

Encon
Kieleberg 71
B-3740 Bilzen

Veiligheidsstudie

Windturbineproject Nolimpark Pelt



april 2024 – versie 0.4

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	iv
I. Inleiding	I.1
II. Projectbeschrijving	II.1
II.1. Inplantingslocaties.....	II.1
II.2. Gegevens windturbines.....	II.2
II.2.1. Technische gegevens.....	II.2
II.2.2. Risicobeperkende maatregelen.....	II.4
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.3
III.2.3. Bladbreuk.....	III.4
III.2.4. IJsworp en ijssval.....	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.11
III.4.1. Populatie in de omgeving van de windturbines.....	III.11
III.4.2. Bepaling en evaluatie van het groepsrisico.....	III.12
III.5. Analyse van de indirecte risico's.....	III.24
III.5.1. Aanwezigheid van gevaarlijke stoffen.....	III.24
III.5.2. Analyse van het indirecte risico van Nyrstar Belgium.....	III.25
III.5.3. Analyse van het indirecte risico van EverZinc.....	III.27
III.5.4. Analyse van het indirecte risico van Tigro Industries.....	III.28
III.5.5. Indirect risico van het LPG-tankstation van Esso.....	III.30
III.6. Cumulatieve effecten.....	III.31
III.6.1. Plaatsgebonden mensrisico's.....	III.31
III.6.2. Groepsrisico.....	III.31
III.6.3. Indirecte risico.....	III.31
III.7. Samenvatting: Evaluatie van de externe risico's.....	III.32
III.7.1. Directe risico's.....	III.32
III.7.2. Indirecte risico's.....	III.32
III.8. Adviesvragen.....	III.32
III.8.1. Nucleaire inrichtingen.....	III.32
III.8.2. Hoogspanningsinfrastructuur.....	III.32
IV. Besluit	IV.1
V. Referenties	V.1
VI. Figuren	VI.1

TABELLEN- EN FIGURENLIJST

Tabellen

Tabel II.1 Lambert 72-coördinaten windturbines.....	II.2
Tabel II.2 Randvoorwaarden gegevens windturbines.....	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 voor het plaatsgebonden mensrisico.....	III.6
Tabel III.3(a) Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van windturbine WT2.....	III.14
Tabel III.4(a) Berekening groepsrisico windturbine WT2.....	III.14
Tabel III.3(b) Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van windturbine WT3a.....	III.16
Tabel III.4(b) Berekening groepsrisico windturbine WT3a.....	III.16
Tabel III.3(c) Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van windturbine WT3b.....	III.18
Tabel III.4(c) Berekening groepsrisico windturbine WT3b.....	III.18
Tabel III.3(d) Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van windturbine WT4.....	III.20
Tabel III.4(d) Berekening groepsrisico windturbine WT4.....	III.20
Tabel III.3(e) Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van windturbine WT5.....	III.22
Tabel III.4(e) Berekening groepsrisico windturbine WT5.....	III.22
Tabel III.5 Lambert 72-coördinaten en karakteristieken operationele windturbines.....	III.31

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

Figuren

Figuur II.1 Gewestplan met locatie windturbines, isorisicocontouren van $10^{-6}/j$ en $10^{-7}/j$ en maximale effectafstand.....	▼
Figuur II.2 Luchtfoto met locatie windturbines, isorisicocontouren van $10^{-6}/j$ en $10^{-7}/j$ en maximale effectafstand.....	▼
Figuur II.3(a) Luchtfoto met locatie windturbine WT2, gebouwen, isorisicocontour van $10^{-5}/j$ en relevante effectafstanden voor mast- en gondelbreuk.....	▼
Figuur II.3(b) Luchtfoto met locatie windturbine WT3a, gebouwen en wegen, isorisicocontour van $10^{-5}/j$ en relevante effectafstanden voor mast- en gondelbreuk.....	▼
Figuur II.3(c) Luchtfoto met locatie windturbine WT3b, gebouwen, isorisicocontour van $10^{-5}/j$ en relevante effectafstanden voor mast- en gondelbreuk.....	▼

Figuur II.3(d) Luchtfoto met locatie windturbine WT4, gebouwen en wegen, isorisisocontour van $10^{-5}/j$ en relevante effectafstanden voor mast- en gondelbreuk.....	▼
Figuur II.3(e) Luchtfoto met locatie windturbine WT5, gebouwen, isorisisocontour van $10^{-5}/j$ en relevante effectafstanden voor mast- en gondelbreuk.....	▼
Figuur II.4 Luchtfoto met locatie windturbines en scheidingsafstanden tot bovengrondse installaties en ondergrondse transportleidingen.....	▼
Figuur II.5 Luchtfoto met locatie windturbines (project) en vergunde windturbines met max. effectafstanden voor mast- en bladbreuk.....	▼
Figuur II.6 Luchtfoto met locatie windturbines en hoogspanningsinfrastructuur	▼
Figuur III.1 Plaatsgebonden mensrisico van de windturbines	III.7
Figuur III.2(a) Locatie windturbine WT2 en gebouwen en hoeken en oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico.....	▼
Figuur III.2(b) Locatie windturbine WT3a en gebouwen en wegen en hoeken en oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico.....	▼
Figuur III.2(c) Locatie windturbine WT3b en gebouwen en hoeken en oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico.....	▼
Figuur III.2(d) Locatie windturbine WT4 en gebouwen en wegen en hoeken en oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico.....	▼
Figuur III.2(e) Locatie windturbine WT5 en gebouwen en hoeken en oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico.....	▼
Figuur III.3(a) Groepsrisicocurve van windturbine WT2.....	III.15
Figuur III.3(b) Groepsrisicocurve van windturbine WT3a.....	III.17
Figuur III.3(c) Groepsrisicocurve van windturbine WT3b.....	III.19
Figuur III.3(d) Groepsrisicocurve van windturbine WT4.....	III.21
Figuur III.3(e) Groepsrisicocurve van windturbine WT5.....	III.23
Figuur III.4 Installaties met gevaarlijke stoffen op het terrein van Nyrstar Belgium.....	▼
Figuur III.5 Installaties met gevaarlijke stoffen op het terrein van EverZinc	▼
Figuur III.6 Installaties met gevaarlijke stoffen op het terrein van Tigro Industries.....	▼
Figuur III.7 Installaties met gevaarlijke stoffen op het terrein van het LPG-tankstation van Esso.....	▼

TERMINOLOGIE EN AFKORTINGEN

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

BPA	bijzonder plan van aanleg
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.
Gevaarlijke stoffen	Stoffen of mengsels, beantwoordend aan de criteria in bijlage 1, deel 1 of genoemd in bijlage 1, deel 2 van het Samenwerkingsakkoord
Groepsrisico	Het groepsrisico is de kans, per jaar, dat een aantal personen in de omgeving gelijktijdig omkomen door het falen van een windturbine.
Hoofdwegen	De wegen zoals dusdanig aangegeven in het Ruimtelijk structuurplan Vlaanderen, gecoördineerde versie 2011
IEC	International Electrotechnical Commission
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

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 geplande windturbines op hun omgeving. Concreet gaat het om een gepland project met vijf windturbines op het bedrijventerrein Nolimpark op het grondgebied van de gemeente Pelt.

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].

In § II van dit rapport worden de windturbines nader gesitueerd en worden de wat betreft het risico relevante karakteristieken van de windturbines 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 (senior consultant) samen met Anna-Lee Robben (omgevingsconsultant).

Reproductie van de volledige studie is toegestaan. Gedeelten van de veiligheidsstudie mogen slechts worden gereproduceerd na verkregen schriftelijke toestemming van M-tech Group nv of één van zijn dochtervennootschappen.

II. PROJECTBESCHRIJVING

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

II.1. Inplantingslocaties

De windturbines worden voorzien op het bedrijventerrein Nolimpark op het grondgebied van de gemeente Pelt. Een uittreksel van het gewestplan met de aanduiding van de inplantingslocaties van de windturbines wordt opgenomen als figuur II.1. Deze figuur is (samen met enkele andere figuren) opgenomen in § VI achteraan dit document.

De inplantingslocaties van de windturbines bevinden zich in industriegebied volgens het gewestplan. Ter hoogte van de inplantingslocaties van de windturbines is het provinciaal ruimtelijk uitvoeringsplan (RUP) *Afbakening kleinstedelijk gebied Neerpelt-Overpelt* van kracht. Dit plan legt de afbakeningslijn van het kleinstedelijk gebied Pelt vast. Verder wijzigt dit plan de bestemming van de bufferzone (deelgebied 8: Nolimpark Zuid) gelegen ten westen van windturbine WT4 in regionaal bedrijventerrein en landschapsbuffer (langs het woongebied). Op het bedrijventerrein zijn regionale bedrijven met als hoofdactiviteiten o.a. productie, opslag, bewerking en verwerking van goederen en productie van energie toegelaten. Seveso-inrichtingen zijn toegelaten in dit gebied.

Ten oosten van de inplantingslocatie van windturbine WT5 is het bijzonder plan van aanleg (BPA) *Overpelt fabriek* van kracht. Dit plan wijzigt de bestemming van het gebied voor gemeenschapsvoorzieningen en algemeen nut in hoofdzakelijk zone voor industrie en zone voor parking.

Ten oosten van de inplantingslocatie van windturbine WT5 is eveneens het gemeentelijk RUP *Tuinwijk* van kracht. De bestemming binnen het effectgebied van de windturbine wordt evenwel niet gewijzigd door dit plan.

Ten noorden van windturbine WT2 en ten zuidoosten van windturbine WT5 is het gemeentelijk RUP *Nolim Noord* van kracht. Dit plan wijzigt de bestemming van de bufferzone in hoofdzakelijk zone voor lokale bedrijvigheid, (reservatie)zone voor openbaar nut en zone voor buffer. In de zone voor openbaar nut bevindt zich de hoogspanningspost *Overpelt* van Elia. De reservatiezone voor openbaar nut maakt een toekomstige uitbreiding van deze post mogelijk.

Ten zuiden van de inplantingslocatie van windturbine WT3a en ten oosten van de inplantingslocatie van windturbine WT3b is het gemeentelijk RUP *Campus Noord* lopende. Dit plan voorziet in een wijziging van de bestemming van een deel van het industriegebied in zone voor bedrijvigheid. Deze zone is bestemd voor economische activiteiten die zich inpassen in een campusmodel en georganiseerd worden vanuit één centraal beheer. Naast werkplekken zijn ook activiteiten ondersteunend en ondergeschikt aan de werkplekken toegelaten, zoals een kinderdagverblijf, horeca en ontspanning. Seveso-inrichtingen zijn niet toegelaten in deze zone.

De meeste van de bovenstaande plannen hebben geleid tot een (geplande) uitbreiding van het bedrijventerrein. Binnen het effectgebied van de windturbines is het grootste deel van het bedrijventerrein reeds ontwikkeld. Enkel langs de N71 zijn nog enkele zones

binnen het effectgebied van windturbines WT3a, WT3b en WT4 niet ontwikkeld (zie ook figuur II.2).

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

Op figuur II.2 wordt het windturbineproject getoond op een kleurenorthofoto.

De windturbines worden voorzien op de locaties gegeven in de onderstaande tabel.

Tabel II.1 Lambert 72-coördinaten windturbines

windturbine	X-coördinaat	Y-coördinaat
WT2	221 905	213 075
WT3a	221 586	212 651
WT3b	221 409	212 272
WT4	220 517	212 383
WT5	221 106	214 033

In de omgeving van het projectgebied bevinden er zich vier operationele windturbines ST1 – ST3 en LW1 (zie figuur II.5). De mogelijke cumulatieve effecten worden geanalyseerd in § III.6.

II.2. Gegevens windturbines

II.2.1. Technische gegevens

Het project betreft de bouw en exploitatie van vijf windturbines. Er wordt in deze veiligheidsstudie uitgegaan van de randvoorwaarden¹ uit de onderstaande tabel voor de gegevens van de windturbines. Het besluit van de veiligheidsstudie is geldig voor alle windturbinetypes die aan deze randvoorwaarden voldoen.

Tabel II.2 Randvoorwaarden gegevens windturbines

wind-turbine	max. rotordiameter D [m]	max. tiphoogte [m]	max. nominaal rotortoerental [tpm]	max. massa gondel, rotor en bovenste mastdeel [ton]
WT2	117	150	15	300
WT3a	117	150	15	300
WT3b	117	150	15	300
WT4	117	150	15	300
WT5	145	173	12,6	500

Verder wordt er uitgegaan van generieke waarden voor de (maximale) diameter van de mast (12 m), de hoogte van de gondel (10 m), de lengte van de gondel (20 m) en de breedte 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].

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

De belangrijkste gegevens van de windturbinetypes die mogelijk in de vergunningsaanvraag worden voorzien, worden opgesomd in de onderstaande tabel.

Tabel II.3 Windturbinetypes en belangrijkste gegevens

type	rotordiameter D [m]	ashoogte [m]	tiphoogte [m]	nominaal toerental [rpm]
windturbines WT2 – WT4				
Enercon E-82 EP2 E4	82	108	149	17,5
Nordex N117	117	91	149,5	11,9
Vestas V110	110	95	150	14,9
Vestas V117	117	91,5	150	13,9
Vestas V117	117	91,5	150	14
windturbine WT5				
Enercon E-138	138,2	95,6	164,7	11,1
Nordex N131	131	84	149,5	12,6
Nordex N133	133	102	168,5	11
Vestas V136	136	82	150	10,8
Siemens-Gamesa SG145	145	91	163,5	12

Er wordt opgemerkt dat het windturbinetype Enercon E-82 een hoger nominaal rotor-toerental heeft dan de randvoorwaarde voor windturbines WT2 – WT4 opgesomd in tabel II.2. Uit controleberekeningen blijkt evenwel dat de conclusies van de voorliggende veiligheidsstudie voor windturbines WT2 – WT4 ook gelden voor dit windturbinetype. Zo wordt in figuur III.1 het plaatsgebonden mensrisico van de Enercon E-82 vergeleken met dat van het windturbinetype dat representatief is voor windturbines WT2 – WT4. In figuren III.3(a) – (d) wordt op gelijkaardige wijze het groepsrisico vergeleken.

II.2.2. Risicobeperkende maatregelen

Bij het ontwerp van windturbines 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 bliksemafleidersysteem, 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 enkel 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 gevaarlijke stoffen) 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 gevaarlijke stoffen 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.

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 de effectafstanden wordt weergegeven in de onderstaande tabel voor de verschillende windturbines.

Tabel III.1.1 Effectafstanden gondelbreuk

wind-turbine	rotordiameter [m]	effectafstand zwaartepunt van een blad [m]	effectafstand tip van een blad [m]
WT2	117	21	58,5
WT3a	117	21	58,5
WT3b	117	21	58,5
WT4	117	21	58,5
WT5	145	26	72

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 terecht komt).

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;
- ❑ 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 de effectafstanden wordt weergegeven in de onderstaande tabel voor de verschillende windturbines.

Tabel III.1.2 Effectafstanden mastbreuk

windturbine	rotordiameter [m]	ashoogte [m]	tiphoogte [m]	effectafstand zwaartepunt van een blad [m]	effectafstand tip van een blad [m]
WT2	117	91,5	150	112,6	150
WT3a	117	91,5	150	112,6	150
WT3b	117	91,5	150	112,6	150
WT4	117	91,5	150	112,6	150
WT5	145	100,5	173	126,6	173

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 de onderstaande tabel. De afstanden zijn bekomen op basis van berekeningen voor de windturbines die voldoen aan de randvoorwaarden opgesomd in § 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

windturbine	rotor-diameter [m]	ashoogte [m]	nom. toerental [rpm]	maximale werpafstand zwaartepunt [m]		max. effectafstand tip van een blad [m]
				bladbreuk bij nominaal toerental	bladbreuk bij overtoeren	
WT2	117	91,5	15	183	531	568
WT3a	117	91,5	15	183	531	568
WT3b	117	91,5	15	183	531	568
WT4	117	91,5	15	183	531	568
WT5	145	100,5	12,6	209	610	658

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 ijsdetectiesysteem kan echter niet voorkomen dat er ijs gevormd wordt op de rotorbladen. Er kunnen evenwel maatregelen getroffen worden om het risico dat verbonden is aan ijssval te beperken. Bijvoorbeeld:

- ❑ Indien er activiteiten plaatsvinden binnen de halve rotordiameter, wordt bij ijsdagen een visuele controle op ijsvorming uitgevoerd alvorens de activiteiten aan te vatten.
- ❑ Indien er ijs gedetecteerd wordt, wordt het rotorvlak in een bepaalde positie geplaatst. Indien bijvoorbeeld de wieken over een weg kunnen draaien, wordt het rotorvlak bij voorkeur evenwijdig aan deze weg geplaatst, zodat de afstand tussen de weg en het rotorvlak wordt gemaximaliseerd.
- ❑ Indien er ijs gedetecteerd wordt, worden personen – in het bijzonder zij die toegang hebben tot de zone onder het rotorvlak – gewaarschuwd (bv. door het plaatsen van waarschuwingsborden) dat er zich ijssval kan voordoen.

Welke maatregelen er genomen worden, is uiteraard afhankelijk van de specifieke situatie.

III.3. Analyse van het plaatsgebonden mensrisico

Voor de evaluatie van het plaatsgebonden mensrisico worden scheidingsafstanden van de windturbines 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 (PR) 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 hoogte van de gondel (10 m), de lengte van de gondel (20 m) en de breedte 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 de onderstaande tabel.

