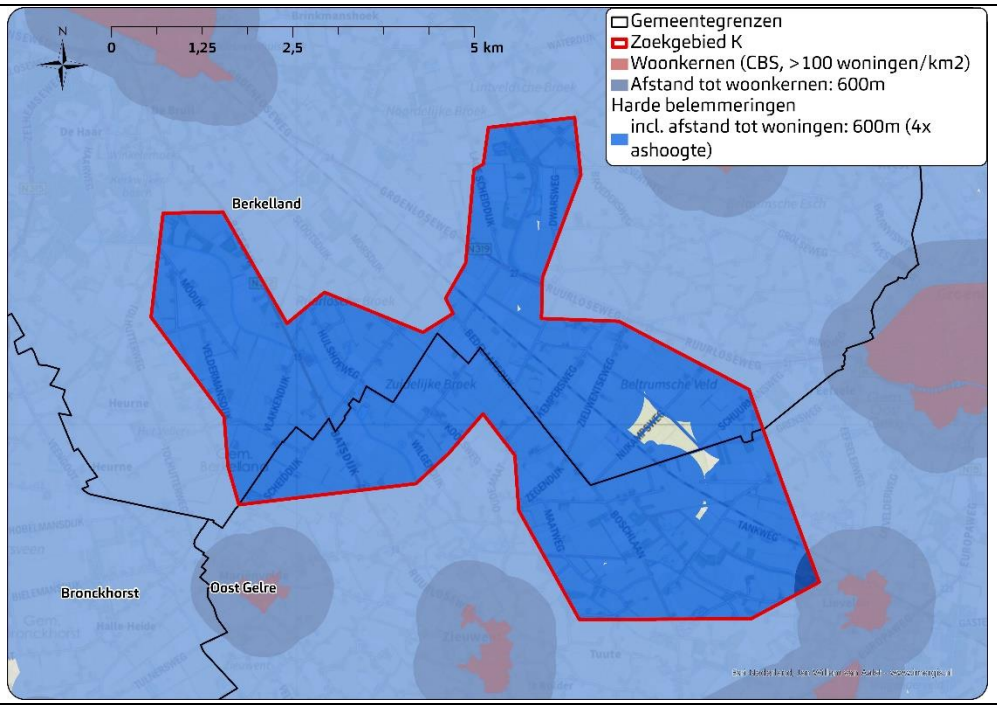
Figuur 14 **Belemmeringenkaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 900 meter tot woonkernen en 400 meter tot individuele woningen**



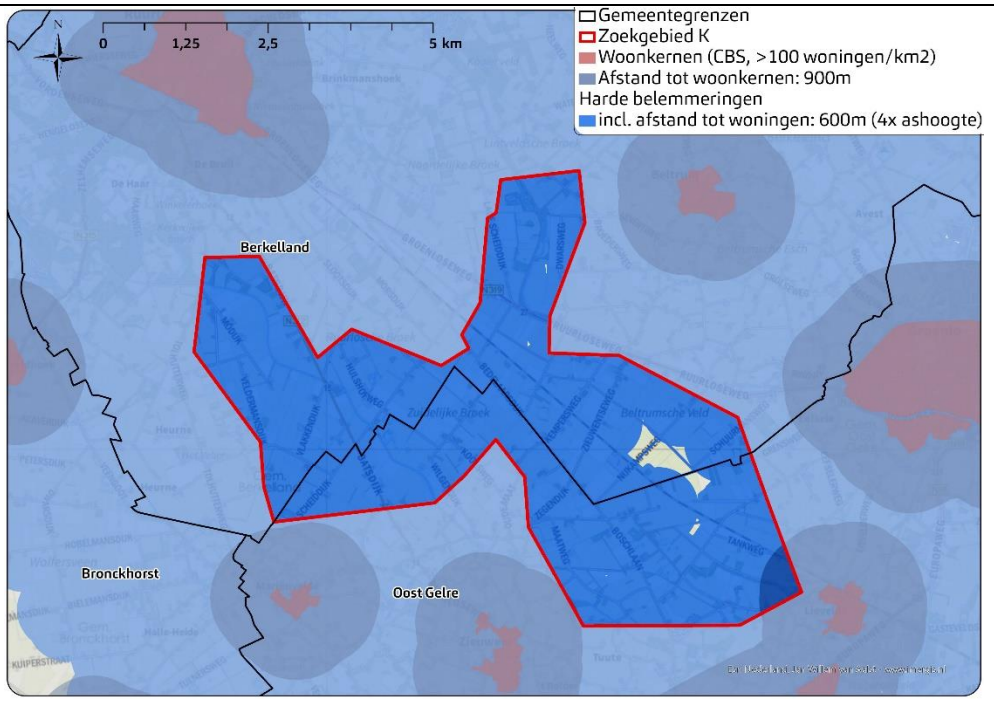
Figuur 15 **Belemmeringenkaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 2250 meter tot woonkernen en 400 meter tot individuele woningen**



