

Ecopower

Posthoflei 3 bus 3

2600 Berchem

Veiligheidsstudie

Windturbineproject Mechelen Noord



juni 2026
versie 1.1

3500 Hasselt Herkenrodesingel 101
9000 Gent Wondelgemkaai 159
8540 Deerlijk Kleine Tapuitstraat 18
1020 Brussel Esplanade 1/16
5004 Bouge Route de Hannut 55

T. 011/22 32 40
T. 09/216 80 00
T. 056/72 46 79
T. 02/734 02 65
T. 081/22 60 82

F. 011/23 46 70
F. 09/375 36 17
F. 056/72 64 86
F. 02/734 61 80
F. 081/22 99 22

INHOUDSTAFEL

Inhoudstafel.....	i
Tabellen- en figurenlijst.....	ii
Terminologie en afkortingen.....	iii
I. Inleiding.....	I.1
II. Projectbeschrijving.....	II.1
II.1. Inplantingslocatie windturbine.....	II.1
II.2. Gegevens windturbine.....	II.2
II.2.1. Technische gegevens.....	II.2
II.2.2. Risicobeperkende maatregelen	II.3
III. Risicoanalyse.....	III.1
III.1. Inleiding.....	III.1
III.2. Relevante scenario's.....	III.2
III.2.1. Gondelbreuk.....	III.2
III.2.2. Mastbreuk	III.2
III.2.3. Bladbreuk.....	III.3
III.2.4. IJsworp en ijsval.....	III.5
III.3. Analyse van het plaatsgebonden mensrisico.....	III.6
III.3.1. Bepaling van het plaatsgebonden mensrisico.....	III.6
III.3.2. Evaluatie van het plaatsgebonden mensrisico	III.8
III.4. Analyse van het groepsrisico	III.9
III.4.1. Populatie in de omgeving van de windturbine	III.9
III.4.2. Bepaling en evaluatie van het groepsrisico	III.11
III.5. Analyse van de indirecte risico's	III.13
III.6. Samenvatting: Evaluatie van de externe risico's.....	III.14
III.6.1. Directe risico's.....	III.14
III.6.2. Indirecte risico's.....	III.14
III.7. Adviesvragen	III.14
III.7.1. Nucleaire inrichtingen	III.14
III.7.2. Hoogspanningsinfrastructuur.....	III.14
IV. Besluit.....	IV.1
V. Referenties.....	V.1
VI. Figuren en tabellen.....	VI.1

TABELLEN- EN FIGURENLIJST

Tabellen

Tabel II.1 Lambert 72-coördinaten windturbine	II.1
Tabel II.2 Representatieve windturbines en belangrijkste gegevens	II.2
Tabel III.1.1 Effectafstanden gondelbreuk.....	III.2
Tabel III.1.2 Effectafstanden mastbreuk	III.3
Tabel III.1.3 Effectafstanden bladbreuk.....	III.4
Tabel III.2 Berekende scheidingsafstanden	III.6
Tabel III.3 Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van de windturbine.....	III.10
Tabel III.4 Berekening groepsrisico windturbine (representatieve windturbine 3).....	▼

Figuren aangeduid met een '▼' zijn achteraan voorliggend document toegevoegd.

Figuren

Figuur II.1 Gewestplan met locatie windturbine, isorisicocontouren van $10^{-6}/j$ en $10^{-7}/j$ en maximale effectafstand	▼
Figuur II.2 Luchtfoto met locatie windturbine, isorisicocontouren van $10^{-6}/j$ en $10^{-7}/j$ en maximale effectafstand	▼
Figuur II.3 Luchtfoto met locatie windturbine, gebouwen, isorisicocontour van $10^{-5}/j$ en relevante effectafstanden voor mast- en gondelbreuk.....	▼
Figuur II.4 Luchtfoto met locatie windturbine en scheidingsafstanden tot bovengrondse installaties en ondergrondse transportleidingen	▼
Figuur III.1 Plaatsgebonden mensrisico van de windturbine.....	III.7
Figuur III.2 Luchtfoto met locatie windturbine, gebouwen en trefhoeken en - oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico	▼
Figuur III.3 Groepsrisicocurve uitgaande van de windturbine.....	III.12

TERMINOLOGIE EN AFKORTINGEN

De in het voorliggende rapport gebruikte terminologie en afkortingen met hun betekenis worden hieronder in alfabetische volgorde opgesomd.

BPA	bijzonder plan van aanleg
CNG	compressed natural gas
D	rotordiameter
Gebied met kwetsbare locatie	Alle terreinen waarop zich scholen, ziekenhuizen of rust- en verzorgingstehuizen bevinden. Met scholen worden alle kleuter-, lager of secundair onderwijsinstellingen bedoeld. Universiteiten en hogescholen worden niet weerhouden aangezien deze personen voldoende zelfredzaam zijn.
Gebied met woonfunctie	1. Woongebied, bepaald volgens artikel 5 en 6 van het koninklijk besluit van 28 december 1972 betreffende de inrichting en de toepassing van de ontwerp-gewestplannen en de gewestplannen en de ermee vergelijkbare gebieden vastgesteld in de ruimtelijk uitvoeringsplannen met toepassing van het decreet van 18 mei 1999 houdende organisatie van de ruimtelijke ordening; 2. Groepen van minstens vijf bestaande, niet onteigende of in onteigeningsplannen opgenomen wooneenheden, die een ruimtelijk aaneengesloten geheel vormen, in andere gebieden dan vermeld in 1.
Groepsrisico	Het groepsrisico is de kans, per jaar, dat een aantal personen in de omgeving gelijktijdig omkomen door het falen van een windturbine.
H ₂	waterstof
Hoofdwegen	De wegen zoals dusdanig aangegeven in het Ruimtelijk structuurplan Vlaanderen, gecoördineerde versie 2011
IEC	International Electrotechnical Commission
IRC	isorisicocontour
KLIP	kabel- en leidinginformatieplatform
LNG	liquefied natural gas
LPG	liquefied petroleum gas
n.b.	niet bepaald
Plaatsgebonden mensrisico	Het plaatsgebonden risico, uitgedrukt per jaar, is de kans dat een persoon op een bepaalde plaats in de buurt van een windturbine overlijdt ten gevolge van het falen van de windturbine, wanneer deze persoon zich gedurende één jaar permanent en onbeschermd op die plaats zou bevinden.
Primaire wegen categorie I	De wegen zoals dusdanig aangegeven in het Ruimtelijk structuurplan Vlaanderen, gecoördineerde versie 2011
Publiek bezochte gebouwen en gebieden	Gebouwen en gebieden (incl. recreatiegebieden) waarbij de gemiddelde aanwezigheid minstens 200 personen per dag is of waarbij op piekmomenten minstens 1.000 personen aanwezig zijn. Met gemiddelde aanwezigheid wordt het gemiddeld aantal bezoekers gedurende de openingsperiode van het gebouw/gebied bedoeld.
RUP	ruimtelijk uitvoeringsplan
Samenwerkingsakkoord	Samenwerkingsakkoord tussen de Federale Staat, het Vlaamse Gewest, het Waalse Gewest en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest betreffende de beheersing van de gevaren van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken
Sevesostoffen	Stoffen of mengsels, beantwoordend aan de criteria in bijlage 1, deel 1 of genoemd in bijlage 1, deel 2 van het Samenwerkingsakkoord
tpm	toeren per minuut
Vaanstand	Moderne windturbines kunnen de rotorbladen over hun eigen as roteren. De rotorbladen bevinden zich in de vaanstand wanneer ze maximaal uit de wind staan opgesteld.
WT	windturbine
zwpt	zwaartepunt

I. INLEIDING

Het doel van deze veiligheidsstudie is het bepalen en evalueren van het externe mensrisico (zie § III.1 voor een definitie van het externe mensrisico) van een geplande windturbine op haar omgeving. Concreet gaat het om een gepland project met één windturbine op het grondgebied van de stad Mechelen.

De veiligheidsstudie wordt opgesteld conform het door de Vlaamse overheid aanvaarde beoordelingskader dat beschreven wordt in het *Beoordelingskader Windturbines* [1]. Meer bepaald worden in dit document de risicocriteria, i.e. de toetsingswaarden voor de berekende externe mensrisico's beschreven. De externe mensrisico's worden berekend conform het *Handboek Windturbines* [2]. Deze documenten zijn publiek raadpleegbaar op <https://omgeving.vlaanderen.be/instrumentarium-windturbines>.

In § II van dit rapport wordt de windturbine nader gesitueerd en worden de wat betreft het risico relevante gegevens van de windturbine beschreven. De risicoanalyse wordt opgenomen als § III van dit rapport, gevolgd door de besluiten in § IV.

Deze veiligheidsstudie werd opgesteld door de erkend VR-deskundige Filip Van den Schoor.

Reproductie van de volledige studie is toegestaan. Gedeelten van de veiligheidsstudie mogen slechts worden gereproduceerd na verkregen schriftelijke toestemming van Embridge Belgium BV.

II. PROJECTBESCHRIJVING

Hieronder wordt het geplande project meer in detail toegelicht. Meer bepaald wordt de inplantingslocatie van de windturbine geduid (§ II.1) en worden de gegevens van de windturbine beschreven (§ II.2).

II.1. Inplantingslocatie windturbine

De windturbine wordt voorzien nabij het bedrijventerrein Mechelen Noord II op het grondgebied van de stad Mechelen op de locatie gegeven in tabel II.1.

Tabel II.1 Lambert 72-coördinaten windturbine

windturbine	X-coördinaat	Y-coördinaat
WT	155 615	193 121

Een uittreksel van het gewestplan met de aanduiding van de inplantingslocatie van de windturbine wordt opgenomen als figuur II.1. Deze figuur is (samen met enkele andere figuren) opgenomen in § VI achteraan dit document. Op figuur II.2 wordt het windturbine-project getoond op een kleurenorthofoto.

Hieronder wordt nagegaan welke bestemmingsplannen van kracht zijn binnen het effectgebied van de windturbine.

De inplantingslocatie van de windturbine bevindt zich volgens het gewestplan in gebied voor gemeenschapsvoorzieningen en openbaar nut.