Tabel III.2 Berekende scheidingsafstanden voor het plaatsgebonden mensrisico

windturbine	rotor-diameter [m]	ashoogte [m]	nom. toerental [tpm]	scheidingsafstanden [m]		
				externe activiteiten ($10^{-5}/j$)	gebied met woonfunctie ($10^{-6}/j$)	kwetsbare locaties ($10^{-7}/j$)
WT2	117	91,5	15	≤ 30	183	183
WT3a	117	91,5	15	≤ 30	183	183
WT3b	117	91,5	15	≤ 30	183	183
WT4	117	91,5	15	≤ 30	183	183
WT5	145	100,5	12,6	≤ 40	209	209

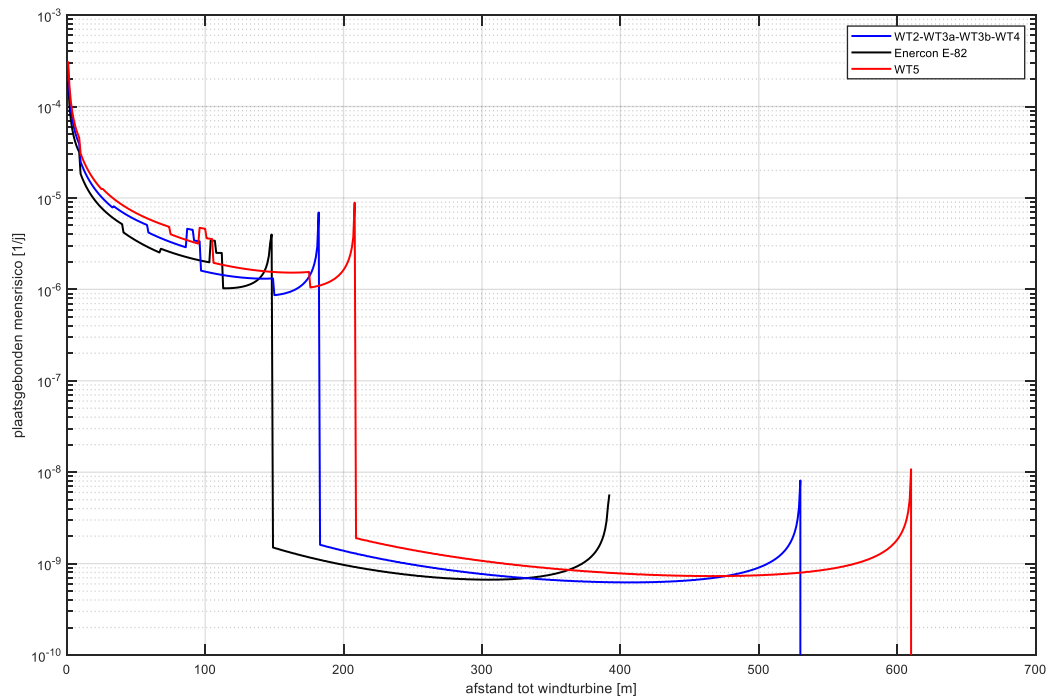
Voor het bepalen van de scheidingsafstand tot de isorisicocontour voor het plaatsgebonden mensrisico van $10^{-5}/j$ wordt er rekening mee gehouden dat deze afstand – in tegenstelling tot de werpafstanden – toeneemt met afnemend rotortoerental. Er wordt met andere woorden rekening gehouden met lagere nominale rotortoerentalen dan het maximale nominale rotortoerental uit de randvoorwaarden.³ Vandaar dat geen

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

exacte waarde wordt gegeven, maar een bovengrens m.n. 30 m voor windturbines WT2, WT3a, WT3b en WT4 en 40 m voor windturbine WT5.

De onderstaande figuur toont het verloop van het berekende plaatsgebonden mensrisico in functie van de afstand tot een windturbine voor de verschillende windturbines. Tevens wordt het plaatsgebonden mensrisico getoond voor de Enercon E-82. Uit een vergelijking met de representatieve windturbine voor windturbines WT2 – WT4 blijkt dat de Enercon E-82 kleinere scheidingsafstanden heeft voor het plaatsgebonden mensrisico.

Figuur III.1 Plaatsgebonden mensrisico van de windturbines



III.3.2. Evaluatie van het plaatsgebonden mensrisico

Het plaatsgebonden mensrisico wordt per windturbine berekend en beoordeeld.

III.3.2.1. Windturbine WT2

EXTERNE PERSONEN – De scheidingsafstand voor frequente en langdurige aanwezigheid van externe personen bedraagt max. 30 m (zie tabel III.2). Binnen deze afstand bevinden er zich geen permanente, individuele werkplaatsen, noch wooneenheden (zie figuur II.3(a)). **Hieruit volgt dat aan het risicocriterium betreffende de $10^{-5}/j$ isorisicocontour voor externe activiteiten voldaan is.**

GEBIEDEN MET WOONFUNCTIE – De scheidingsafstand voor gebieden met woonfunctie bedraagt max. 183 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. 183 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.**

III.3.2.2. Windturbine WT3a

EXTERNE PERSONEN – De scheidingsafstand voor frequente en langdurige aanwezigheid van externe personen bedraagt max. 30 m (zie tabel III.2). Binnen deze afstand bevinden er zich geen permanente, individuele werkplaatsen, noch wooneenheden (zie figuur II.3(b)). **Hieruit volgt dat aan het risicocriterium betreffende de $10^{-5}/j$ isorisicocontour voor externe activiteiten voldaan is.**

GEBIEDEN MET WOONFUNCTIE – De scheidingsafstand voor gebieden met woonfunctie bedraagt max. 183 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. 183 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.**

III.3.2.3. Windturbine WT3b

EXTERNE PERSONEN – De scheidingsafstand voor frequente en langdurige aanwezigheid van externe personen bedraagt max. 30 m (zie tabel III.2). Binnen deze afstand bevinden er zich geen permanente, individuele werkplaatsen, noch wooneenheden (zie figuur II.3(c)). **Hieruit volgt dat aan het risicocriterium betreffende de $10^{-5}/j$ isorisicocontour voor externe activiteiten voldaan is.**

GEBIEDEN MET WOONFUNCTIE – De scheidingsafstand voor gebieden met woonfunctie bedraagt max. 183 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. 183 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.** Er wordt opgemerkt dat een kinderdagverblijf niet gevat wordt door de definitie van een kwetsbare locatie [5].

III.3.2.4. Windturbine WT4

EXTERNE PERSONEN – De scheidingsafstand voor frequente en langdurige aanwezigheid externe personen bedraagt max. 30 m (zie tabel III.2). Binnen deze afstand bevinden er zich geen permanente, individuele werkplaatsen⁴, noch wooneenheden (zie figuur II.3(d)). **Hieruit volgt dat aan het risicocriterium betreffende de $10^{-5}/j$ isorisicocontour voor externe activiteiten voldaan is.**

GEBIEDEN MET WOONFUNCTIE – De scheidingsafstand voor gebieden met woonfunctie bedraagt max. 183 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. 183 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 De zone die zich binnen gebouw G12 én binnen de isorisicocontour van $10^{-5}/j$ voor het plaatsgebonden mensrisico bevindt, wordt gebruikt voor de opslag van materialen.

III.3.2.5. Windturbine WT5

EXTERNE PERSONEN – De scheidingsafstand voor frequente en langdurige aanwezigheid van externe personen bedraagt max. 40 m (zie tabel III.2). Binnen deze afstand bevinden er zich geen permanente, individuele werkplaatsen⁵, noch wooneenheden (zie figuur II.3(e)). **Hieruit volgt dat aan het risicocriterium betreffende de $10^{-5}/j$ isorisicocontour voor externe activiteiten voldaan is.**

GEBIEDEN MET WOONFUNCTIE – De scheidingsafstand voor gebieden met woonfunctie bedraagt max. 209 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. 209 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.**

⁵ De zone die zich binnen gebouw G14 én binnen de isorisicocontour van $10^{-5}/j$ voor het plaatsgebonden mensrisico bevindt, wordt gebruikt voor de opslag van materialen. Sporadisch wordt er ook gewerkt. Er bevinden zich evenwel geen permanente werkplaatsen, waar een persoon frequent en langdurig aan het werk is.

III.4. Analyse van het groepsrisico

Het groepsrisico is afhankelijk van de aanwezige populatie. Hieronder wordt nagegaan of er zich een significante⁶ populatie in de omgeving van de windturbines bevindt. Indien dit het geval is, zal het groepsrisico berekend worden.

III.4.1. Populatie in de omgeving van de windturbines

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 windturbines 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, zoals muziekfestivals of sportwedstrijden, worden georganiseerd. Binnen de maximale effectafstand van de windturbines zijn er geen locaties teruggevonden waar een groep personen met een hoge populatiedichtheid in openlucht frequent en langdurig wordt verwacht. Specifiek geldt dat de populatiedichtheid (in openlucht) ter hoogte van de bedrijfsterreinen en de openbare wegen in het algemeen te laag is om relevant te zijn voor de bepaling van het groepsrisico.

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 door het buitenste deel van een blad wordt geraakt, wordt aangenomen dat dit enkel tot beperkte uitwendige materiële schade aan het gebouw kan leiden. Dit betekent concreet dat het onwaarschijnlijk wordt geacht dat er 10 dodelijke slachtoffers of meer vallen in een gebouw als de afstand tot de windturbine groter is dan de effectafstand voor het zwaartepunt van een blad in het geval van mastbreuk, aangezien dit gebouw bij mastbreuk niet kan getroffen worden door de mast, de gondel of de voet van een blad (i.e. het onderste deel van een blad tot aan het zwaartepunt). De relevante effectafstand (voor het zwaartepunt van een blad in het geval van mastbreuk) wordt gegeven in tabel III.1.2.

In tabellen III.3(a)–(e) wordt voor elke windturbine afzonderlijk een overzicht gegeven van de gebouwen, waar frequent personen aanwezig zijn en die gelegen zijn binnen de relevante effectafstand van 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 tabellen wordt dan ook aangegeven welke gebouwen relevant zijn voor de evaluatie van het groepsrisico en welke niet. **Het groepsrisico van de windturbines wordt geanalyseerd in § III.4.2.**

HOOFDTRANSPORTWEGEN VOOR PERSONENVERVOER – De personen die gebruikmaken van de verkeersinfrastructuur in de omgeving van de windturbines 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

⁶ significant voor wat betreft de evaluatie van het groepsrisico

categorie I [3]. Binnen de effectafstand voor de tip van een blad in het geval van mastbreuk van windturbines WT3a en WT4 bevindt zich de N71, een primaire weg categorie I. **Het groepsrisico van de windturbines wordt geanalyseerd in § III.4.2.**

III.4.2. Bepaling en evaluatie van het groepsrisico

GEBOUWEN – 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 windturbines worden getoond in figuren III.2(a)–(e).

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 tabellen III.3(a)–(e).

Er wordt rekening gehouden met het gelijktijdig treffen van gebouwen.

Voor windturbine WT5 is de afstand tot de gebouwen kleiner dan de effectafstand van het zwaartepunt van een rotorblad in het geval van gondelbreuk, zodat de faalwijzen gondelbreuk en mastbreuk in de bovenste masthelft (mogelijk) relevant zijn in de bepaling van het groepsrisico.

VERKEERSWEG – De N71 bevindt zich binnen de effectafstand van mastbreuk van windturbines WT3a en WT4. Dit betekent hier dat in het geval van mastbreuk een (deel van) blad op deze weg kan terechtkomen en zo slachtoffers veroorzaken. Mogelijke (aannemelijke) scenario's die relevant zijn voor de berekening van het groepsrisico, zijn de directe impact op een voertuig met een groot aantal inzittenden en de indirecte impact met een kettingbotsing tot gevolg waarin een groot aantal voertuigen betrokken raakt. De lage kans dat er net een bus passeert op het moment dat de windturbine op de

weg terechtkomt, maakt echter het eerste scenario ondergeschikt aan het tweede. Vandaar dat in deze studie (hoofdzakelijk⁷) uitgegaan wordt van het scenario van een kettingbotsing. Uit statistieken blijkt dat in een kettingbotsing – zelfs indien een groot aantal voertuigen betrokken is in de kettingbotsing – zelden tien of meer dodelijke slachtoffers vallen⁸. In deze studie zal er echter conservatief van uitgegaan worden dat er in het geval de windturbine terechtkomt op de weg wanneer de verkeersdichtheid voldoende hoog is in 90% van de gevallen tien dodelijke slachtoffers en in de overige 10% van de gevallen 20 dodelijke slachtoffers vallen (door de kettingbotsing die verondersteld wordt te volgen op de impact van de windturbine op de weg). Hierdoor ligt het veronderstelde aantal dodelijke slachtoffers vast en rest er enkel een inschatting van de frequentie (kans per jaar) van het ongevalsscenario.

De kans wordt bepaald dat de weg getroffen wordt door een deel van het blad. Voor het scenario van mastbreuk aan de voet wordt de kans bepaald door de hoek waarin de mast dient te vallen opdat de weg 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 de weg zou getroffen worden. De verschillende hoeken en oppervlaktes die van belang zijn in de bepaling van het groepsrisico van de windturbines worden getoond in figuren III.2(a)–(e).

De kans op impact dient nog gecorrigeerd te worden, aangezien de verkeersdichtheid voldoende hoog dient te zijn om een kettingbotsing te veroorzaken. Er wordt verondersteld dat dit van 6u tot 22u het geval is.

⁷ Impliciet wordt het scenario van een directe impact op een voertuig met een groot aantal inzittenden meegenomen in de analyse door de conservatieve inschatting van het aantal dodelijke slachtoffers.

⁸ 27/2/1996: Bij deze kettingbotsing op de E17 tussen Deinze en Nazareth, veroorzaakt door plotse dichte mist, raakten meer dan 200 voertuigen betrokken. Er vielen 10 dodelijke slachtoffers en 56 zwaargewonden. Dit is het grootste aantal dodelijke slachtoffers bij een kettingbotsing in België (bron: De Standaard, 27 februari 2006).

III.4.2.1. Windturbine WT2

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de gebouwen, waar frequent personen aanwezig zijn en die gelegen zijn binnen 112,6 m van windturbine WT2.

Tabel III.3(a) Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van windturbine WT2

gebouw	symbool ⁽¹⁾	periode	max. aantal personen in het gebouw ⁽³⁾	tijdsfractie			relevant voor groepsrisico
				uren /dag	dagen /jaar	tijdsfractie	
Brabantia S&L Belgium	G1	week 5u30 – 22u30	57	17	260	0,505	ja
		week 7u30 – 16u30	15	9	260	0,267	ja
Gemeentewerf Pelt	G2	week 7u – 19u	85	12	260	0,356	ja
Paco Meubelen	G3		17				neen ⁽⁵⁾
APK	G4	week 7u – 19u	10	12	260	0,356	ja ⁽⁶⁾
APK	G5	week 7u – 19u	40	12	260	0,356	ja

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

⁽²⁾ Deze gegevens zijn gebaseerd op de recentste jaarrekening(en) van de onderneming(en) geraadpleegd via de Kruispuntbank der Ondernemingen in januari 2024.

⁽³⁾ Deze gegevens zijn bekomen van de opdrachtgever in februari 2024, tenzij anders vermeld.

⁽⁴⁾ Dit betreft een schatting op basis van de grootte van het gebouw en de aard van de onderneming.

⁽⁵⁾ Het aantal personen in dit gebouw is te laag om relevant te zijn in de evaluatie van het groepsrisico.

⁽⁶⁾ bij gelijktijdig treffen van meerdere gebouwen

De benodigde gegevens en tussenresultaten voor de berekening van het groepsrisico worden getoond in de onderstaande tabel (zie ook figuur III.2(a)).

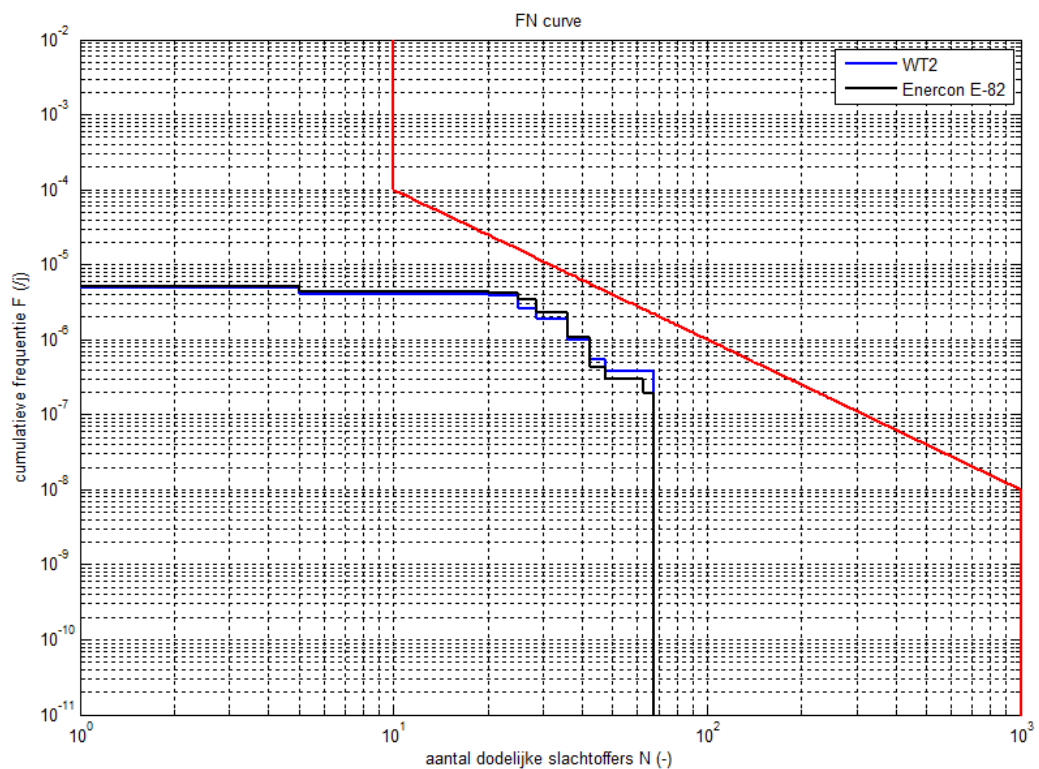
Tabel III.4(a) Berekening groepsrisico windturbine WT2

gebouw (en) ⁽¹⁾	hoek [°]	oppervlakte [m ²]	trefkans [1]	max. aantal personen in gebouw (en)	aanwezigheidsfractie	f [1]	N
G1	59,6	530	3,19.10 ⁻⁶	72	0,267	8,52.10 ⁻⁷	36
				57	0,238	7,59.10 ⁻⁷	28,5
G2	18,5	380	1,28.10 ⁻⁶	85	0,356	4,56.10 ⁻⁷	42,5
G2, G4	2,8	240	4,36.10 ⁻⁷	85 + 10	0,356	1,55.10 ⁻⁷	47,5
G2, G4, G5	15,6	300	1,05.10 ⁻⁶	85 + 10 + 40	0,356	3,74.10 ⁻⁷	67,5
G2, G5	0	10	1,33.10 ⁻⁸	85 + 40	0,356	4,73.10 ⁻⁹	62,5
G4	0	2.040	2,71.10 ⁻⁶	10	0,356	9,65.10 ⁻⁷	5
G4, G5	23,1	1.800	3,36.10 ⁻⁶	10 + 40	0,356	1,20.10 ⁻⁶	25
G5	9,4	120	5,52.10 ⁻⁷	40	0,356	1,97.10 ⁻⁷	20

⁽¹⁾ De gebouwen worden aan de hand van hun symbool getoond op figuur III.2(a).

Het groepsrisico dat uitgaat van de inplanting van windturbine WT2, wordt – rekening houdend met de huidige omgeving, de hoger vermelde aannames en de resultaten van de kansberekeningen – getoond in figuur III.3(a). Het criterium voor het groepsrisico wordt getoond in de figuur door middel van de rode lijn. Het berekende groepsrisico dient zich onder deze rode lijn te bevinden. **Uit de figuur volgt dat het groepsrisico van windturbine WT2 voldoet aan het criterium.** Tevens wordt het groepsrisico getoond voor de Enercon E-82. Ook voor dit windturbintype voldoet het groepsrisico aan het criterium.

Figuur III.3(a) Groepsrisicocurve van windturbine WT2



III.4.2.2. Windturbine WT3a

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de gebouwen, waar frequent personen aanwezig zijn en die gelegen zijn binnen 112,6 m van windturbine WT3a.

