



status
definitief

uitgite/wijziging

omschrijving wijziging

getek. gecont. beoord. wijzig. datum

ontwerp

010					27-11-2015
-----	--	--	--	--	------------

werkkode

14239	formaat	A2	schaal	1:5000
-------	---------	----	--------	--------

onderwerp
Overzicht WP Korendijk

werk
Windpark Korendijk
Nieuw-Belienland

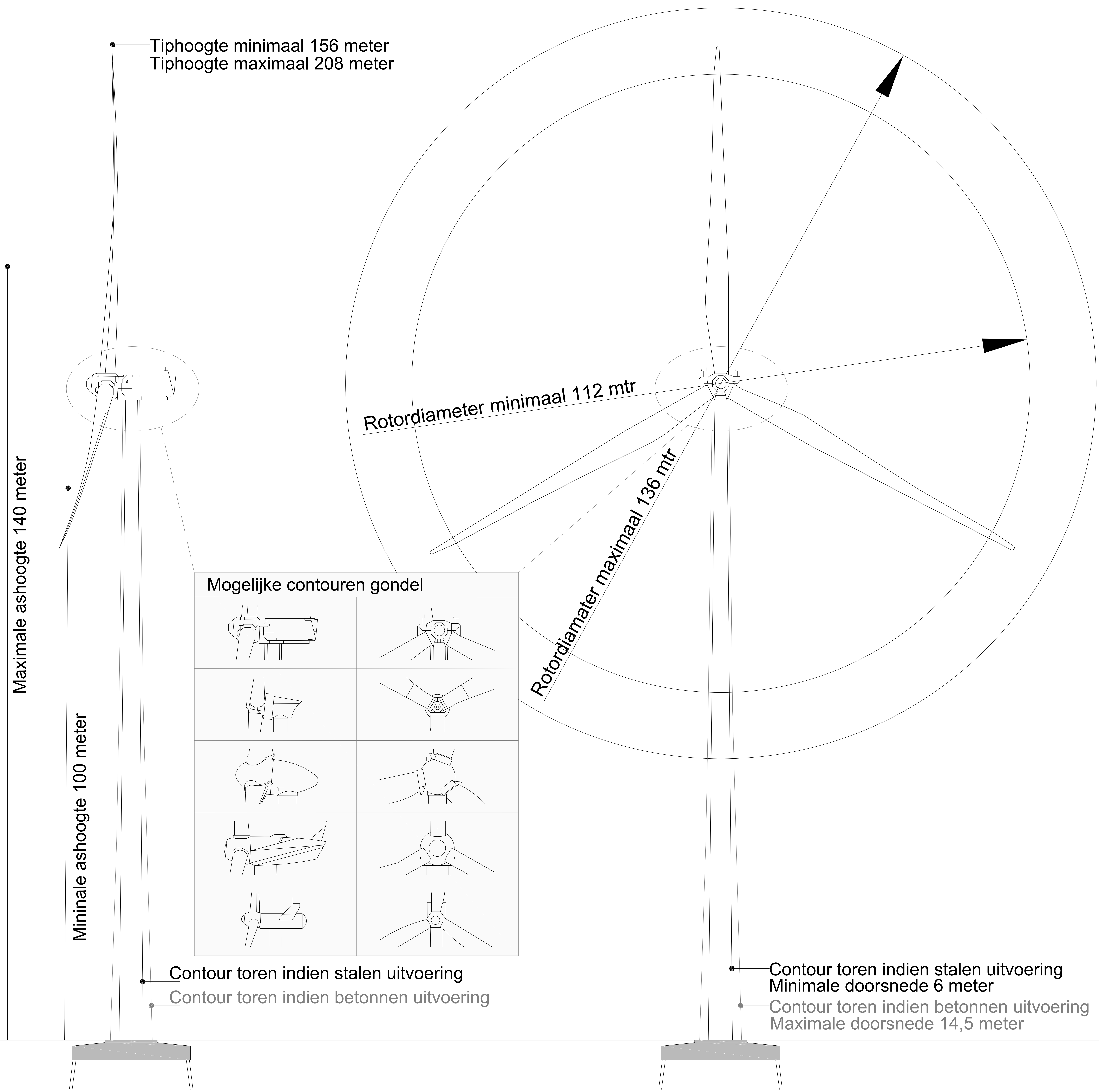
opdrachtgever
Yard Energy
Hoeverden

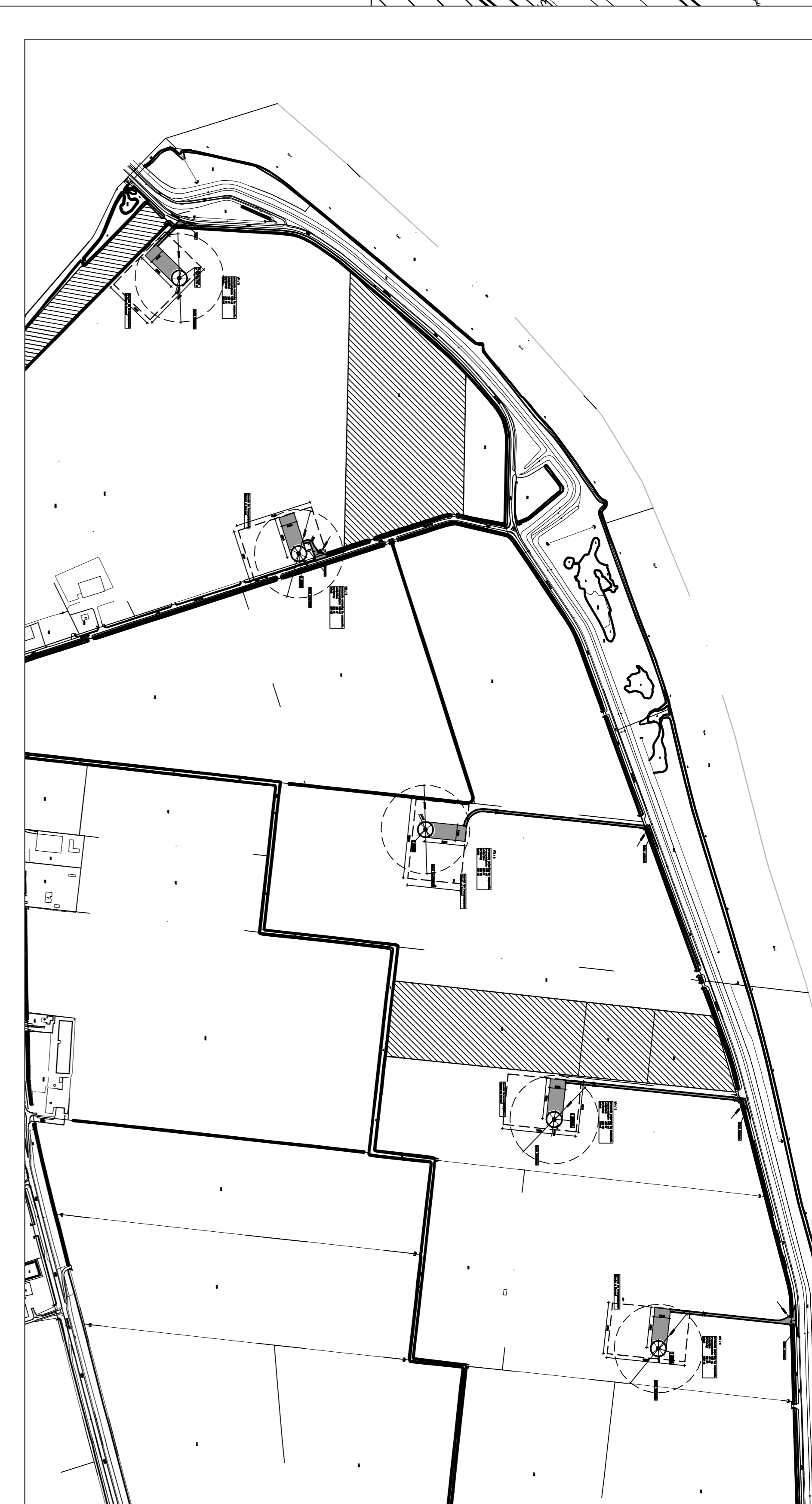
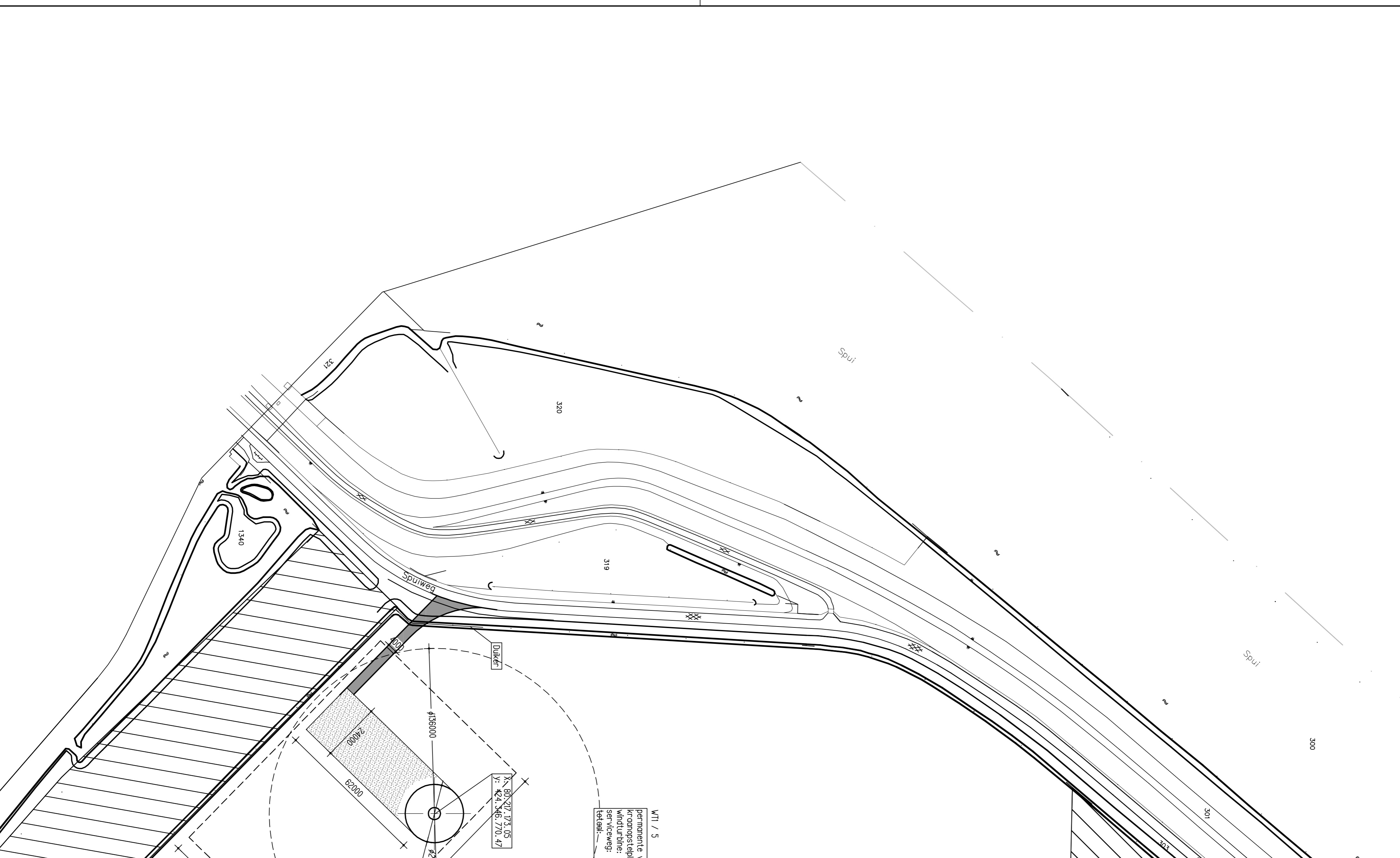
architect