Ter hoogte van de inplantingslocatie van de windturbine is het gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan (RUP) *Afbakening regionaalstedelijk gebied Mechelen* van kracht. De gebieden binnen de afbakeningslijn behoren tot het regionaalstedelijk gebied Mechelen. Het plan wijzigt de bestemming van een deel van de bufferzone ten zuidoosten van de inplantingslocatie van de windturbine en gelegen tussen de E19, de N16 en de R6 in gemengd regionaal bedrijventerrein Mechelen Noord III, bestemd voor productie, opslag en verwerking van goederen en voor onderzoeks- en ontwikkelingsactiviteiten (zie figuur II.1). Seveso-inrichtingen zijn niet toegelaten op dit bedrijventerrein.

Daarnaast is ter hoogte van de inplantingslocatie van de windturbine het gemeentelijk RUP *Zonevreemde woningen* van kracht. De doelstelling van dit plan is een ruimtelijk verantwoorde oplossing te zoeken voor de problematiek van alle zonevreemde woningen. Het plan leidt niet tot een bestemmingswijziging binnen het effectgebied van de windturbine.

Ten noorden van de inplantingslocatie van de windturbine zijn het bijzonder plan van aanleg (BPA) *Nr. 43-1 Dijle Schaliënhoeve – Oude Antwerpsebaan – Herinterpretatie op andere referentiekaart* en het gemeentelijk RUP *Garage Aerts* van kracht. Deze plannen wijzigen de bestemming van een deel van het gebied voor milieubelastende industrieën in hoofdzakelijk plaats voor nijverheid of zone voor bedrijvigheid (zie figuur II.1). Deze bestemming betreft industriële bedrijven, semi-industriële ambachtelijke bedrijven of distributiebedrijven.

Ten zuidzuidwesten van de inplantingslocatie van de windturbine is het gemeentelijk RUP *Zonevreemde Recreatie* van kracht. Dit plan wijzigt de bestemming van een deel

van het bosgebied in zone voor gemeenschapsvoorzieningen – Marterstraat (zie figuur II.1). Hier bevindt zich het gemeentelijk basketveld Marterstraat.

Er worden geen overige ruimtelijke uitvoeringsplannen of bijzondere plannen van aanleg teruggevonden die van toepassing zijn binnen het effectgebied van de windturbine.

In de wijde omgeving van het projectgebied bevinden zich geen operationele, vergunde of geplande windturbines. Bijgevolg dienen er geen mogelijke cumulatieve effecten met overige windturbines beschouwd te worden.

II.2. Gegevens windturbine

II.2.1. Technische gegevens

Het project betreft de bouw en exploitatie van één windturbine. Er wordt in de veiligheidsstudie uitgegaan van de volgende randvoorwaarden¹ voor de gegevens van de windturbine:

- ❑ max. rotordiameter D: 140,8 m;
- ❑ max. tiphoogte: 230 m;
- ❑ max. ashoogte: 170 m;
- ❑ max. nominaal rotortoerental: 11,5 tpm ($130\text{ m} < D \leq 140,8\text{ m}$);
12,5 tpm ($120\text{ m} \leq D \leq 130\text{ m}$);
- ❑ max. massa gondel, rotor en bovenste mastdeel: 400 ton.

Het besluit van de veiligheidsstudie is minstens geldig voor alle windturbinetypes die aan de bovenstaande randvoorwaarden voldoen.

Verder wordt er uitgegaan van generieke waardes voor de maximale diameter van de mast (12 m), de lengte van de gondel (20 m), de breedte van de gondel (10 m) en de hoogte van de gondel (10 m). Voor de afstand van het zwaartepunt van het blad tot het rotorcentrum wordt uitgegaan van een generieke waarde gelijk aan 0,18 keer de rotordiameter [2].

De bovenstaande randvoorwaarden en aannames leiden tot de bepaling van drie representatieve windturbines die gebruikt zullen worden in de risicoanalyse. De gegevens van deze representatieve windturbines zijn opgenomen in tabel II.3.

Tabel II.2 Representatieve windturbines en belangrijkste gegevens

type	rotordiameter D [m]	ashoogte [m]	tiphoogte [m]	nom. toerental [tpm]
representatieve windturbine 1	140,8	159,6	230	11,5
representatieve windturbine 2	130	165	230	12,5
representatieve windturbine 3	120	170	230	12,5

¹ Het werken met randvoorwaarden maakt het mogelijk om de veiligheidsstudie uit te voeren voor een groot aantal mogelijke windturbinetypes.

II.2.2. Risicobeperkende maatregelen

Bij het ontwerp van de windturbine wordt maximaal aandacht besteed aan het vermijden van ongevallen.

Alle windturbines worden geconstrueerd volgens de veiligheidsaspecten van de norm IEC61400 of gelijkwaardig en worden voorzien van de nodige certificaten, tenzij het een erkende testlocatie betreft. De certificaten worden afgeleverd door een geaccrediteerd keuringsorgaan en tonen aan dat voldaan wordt aan de gangbare normen en veiligheidseisen. De windturbine is gecertificeerd bij aanvang van de bouw van de windturbine.

Alle windturbines zijn voorzien van:

- ❑ een ijsdetectiesysteem dat de windturbine automatisch stillegt bij ijsvorming;
- ❑ een bliksembeveiligingssysteem;
- ❑ een redundant remsysteem;
- ❑ een onlinecontrolesysteem, waarbij onregelmatigheden onmiddellijk worden gedetecteerd en doorgegeven aan een windturbine eigen controle-eenheid.

In de volgende paragrafen worden enkele risicobeperkende maatregelen nader toegelicht.

II.2.2.1. Certificering volgens windklasse

De mechanische belasting van windturbines wordt in sterke mate beïnvloed door de jaarlijks gemiddelde en de maximale windsnelheid en de turbulentie van de luchtstroming. Op basis hiervan worden geografische gebieden ingedeeld in windzones. In elke windzone worden slechts welbepaalde types windturbines toegelaten die zodanig ontworpen zijn dat zij bestand zijn tegen de in deze zone heersende windcondities. Aangezien de windsnelheid functie is van de hoogte wordt bij de keuze van de windturbine ook rekening gehouden met de ashoogte. De IEC klasse volgens dewelke een windturbine met inbegrip van de mast dient gecertificeerd te worden, wordt bepaald op basis van de gemiddelde jaarlijkse windsnelheid.

II.2.2.2. IJsdetectiesysteem

Om ijsworp te voorkomen wordt elke windturbine uitgerust met een ijsdetectiesysteem dat de windturbine automatisch stillegt bij ijsvorming. Nadat de windturbine is stilgelegd ten gevolge van het ijsdetectiesysteem wordt een visuele of gelijkwaardige controle uitgevoerd op de wieken. De windturbine wordt niet opnieuw opgestart zonder dat alle ijs van de wieken is verwijderd.

Het ijsdetectiesysteem kan echter niet voorkomen dat er ijs gevormd wordt op de rotorbladen. Ijsafzetting op de bladen kan leiden tot ijsbrokken die naar beneden vallen (zie § III.2.4 voor mogelijke maatregelen).

II.2.2.3. Bliksembeveiligingssysteem

Om bij blikseminslag schade aan de rotorbladen en mogelijke rotorbladworp te voorkomen is elke windturbine uitgerust met een adequaat bliksemafleidingsysteem, dat maakt dat de windturbine, het personeel en de technische uitrusting in het algemeen beschermd zijn tegen blikseminslag. Het systeem beantwoordt aan de IEC 1024-1

regelgevingen en richtlijnen. Bovendien is er ook een interne beveiliging van de essentiële functies. De bliksembeveiliging wordt tevens periodiek gekeurd.

II.2.2.4. Redundant remsysteem

Om te voorkomen dat een windturbine boven het nominale toerental gaat draaien, wordt zij uitgerust met een redundant aerodynamisch remsysteem. Het aerodynamisch remmen bestaat erin om elk van de drie rotorbladen, met onafhankelijke elektronische besturing en eigen noodvoeding, uit de wind te draaien (vaanstand). Zodoende kan de windturbine afgeremd of gestopt worden. Het in vaanstand brengen van twee van de rotorbladen volstaat reeds om de windturbine tot stilstand te brengen. Eén rotorblad in vaanstand doet de windturbine reeds op een beduidend lager toerental draaien.

III. RISICOANALYSE

III.1. Inleiding

De risicoanalyse omvat hoofdzakelijk het externe mensrisico. Het externe mensrisico verbonden aan een windturbine is tweeledig. Enerzijds zijn er de directe risico's, m.n. de risico's die het gevolg zijn van de impact van onderdelen van de windturbine op personen in de omgeving. Anderzijds zijn aan de inplanting van een windturbine ook indirecte risico's verbonden. De impact van een windturbineonderdeel in de omgeving hoeft namelijk niet rechtstreeks een persoon te treffen om een risico in te houden voor deze persoon. De impact op een nabijgelegen installatie (met Sevesostoffen) kan aanleiding geven tot een secundair ongeval waardoor mogelijk slachtoffers vallen in de omgeving. De indirecte risico's verbonden aan een windturbine zijn afhankelijk van de aard van de installaties met Sevesostoffen die in de omgeving aanwezig zijn.

Het externe mensrisico wordt in Vlaanderen geëvalueerd op basis van een bepaling van enerzijds het plaatsgebonden mensrisico en anderzijds het groepsrisico.

PLAATSGEBONDEN MENSRISSICO – Het plaatsgebonden mensrisico, uitgedrukt per jaar, is de kans dat een persoon op een bepaalde plaats in de buurt van een installatie (zoals bv. een windturbine) of een inrichting overlijdt ten gevolge van een zwaar ongeval met de installatie of binnen de inrichting, wanneer deze persoon zich gedurende één jaar permanent en onbeschermd op die plaats zou bevinden.

Het plaatsgebonden mensrisico van een installatie of inrichting wordt typisch voorgesteld op een kaart (grond- of bestemmingsplan) waarbij punten met een gelijk plaatsgebonden mensrisico worden verbonden tot zogenaamde isorisicocontouren (IRC).