Tabel III.3(b) Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van windturbine WT3a

gebouw	symbool ⁽¹⁾	periode	max. aantal personen in het gebouw ⁽³⁾	tijdsfractie			relevant voor groepsrisico
				uren /dag	dagen /jaar	tijdsfractie	
Profel	G6	week 6u – 6u	30	24	260	0,712	ja
Balak Coatings	G7	week 6u – 6u	< 20	24	260	0,712	neen ⁽⁵⁾

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

⁽²⁾ Deze gegevens zijn gebaseerd op de recentste jaarrekening(en) van de onderneming(en) geraadpleegd via de Kruispuntbank der Ondernemingen in januari 2024.

⁽³⁾ Deze gegevens zijn bekomen van de opdrachtgever in februari 2024, tenzij anders vermeld.

⁽⁴⁾ Dit betreft een schatting op basis van de grootte van het gebouw en de aard van de onderneming.

⁽⁵⁾ Het aantal personen in dit gebouw is te laag om relevant te zijn in de evaluatie van het groepsrisico.

⁽⁶⁾ bij gelijktijdig treffen van meerdere gebouwen

De benodigde gegevens en tussenresultaten voor de berekening van het groepsrisico worden getoond in de onderstaande tabel (zie ook figuur III.2(b)).

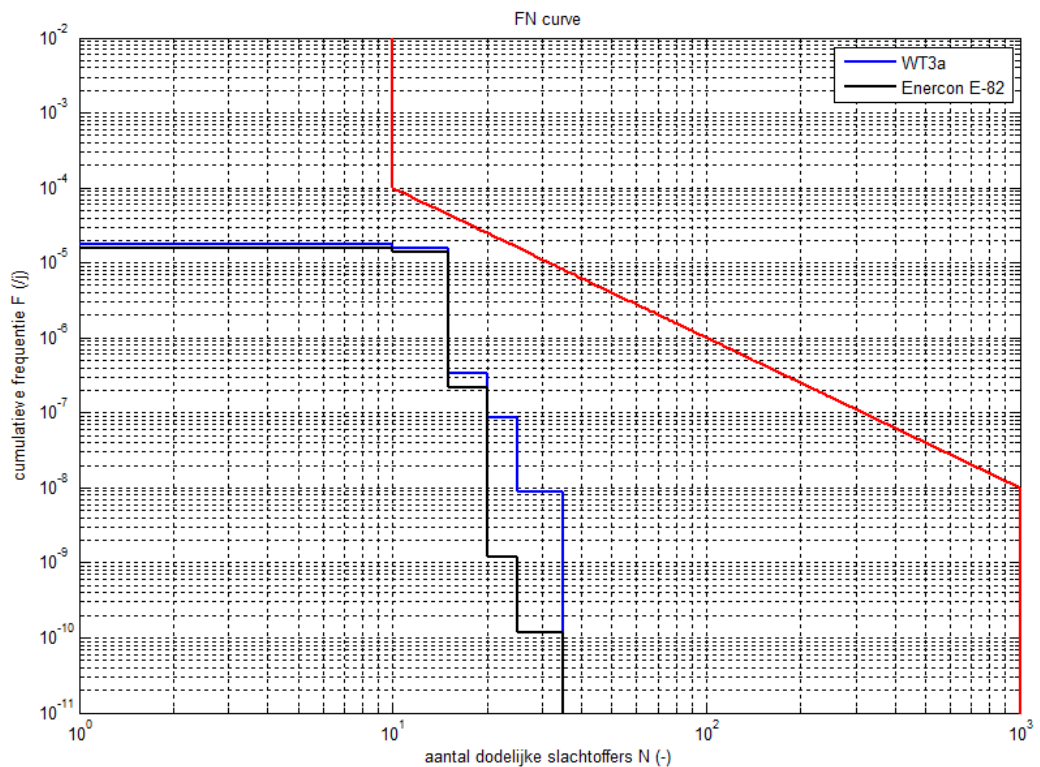
Tabel III.4(b) Berekening groepsrisico windturbine WT3a

gebouw (en) ⁽¹⁾	hoek [°]	oppervlakte [m ²]	trefkans [1]	max. aantal personen in gebouw (en)	aanwezigheidsfractie (x vervolgekans)	f [1]	N
G6	139,6	11.510	$2,11 \cdot 10^{-5}$	30	0,712	$1,51 \cdot 10^{-6}$	15
G6, R1	4,4	0	$1,83 \cdot 10^{-7}$	30	0,475 x 0,9	$7,84 \cdot 10^{-8}$	15 + 10
					0,475 x 0,1	$8,71 \cdot 10^{-9}$	15 + 20
					0,237	$4,36 \cdot 10^{-8}$	15 + 0
				0	0,192 x 0,9	$3,13 \cdot 10^{-8}$	0 + 10
				0	0,192 x 0,1	$3,49 \cdot 10^{-9}$	0 + 20
R1	59,6	960	$3,76 \cdot 10^{-6}$	0	0,667 x 0,9	$2,26 \cdot 10^{-6}$	10
					0,667 x 0,1	$2,51 \cdot 10^{-7}$	20

⁽¹⁾ De gebouwen worden aan de hand van hun symbool getoond op figuur III.2(b).

Het groepsrisico dat uitgaat van de inplanting van windturbine WT3a, wordt – rekening houdend met de huidige omgeving, de hoger vermelde aannames en de resultaten van de kansberekeningen – getoond in figuur III.3(b). 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 volgt dat het groepsrisico van windturbine WT3a voldoet aan het criterium.** Tevens wordt het groepsrisico getoond voor de Enercon E-82. Ook voor dit windturbintype voldoet het groepsrisico aan het criterium.

Figuur III.3(b) Groepsrisicocurve van windturbine WT3a



III.4.2.3. Windturbine WT3b

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de gebouwen, waar frequent personen aanwezig zijn en die gelegen zijn binnen 112,6 m van windturbine WT3b.

Er wordt opgemerkt dat het kantoorgebouw dat zich aan de noordzijde van gebouw G8 bevindt, structureel onafhankelijk is van dit gebouw.

Tabel III.3(c) Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van windturbine WT3b

gebouw	symbool ⁽¹⁾	periode	max. aantal personen in het gebouw ⁽³⁾	tijdsfractie			relevant voor groepsrisico
				uren /dag	dagen /jaar	tijdsfractie	
Profel	G8	week 8 – 17u	120	9	260	0,267	ja
Dilissen Logistics	G9	week 8 – 17u	59	9	260	0,267	ja

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

⁽²⁾ Deze gegevens zijn gebaseerd op de recentste jaarrekening(en) van de onderneming(en) geraadpleegd via de Kruispuntbank der Ondernemingen in januari 2024.

⁽³⁾ Deze gegevens zijn bekomen van de opdrachtgever in februari 2024, tenzij anders vermeld.

⁽⁴⁾ Dit betreft een schatting op basis van de grootte van het gebouw en de aard van de onderneming.

⁽⁵⁾ Het aantal personen in dit gebouw is te laag om relevant te zijn in de evaluatie van het groepsrisico.

⁽⁶⁾ bij gelijktijdig treffen van meerdere gebouwen

De benodigde gegevens en tussenresultaten voor de berekening van het groepsrisico worden getoond in de onderstaande tabel (zie ook figuur III.2(c)).

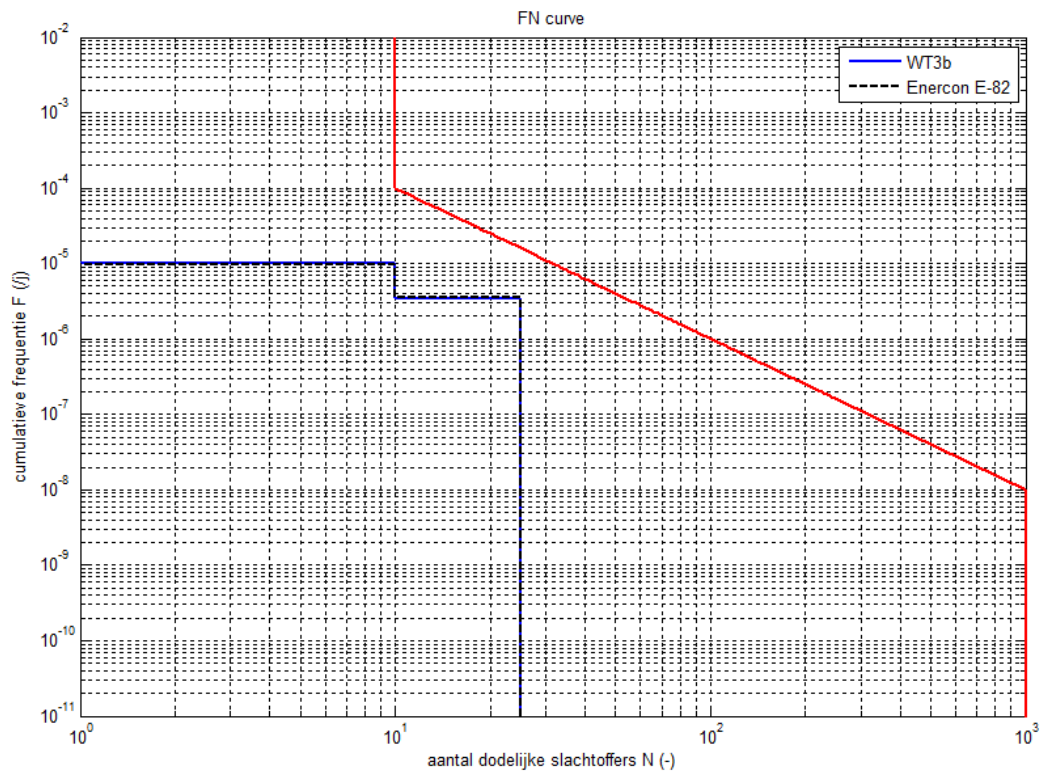
Tabel III.4(c) Berekening groepsrisico windturbine WT3b

gebouw (en) ⁽¹⁾	hoek [°]	oppervlakte [m ²]	trefkans [/j]	max. aantal personen in gebouw (en)	aanwezigheidsfractie	f [/j]	N
G8	124,9	5.690	1,28.10 ⁻⁵	50	0,267	3,42.10 ⁻⁶	25
G9	180,2	13.540	2,55.10 ⁻⁵	20	0,267	6,83.10 ⁻⁶	10

⁽¹⁾ De gebouwen worden aan de hand van hun symbool getoond op figuur III.2(c).

Het groepsrisico dat uitgaat van de inplanting van windturbine WT3b, wordt – rekening houdend met de huidige omgeving, de hoger vermelde aannames en de resultaten van de kansberekeningen – getoond in figuur III.3(c). 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 volgt dat het groepsrisico van windturbine WT3b voldoet aan het criterium.** Tevens wordt het groepsrisico getoond voor de Enercon E-82. Ook voor dit windturbintype voldoet het groepsrisico aan het criterium.

Figuur III.3(c) Groepsrisicocurve van windturbine WT3b



III.4.2.4. Windturbine WT4

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de gebouwen, waar frequent personen aanwezig zijn en die gelegen zijn binnen 112,6 m van windturbine WT4.

Tabel III.3(d) Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van windturbine WT4

gebouw	symbool ⁽¹⁾	periode	max. aantal personen in het gebouw ⁽³⁾	tijdsfractie			relevant voor groepsrisico
				uren /dag	dagen /jaar	tijdsfractie	
Dilissen Logistics	G10 – G12	week 8 – 17u	59	9	260	0,267	ja
Staalhandel Vaesen	G13	week 6u – 18u	15	12	260	0,356	neen ⁽⁵⁾
		zaterdag 8u – 12u		4	52	0,024	

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

⁽²⁾ Deze gegevens zijn gebaseerd op de recentste jaarrekening(en) van de onderneming(en) geraadpleegd via de Kruispuntbank der Ondernemingen in januari 2024.

⁽³⁾ Deze gegevens zijn bekomen van de opdrachtgever in februari 2024, tenzij anders vermeld.

⁽⁴⁾ Dit betreft een schatting op basis van de grootte van het gebouw en de aard van de onderneming.

⁽⁵⁾ Het aantal personen in dit gebouw is te laag om relevant te zijn in de evaluatie van het groepsrisico.

⁽⁶⁾ bij gelijktijdig treffen van meerdere gebouwen

De benodigde gegevens en tussenresultaten voor de berekening van het groepsrisico worden getoond in de onderstaande tabel (zie ook figuur III.2(d)).

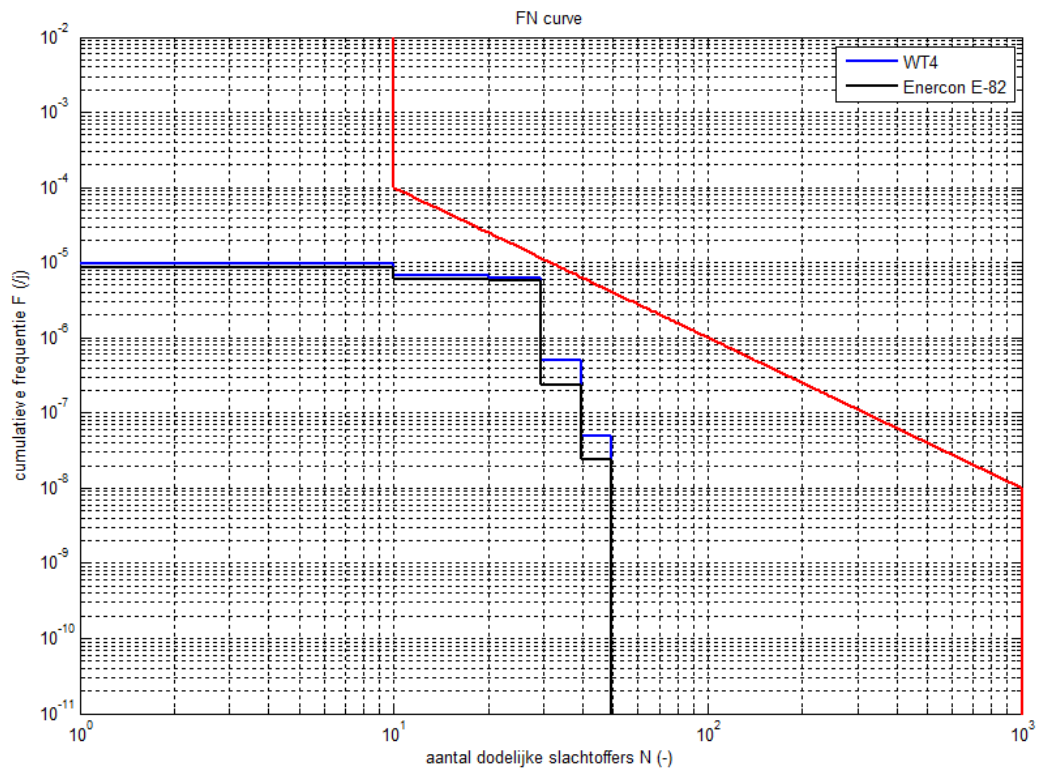
Tabel III.4(d) Berekening groepsrisico windturbine WT4

Gebouw (en) ⁽¹⁾	Hoek [°]	Oppervlakte [m ²]	Trefkans [1]	Max. aantal personen in gebouw (en)	aanwezigheidsfractie (x vervolgekans)	f [1]	N
G10 – G12	137,0	12.130	2,18.10 ⁻⁵	59	0,267	5,82.10 ⁻⁶	29,5
G10 – G12, R2	29,7	470	1,87.10 ⁻⁶	59	0,267 x 0,9	4,49.10 ⁻⁷	29,5 + 10
					0,267 x 0,1	4,99.10 ⁻⁸	29,5 + 20
				0	0,400 x 0,9	6,73.10 ⁻⁷	10
					0,400 x 0,1	7,48.10 ⁻⁸	20
R2	55,0	1.260	3,97.10 ⁻⁶	0	0,667 x 0,9	2,38.10 ⁻⁶	10
					0,667 x 0,1	2,65.10 ⁻⁷	20

⁽¹⁾ De gebouwen worden aan de hand van hun symbool getoond op figuur III.2(d).

Het groepsrisico dat uitgaat van de inplanting van windturbine WT4, wordt – rekening houdend met de huidige omgeving, de hoger vermelde aannames en de resultaten van de kansberekeningen – getoond in figuur III.3(d). 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 volgt dat het groepsrisico van windturbine WT4 voldoet aan het criterium.** Tevens wordt het groepsrisico getoond voor de Enercon E-82. Ook voor dit windturbintype voldoet het groepsrisico aan het criterium.

Figuur III.3(d) Groepsrisicocurve van windturbine WT4



III.4.2.5. Windturbine WT5

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de gebouwen, waar frequent personen aanwezig zijn en die gelegen zijn binnen 126,6 m van windturbine WT5.

Tabel III.3(e) Gebouwen binnen de relevante scheidingsafstand van windturbine WT5

gebouw	symbool ⁽¹⁾	periode	max. aantal personen in het gebouw ⁽³⁾	tijdsfractie			relevant voor groepsrisico
				uren /dag	dagen /jaar	tijdsfractie	
Surtechno	G14	week: 8u – 17u	30	9	260	0,267	ja
Plascobel	G15	8u – 17u	35	9	365	0,375	ja
		overige	10	15	365	0,625	neen ⁽⁵⁾
n.b.	G16		0				neen ⁽⁵⁾

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

⁽²⁾ Deze gegevens zijn gebaseerd op de recentste jaarrekening(en) van de onderneming(en) geraadpleegd via de Kruispuntbank der Ondernemingen in januari 2024.

⁽³⁾ Deze gegevens zijn bekomen van de opdrachtgever in februari 2024, tenzij anders vermeld.

⁽⁴⁾ Dit betreft een schatting op basis van de grootte van het gebouw en de aard van de onderneming.

⁽⁵⁾ Het aantal personen in dit gebouw is te laag om relevant te zijn in de evaluatie van het groepsrisico.

⁽⁶⁾ bij gelijktijdig treffen van meerdere gebouwen

De benodigde gegevens en tussenresultaten voor de berekening van het groepsrisico worden getoond in de onderstaande tabel (zie ook figuur III.2(e)).