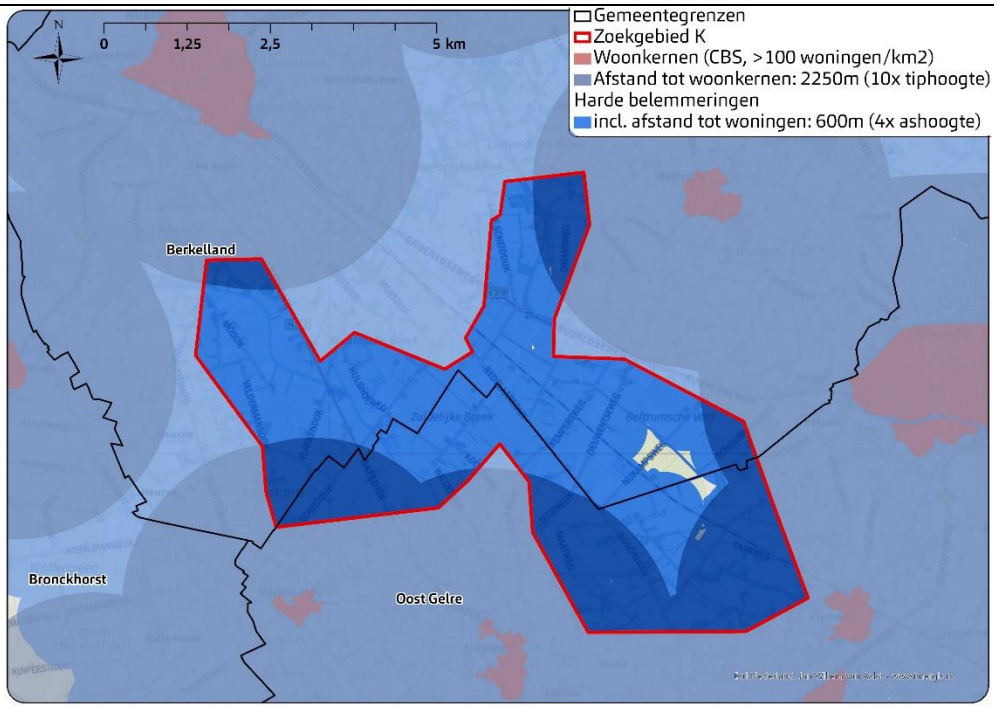
Figuur 16 **Belemmeringenkaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 600 meter tot woonkernen en 600 meter tot individuele woningen**



Figuur 17 **Belemmeringenkaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 900 meter tot woonkernen en 600 meter tot individuele woningen**