GROEPSRISSICO – Het groepsrisico is de kans (per jaar) dat een aantal personen in de omgeving van een installatie (zoals bv. een windturbine) of inrichting gelijktijdig omkomt ten gevolge van een zwaar ongeval met de installatie of binnen de inrichting.

Voor de berekening van het groepsrisico worden alle personen meegenomen als externe personen, inclusief de personen van het bedrijf waar de windturbine wordt geplaatst (tenzij het een ingedeelde inrichting of activiteit betreft) [1]. Bij de berekeningen zijn zowel de aantallen externe personen van belang als de tijd dat ze zich op jaarbasis gemiddeld ter hoogte van de bestudeerde installatie of inrichting ophouden.

Naast het externe mensrisico wordt ook het indirecte milieurisico geanalyseerd. De analyse blijft evenwel beperkt tot de relevante installaties met Sevesostoffen die zich bevinden binnen de effectafstand voor het zwaartepunt van een rotorblad in het geval van mastbreuk.

III.2. Relevante scenario's

Op basis van het *Handboek Windturbines* [2] worden de volgende scenario's met windturbines als relevant beschouwd in het kader van het externe mensrisico:

- ❑ het naar beneden vallen van de gondel en/of de rotor van de windturbine (gondelbreuk);
- ❑ het structureel falen van de mast van de windturbine (mastbreuk);
- ❑ het afwerpen van een rotorblad (bladbreuk).

De bovenstaande scenario's worden hieronder verder toegelicht.

III.2.1. Gondelbreuk

Bij het naar beneden vallen van de gondel en/of de rotor van de windturbine wordt verondersteld dat personen en installaties die zich op een afstand van minder dan de halve rotordiameter bevinden, getroffen kunnen worden door de impact van de gondel of de rotor. Voor gondelbreuk wordt een faalfrequentie verondersteld van $1,8 \cdot 10^{-5}/j$ [2].

De effectafstanden voor het zwaartepunt en voor de tip van een blad in het geval van gondelbreuk (en van mastbreuk in de bovenste masthelft²) worden bepaald door de rotordiameter van de windturbine. Een overzicht van deze effectafstanden wordt weergegeven in tabel III.1.1 voor de representatieve windturbines (zie § II.2.1).

Tabel III.1.1 Effectafstanden gondelbreuk

type	rotordiameter [m]	effectafstand zwaartepunt van een blad [m]	effectafstand tip van een blad [m]
representatieve windturbine 1	140,8	25,3	70,4
representatieve windturbine 2	130	23,4	65
representatieve windturbine 3	120	21,6	60

III.2.2. Mastbreuk

Bij het falen van de mast van de windturbine kunnen personen en installaties die zich op een afstand van minder dan de tiphoogte (i.e. de ashoogte vermeerderd met de halve rotordiameter) bevinden, getroffen worden door de impact van de mast, de gondel of de rotor. Voor mastbreuk wordt een faalfrequentie verondersteld van $5,8 \cdot 10^{-5}/j$ [2].

De trefkansen van gebouwen, installaties e.d. voor het scenario mastbreuk worden grafisch bepaald, tenzij anders vermeld. Hierbij wordt uitgegaan van de volgende aannames voor een stalen mast [2]:

- ❑ de frequentie voor mastbreuk aan de voet van de mast bedraagt $1,5 \cdot 10^{-5}/j$, het bovenste mastdeel roteert rond het breukpunt;
- ❑ de frequentie voor mastbreuk boven het maaiveld in de onderste helft van de mast bedraagt $3,5 \cdot 10^{-5}/j$ en is uniform verdeeld over de halve hoogte, het bovenste mastdeel roteert rond het breukpunt;

² Deze wordt gelijkgesteld aan de effectafstand voor gondelbreuk. In het geval van mastbreuk in de onderste masthelft komt de gondel neer aan de voet van de mast wanneer de mast in de helft breekt. In het geval de mast in de bovenste masthelft breekt, ligt het voor de hand om dezelfde aanname aan te houden (alhoewel de gondel strikt genomen niet op de grond terechtkomt).

- ❑ de frequentie voor mastbreuk boven het maaiveld in de bovenste helft van de mast bedraagt $8,0 \cdot 10^{-6}/j$ en is uniform verdeeld over de halve hoogte, het bovenste mastdeel roteert rond het breukpunt;
- ❑ de hoek waarin de mast valt is onafhankelijk van de windrichting (uniforme verdeling).

De effectafstanden voor het zwaartepunt en voor de tip van een blad in het geval van mastbreuk worden bepaald door de ashoogte en de rotordiameter van de windturbine. Een overzicht van deze effectafstanden wordt weergegeven in tabel III.1.2 voor de representatieve windturbines (zie § II.2.1).

Tabel III.1.2 Effectafstanden mastbreuk

type	rotordiameter [m]	ashoogte [m]	effectafstand zwaartepunt van een blad [m]	effectafstand tip van een blad [m]
representatieve windturbine 1	140,8	159,6	184,9	230
representatieve windturbine 2	130	165	188,4	230
representatieve windturbine 3	120	170	191,6	230

III.2.3. Bladbreuk

Bij het afwerpen van een rotorblad kunnen personen en installaties die zich op grote afstand bevinden, getroffen worden door de impact van een (fragment van een) rotorblad. De afstand waarover rotorbladen kunnen worden weggeslingerd, wordt bepaald met een kogelbaanmodel [2] en is o.a. afhankelijk van de rotorsnelheid bij afbreken van het rotorblad.

Er worden twee scenario's beschouwd op basis van het *Handboek Windturbines* [2]:

- ❑ bladbreuk bij nominaal toerental;
- ❑ bladbreuk bij overtoeren, d.i. bij 2 keer het nominaal toerental.

Voor bladbreuk bij nominaal toerental wordt een faalfrequentie verondersteld van $6,2 \cdot 10^{-4}/j$ [2] en voor bladbreuk bij overtoeren een faalfrequentie van $5,0 \cdot 10^{-6}/j$ [2].

De werpafstand wordt bij toepassing van het kogelbaanmodel volledig bepaald door de rotordiameter, de ashoogte, de rotorsnelheid en de ligging van het zwaartepunt van het rotorblad. Hierbij geldt dat bij gelijkblijvende tiphoogte de werpafstand toeneemt naarmate de rotordiameter toeneemt (en de ashoogte afneemt). Verder neemt de werpafstand toe bij toenemende rotorsnelheid.

Een overzicht van de maximale werpafstanden voor het zwaartepunt van een rotorblad voor de twee deelscenario's wordt weergegeven in tabel III.1.3 voor de representatieve windturbines (zie § II.2.1). Voor de afstand van het zwaartepunt van het blad tot het rotorcentrum wordt uitgegaan van een generieke waarde gelijk aan 0,18 keer de rotordiameter.

Tabel III.1.3 Effectafstanden bladbreuk

type	rotor- diameter [m]	ashoogte [m]	nom. toerental [rpm]	werpafstand bladbreuk bij nominaal toerental [m]		werpafstand bladbreuk bij overtoeeren [m]	
				zwpt	tip	zwpt	tip
representatieve windturbine 1	140,8	159,6	11,5	200	245	516	561
representatieve windturbine 2	130	165	12,5	203	245	523	565
representatieve windturbine 3	120	170	12,5	187	225	467	505

De maximale effectafstand voor de tip van een blad (in het geval van bladbreuk) bedraagt max. 565 m (voor de representatieve windturbine 2).

III.2.4. IJsworp en ijssval

Het scenario ijsworp wordt niet weerhouden in deze studie, aangezien elke windturbine voorzien dient te zijn van een ijsdetectiesysteem, dat de windturbine stillegt wanneer er ijsafzetting gedetecteerd wordt (zie § II.2.2.2). **Het risico van ijsworp vormt dan ook geen knelpunt op het vlak van externe veiligheid.**

Het ijsdetectiesysteem kan echter niet voorkomen dat er ijs gevormd wordt op de rotorbladen. Binnen het gebied waar ijssval mogelijk is, bevindt zich een recyclagepark waar personen in openlucht aanwezig kunnen zijn. Aangezien dit recyclagepark publiek toegankelijk is, zullen de nodige maatregelen voorzien worden om het risico van ijssval afdoende te beheersen. De belangrijkste maatregel is het hoger reeds vermelde ijsdetectiesysteem. Er wordt een systeem voorzien dat gericht is op het detecteren van de weersomstandigheden waarbij ijsvorming op de bladen kan optreden in combinatie met een systeem dat reageert wanneer er reeds ijsvorming is opgetreden. Het ijsdetectiesysteem zal vervolgens gecombineerd worden met een bijkomende maatregel, m.n. het positioneren van het rotorvlak in een veilige positie. IJs komt immers voornamelijk terecht onder het rotorvlak al kan het over een zekere afstand verwaaien onder invloed van de heersende wind. De maatregelen zijn reeds met IVAREM, de exploitant van het recyclagepark, besproken en zullen verder verfijnd worden in een onderling risicobeheersplan na de vergunningverlening.

Het risico van ijssval vormt een aandachtspunt, maar geen knelpunt op het vlak van externe veiligheid. Het is immers mogelijk om dit risico afdoende te beheersen. Bovendien treedt dit risico slechts uitzonderlijk op. In de Benelux wordt gemiddeld eens in de drie jaar per windturbine gevaarlijke ijsvorming vastgesteld als gevolg van ijzel en/of sneeuw [6].

III.3. Analyse van het plaatsgebonden mensrisico

Voor de evaluatie van het plaatsgebonden mensrisico worden scheidingsafstanden van de windturbine berekend tot aan externe activiteiten ($10^{-5}/j$), tot aan gebieden met woonfunctie ($10^{-6}/j$) en tot aan gebieden met kwetsbare locaties ($10^{-7}/j$).

III.3.1. Bepaling van het plaatsgebonden mensrisico

III.3.1.1. Berekeningswijze

Het plaatsgebonden mensrisico wordt in de voorliggende studie berekend uitgaande van het *Handboek Windturbines* [2].

Het bladoppervlak wordt berekend als $0,029 \cdot D^{1,81}$ waarin D (m) de rotordiameter is, terwijl het kritieke oppervlak berekend wordt als 1,1 keer het bladoppervlak.