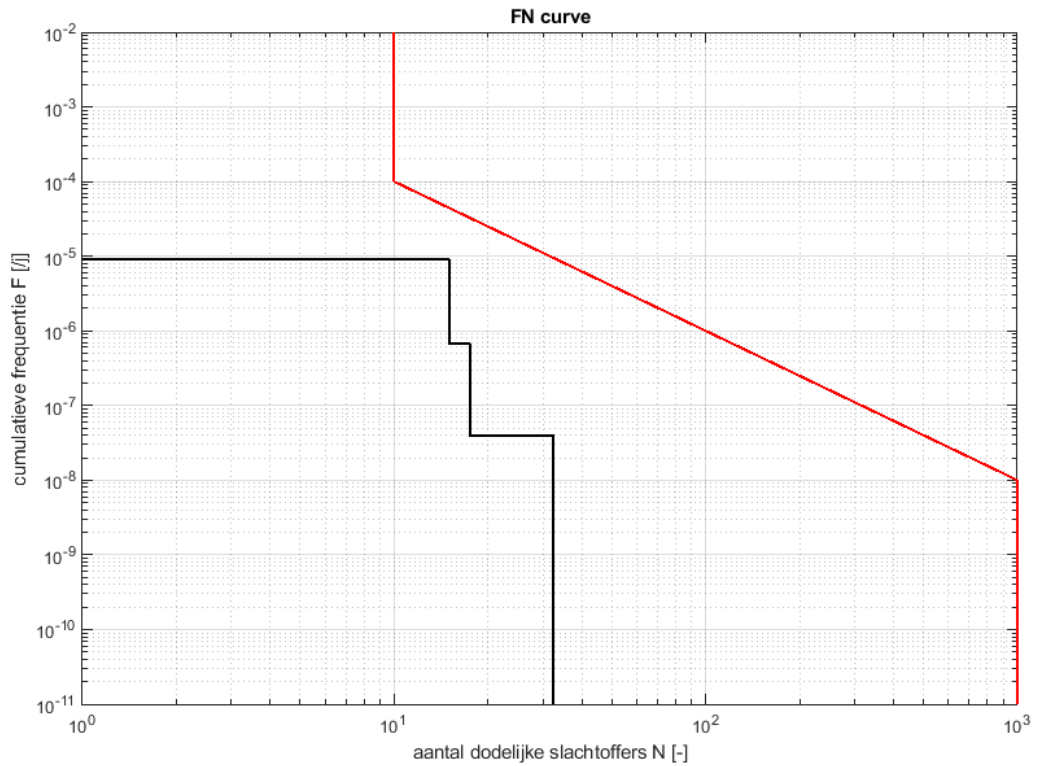
Tabel III.4(e) Berekening groepsrisico windturbine WT5

Gebouw (en) ⁽¹⁾	Hoek [°]	Oppervlakte [m ²]	Trefkans [j]	Max. aantal personen in gebouw (en)	Aanwezigheidsfractie	f [j]	N
G14	117,1	12.260	1,84.10 ⁻⁵ (mastbreuk onderste helft)	30	0,267	4,91.10 ⁻⁶	15
	-	-	9,0.10 ⁻⁶ (gondelbreuk)			2,40.10 ⁻⁶	15
	-	-	4,0.10 ⁻⁶ (mastbreuk bovenste helft)			1,07.10 ⁻⁶	15
G14, G15	3,5	0	1,46.10 ⁻⁷	65	0,267	3,90.10 ⁻⁸	32,5
				35	0,112	1,64.10 ⁻⁸	17,5
G15	26,6	460	1,62.10 ⁻⁶	35	0,375	6,08.10 ⁻⁷	17,5

⁽¹⁾ De gebouwen worden aan de hand van hun symbool getoond op figuur III.2(e).

Het groepsrisico dat uitgaat van de inplanting van windturbine WT5, wordt – rekening houdend met de huidige omgeving, de hoger vermelde aannames en de resultaten van de kansberekeningen – getoond in figuur III.3(e). 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 windturbine WT5 voldoet aan het criterium.**

Figuur III.3(e) Groepsrisicocurve van windturbine WT5



III.5. Analyse van de indirecte risico's

III.5.1. Aanwezigheid van gevaarlijke stoffen

Gevaarlijke stoffen kunnen aanwezig zijn op het terrein van de inrichtingen die in de omgeving van de windturbines 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 windturbines 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 GEVAARLIJKE STOFFEN – Er bevinden zich twee hogedrempel Seveso-inrichtingen binnen de maximale effectafstand van windturbine WT5, m.n. EverZinc en Nyrstar Belgium. Verder bevindt er zich een lagedrempel Seveso-inrichting binnen de maximale effectafstand van windturbines WT2 en WT3a, m.n. Tigro Industries (zie ook figuur II.4). **Het indirecte risico van deze inrichtingen zal geanalyseerd worden in §§ III.5.2 – III.5.4.**

Er bevindt zich een LPG-tankstation binnen de maximale effectafstand van windturbine WT4. **Het indirecte risico van dit tankstation zal geanalyseerd worden in § III.5.5.**

Er bevinden zich geen LNG-, CNG- of waterstoftankstations binnen de maximale effectafstand van de windturbines (zie ook figuur II.4). Bovendien bevinden er zich geen inrichtingen van klasse 1 omwille van de aanwezigheid van Sevesostoffen binnen de effectafstand voor mastbreuk. **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 karakteristieken van de windturbine (de massa van de gondel, de rotor en het bovenste mastdeel en de ashoogte) en bedraagt max. 112 m voor windturbines WT2, WT3a, WT3b en WT4 en max. 132 m voor windturbine WT5.

Via het Federaal Kabels en Leidingen Informatie Meldpunt (KLIM) is nagegaan of in het projectgebied transportleidingen met Sevesostoffen gelegen zijn. Er bevinden zich geen relevante⁹ ondergrondse leidingen met Sevesostoffen binnen de berekende scheidingsafstand van de windturbines (zie ook figuur II.4). **Er is bijgevolg geen nadere analyse vereist.**

DRUKREDUCEERSTATIONS – Er bevinden zich geen drukreducerstations die deel uitmaken van het netwerk van de transportleidingen binnen de maximale effectafstand van de windturbines. **Er is bijgevolg geen nadere analyse vereist.**

TRANSPORT – In de omgeving van de windturbines worden mogelijk gevaarlijke stoffen getransporteerd. Enkel in uitzonderlijke gevallen zal het indirecte risico van het transport van gevaarlijke stoffen over de weg, het spoor of het water mogelijk relevant zijn. Dit is

⁹ 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.

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.**

III.5.2. Analyse van het indirecte risico van Nyrstar Belgium

Nyrstar Belgium is een hogedrempel Seveso-inrichting. Het betreft een inrichting waar hoogwaardige zinklegeringen geproduceerd worden, zinkoxide afkomstig van de recyclage van zink verwerkt wordt en roostgoed afkomstig van andere vestigingen van Nyrstar opgeslagen wordt.

Er wordt uitgegaan van het overzicht van de installaties met gevaarlijke stoffen uit het recentste veiligheidsrapport in het kader van het Samenwerkingsakkoord van de inrichting (SWAVR/22/60).

Uit het veiligheidsrapport blijkt dat het externe risico van de inrichting hoofdzakelijk bepaald wordt door de opslag en de verlading van tot vloeistof verdicht propaan. Er bevinden zich twee propaantanks op het terrein van de inrichting. De 25 m³ propaantank bevindt zich binnen de effectafstand van windturbine WT5, de 1,8 m³ propaantank (en de bijhorende stelplaats voor de tankwagen) evenwel niet (zie figuur III.4).

Binnen de effectafstand van windturbine WT5 bevindt zich verder de zogenaamde loodschoor, waar zinkoxide opgeslagen wordt. Zinkoxide is een voor het aquatisch milieu gevaarlijke vaste stof en behoort tot Seveso-categorie E1.

III.5.2.1. Extern mensrisico – Kwalitatieve risicoanalyse

Sommige gevaarlijke stoffen bevatten geen enkele gevarenklasse waarvan het gevaar in de QRA moet beschouwd worden. Dit is het geval voor stoffen die enkel behoren tot Sevesocategorie E1 of E2 (voor het aquatisch milieu gevaarlijke stoffen). De impact van een windturbine op een installatie of een gebouw die één van deze stoffen bevat en de daaropvolgende mogelijke vrijzetting van één van deze stoffen wordt niet relevant beschouwd voor het externe mensrisico van de inrichting.

III.5.2.2. Extern mensrisico – Frequentiebenadering

Hier zal de treffrequentie berekend worden van de installaties met Sevesostoffen. Algemeen wordt gesteld dat het risico relevant geacht wordt, indien de treffrequentie 10% of meer bedraagt van de intrinsieke faalfrequentie van de installatie. De resultaten van deze analyse zijn opgenomen in de onderstaande tabel. De afmetingen van de installaties zijn geschat op basis van de informatie uit de veiligheidsstudie van de inrichting. De trefkansen van installaties voor het scenario bladbreuk worden berekend met de algemene aanpak uit het *Handboek Windturbines* [2].

Tabel III.5 Treffrequenties installaties met Sevesostoffen op het terrein van Nyrstar

installatie	afmetingen installatie [m]	tref-frequentie windturbine WT5 [/j]	tref-frequentie overige wind-turbines [/j]	relevante faalwijze	intrinsieke faal-frequentie [/j]	relatieve faal-frequentie-toename [%]
bovengrondse 25 m ³ propaantank	9 x 2 x 3	5,3.10 ⁻¹⁰	1,6.10 ⁻⁸	middelgroot lek	1,0.10 ⁻⁵	0,17
38 m ³ propaantankwagen	8,5 x 2,5 x 4	2,0.10 ⁻⁹	1,6.10 ⁻⁸	middelgroot lek	1,0.10 ⁻⁵	0,18

Uit tabel III.5 blijkt dat de relatieve toename van de faalfrequentie van de verschillende installaties met Sevesostoffen lager is dan 10%. Deze conclusie geldt ook voor de verlaadslang gebruikt bij het laden en lossen van propaan.¹⁰ Het indirecte risico van deze installaties is bijgevolg niet significant. In se dient de berekende relatieve toename van de faalfrequentie zelfs niet in rekening gebracht te worden in de kwantitatieve risicoanalyse van de inrichting, aangezien deze lager is dan 1%.

III.5.2.3. Milieurisicoanalyse

Binnen het effectgebied van het zwaartepunt van een blad in het geval van mastbreuk (de zogenaamde *high impact zone*) van de windturbines bevinden zich geen (voor het milieurisico relevante) installaties op het terrein van Nyrstar Belgium.

III.5.2.4. Conclusie

Gelet op het resultaat van de risicoanalyse (en de risicoanalyse uit het SWAVR van Nyrstar Belgium) zal het externe risico van Nyrstar Belgium ook na plaatsing van de windturbines voldoen aan de risicocriteria.

¹⁰ Aangezien de verlaadslang een lagere treffrequentie en een hogere intrinsieke faalfrequentie heeft dan de tankwagen, geldt dat indien voor de tankwagen geen relevante toename van de faalfrequentie gevonden wordt er evenmin voor de verlaadslang een relevante toename van de faalfrequentie zal worden gevonden.

III.5.3. Analyse van het indirecte risico van EverZinc

EverZinc is een hogedrempel Seveso-inrichting. Het betreft een inrichting waar zinkpoeders voor de batterij-industrie geproduceerd worden. Als grondstof worden zink-kathodes en/of zinkblokken gebruikt.

Er wordt uitgegaan van het overzicht van de installaties met gevaarlijke stoffen uit het recentste veiligheidsrapport in het kader van het Samenwerkingsakkoord van de inrichting (SWAVR/18/26).

Uit het veiligheidsrapport blijkt dat het externe risico van de inrichting hoofdzakelijk bepaald wordt door de bovengrondse leidingen die deel uitmaken van het aardgas-verdeelnetwerk (zie ook figuur III.5).

III.5.3.1. Extern mensrisico – Effectbenadering

Bij de effectbenadering wordt gekeken naar het effect dat volgt uit de schade die toegebracht wordt aan de installatie met gevaarlijke stoffen. Voor het falen van de installatie ten gevolge van het falen van de windturbine wordt de maximale 1%-letaliteitsafstand bepaald. Indien de maximale 1%-letaliteitsafstand niet over een gebied met een belangrijke of belangrijk geachte populatie gaat, wordt het indirecte risico als niet significant beschouwd.

Voor wat betreft de evaluatie van het indirecte risico van EverZinc is het meest nabije gebied met een belangrijke of belangrijk geachte populatie het woongebied dat zich op meer dan 160 m ten zuidoosten van de inrichting bevindt. De populatiedichtheid op de omliggende bedrijventerreinen is immers te laag om aanzien te worden als een gebied met een belangrijke of belangrijk geachte populatie.

AARDGASLEIDING – De maximale 1%-letaliteitsafstand die in SWAVR/18/26 gevonden wordt voor het falen van een aardgasleiding bedraagt 82 m (voor de gaswolkexplosie volgend op een breuk van de bovengrondse 150 mm leiding op een druk van 3,5 barg). Deze 1%-letaliteitsafstand reikt niet tot in het woongebied dat zich op meer dan 160 m ten zuidoosten van de inrichting bevindt.

OVERIGE INSTALLATIES – Voor de overige installaties met gevaarlijke stoffen is het niet te verwachten dat het falen van één of meerdere installaties zal leiden tot relevante letale effecten die reiken tot in het woongebied.

De maximale 1%-letaliteitsafstand van de installaties met gevaarlijke stoffen die zich binnen het effectgebied van windturbine WT5 bevinden, gaat niet over een gebied met een belangrijke of belangrijk geachte populatie. Bijgevolg wordt het indirecte risico als niet significant beschouwd.

III.5.3.2. Milieurisicoanalyse

Binnen het effectgebied van het zwaartepunt van een blad in het geval van mastbreuk (de zogenaamde *high impact zone*) van de windturbines bevinden zich geen (voor het milieurisico relevante) installaties op het terrein van EverZinc.

III.5.3.3. Conclusie

Gelet op het resultaat van de risicoanalyse (en de risicoanalyse uit het SWAVR van EverZinc) zal het externe risico van EverZinc ook na plaatsing van de windturbines voldoen aan de risicocriteria.

III.5.4. Analyse van het indirecte risico van Tigro Industries

Tigro Industries is een lagedrempel Seveso-inrichting. De site bestaat uit één gebouw gecompartmenteerd in vier hallen (A – D). De activiteiten betreffen

- ❑ de op- en overslag van al dan niet als gevaarlijk ingedeelde producten in eenheidsverpakkingen (in hallen C en D) en de bijhorende behandeling (o.a. in hal A);
- ❑ de op- en overslag in bulk van zuren en basen (vloeistoffen) (in hal B);
- ❑ het afvullen van producten in kleinere verpakkingen (in hal B);
- ❑ het mengen van producten (in hal B).

Aan- en afvoer van eenheidsverpakkingen gebeurt uitsluitend met vrachtwagens, terwijl de aanvoer van de producten in bulk gebeurt met tankwagens. De verlaadplaats van de tankwagens voor de bulkoverslag is gelegen naast het gebouw ter hoogte van hallen B en C. Er zijn twee verlaadplaatsen voorzien om aldus een scheiding tussen zuren en basen te realiseren.

Er wordt uitgegaan van het overzicht van de installaties met gevaarlijke stoffen uit de veiligheidsstudie die in 2022 voor de inrichting werd gemaakt (VS/22/03).

Uit de veiligheidsstudie blijkt dat het externe risico van de inrichting hoofdzakelijk bepaald wordt door een magazijnbrand in hallen A en C, de opslag en de verlading van salpeterzuur 53% en de opslag van ontvlambare stoffen in eenheidsverpakkingen in een veiligheidskast die buiten het gebouw staat. Waterreactieve stoffen (Seveso-categorieën O1, O2 en O3) en ammoniumnitraat worden niet opgeslagen in de hallen.

III.5.4.1. Extern mensrisico – Kwalitatieve risicoanalyse

De opslag van gevaarlijke stoffen (andere dan waterreactieve stoffen en ammoniumnitraat) in eenheidsverpakkingen in de magazijnen wordt niet weerhouden voor de analyse van het indirecte risico [2]. De reden waarom de opslag van gevaarlijke stoffen in eenheidsverpakkingen in een magazijn niet beschouwd dient te worden in de analyse van het indirecte risico van een windturbine volgt uit het feit dat voor een magazijn enkel het scenario van een magazijnbrand meegenomen dient te worden in de risicoanalyse van de inrichting (bv. de risicoanalyse die opgenomen is in het veiligheidsrapport van de inrichting). Het risico van een magazijnbrand voor de externe populatie komt voort uit de verspreiding van mogelijk toxische rookgassen. De horizontale verspreiding van rookgassen wordt mogelijk gemaakt door de afkoelende werking die het dak van een magazijn heeft op de rookgassen. Zodra het dak van het magazijn begeeft, zullen de rookgassen verticaal opstijgen eerder dan zich horizontaal te verspreiden. Men spreekt in dit verband van actieve pluimstijging. Aangezien een voor het externe risico relevante impact van een windturbine op een magazijn steeds gepaard gaat met de (gedeeltelijke) instorting van het dak van het magazijn, zal een magazijnbrand die veroorzaakt wordt door de impact van een windturbine steeds leiden tot actieve pluimstijging, waardoor het externe mensrisico beperkt blijft.

De opslagtank met salpeterzuur 53% bevindt zich binnen in het gebouw. Gelet op de omvang van het gebouw wordt niet verwacht dat een impact van een afgeworpen blad op het gebouw zal leiden tot het falen van de opslagtank.

III.5.4.2. Extern mensrisico – Effectbenadering

Bij de effectbenadering wordt gekeken naar het effect dat volgt uit de schade die toegebracht wordt aan de installatie met gevaarlijke stoffen. Voor het falen van de installatie ten gevolge van het falen van de windturbine wordt de maximale 1%-letaliteitsafstand bepaald. Indien de maximale 1%-letaliteitsafstand niet over een gebied met een belangrijke of belangrijk geachte populatie gaat, wordt het indirecte risico als niet significant beschouwd.

Voor wat betreft de evaluatie van het indirecte risico van Tigro Industries is het meest nabije gebied met een belangrijke of belangrijk geachte populatie het woongebied dat zich op ca. 320 m ten noordoosten van de inrichting bevindt. De populatiedichtheid op de omliggende bedrijventerreinen is immers te laag om aanzien te worden als een gebied met een belangrijke of belangrijk geachte populatie.

VERLADING SALPETERZUUR 53% – De maximale 1%-letaliteitsafstand die in de veiligheidsstudie gevonden wordt voor de verlading van salpeterzuur 53% reikt niet tot aan de terreingrens.

OVERIGE INSTALLATIES – Voor de overige installaties met gevaarlijke stoffen is het niet te verwachten dat het falen van één of meerdere installaties zal leiden tot relevante letale effecten die reiken tot in het woongebied.

De maximale 1%-letaliteitsafstand van de installaties met gevaarlijke stoffen die zich binnen het effectgebied van de windturbine bevinden, gaat niet over een gebied met een belangrijke of belangrijk geachte populatie. Bijgevolg wordt het indirecte risico als niet significant beschouwd.

III.5.4.3. Milieurisicoanalyse

Binnen het effectgebied van het zwaartepunt van een blad in het geval van mastbreuk (de zogenaamde *high impact zone*) van de windturbines bevinden zich geen (voor het milieurisico relevante) installaties op het terrein van Tigro Industries.

III.5.4.4. Conclusie

Gelet op het resultaat van de risicoanalyse (en de risicoanalyse uit de veiligheidsstudie van Tigro Industries) zal het externe risico van Tigro Industries ook na plaatsing van de windturbines voldoen aan de risicocriteria.