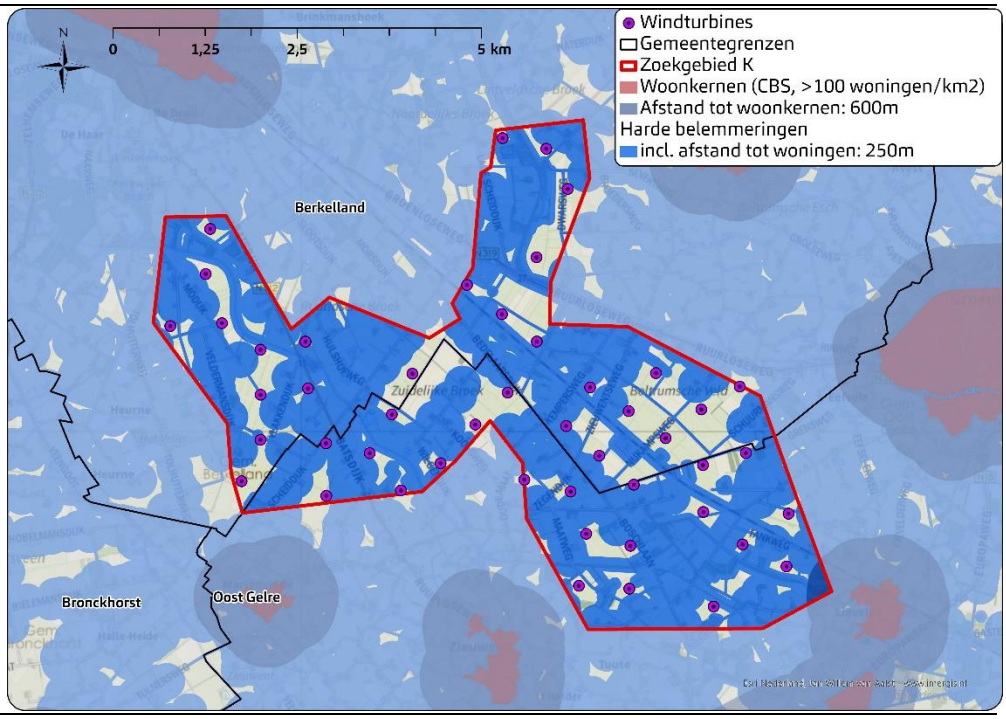


Figuur 18 **Belemmeringenkaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 2250 meter tot woonkernen en 600 meter tot individuele woningen**