De verhouding s (-) van het totale bladoppervlak tot het oppervlak bestreken door de rotor wordt berekend uit de rotordiameter D (m):

$$s = \frac{3 \cdot 0,029 \cdot D^{1,81}}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}$$

Daarnaast worden er generieke waarden gebruikt voor de diameter van de mast (12 m), de lengte van de gondel (20 m), de breedte van de gondel (10 m) en de hoogte van de gondel (10 m). Voor de afstand van het zwaartepunt van het blad tot het rotorcentrum wordt uitgegaan van een generieke waarde gelijk aan 0,18 keer de rotordiameter.

III.3.1.2. Resultaten

De resultaten van de berekeningen worden getoond in tabel III.2. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de representatieve windturbines (zie § II.2.1). Voor de evaluatie van het plaatsgebonden mensrisico wordt verder uitgegaan van de maximale waarde voor elk van de scheidingsafstanden.

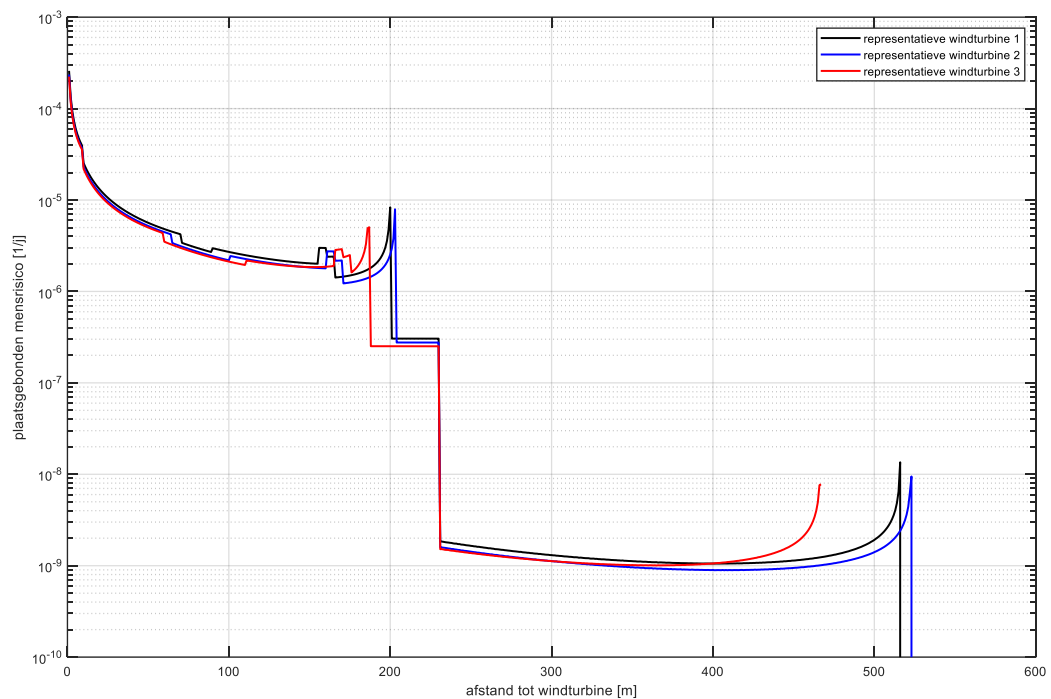
Tabel III.2 Berekende scheidingsafstanden

type	rotor-diameter [m]	ashoogte [m]	nom. toerental [tpm]	scheidingsafstanden [m]		
				externe activiteiten ($10^{-5}/j$)	gebied met woonfunctie ($10^{-6}/j$)	kwetsbare locaties ($10^{-7}/j$)
representatieve windturbine 1	140,8	159,6	11,5	27	200	230
representatieve windturbine 2	130	165	12,5	24	203	230
representatieve windturbine 3	120	170	12,5	23	187	230
				≤ 35	203	230

Voor het bepalen van de scheidingsafstand tot de isorisicocontour voor het plaatsgebonden mensrisico van $10^{-5}/j$ wordt er rekening mee gehouden dat deze afstand – in tegenstelling tot de werpafstanden – toeneemt met afnemend rotortoerental. Er wordt met andere woorden rekening gehouden met lagere nominale rotortoerentallen dan het maximale nominale rotortoerental uit de randvoorwaarden³. Vandaar dat geen exacte waarde wordt gegeven, maar een bovengrens i.c. 35 m.

Figuur III.1 toont het verloop van het berekende plaatsgebonden mensrisico in functie van de afstand tot de windturbine voor de representatieve windturbines opgesomd in tabel II.3.

Figuur III.1 Plaatsgebonden mensrisico van de windturbine



Op figuren II.1 – II.4 is telkens de maximale waarde van de effect- en risicoafstanden weergegeven. In tabellen III.1.1, III.1.2, III.1.3 en III.2 zijn deze maximale waarden in het vet weergegeven.

³ De reden waarom er ook rekening gehouden wordt met lagere nominale rotortoerentallen is om een conservatieve inschatting te kunnen maken van de scheidingsafstand tot de isorisicocontour van $10^{-5}/j$.

III.3.2. Evaluatie van het plaatsgebonden mensrisico

De scheidingsafstanden zijn bepaald voor de representatieve windturbines en vormen een overschatting van de scheidingsafstanden voor reële windturbintypes.

EXTERNE PERSONEN – De scheidingsafstand voor frequente en langdurige aanwezigheid⁴ van externe personen bedraagt max. 35 m (zie tabel III.2). Binnen deze afstand bevinden er zich geen wooneenheden en niet meer dan vijf permanente, individuele werkplaatsen. **Hieruit volgt dat aan het risicocriterium betreffende de $10^{-5}/j$ isorisicocontour voor externe activiteiten voldaan is.** Concreet bevindt er zich slechts één permanente, individuele werkplaats, m.n. een bureau in het gebouw van het pompstation van de VMM aan de Vrouwvliet (gebouw G3 op figuur II.3), binnen de $10^{-5}/j$ isorisicocontour.

GEBIEDEN MET WOONFUNCTIE – De scheidingsafstand voor gebieden met woonfunctie bedraagt max. 203 m (zie tabel III.2). Binnen deze afstand bevinden er zich geen woongebieden (zie figuur II.1). Bovendien bevindt er zich binnen deze afstand geen groep van minstens vijf (zonevreemde) woningen die een ruimtelijk aaneengesloten geheel vormen. **Hieruit volgt dat aan het risicocriterium betreffende de $10^{-6}/j$ isorisicocontour voor gebieden met woonfunctie voldaan is.**

GEBIEDEN MET KWETSBARE LOCATIES – Onder gebieden met kwetsbare locaties worden alle terreinen verstaan waarop zich scholen, ziekenhuizen, rust- of verzorgingstehuizen bevinden. De scheidingsafstand voor gebieden met kwetsbare locaties bedraagt max. 230 m (zie tabel III.2). Binnen deze afstand bevinden er zich geen gebieden met kwetsbare locaties. **Hieruit volgt dat aan het risicocriterium betreffende de $10^{-7}/j$ isorisicocontour voor gebieden met kwetsbare locaties voldaan is.**

⁴ Aangezien het plaatsgebonden mensrisico berekend wordt in de veronderstelling dat een persoon zich permanent op een en dezelfde plaats bevindt, is het plaatsgebonden mensrisico op een bepaalde plaats slechts een risicomaat voor personen die zich frequent en langdurig op die plaats bevinden.

III.4. Analyse van het groepsrisico

Het groepsrisico is afhankelijk van de aanwezige populatie. Hieronder wordt nagegaan of er zich een significante⁵ populatie in de omgeving van de windturbine bevindt. Indien dit het geval is, zal het groepsrisico berekend worden.

III.4.1. Populatie in de omgeving van de windturbine

PERSONEN IN OPENLUCHT – In de bepaling van het groepsrisico voor personen die zich in openlucht bevinden is de populatiedichtheid bepalend. Algemeen geldt dat hoe hoger de populatiedichtheid in de omgeving van de windturbine is, des te hoger is de kans dat 10 of meer personen tegelijkertijd getroffen worden. Typische voorbeelden van locaties die mogelijk relevant zijn voor het groepsrisico zijn locaties waar grote evenementen met veel publiek worden georganiseerd, zoals festivalterreinen en voetbalstadions.

Binnen de maximale effectafstand van de windturbine bevindt zich het recyclagepark Mechelen Noord. Het jaarlijkse aantal bezoekers van dit recyclagepark bedraagt ongeveer 80.000 [7]. Het recyclagepark is ongeveer 2.000 uren per jaar geopend. Dit betekent dat er gemiddeld ca. 40 bezoekers per uur zijn. Indien uitgegaan wordt van een gemiddelde duurtijd van een bezoek aan het recyclagepark van 20 minuten, is de gemiddelde aanwezigheid ca. 15 bezoekers. Indien uitgegaan wordt van de aanwezigheid van 3 werknemers en 15 bezoekers, bedraagt de uniforme populatiedichtheid ca. 36 personen per hectare.

Of een groep personen aanwezig in openlucht relevant is voor de evaluatie van het groepsrisico of niet kan nagegaan worden op basis van de minimale populatiedichtheid die zou leiden tot 10 of meer slachtoffers bij impact van de windturbine op de grond. Om een inschatting te maken van het verwachte aantal slachtoffers voor een bepaalde populatiedichtheid wordt de totale impactoppervlakte bepaald. In het geval van mastbreuk betreft dit de oppervlakte van de mast, de rotor en de gondel. Specifiek wordt uitgegaan van de volgende impactoppervlaktes:

- ❑ Voor de mast wordt uitgegaan van een lengte van 160 m en een gemiddelde⁶ diameter van 8 m. Dit geeft een impactoppervlakte van ca. 1.280 m² voor de volledige mast;
- ❑ Voor de bladen wordt de oppervlakte berekend als $0,029 \times D^{1,81}$. Dit geeft voor een rotordiameter $D = 120$ m een impactoppervlakte van ca. 225 m² (per blad);
- ❑ Voor de gondel wordt uitgegaan van een (afgeronde) oppervlakte van 200 m².