III.5.5. Indirect risico van het LPG-tankstation van Esso

Op het LPG-tankstation van Esso gelegen aan de Astridlaan 278/2 te 3900 Pelt bevindt zich een bovengrondse LPG-opslagtank. De voor het indirecte risico van het LPG-tankstation relevante installaties zijn de LPG-opslagtank, de LPG-tankwagens en de verdeel- en vulslangen. De LPG-opslagtank bevindt zich op ca. 229 m van de inplantingslocatie van windturbine WT4. De stelplaats van de LPG-tankwagens bevindt zich ter hoogte van de LPG-opslagtank (zie ook figuur III.7). Er wordt opgemerkt dat pompen hier niet beschouwd dienen te worden conform het *Handboek Windturbines* [2].

III.5.5.1. Frequentiebenadering

In de frequentieanalyse wordt de treffrequentie bepaald van de LPG-tank en van de LPG-tankwagens¹¹ ter hoogte van het tankstation. Indien blijkt dat de treffrequentie van een installatie minder dan 10% bedraagt van de intrinsieke faalfrequentie van de installatie, dan wordt het indirect risico als niet significant beschouwd.

De kans dat de LPG-tank getroffen wordt door het zwaartepunt van een rotorblad bedraagt ca. $2,7 \cdot 10^{-10}/j$. De intrinsieke faalfrequentie voor het catastrofaal falen van de LPG-tankwagens bedraagt $6,4 \cdot 10^{-7}/j$ [6]. Hieruit volgt dat de relatieve toename van de faalfrequentie ongeveer 0,04% bedraagt, wat beschouwd wordt als een niet-significante toename.

De kans dat de LPG-tankwagens¹² ter hoogte van de stelplaats getroffen wordt door het zwaartepunt van een rotorblad bedraagt ca. $1,3 \cdot 10^{-10}/j$. De intrinsieke faalfrequentie voor het catastrofaal falen van de LPG-tankwagens bedraagt $6,4 \cdot 10^{-7}/j$ [6]. Hieruit volgt dat de relatieve toename van de faalfrequentie ongeveer 0,02% bedraagt, wat beschouwd wordt als een niet-significante toename.

III.5.5.2. Conclusie

Uit de frequentiebenadering volgt dat er geen significante verhoging is van het risico dat uitgaat van de installaties met gevaarlijke stoffen op het LPG-tankstation van Esso door de inplanting van de windturbines.

¹¹ Aangezien de verlaadslang een lagere treffrequentie en een hogere intrinsieke faalfrequentie heeft dan de tankwagens, geldt dat indien voor de tankwagens geen relevante toename van de faalfrequentie gevonden wordt er evenmin voor de verlaadslang een relevante toename van de faalfrequentie zal worden gevonden.

¹² benaderd als een volume van 10 m x 3 m x 4 m

III.6. Cumulatieve effecten

In de omgeving van de projectlocatie bevinden zich vier operationele windturbines. De inplantingslocaties en karakteristieken van de windturbines worden gegeven in de onderstaande tabel.

Tabel III.6 Lambert 72-coördinaten en karakteristieken operationele windturbines

wind-turbine	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	windturbine type	rotor-diameter [m]	as-hoogte [m]	max. rotor-toerental [rpm]	max. effect-afstand [m] (1)
Operationele windturbines							
LW1	220 814	213 521	Nordex N117	123	108,5	14	567
ST1	221 433	214 779	Siemens SG145	145	97,5	12	574
ST2	221 816	214 733	Siemens SG145	145	97,5	12	574
ST3	222 261	214 774	Siemens SG145	145	97,5	12	574

(1) Er is aangenomen dat het zwaartepunt zich bevindt op een afstand tot het rotorcentrum gelijk aan 0,18 keer de rotordiameter [2].

De locaties en de effectgebieden van de verschillende windturbines worden weergegeven in figuur II.5.

Hieronder zullen de mogelijke cumulatieve effecten op het vlak van externe veiligheid nader geëvalueerd worden.

III.6.1. Plaatsgebonden mensrisico

Het plaatsgebonden mensrisico wordt per windturbine berekend en beoordeeld. Dit impliceert dat er geen cumulatieve effecten beschouwd dienen te worden voor wat betreft de evaluatie van het plaatsgebonden mensrisico.

III.6.2. Groepsrisico

In de bepaling van het groepsrisico van de windturbines is de relevante effectafstand deze van mastbreuk, aangezien er zich geen grote groepen personen met een hoge populatiedichtheid in openlucht binnen de effectafstand van de windturbines bevinden. Aangezien er geen gebouwen kunnen getroffen worden door één van de windturbines die het voorwerp uitmaken van de voorliggende veiligheidsstudie en één van de operationele windturbines, zijn er geen cumulatieve effecten voor wat betreft de evaluatie van het groepsrisico.

III.6.3. Indirecte risico

De 25 m³ propaantank op het terrein van Nyrstar Belgium bevindt zich binnen de maximale effectafstand van windturbines ST1 en ST2. In de berekening van de trefkans van deze installatie in § III.5.2.2 is rekening gehouden met het cumulatieve effect van deze windturbines.

III.7. Samenvatting: Evaluatie van de externe risico's

III.7.1. Directe risico's

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

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

III.7.2. Indirecte risico's

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

Uit de analyse volgt dat:

- het externe risico van de Seveso-inrichtingen Nyrstar Belgium, EverZinc en Tigro Industries ook na plaatsing van de windturbines zal voldoen aan de geldende risicocriteria;
- er geen (significante) verhoging is van het risico dat uitgaat van de installaties met gevaarlijke stoffen op het LPG-tankstation van Esso door de inplanting van de windturbines.

III.8. Adviesvragen

III.8.1. Nucleaire inrichtingen

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

III.8.2. Hoogspanningsinfrastructuur

In het projectgebied bevinden zich verschillende hoogspanningslijnen en -posten (zie figuur II.6). Uit deze figuur blijkt dat de afstand tussen de hoogspanningslijnen en de windturbines groter is dan de drukgevaargrensafstand (i.e. 1,5 keer rotordiameter). Dit leidt in de regel tot een positief advies van Elia voor wat betreft het risico voor trillingen door turbulentie van de windturbines [7].

De afstand tussen de hoogspanningslijnen en windturbines WT3b en WT4 is kleiner dan de effectafstand van de tip van een rotorblad in het geval van bladbreuk bij nominaal toerental. **Een risicoanalyse waarin de trefkans van de hoogspanningslijnen bepaald en geëvalueerd wordt, is bijgevolg vereist voor deze windturbines [7].**

De afstand tussen de hoogspanningspost Overpelt Infrac en windturbine WT4 is kleiner dan de adviesgrensafstand (i.e. 3,5 keer de rotordiameter).

IV. BESLUIT

Verschillende projectontwikkelaars wensen samen in totaal vijf windturbines te realiseren op het grondgebied van de gemeente Pelt.

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

Uit deze veiligheidsstudie wordt besloten dat de inplanting van de windturbines 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.

Dhr. F. Van den Schoor

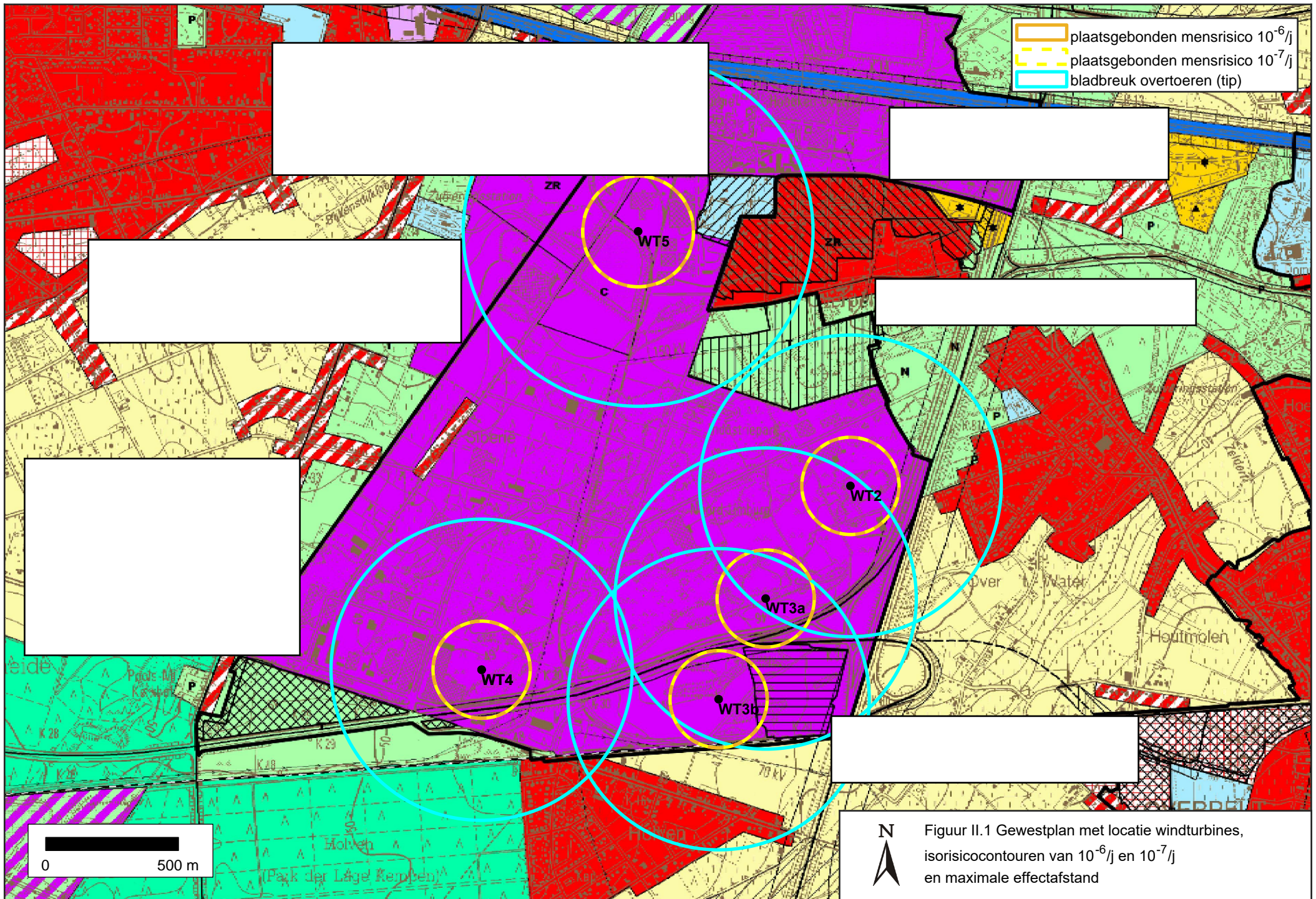
Erkend VR-deskundige¹³

¹³ erkenning met nummer 2013/VR084, onbeperkt geldig.

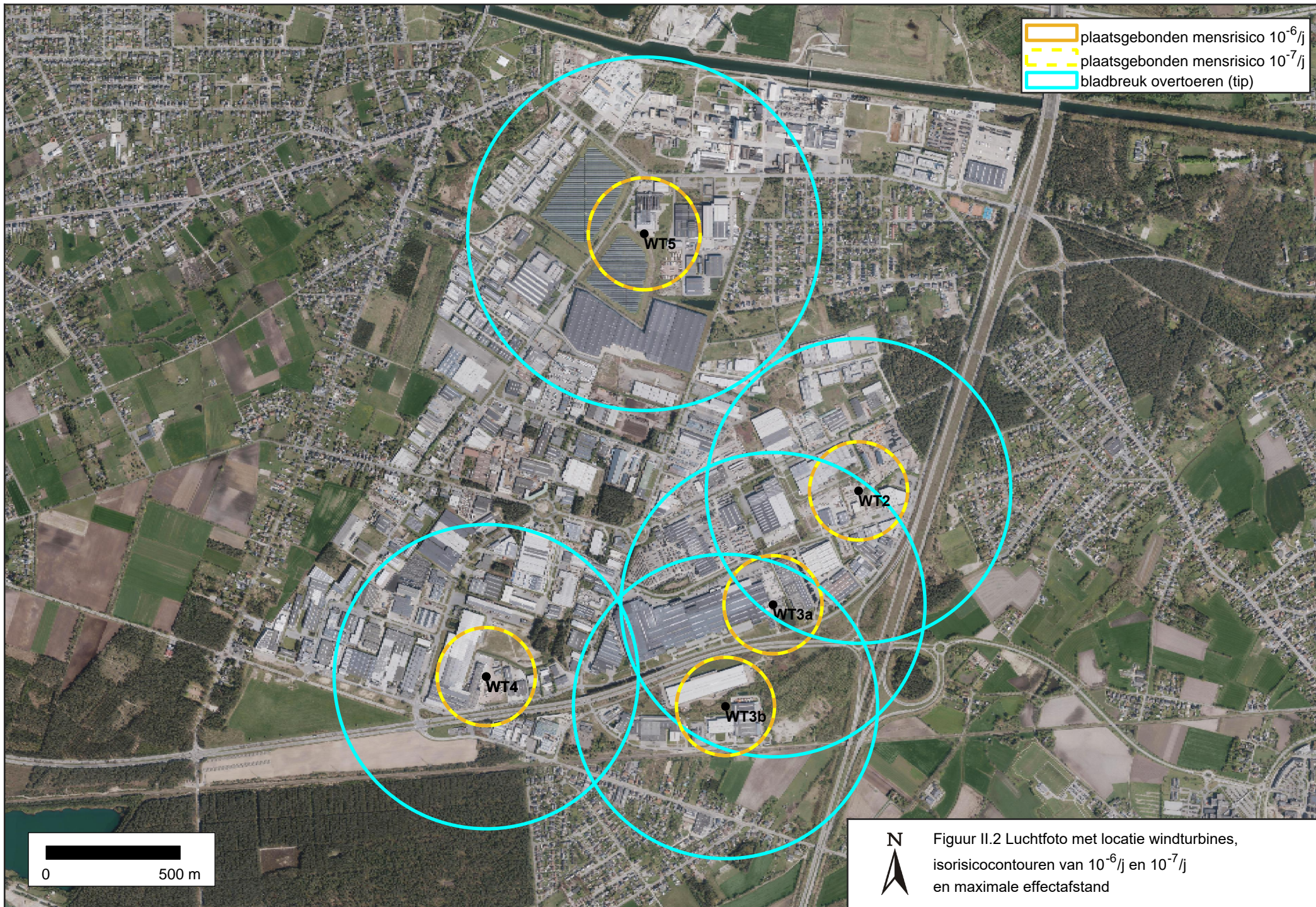
V. REFERENTIES

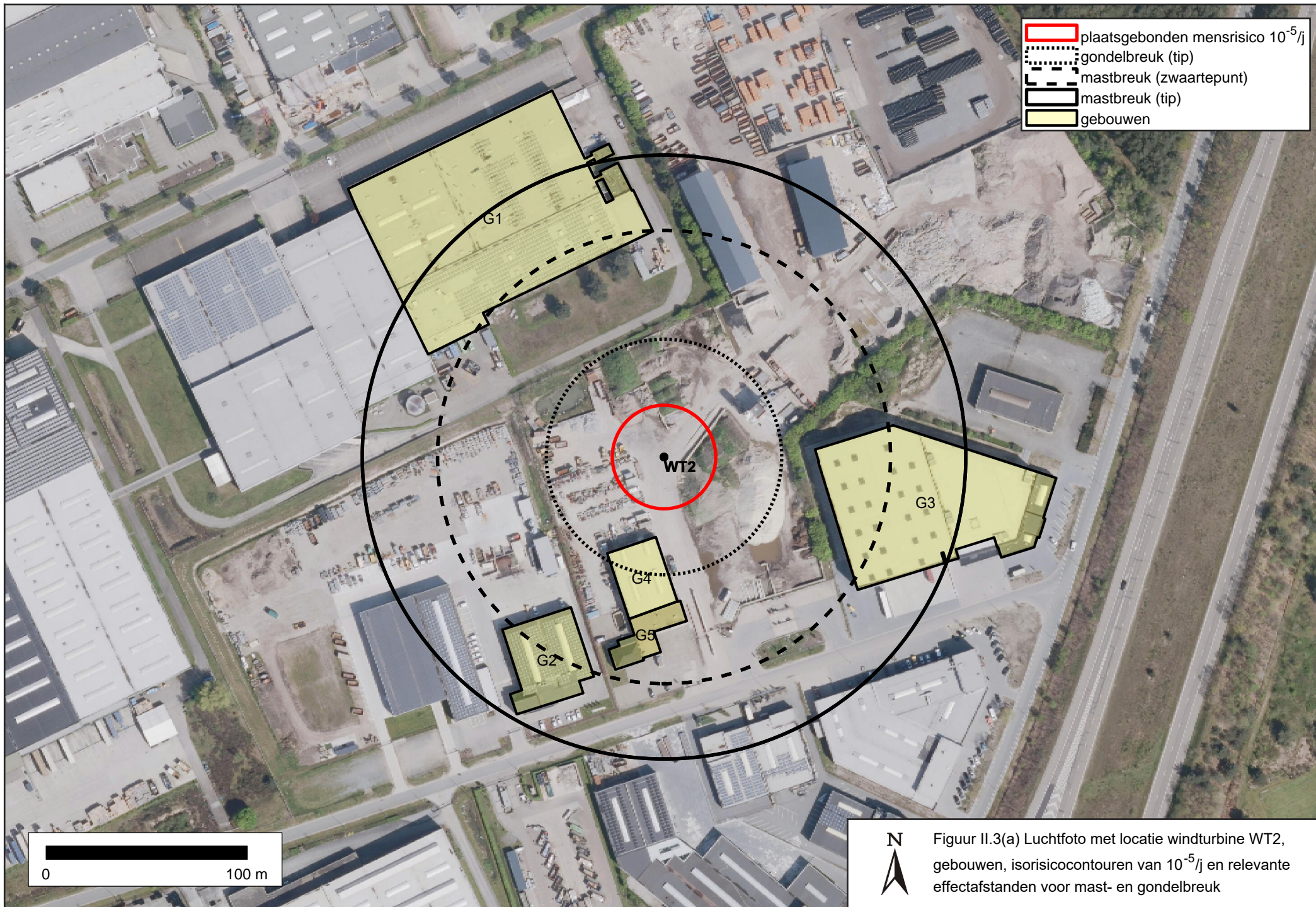
- [1] *Beoordelingskader Windturbines. Code van goede praktijken inzake risicocriteria voor windturbines – versie 1.0 d.d. 01/10/2019, Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, 2019.*
- [2] *Handboek Windturbines. Richtlijnen voor de risicoberekeningen van windturbines – versie 2.0 d.d. 01/12/2022, Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, 2022.*
- [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] *Leidraad aandachtsgebieden. Toelichting bij het Besluit van de Vlaamse Regering houdende nadere regels inzake de ruimtelijke veiligheidsrapportage – versie 2.0 d.d. 01/04/2019, Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, 2019.*
- [6] *Handboek Risicoberekeningen. Richtlijnen voor kwantitatieve risicoanalyse, indirecte risico's en milieurisicoanalyse – versie 3.3 d.d. 01/06/2023, Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, 2023.*
- [7] *Advies door Elia bij het oprichten van windturbines in de nabijheid van hoogspanningsinstallaties, Elia, november 2023.*