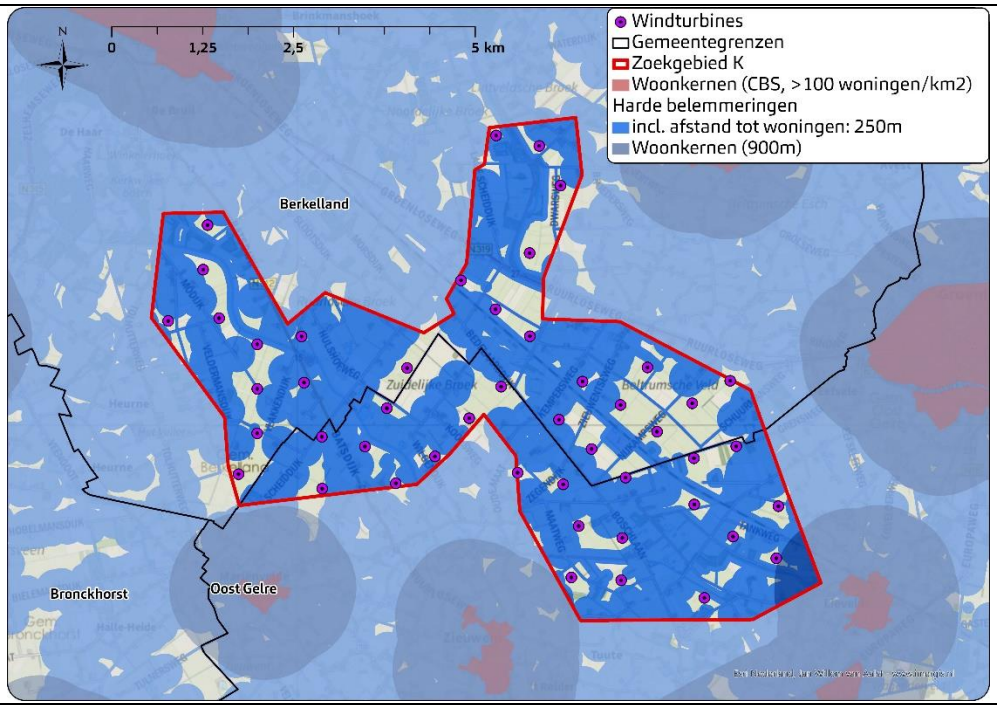


Bijlage B Potentiekaarten windturbines

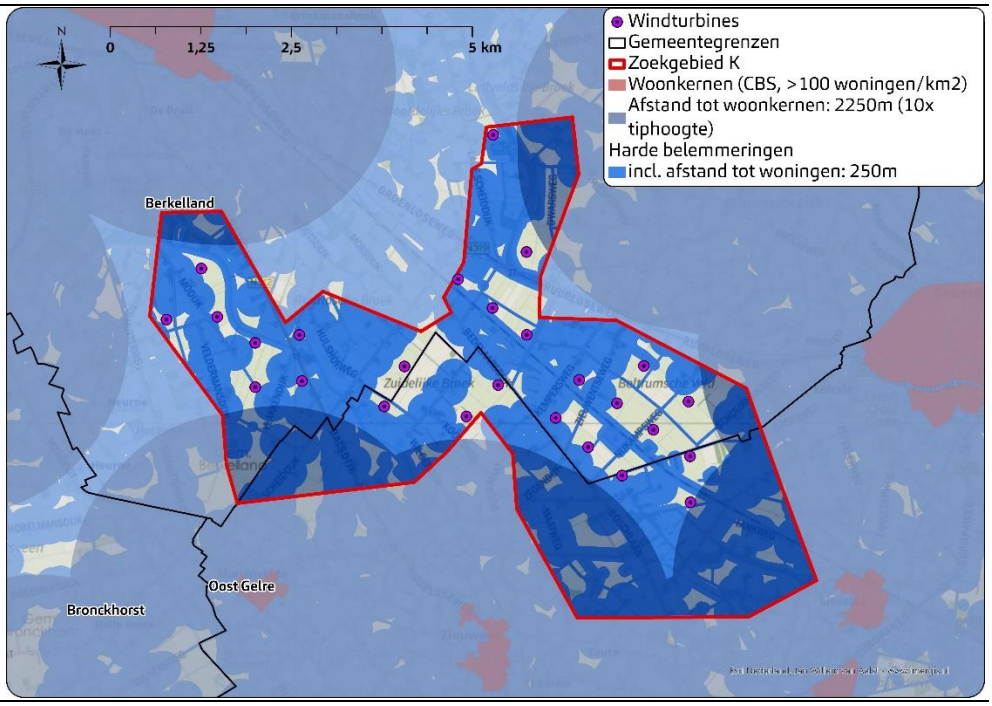
Figuur 19 **Potentiekaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 600 meter tot woonkernen en 250 meter tot individuele woningen**



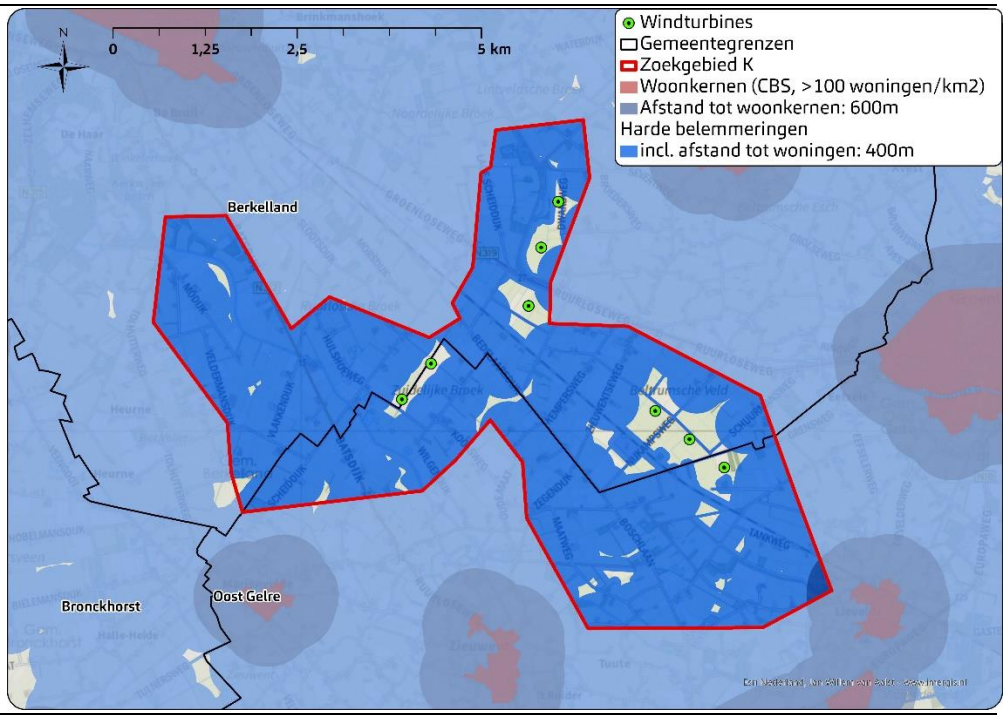
Figuur 20 **Potentiekaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 900 meter tot woonkernen en 250 meter tot individuele woningen**