De maximale⁷ (totale) impactoppervlakte in het geval van mastbreuk bedraagt ca. 2.160 m². Opdat het verwachte aantal slachtoffers in het geval van een impact van de windturbine 10 of meer zou bedragen, is een populatiedichtheid van meer dan 45 personen per hectare vereist.

Er wordt besloten dat er binnen de maximale effectafstand van de windturbine geen locaties teruggevonden zijn waar een grote groep personen met een hoge populatiedichtheid in openlucht frequent en langdurig wordt verwacht in die mate dat ze relevant zou kunnen zijn voor de evaluatie van het groepsrisico.

⁵ significant voor wat betreft de evaluatie van het groepsrisico

⁶ Hier wordt rekening gehouden met het feit dat de diameter afneemt met de hoogte.

⁷ De werkelijke impactoppervlakte op een terrein zal doorgaans kleiner zijn, aangezien de windturbine niet in zijn geheel kan neerkomen op het terrein.

PERSONEN IN GEBOUWEN – Voor personen die zich binnen een gebouw bevinden wordt bladbreuk niet beschouwd. De relevante scenario's zijn bijgevolg enkel mastbreuk en gondelbreuk [2]. Wanneer een gebouw in het geval van mast- of gondelbreuk enkel door de tip van een blad (i.e. het bovenste deel van een blad) wordt geraakt, wordt aangenomen dat dit niet leidt tot het instorten van het gebouw. Wanneer een gebouw in het geval van mast- of gondelbreuk daarentegen wordt geraakt door de mast, de gondel of de voet van een blad (i.e. het onderste deel van een blad) wordt aangenomen dat dit leidt tot het volledig instorten van het gebouw. Voor de voorliggende studie betekent dit concreet dat het onwaarschijnlijk wordt geacht dat er 10 dodelijke slachtoffers of meer vallen in een gebouw dat zich op meer dan 191,6 m van de windturbine bevindt, aangezien dit gebouw bij mastbreuk niet kan getroffen worden door de mast, de gondel of de voet van een blad.

In tabel III.3 wordt een overzicht gegeven van de gebouwen die gelegen zijn binnen een straal van 191,6 m rond de windturbine. De populatie in deze gebouwen is evenwel niet steeds relevant voor de evaluatie van het groepsrisico. Er wordt immers aangenomen dat bij het instorten van (een deel van) een gebouw 50% van de aanwezige personen dodelijk getroffen wordt door de impact van brokstukken van het gebouw en/of delen van de windturbine [2]. Concreet betekent dit dat enkel wanneer er zich minstens 20 personen bevinden in (het deel van) het gebouw dat instort (of de gebouwen die gelijktijdig instorten), het potentieel aantal dodelijke slachtoffers 10 of meer bedraagt.

In de magazijnen G7 – G12 zijn in totaal tijdens de werkweek maximaal 125 personen werkzaam. De exacte verdeling van deze personen over de magazijnen fluctueert echter. In de berekening van het groepsrisico wordt dan ook uitgegaan van 250 personen verspreid over de magazijnen om aldus rekening te houden met een mogelijke concentratie van personen binnen een gebouw. Tijdens het weekend is de concentratie van personen binnen de gebouwen te laag om relevant te zijn in de berekening van het groepsrisico.

Tabel III.3 Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van de windturbine

gebouw	symbool ⁽¹⁾	aantal personen in het gebouw ⁽²⁾	tijdsfractie ⁽²⁾			relevant voor groepsrisico
			uren /dag	dagen /jaar	tijdsfractie	
Coffee and co.	G1	25	9	261	0,268	ja
Vleeswarenfabriek Favorit	G2	40	16	261	0,477	ja
VMM	G3	5	9	261	0,268	ja ⁽³⁾
		2	15	261	0,447	ja ⁽³⁾
		2	24	104	0,285	neen
K-punt	G4	12	9	261	0,268	ja ⁽³⁾
Koppert	G5	15	9	261	0,268	ja ⁽³⁾
Vitaleau	G6	4	9	261	0,268	ja ⁽³⁾
DHL Supply Chain Belgium / Pharma Logistics / Monta Belgium / Talkpool	G7	50	9	261	0,268	ja
	G8	50	9	261	0,268	ja
	G9	50	9	261	0,268	ja

	G10	50	9	261	0,268	ja
	G11	25	9	261	0,268	ja
	G12	25	9	261	0,268	ja
	G7 – G12 (samen)	15	7	261	0,209	neen
		4	8	261	0,238	neen
		25	24	104	0,285	neen
	G13	60	9	261	0,268	ja

⁽¹⁾ De gebouwen worden aan de hand van hun symbool getoond op figuur II.3.

⁽²⁾ Deze gegevens zijn bekomen van de opdrachtgever.

⁽³⁾ bij gelijktijdig treffen van meerdere gebouwen

Uit tabel III.3 blijkt dat er zich in de gebouwen die gelegen zijn binnen de relevante scheidingsafstand rond de windturbine een voor het groepsrisico relevante populatie bevindt. **Het groepsrisico van de windturbine wordt bepaald in § III.4.2.**

HOOFDTRANSPORTWEGEN VOOR PERSONENVERVOER – De personen die gebruikmaken van de verkeersinfrastructuur in de omgeving van de windturbine en die in het kader van de externe veiligheid mogelijk in rekening moeten worden gebracht zijn de gebruikers van hoofdspoorwegen voor personenvervoer, hoofdwegen of primaire wegen van de categorie I [3]. Binnen een straal van 230 m rond de windturbine bevinden zich geen relevante wegen (zie figuur II.3).

III.4.2. Bepaling en evaluatie van het groepsrisico

Er wordt aangenomen dat bij het instorten van (een deel van) een gebouw de helft van de aanwezige personen dodelijk getroffen wordt door de impact van brokstukken van het gebouw en/of delen van de windturbine.

De faalfrequentie voor breuk van een stalen mast bedraagt $5,8 \cdot 10^{-5}/j$. In de berekening van de kans op impact met een gebouw wordt uitgegaan van de volgende aannames:

- ❑ de frequentie voor mastbreuk aan de voet van de mast bedraagt $1,5 \cdot 10^{-5}/j$, het bovenste mastdeel roteert rond het breukpunt;
- ❑ de frequentie voor mastbreuk boven het maaiveld in de onderste helft van de mast bedraagt $3,5 \cdot 10^{-5}/j$ en is uniform verdeeld over de halve hoogte, het bovenste mastdeel roteert rond het breukpunt;
- ❑ de frequentie voor mastbreuk boven het maaiveld in de bovenste helft van de mast bedraagt $8,0 \cdot 10^{-6}/j$ en is uniform verdeeld over de halve hoogte, het bovenste mastdeel roteert rond het breukpunt;
- ❑ de hoek waarin de mast valt is onafhankelijk van de windrichting (uniforme verdeling).

De kans wordt bepaald dat het gebouw getroffen wordt door de gondel, de mast of het onderste deel van het blad. Deze impactkans leidt tot conservatieve resultaten, aangezien ze de kans geeft dat het gebouw getroffen wordt en niet de kans dat het gebouw op een dusdanige wijze getroffen wordt dat het kan instorten. Voor het scenario van mastbreuk aan de voet wordt de kans bepaald door de hoek waarin de mast dient te vallen opdat het gebouw zou getroffen worden, terwijl voor het scenario van mastbreuk boven het maaiveld de kans bepaald wordt door de oppervlakte waarin de gondel dient te vallen

opdat het gebouw zou getroffen worden. De verschillende hoeken en oppervlaktes die van belang zijn in de bepaling van het groepsrisico van de windturbine worden getoond in figuur III.2.

In de bepaling van het groepsrisico wordt rekening gehouden met de tijdsfractie waarin de personen aanwezig zijn in de gebouwen. Deze tijdsfractie wordt gegeven in tabel III.3.

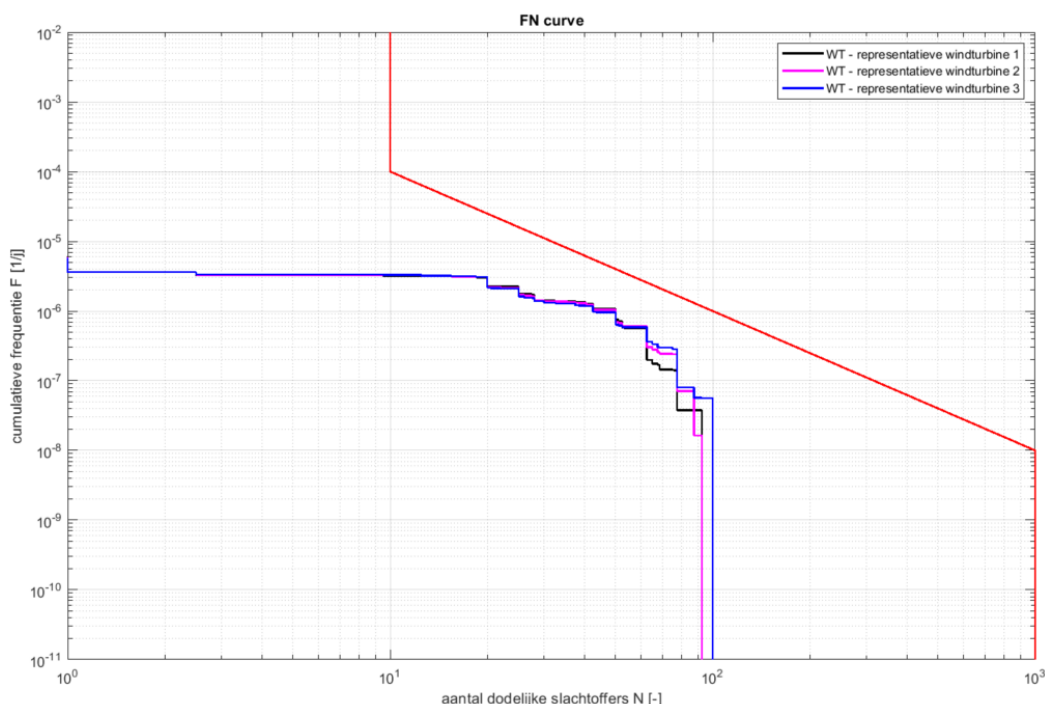
Er wordt rekening gehouden met het gelijktijdig treffen van gebouwen.