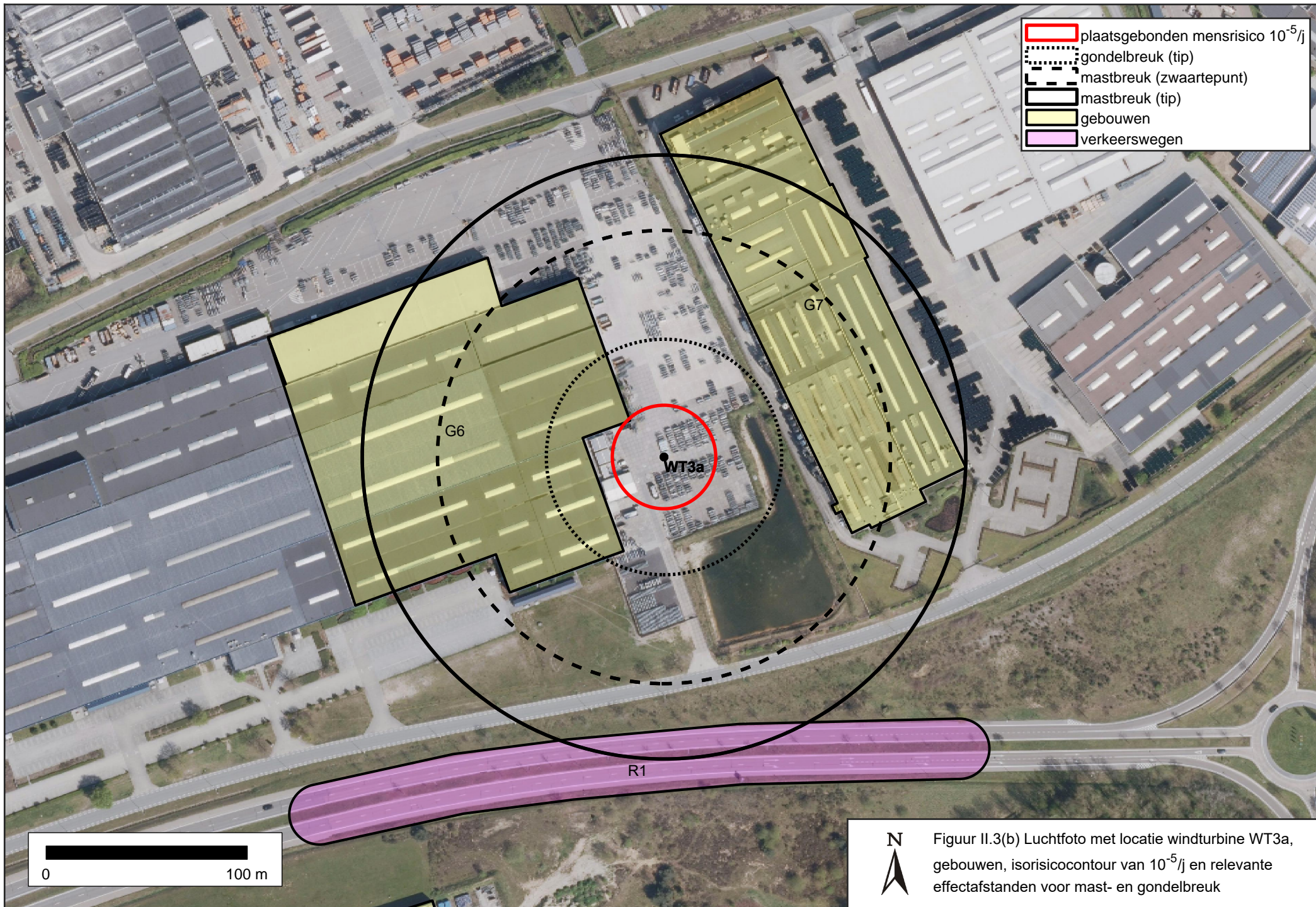
VI. FIGUREN



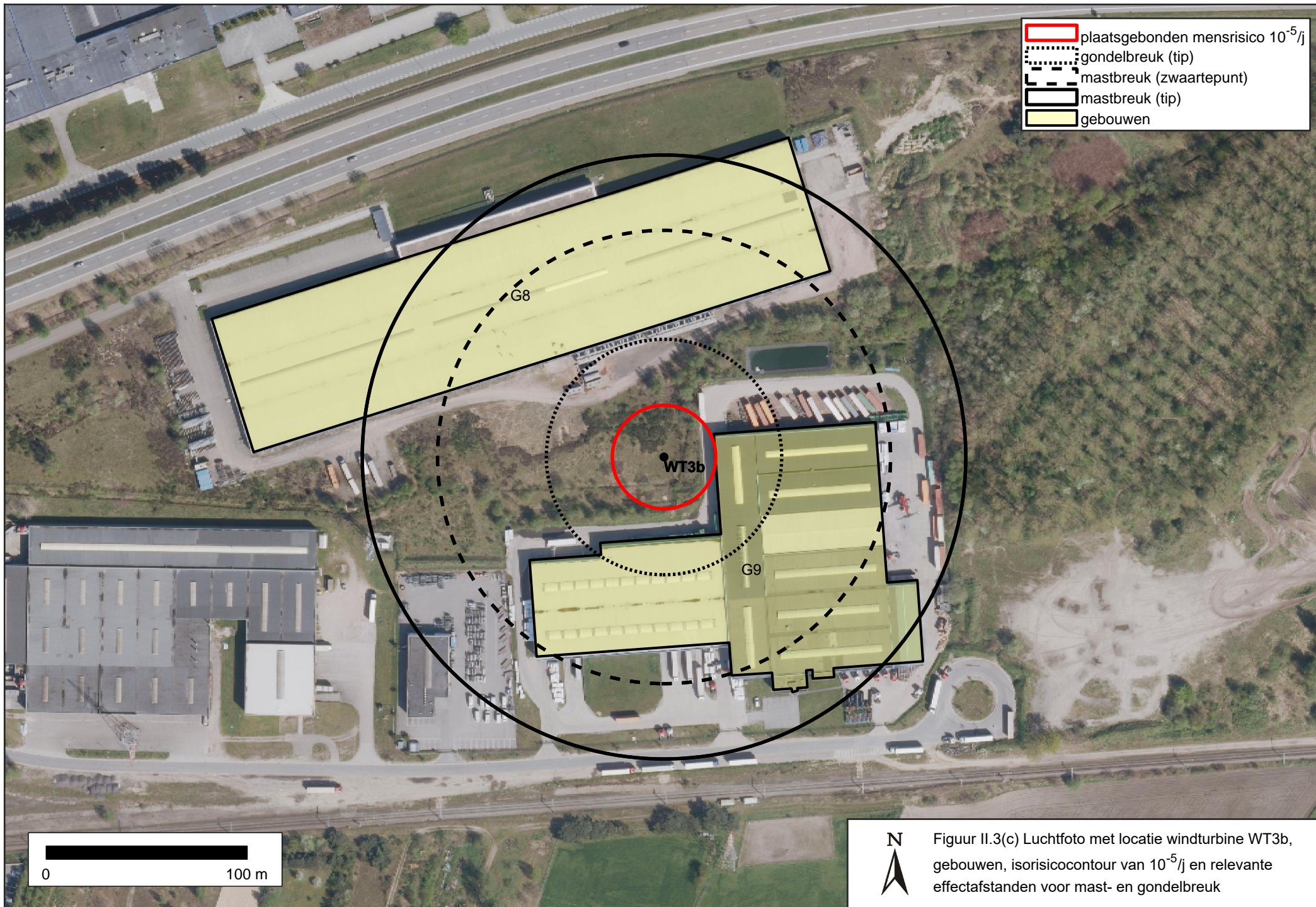
N
 Figuur II.1 Gewestplan met locatie windturbines, isorisocontouren van $10^{-6}/j$ en $10^{-7}/j$ en maximale effectafstand







Figuur II.3(b) Luchtfoto met locatie windturbine WT3a, gebouwen, isorisicocontour van $10^{-5}/j$ en relevante effectafstanden voor mast- en gondelbreuk

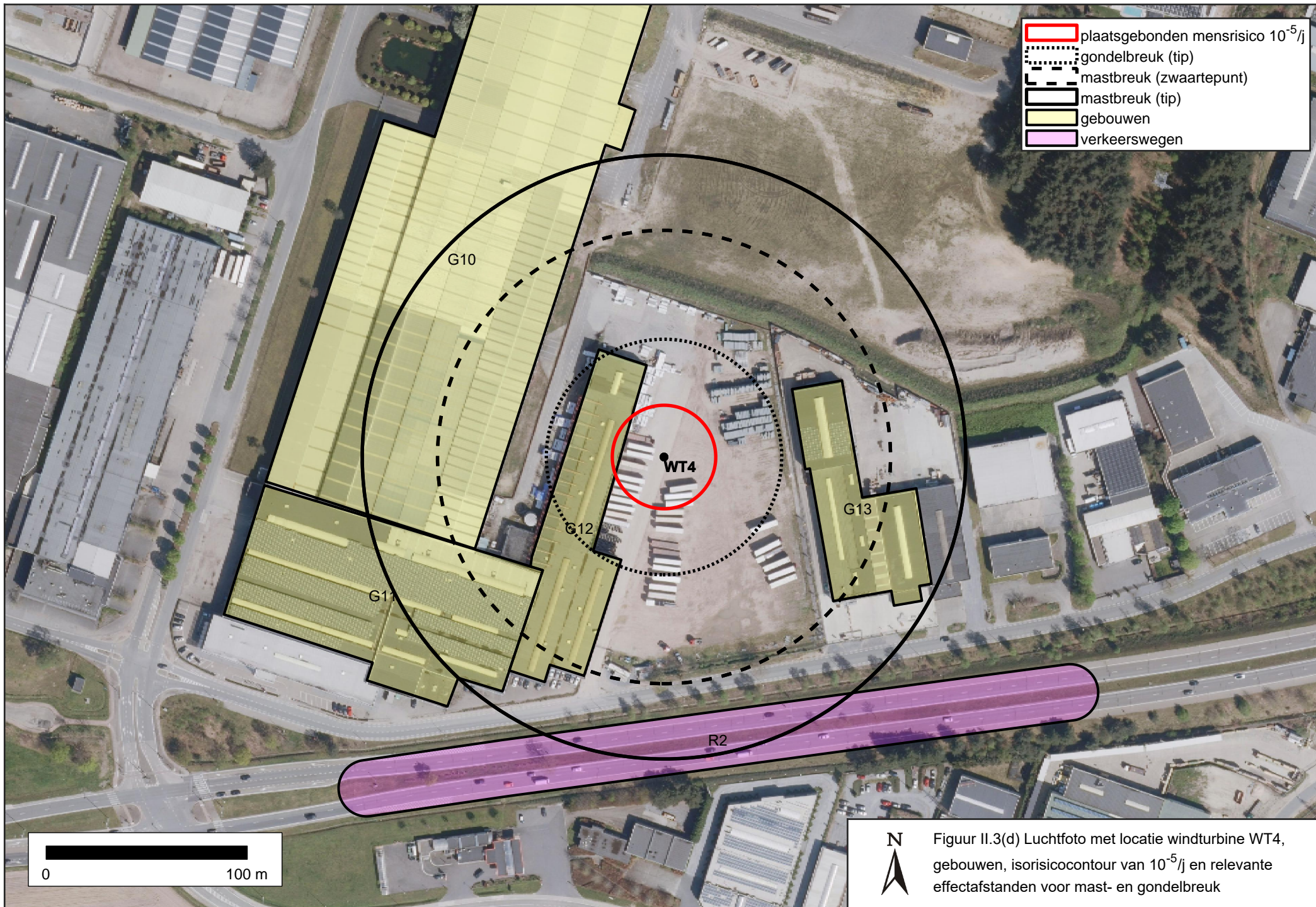


- plaatsgebonden mensrisico 10⁻⁵/j
- gondelbreuk (tip)
- mastbreuk (zwaartepunt)
- mastbreuk (tip)
- gebouwen

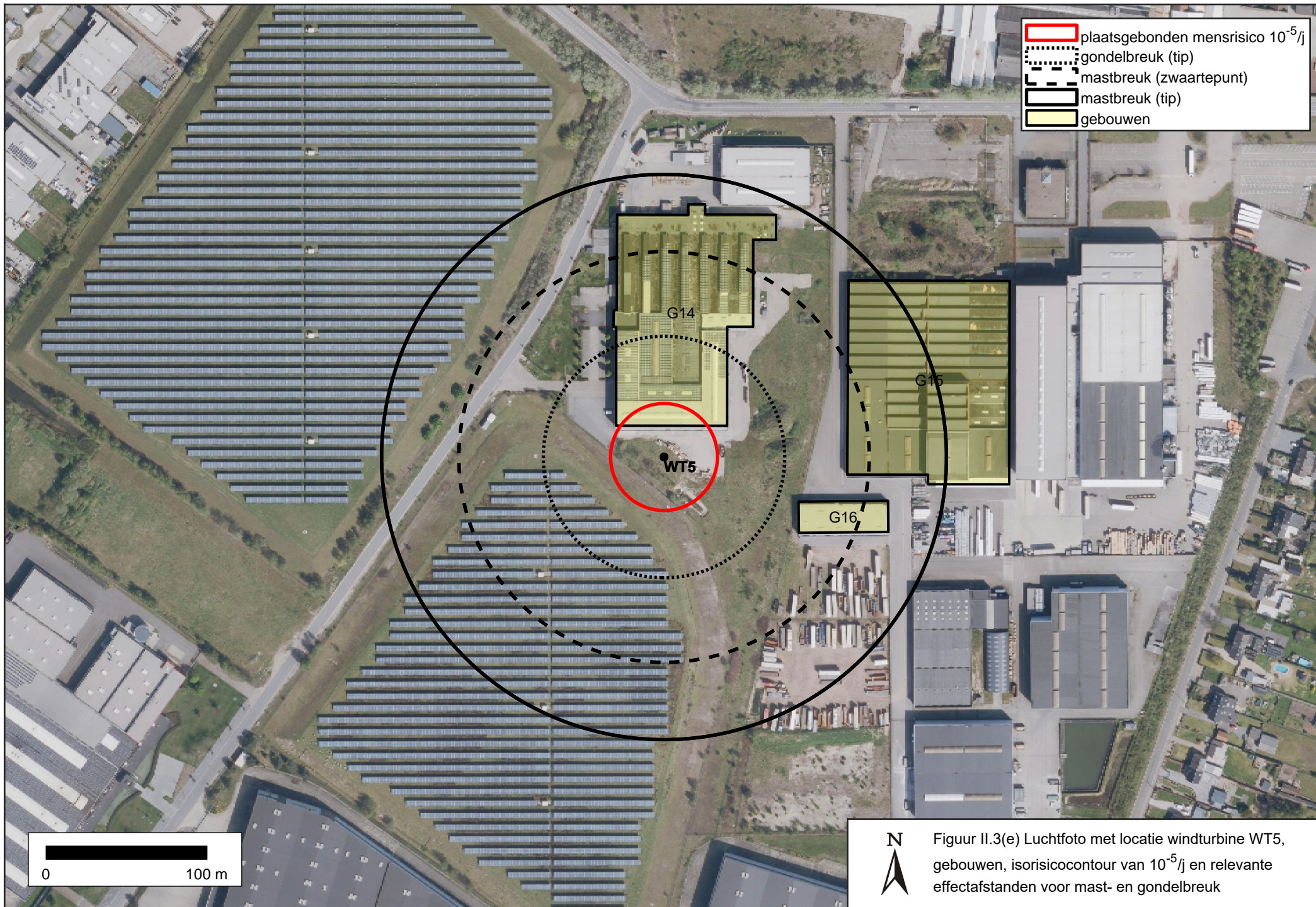
0 100 m



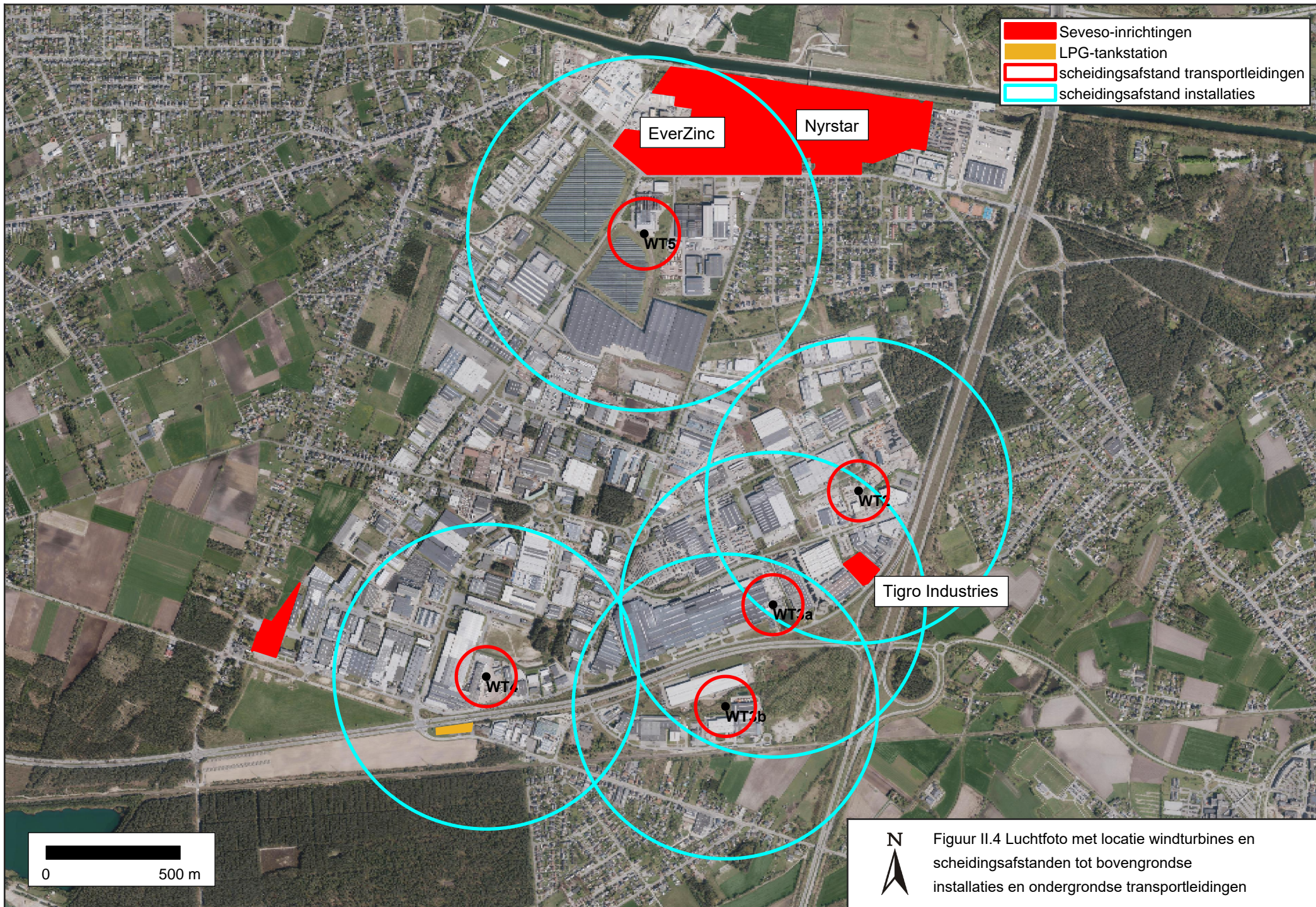
Figuur II.3(c) Luchtfoto met locatie windturbine WT3b, gebouwen, isorisicocontour van 10⁻⁵/j en relevante effectafstanden voor mast- en gondelbreuk