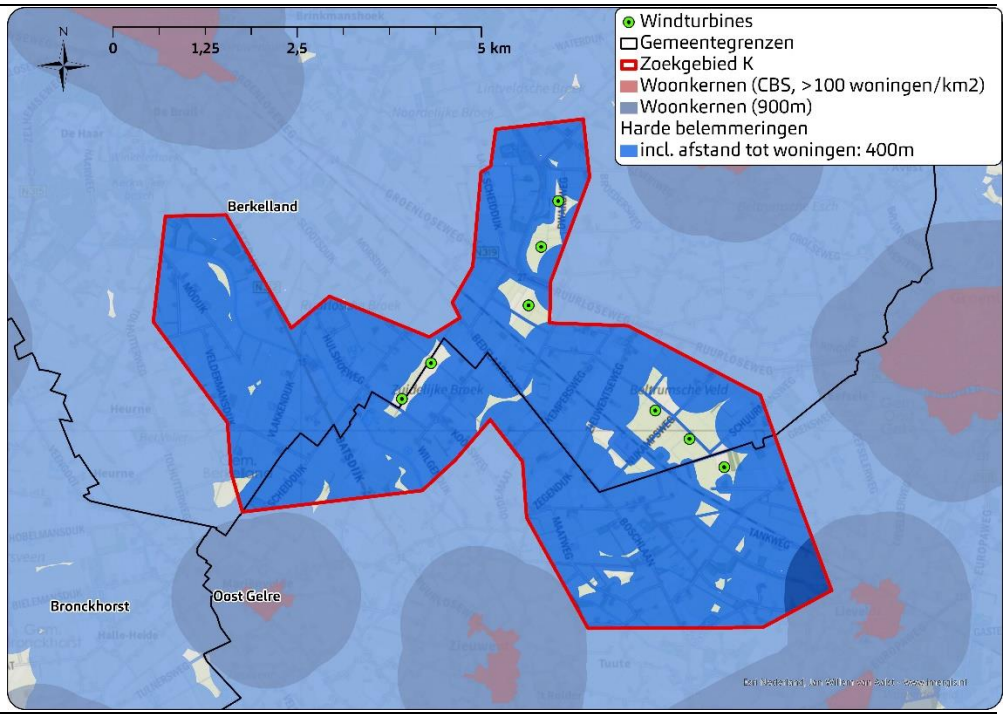
Figuur 21 **Potentiekaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 2250 meter tot woonkernen en 250 meter tot individuele woningen**



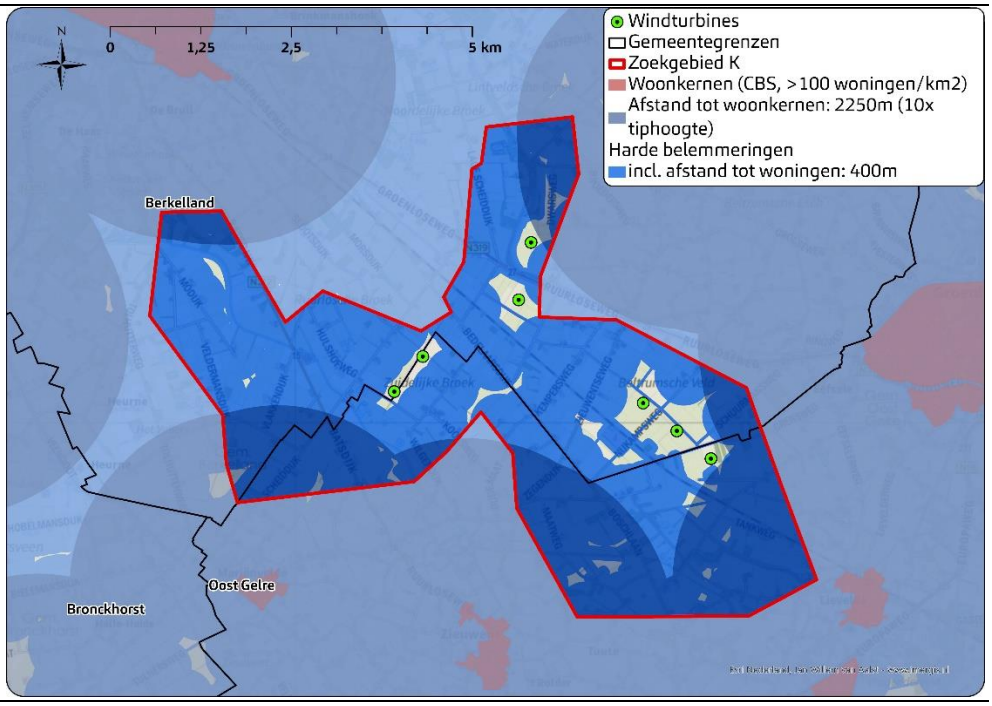
Figuur 22 **Potentiekaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 600 meter tot woonkernen en 400 meter tot individuele woningen**