Indien de afstand tot een gebouw kleiner is dan de effectafstand van het zwaartepunt van een rotorblad in het geval van gondelbreuk, wordt tevens – indien de aanwezige populatie in het gebouw relevant is voor de evaluatie van het groepsrisico – rekening gehouden met de faalwijzen gondelbreuk en mastbreuk in de bovenste masthelft.

De benodigde gegevens en tussenresultaten voor de berekening van het groepsrisico worden getoond in tabel III.4 voor de representatieve windturbine 3 (zie ook figuur III.2)⁸. Deze tabel is opgenomen in § VI achteraan dit document.

Het groepsrisico dat uitgaat van de inplanting van de windturbine, wordt – rekening houdend met de huidige omgeving, de hoger vermelde aannames en de resultaten van de kansberekeningen – getoond in figuur III.3. Het criterium voor het groepsrisico wordt getoond in de figuur door middel van de rode lijn. Het berekende groepsrisico (de zwarte lijn) dient zich onder deze rode lijn te bevinden. **Uit de figuur blijkt dat het groepsrisico van de windturbine voldoet aan het criterium.**

Figuur III.3 Groepsrisicocurve uitgaande van de windturbine



⁸ Het blijkt dat het berekende groepsrisico voor de representatieve windturbines quasi gelijk is. Vandaar dat slechts voor één windturbintype de gedetailleerde gegevens en tussenresultaten zijn opgenomen in de studie.

III.5. Analyse van de indirecte risico's

Sevesostoffen kunnen aanwezig zijn op het terrein van de inrichtingen die in de omgeving van de windturbine gevestigd zijn maar ook in ondergrondse leidingen en de bijhorende bovengrondse installaties (zoals drukreducerstations) of ter hoogte van transportroutes (bv. in tankwagens of spoorwagens).

Hieronder wordt nagegaan of er zich relevante installaties met Sevesostoffen in de omgeving van de windturbine bevinden. Indien dit het geval is, zal het indirecte risico van deze installaties geanalyseerd worden. De aard van de analyse hangt af van de aard van de installatie.

INRICHTINGEN MET SEVESOSTOFFEN – Er bevinden zich geen Seveso-inrichtingen of LPG-, LNG-, CNG-, of waterstofstankstations binnen de maximale effectafstand (max. 565 m) van de windturbine (zie figuur II.4). Bovendien bevinden er zich geen inrichtingen van klasse 1 omwille van de aanwezigheid van Sevesostoffen binnen de effectafstand voor mastbreuk (max. 230 m). **Er is bijgevolg geen nadere analyse vereist.**

ONDERGRONDSE TRANSPORTLEIDINGEN – Uit een analyse van de mogelijke scenario's en de mogelijke schademechanismen bij impact van een windturbine op de grond (m.n. penetratie en grondtrillingen) [4] blijkt dat mogelijke domino-effecten van een windturbine op een ondergrondse leiding slechts relevant zijn indien de afstand tussen de windturbine en de leiding kleiner is dan een bepaalde scheidingsafstand. Deze scheidingsafstand wordt berekend op basis van de gegevens van de windturbine (de massa van de gondel, de rotor en het bovenste mastdeel en de ashoogte) en bedraagt max. 203 m voor de windturbine⁹.

Via het Kabel- en Leidinginformatieportaal (KLIP) is nagegaan of in het projectgebied transportleidingen met Sevesostoffen gelegen zijn. Er bevinden zich geen relevante¹⁰ ondergrondse leidingen met Sevesostoffen binnen de berekende scheidingsafstand. De transportleiding beheerd door BPO bevindt zich immers op ca. 250 m van de windturbine. (zie ook figuur II.4). **Er is bijgevolg geen nadere analyse vereist.**

DRUKREDUCEERSTATIONS – Er bevinden zich geen drukreducerstations binnen de maximale effectafstand (max. 565 m) van de windturbine (zie ook figuur II.4). **Er is bijgevolg geen nadere analyse vereist.**

TRANSPORT – In de omgeving van de windturbine worden mogelijk Sevesostoffen getransporteerd. Enkel in uitzonderlijke gevallen zal het indirecte risico van het transport van Sevesostoffen over de weg, het spoor of het water mogelijk relevant zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de aanwezigheid van een LNG-bunkerschip binnen de maximale effectafstand van een windturbine. Een dergelijk geval wordt hier niet teruggevonden. **Er is bijgevolg geen nadere analyse vereist.**

⁹ Deze scheidingsafstand is berekend uitgaande van een max. ashoogte van 170 m en een max. massa van de gondel, de rotor en het bovenste mastdeel van 400 ton.

¹⁰ Voor wat betreft het externe risico is uit ervaring gebleken dat de lagedruk- en middendrukaardgasleidingen niet relevant zijn, aangezien deze een verwaarloosbare invloed hebben op het externe mensrisico. Deze leidingen worden dan ook niet mee opgenomen in een mogelijke nadere analyse.

III.6. Samenvatting: Evaluatie van de externe risico's

III.6.1. Directe risico's

Het plaatsgebonden mensrisico van de windturbine is geanalyseerd in § III.3. Er wordt besloten dat het plaatsgebonden mensrisico van de windturbine voldoet aan de in Vlaanderen gehanteerde risicocriteria:

- Er bevinden zich minder dan vijf permanente, individuele werkplaatsen binnen de isorisicocontour van $10^{-5}/j$;
- Er bevinden zich geen woningen binnen de isorisicocontour van $10^{-5}/j$;
- Er bevinden zich geen gebieden met woonfunctie binnen de isorisicocontour van $10^{-6}/j$;
- Er bevinden zich geen kwetsbare locaties binnen de isorisicocontour van $10^{-7}/j$.

Het groepsrisico van de windturbine is geanalyseerd in § III.4. Er wordt besloten dat het groepsrisico van de windturbine voldoet aan het criterium.

III.6.2. Indirecte risico's

De indirecte risico's ten gevolge van de inplanting van de windturbine houden verband met de aanwezigheid van Sevesostoffen in installaties in de omgeving van de windturbine en zijn geanalyseerd in § III.5.

Er zijn geen relevante installaties met Sevesostoffen aanwezig in de omgeving¹¹ van de windturbine.

III.7. Adviesvragen

III.7.1. Nucleaire inrichtingen

Er bevinden zich geen nucleaire inrichtingen die federaal vergund zijn en ingedeeld zijn in klasse I binnen de 2 km van de inplantingslocatie van de windturbine.

III.7.2. Hoogspanningsinfrastructuur

De adviesgrensafstand (i.e. 3,5 keer rotordiameter) bedraagt maximaal 492,8 m. [5] Er bevindt zich geen bovengrondse hoogspanningsinfrastructuur van Elia binnen deze afstand van de inplantingslocatie van de windturbine.

¹¹ binnen de van toepassing zijnde scheidingsafstanden

IV. BESLUIT

Projectontwikkelaar Ecopower wenst één windturbine te realiseren op het grondgebied van de gemeente Mechelen.

Deze veiligheidsstudie bestudeert de externe risico's die uitgaan van de windturbine zelf (directe risico's) en de indirecte risico's ten gevolge van installaties met Sevesostoffen die in de omgeving van de windturbine aanwezig zijn.

Uit deze veiligheidsstudie wordt besloten dat de inplanting van de windturbine op de voorgestelde locatie en onder de toegepaste randvoorwaarden heden voldoet aan de criteria die in het kader van de externe veiligheid voor windturbines in Vlaanderen worden gehanteerd.

Filip Van
den Schoor
(Signature)

Digitaal
ondertekend door
Filip Van den
Schoor (Signature)
Datum: 2026.07.06
13:50:07 +02'00'