Figuur II.3(d) Luchtfoto met locatie windturbine WT4, gebouwen, isorisocontour van $10^{-5}/j$ en relevante effectafstanden voor mast- en gondelbreuk

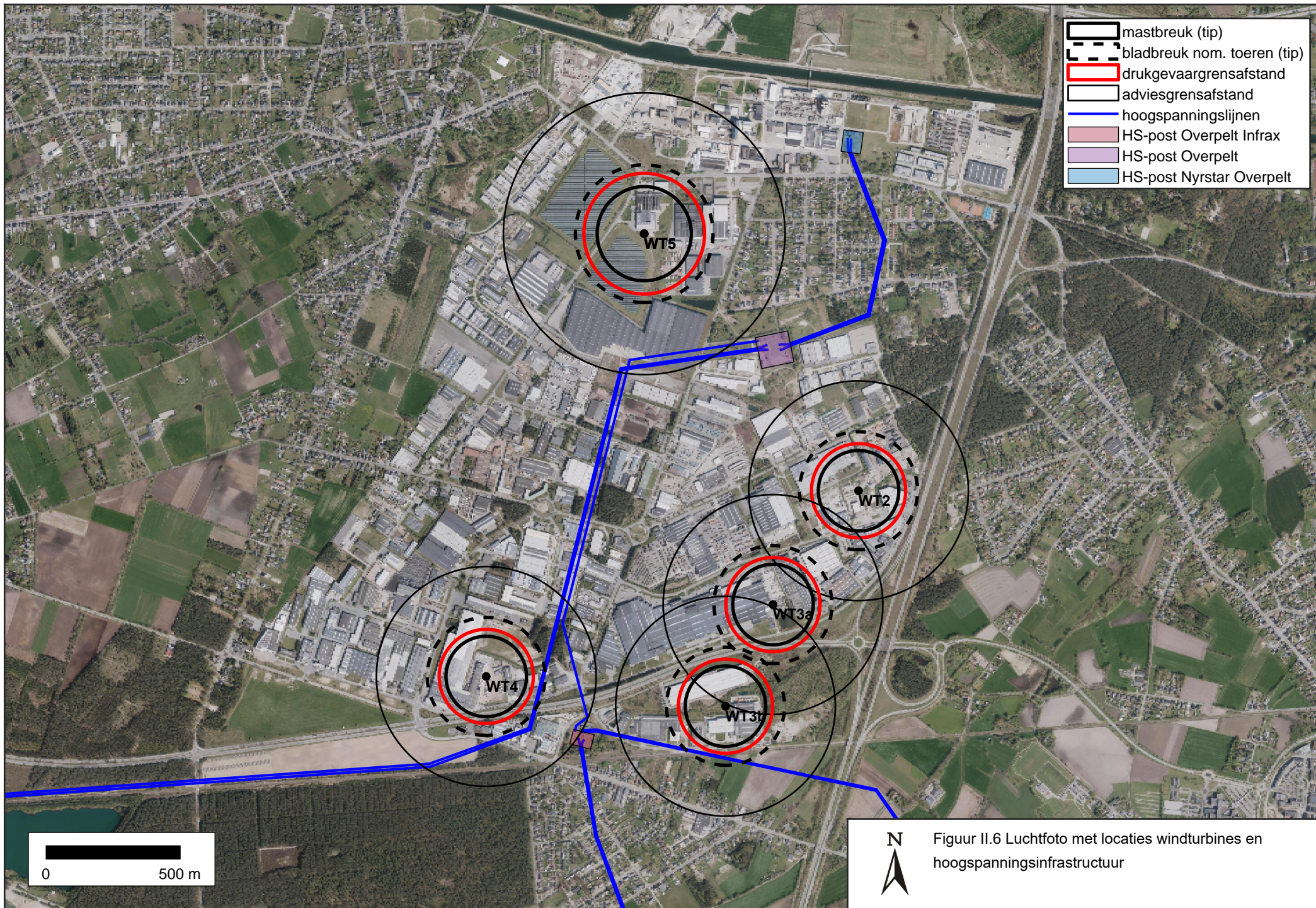


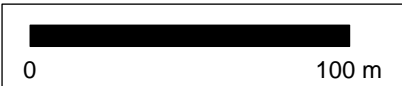
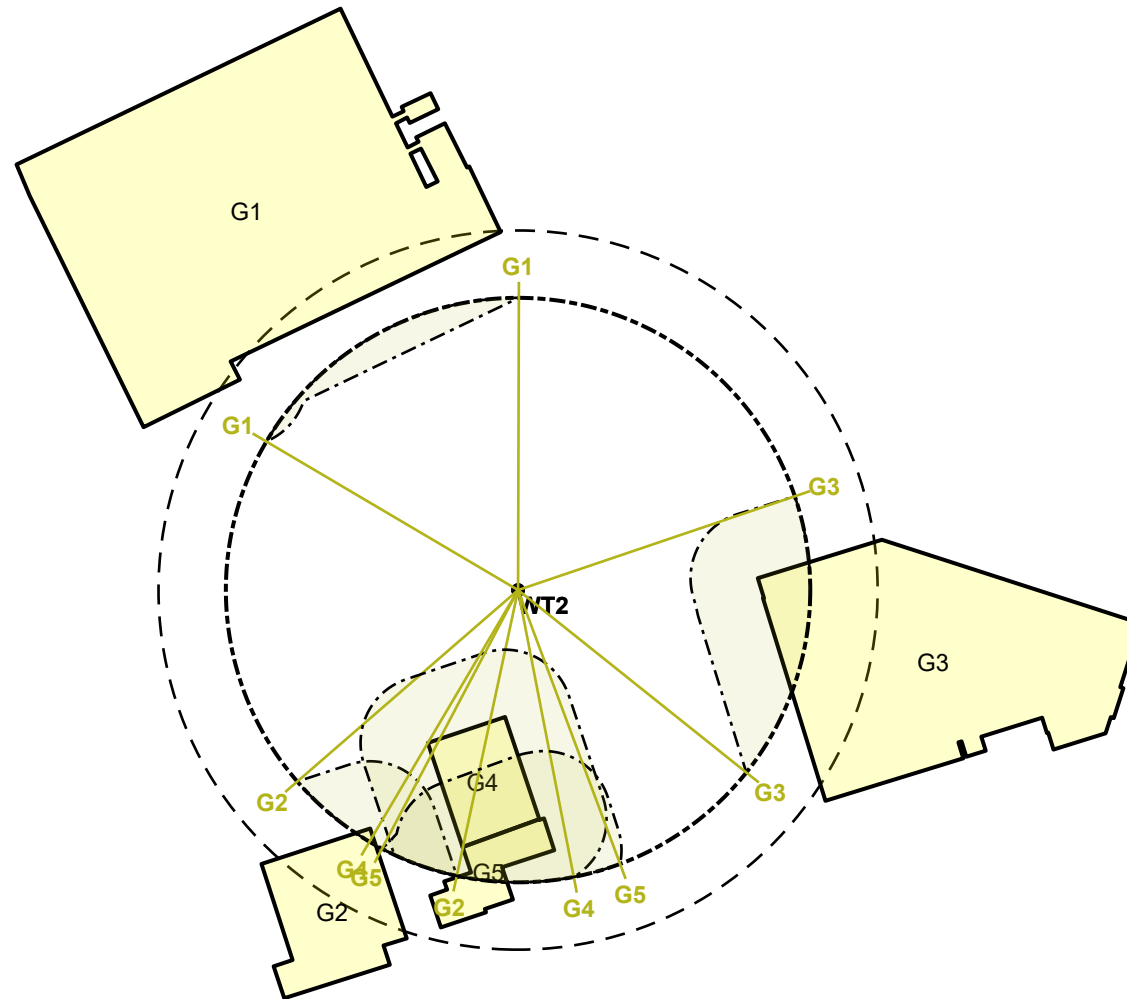
Figuur II.3(e) Luchtfoto met locatie windturbine WT5, gebouwen, isorisocontour van 10⁻⁵/j en relevante effectafstanden voor mast- en gondelbreuk



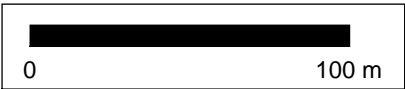
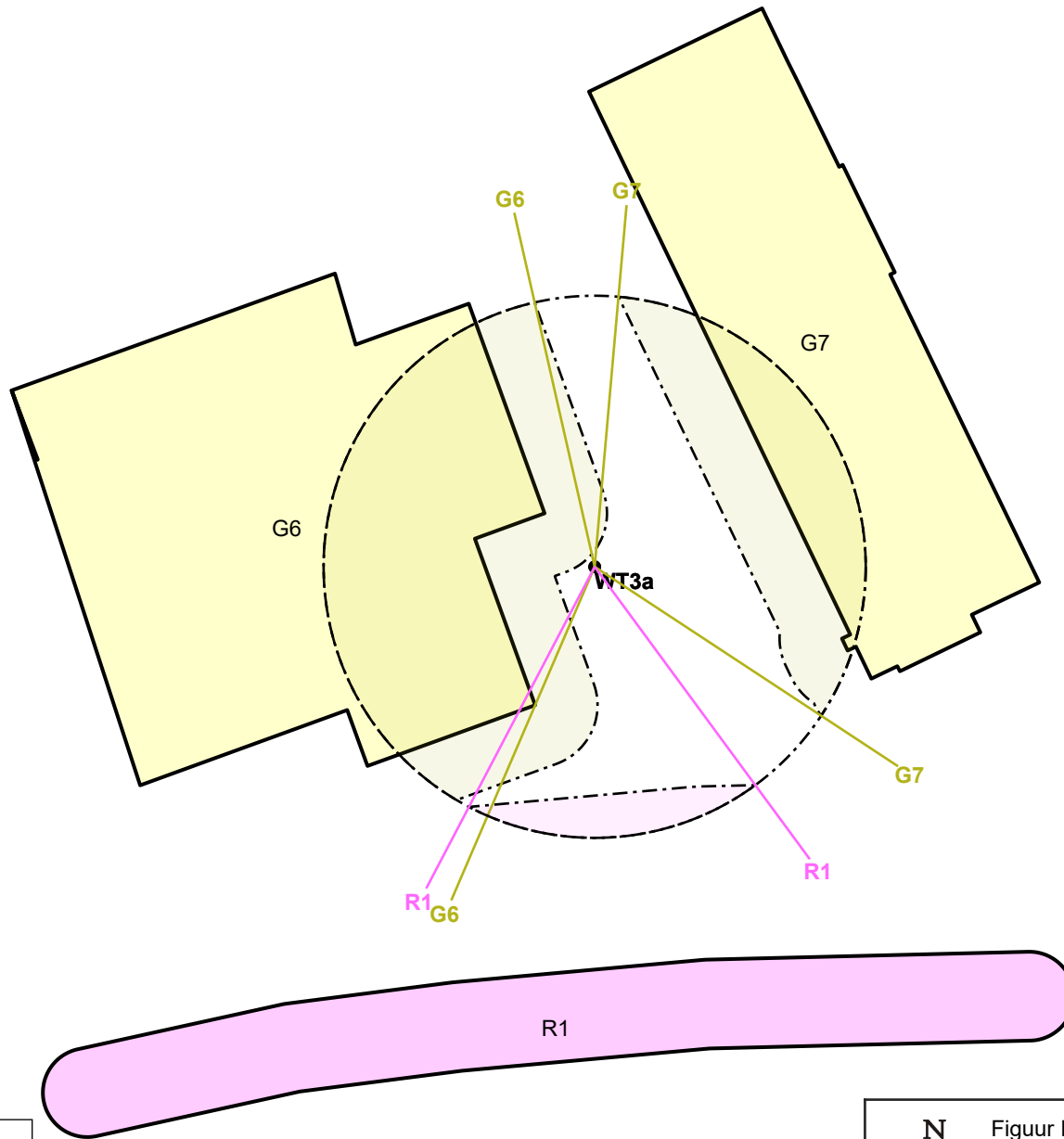
Figuur II.4 Luchtfoto met locatie windturbines en scheidingsafstanden tot bovengrondse installaties en ondergrondse transportleidingen



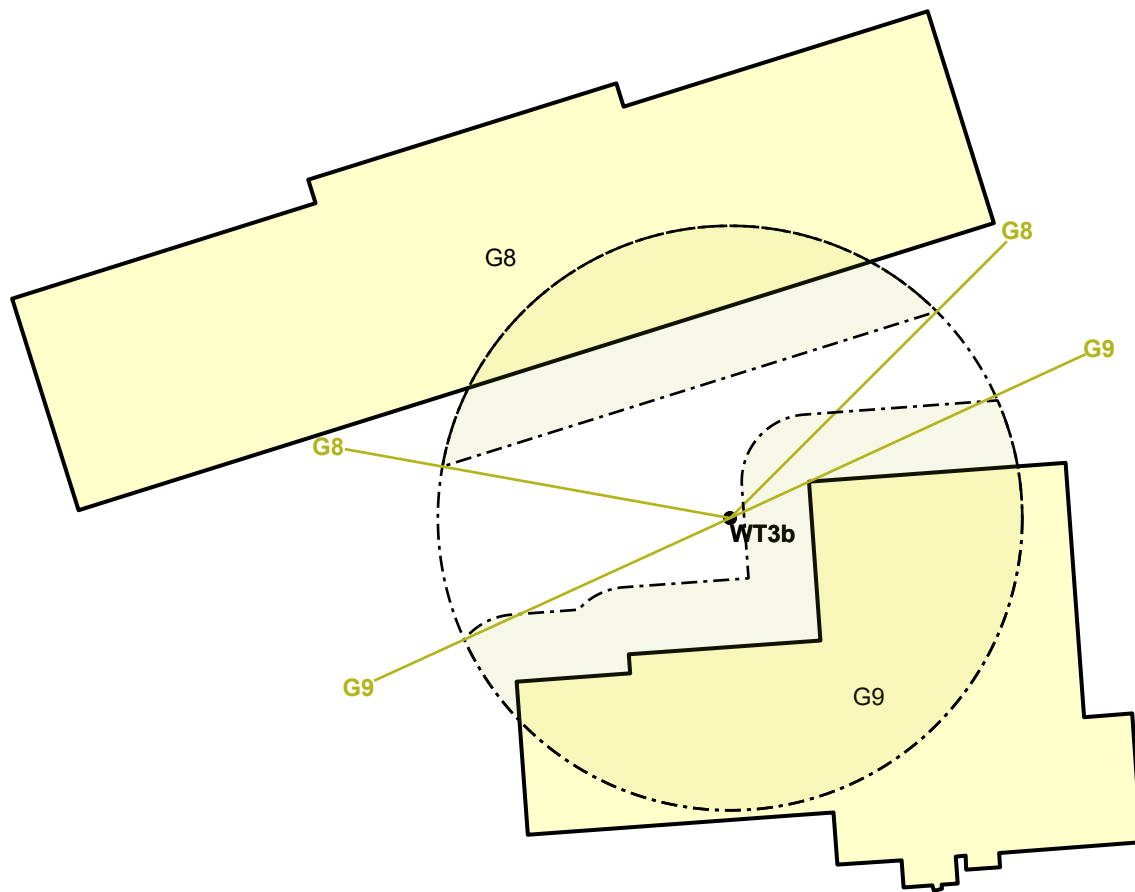




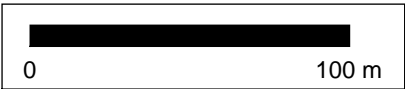
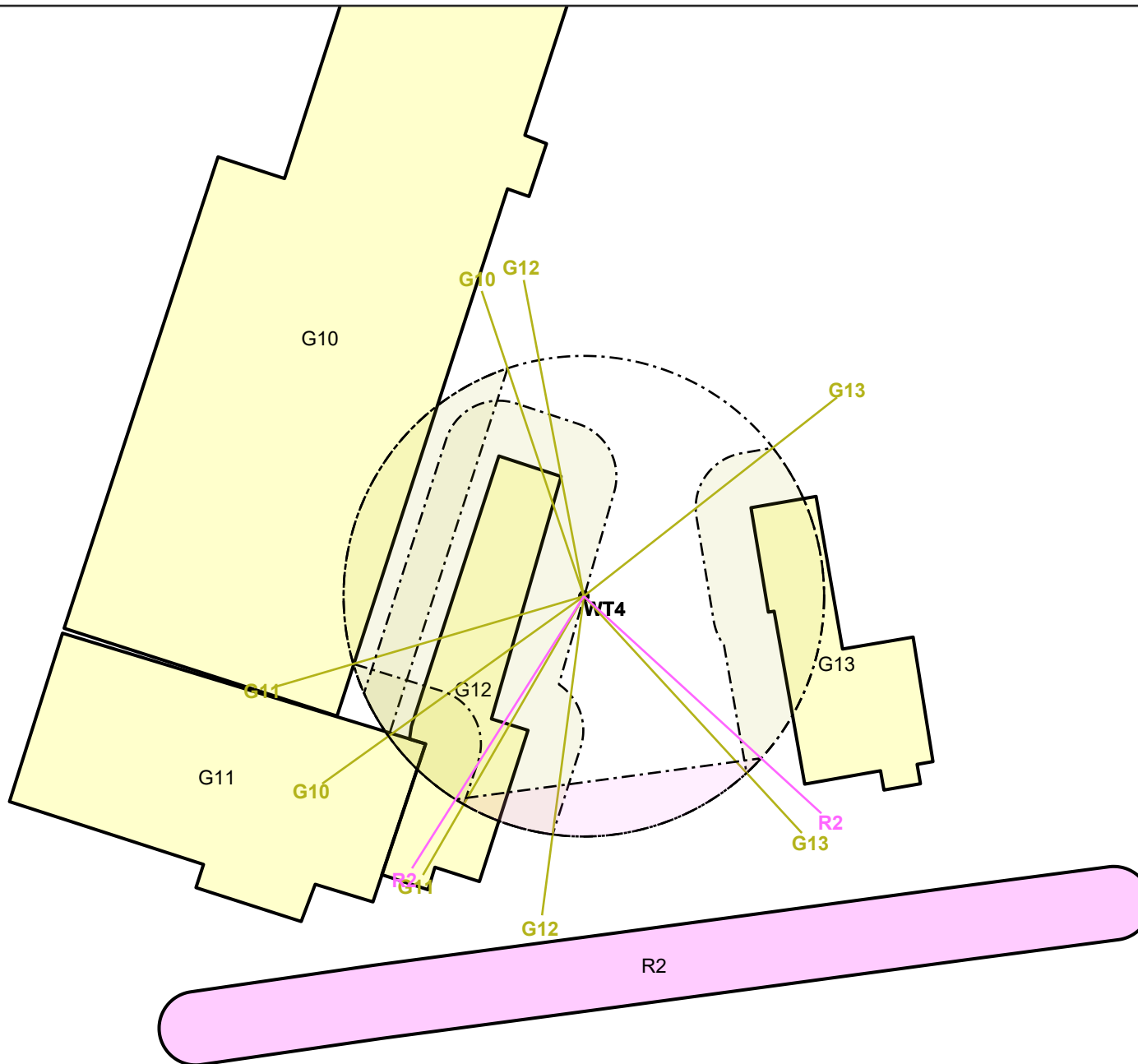
Figuur III.2(a) Locatie windturbine WT2 en gebouwen en hoeken en oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico