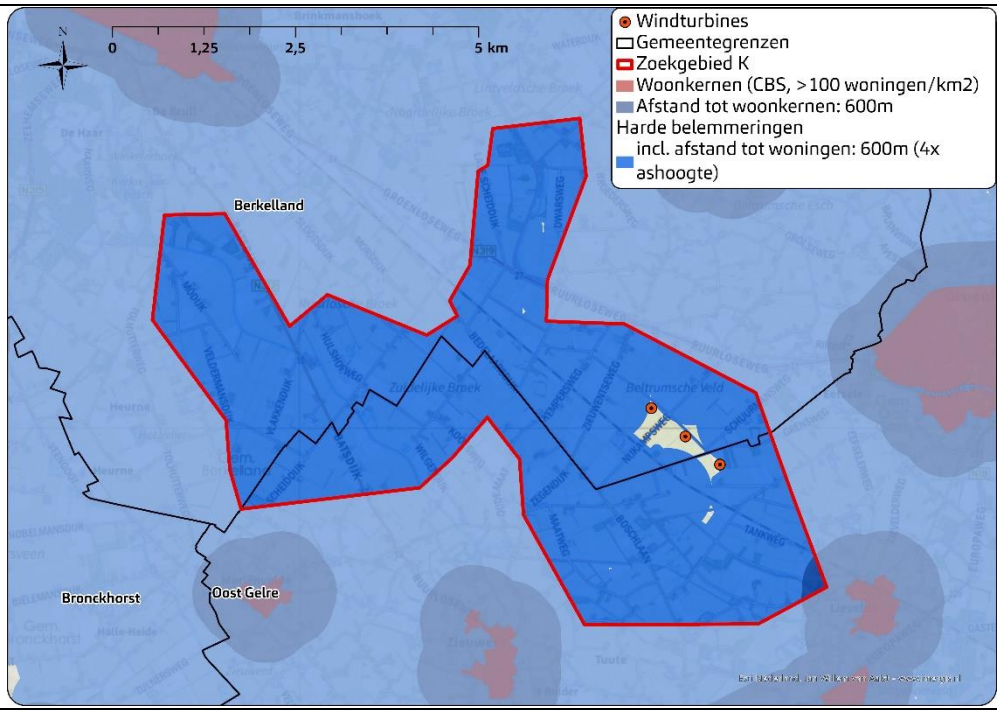
Figuur 23 **Potentiekaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 900 meter tot woonkernen en 400 meter tot individuele woningen**