Filip Van den Schoor

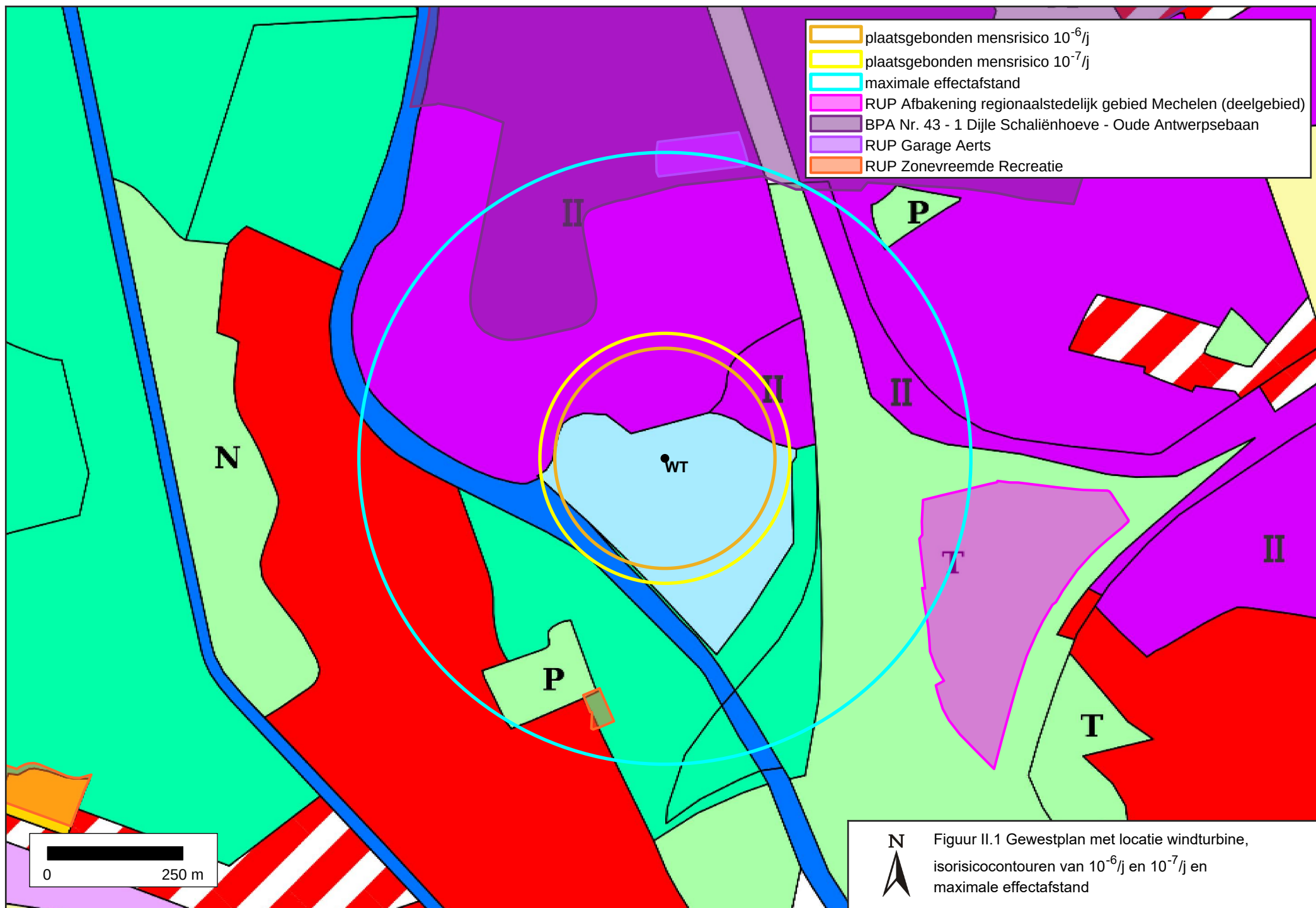
Erkend VR-deskundige¹²

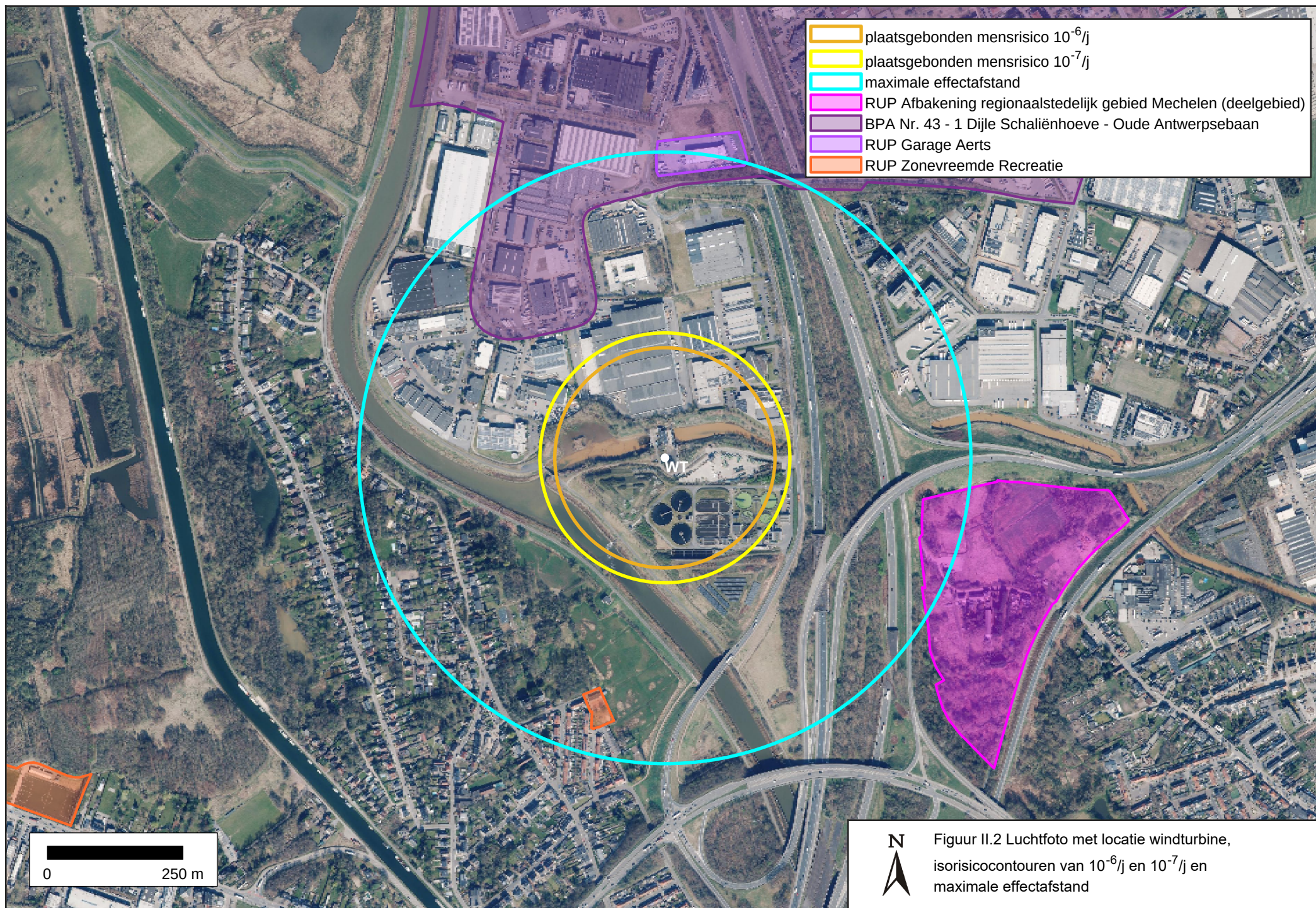
¹² erkenning met nummer 2013/VR084, onbeperkt geldig.