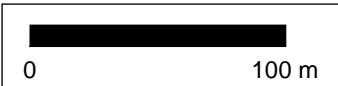
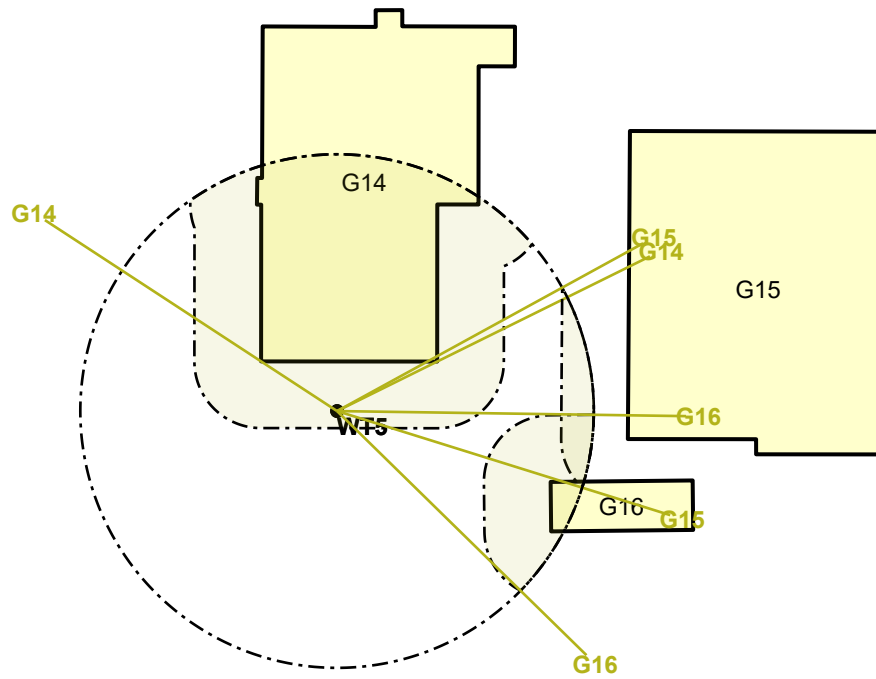
N
Figuur III.2(b) Locatie windturbine WT3a en gebouwen en wegen en hoeken en oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico



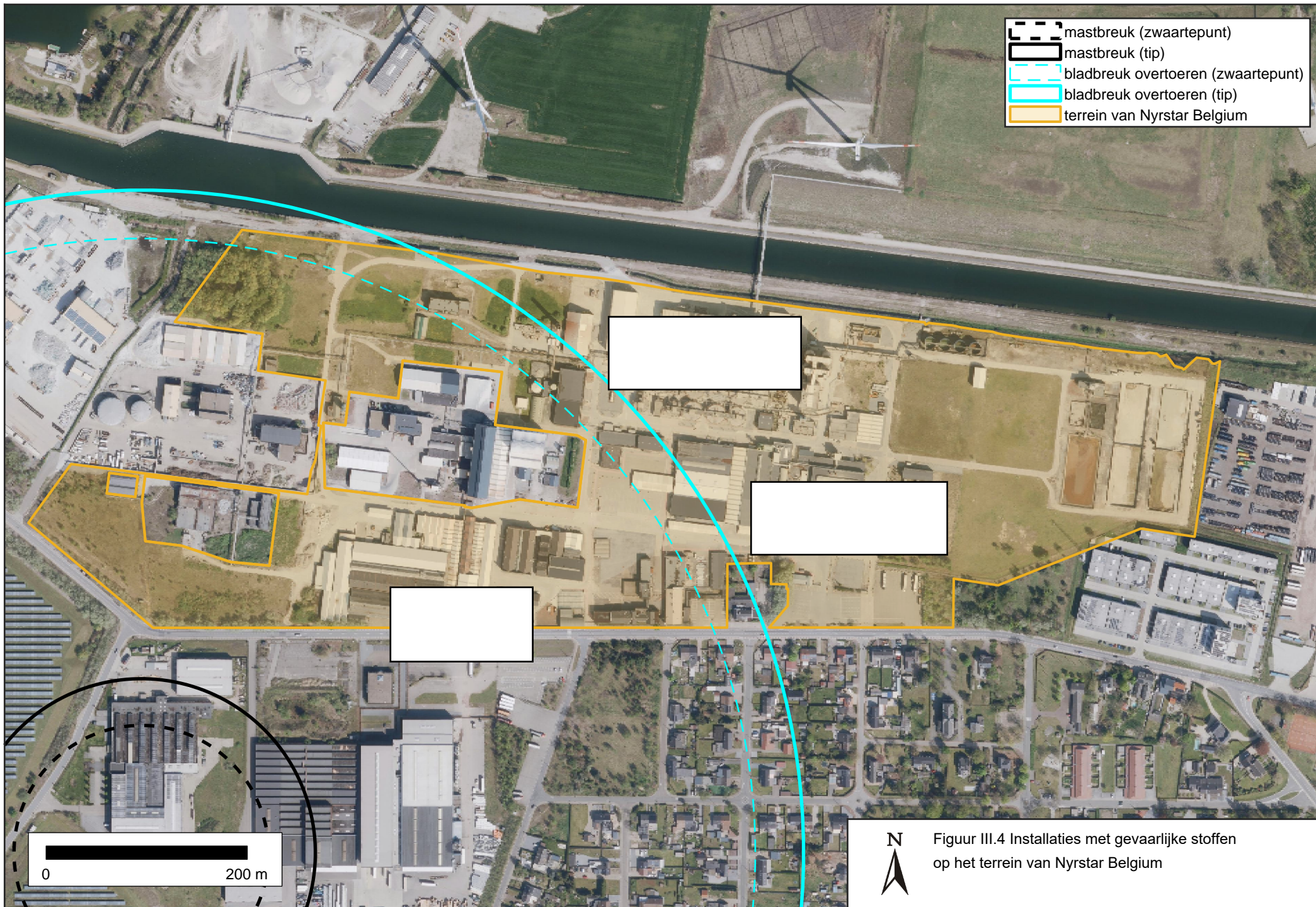
Figuur III.2(c) Locatie windturbine WT3b en gebouwen en hoeken en oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico

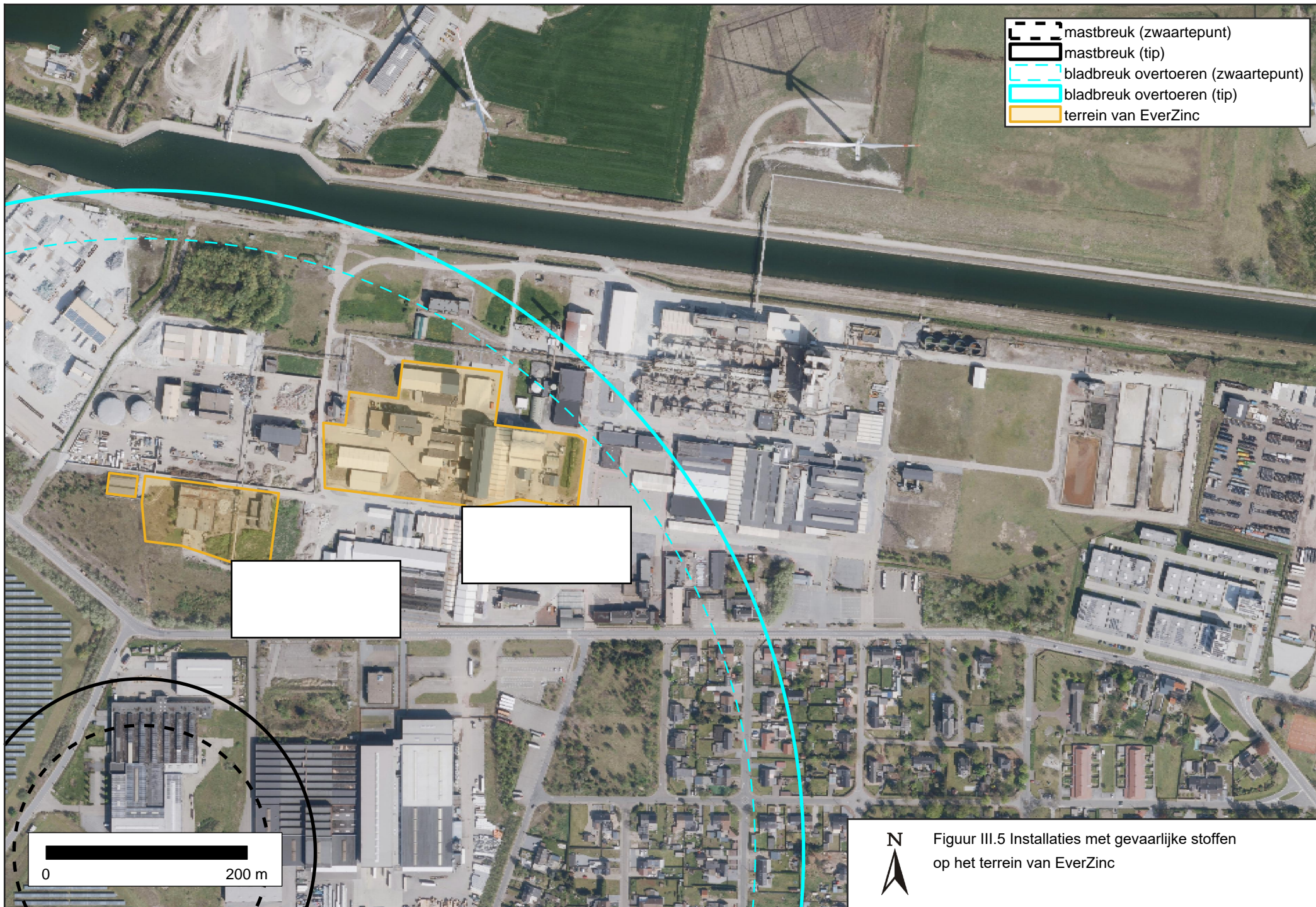


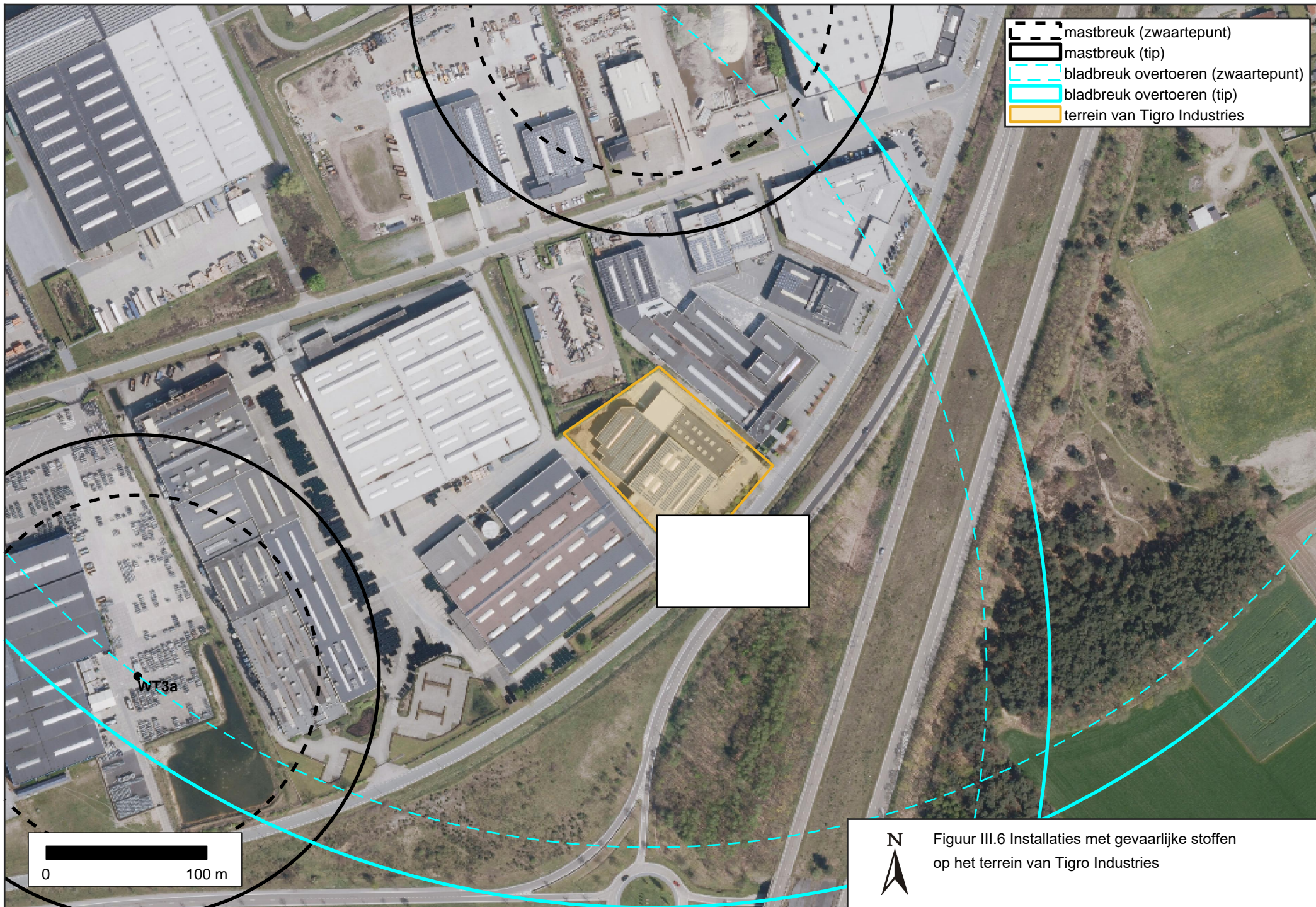
Figuur III.2(d) Locatie windturbine WT4 en gebouwen en wegen en hoeken en oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico

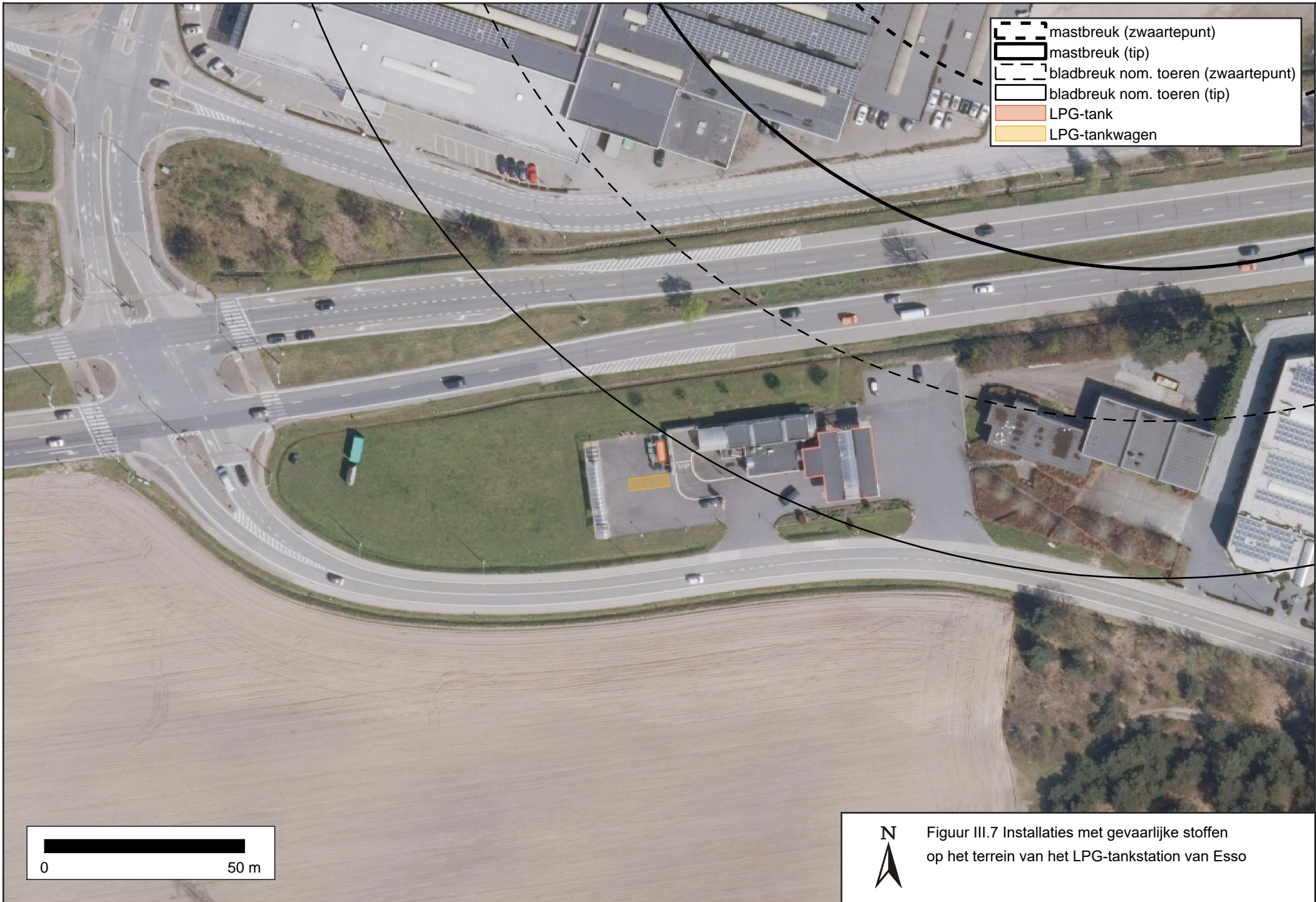


Figuur III.2(e) Locatie windturbine WT5 en gebouwen en hoeken en oppervlaktes relevant in de bepaling van het groepsrisico









Figuur III.7 Installaties met gevaarlijke stoffen op het terrein van het LPG-tankstation van Esso