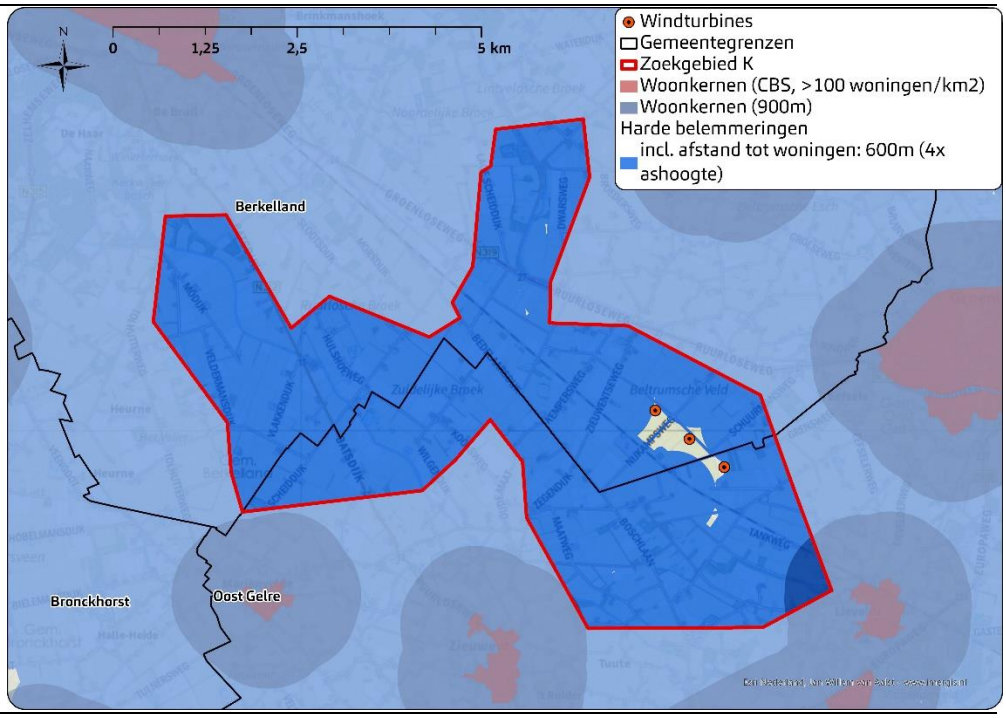
Figuur 24 **Potentiekaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 2250 meter tot woonkernen en 400 meter tot individuele woningen**



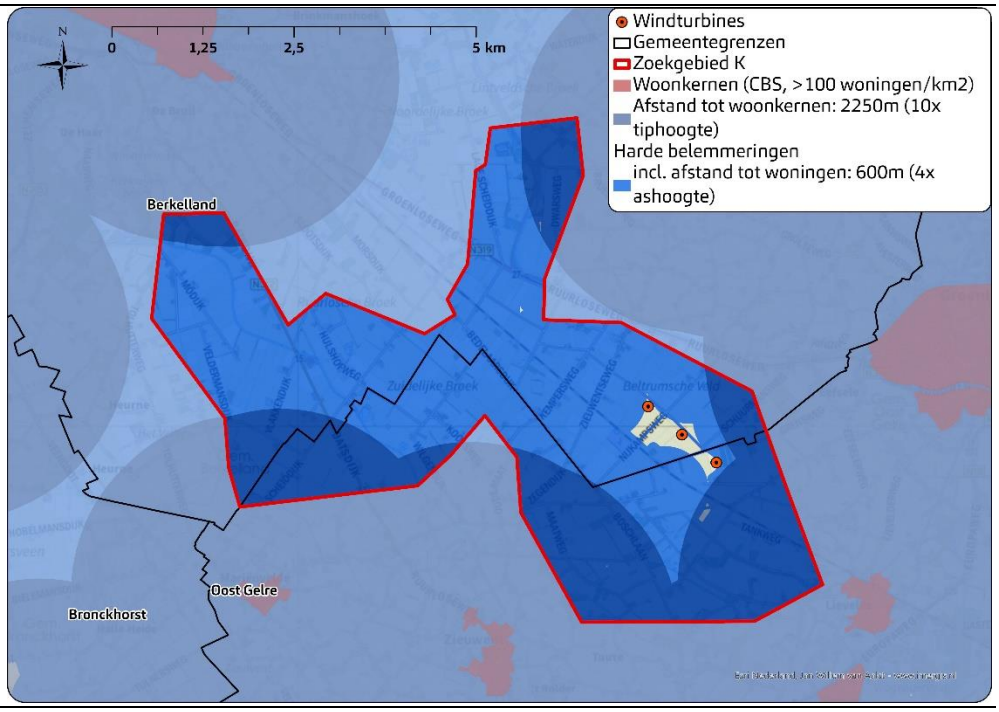
Figuur 25 **Potentiekaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 600 meter tot woonkernen en 600 meter tot individuele woningen**



Figuur 26 **Potentiekaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 900 meter tot woonkernen en 600 meter tot individuele woningen**



Figuur 27 **Potentiekaart zoekgebied K - Harde belemmeringen, 2250 meter tot woonkernen en 600 meter tot individuele woningen**



Bosch & van Rijn
experts in duurzame energie

Franz-Lisztplantsoen 220
3533 JG Utrecht
www.boschenvanrijn.nl