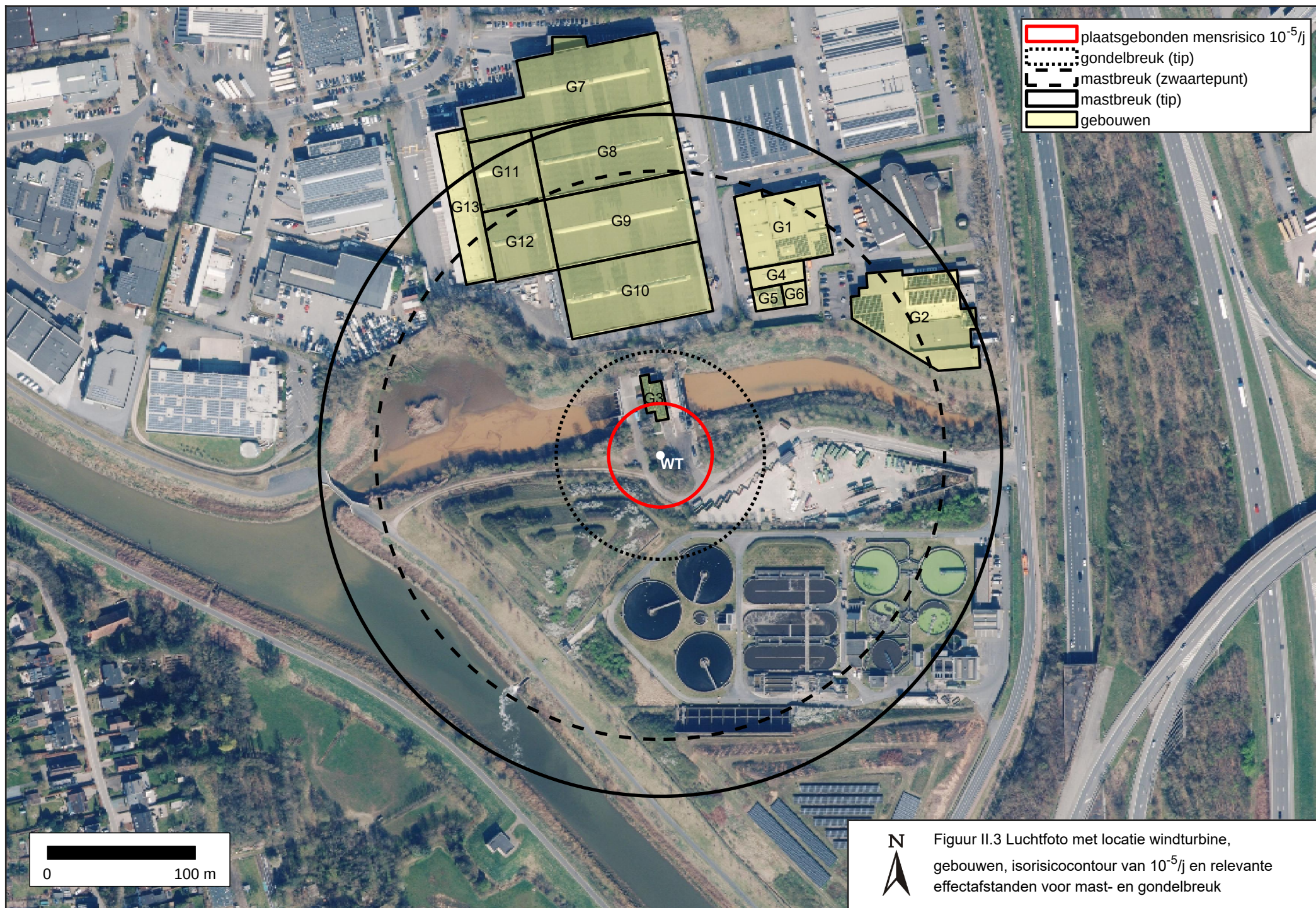
V. REFERENTIES

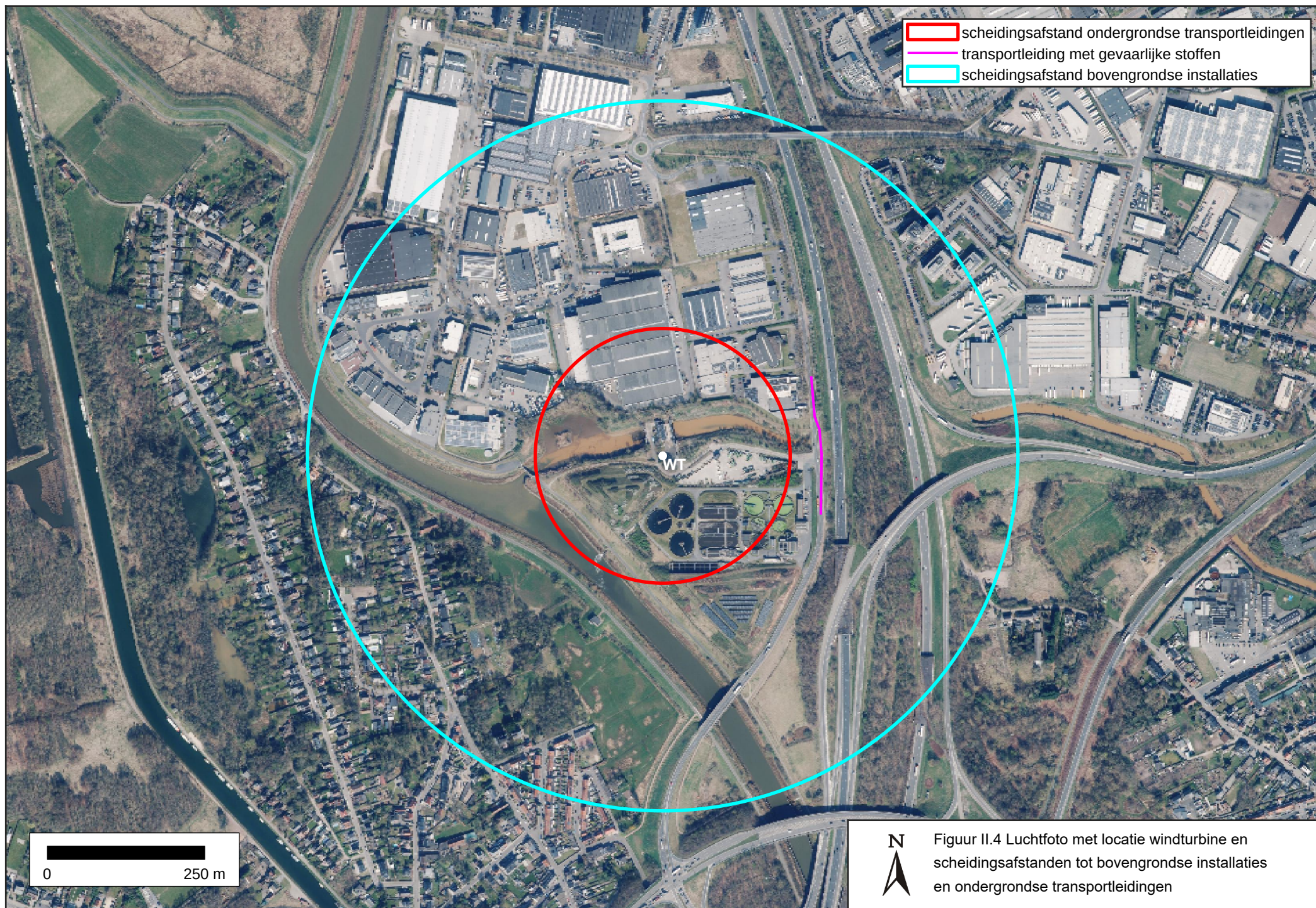
- [1] *Beoordelingskader Windturbines. Code van goede praktijken inzake risicocriteria voor windturbines* – versie 1.0 d.d. 01/10/2019, Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, 2019.
- [2] *Handboek Windturbines. Richtlijnen voor de risicoberekeningen van windturbines* – versie 3.0 d.d. 01/02/2025, Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, 2025.
- [3] *Veiligheidsstudies Windturbines. Praktische leidraad voor het opstellen van veiligheidsstudies voor windturbines* – versie 2.0 d.d. 01/12/2022, Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, 2022.
- [4] *Scheidingsafstanden tussen windturbines en ondergrondse pijpleidingen met betrekking tot externe veiligheid*, M-tech en SGS, september 2015.
- [5] *Advies van Elia bij het oprichten van windturbines in de nabijheid van hoogspanningsinstallaties*, Elia, februari 2024.
- [6] *Effectmodellering windturbines. Externe veiligheid* – versie 2.0, Antea Group en Pondera, 2024.
- [7] *Activiteitenverslag 2024*, Ivarem, 2025.

VI. FIGUREN EN TABELLEN











Tabel III.4 Berekening groepsrisico windturbine
(representatieve windturbine 3)

getroffen objecten *	trefhoek [°]	trefoppervlakte [m²]	totale trefkans [1/j]	tijdssegment	overeenkomstige tijdsfractie [-]	bezetting van gebouwen	f [1/j]	N [-]
G10, G11, G12, G8, G9	6.5	0	2.71E-07	week: 8-17 u	0.268	200	7.26E-08	100
G10, G12, G13, G9	0.1	0	4.17E-09	week: 8-17 u	0.268	185	1.12E-09	92.5
G10, G12, G8, G9	2.6	0	1.08E-07	week: 8-17 u	0.268	175	2.89E-08	87.5
G10, G3, G8, G9	23.4	0	9.75E-07	week: 8-17 u	0.268	155	2.61E-07	77.5
G10, G11, G12, G9	0.7	0	2.92E-08	week: 8-17 u	0.268	150	7.82E-09	75
G10, G8, G9	0.9	0	3.75E-08	week: 8-17 u	0.268	150	1.00E-08	75
G11, G12, G8, G9	0	30	1.15E-08	week: 8-17 u	0.268	150	3.08E-09	75
G1, G10, G4, G9	0	70	2.68E-08	week: 8-17 u	0.268	137	7.18E-09	68.5
G10, G12, G13	3.6	0	1.5E-07	week: 8-17 u	0.268	135	4.02E-08	67.5
G1, G10, G3, G9	2.8	0	1.17E-07	week: 8-17 u	0.268	130	3.13E-08	65
G1, G10, G9	2.3	350	2.30E-07	week: 8-17 u	0.268	125	6.16E-08	62.5
G10, G12, G9	5.1	1570	8.14E-07	week: 8-17 u	0.268	125	2.18E-07	62.5
G12, G8, G9	0	70	2.68E-08	week: 8-17 u	0.268	125	7.18E-09	62.5
G10, G3, G9	4.1	0	1.71E-07	week: 8-17 u	0.268	105	4.58E-08	52.5
G1, G10, G4, G5	0	240	9.19E-08	week: 8-17 u	0.268	102	2.46E-08	51
G10, G9	0	3670	1.4E-06	week: 8-17 u	0.268	100	3.75E-07	50
G8, G9	0	400	1.53E-07	week: 8-17 u	0.268	100	4.10E-08	50
G1, G10, G4	0	130	4.98E-08	week: 8-17 u	0.268	87	1.33E-08	43.5
G12, G13	13.1	1100	9.67E-07	week: 8-17 u	0.268	85	2.59E-07	42.5
G1, G2, G4, G6	1.4	90	9.28E-08	week: 8-17 u	0.268	81	2.49E-08	40.5
G10, G4, G5	0	190	7.27E-08	week: 8-17 u	0.268	77	1.95E-08	38.5
G1, G10	5	0	2.08E-07	week: 8-17 u	0.268	75	5.57E-08	37.5
G1, G9	0	70	2.68E-08	week: 8-17 u	0.268	75	7.18E-09	37.5
G10, G12	0	100	3.83E-08	week: 8-17 u	0.268	75	1.03E-08	37.5
G12, G9	0	270	1.03E-07	week: 8-17 u	0.268	75	2.76E-08	37.5
G1, G2	2.9	20	1.29E-07	week: 8-17 u	0.268	65	3.45E-08	32.5
G10, G5	0	120	4.59E-08	week: 8-17 u	0.268	65	1.23E-08	32.5
G10, G4	0	10	3.83E-09	week: 8-17 u	0.268	62	1.03E-09	31
G13	5.5	170	2.94E-07	week: 8-17 u	0.268	60	7.88E-08	30

getroffen objecten *	trefhoek [°]	trefoppervlakte [m²]	totale trefkans [1/j]	tijdssegment	overeenkomstige tijdsfractie [-]	bezetting van gebouwen	f [1/j]	N [-]
G1, G4, G5, G6	5.4	1080	6.38E-07	week: 8-17 u	0.268	56	1.71E-07	28
G2, G4, G6	0	100	3.83E-08	week: 8-17 u	0.268	56	1.03E-08	28
G10, G3	0	310	1.19E-07	week: 8-17 u	0.268	55	3.19E-08	27.5
G1, G4, G5	5.7	250	3.34E-07	week: 8-17 u	0.268	52	8.94E-08	26
G10	0	5640	2.16E-06	week: 8-17 u	0.268	50	5.79E-07	25
G9	0	380	1.45E-07	week: 8-17 u	0.268	50	3.88E-08	25
G2, G6	0	220	8.42E-08	week: 8-17 u	0.268	44	2.26E-08	22
G1, G4, G6	2.7	310	2.32E-07	week: 8-17 u	0.268	41	6.21E-08	20.5
G1, G2	2.9	20	1.29E-07	week: 6-8 u & 17-22 u	0.208	40	2.68E-08	20
G1, G2, G4, G6	1.4	90	9.28E-08	week: 6-8 u & 17-22 u	0.208	40	1.93E-08	20
G2	27.1	1490	1.70E-06	week: 8-17 u	0.268	40	4.55E-07	20
G2	27.1	1490	1.70E-06	week: 6-8 u & 17-22 u	0.208	40	3.54E-07	20
G2, G4, G6	0	100	3.83E-08	week: 6-8 u & 17-22 u	0.208	40	7.98E-09	20
G2, G6	0	220	8.42E-08	week: 6-8 u & 17-22 u	0.208	40	1.75E-08	20
G1, G4	3.7	550	3.65E-07	week: 8-17 u	0.268	37	9.78E-08	18.5
G4, G5, G6	0	590	2.26E-07	week: 8-17 u	0.268	31	6.05E-08	15.5
G4, G5	0	90	3.45E-08	week: 8-17 u	0.268	27	9.24E-09	13.5
G1	5.2	340	3.47E-07	week: 8-17 u	0.268	25	9.29E-08	12.5
G12	0	160	6.12E-08	week: 8-17 u	0.268	25	1.64E-08	12.5

* De gebouwen worden aan de hand van hun symbool getoond in figuur III.2.