abdt

Velp
Arnhemsestraatweg 338, Velp Postbus 82, 8900 AB Arnhem
tel. +31 (0)26 389 31 11 fax +31 (0)26 389 31 10
www.abdt.eu info@abdt.eu

Overzicht





overzicht

WT 1

Variant WTG5

status

ter goedkeuring

digit tekening
omschrijving tekening

grafiek project besoord wijzig datum

01/01 - 25-1-2015

verificatie 14239 format A1 schaal 1:1000

onderwerp

**Endsituatie
incl. bouwvlak**

werk

**Windpark korendijk
Nieuw-Bejerdijk**

opdrachtgever

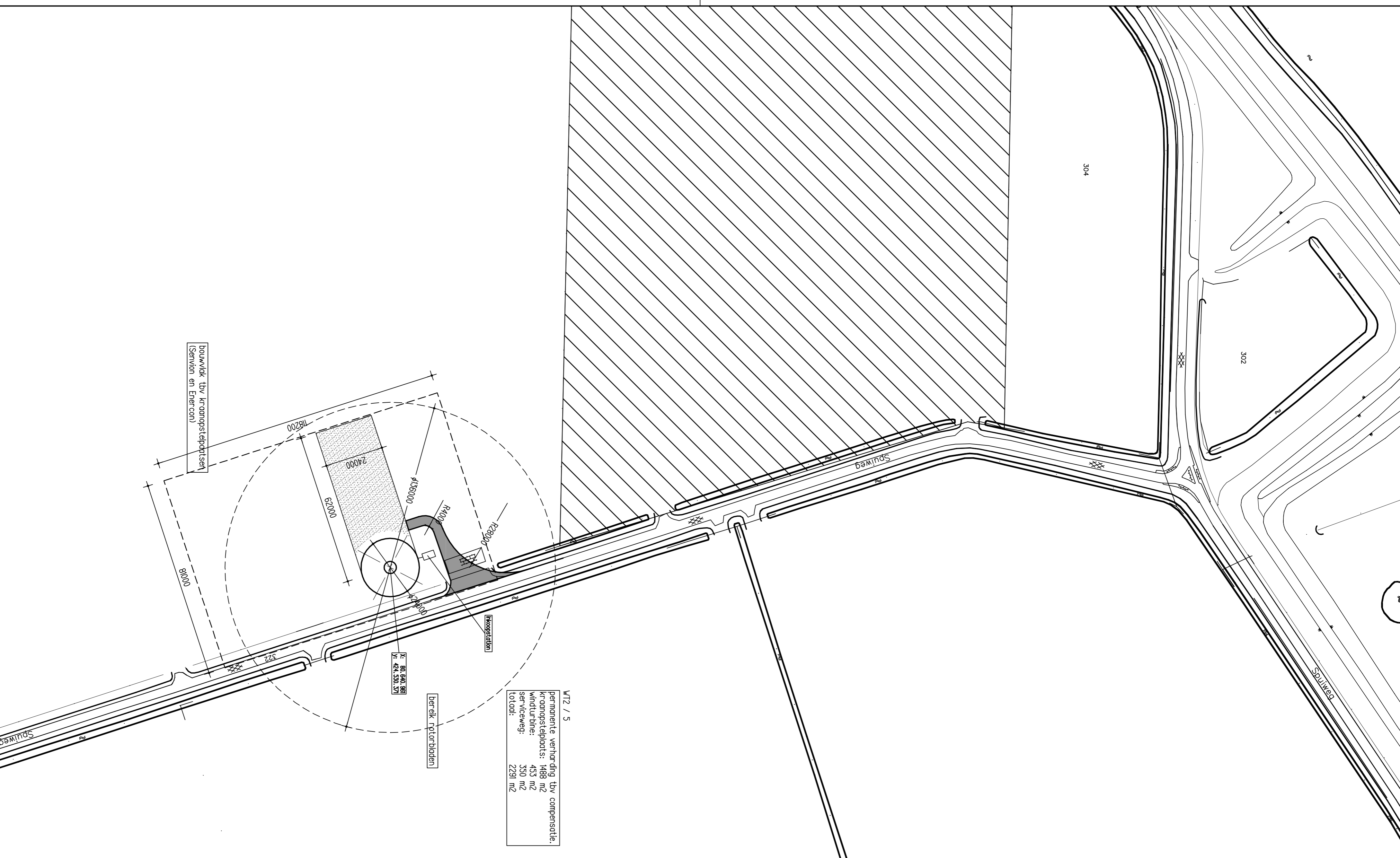
Yard Energy

Hieredelden

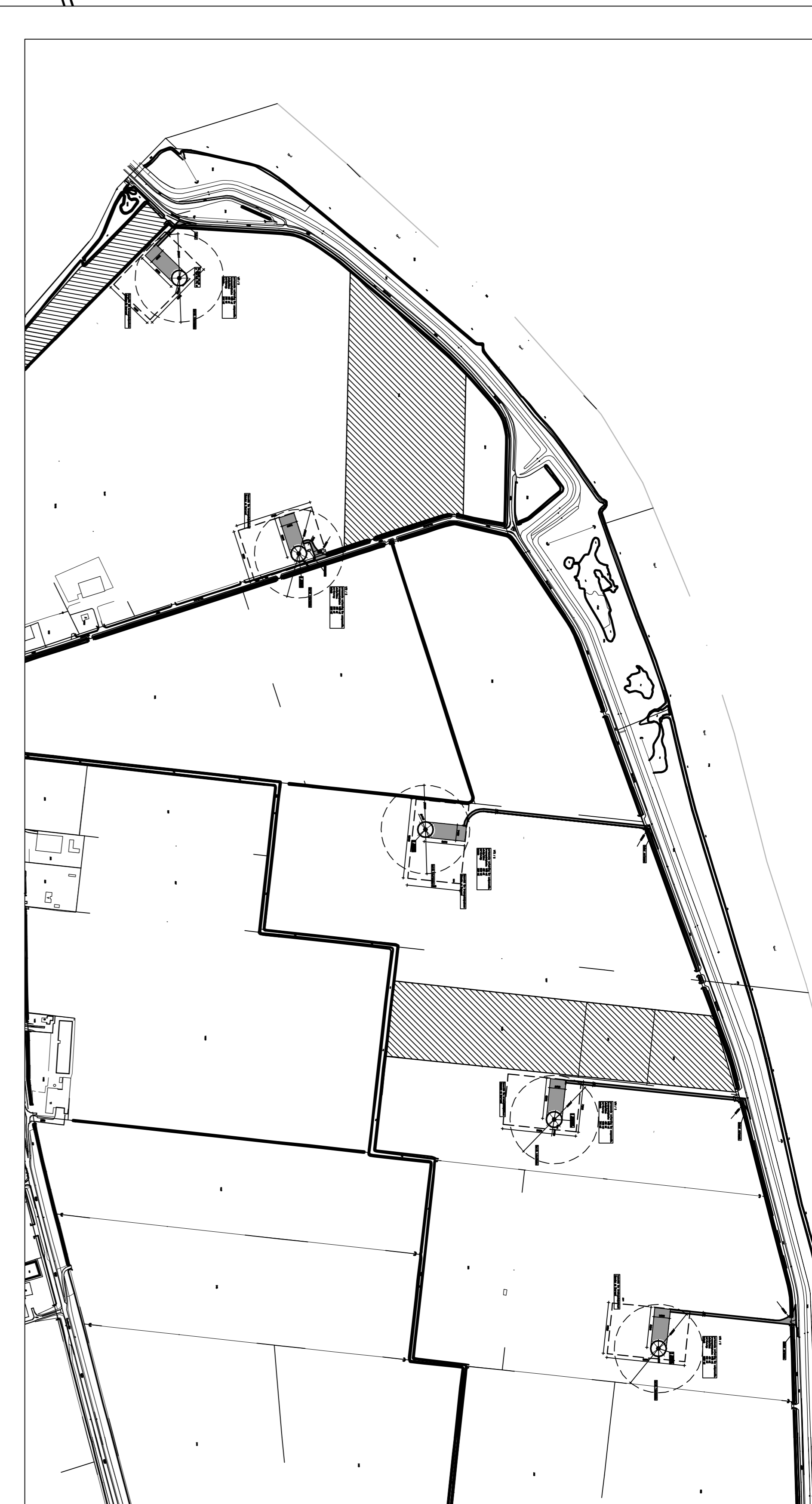
architect

abtc

Velp
Ardonnestraatweg 558, Velp Postbus 82, 6800 AG Arnhem
Tel. +31 (0)26 388 3118 Fax +31 (0)26 388 3110
www.abtc.nl 199881414



W12 / 5
 permanente verharding t'bv compensatie:
 k'ompost-e'opdr's: 1489 m²
 windturbine: 453 m²
 serviceweg: 330 m²
 totaal: 2271 m²



1:5000

334

overzicht
 WT 2
 Variant WTG5

status
 ter goedkeuring

afg'etev'ndig
 oorschriftig w'digdig

g'ndk. g'voort. bevoord. w'dig. datum

010

25-1-2015

verf'code 14239

formaat A1

schaal 1:1000

oorschrift
 Eindsituatie
 incl. bouwwijk

werk
 Windpark Korendijk
 Nieuw-Beerland

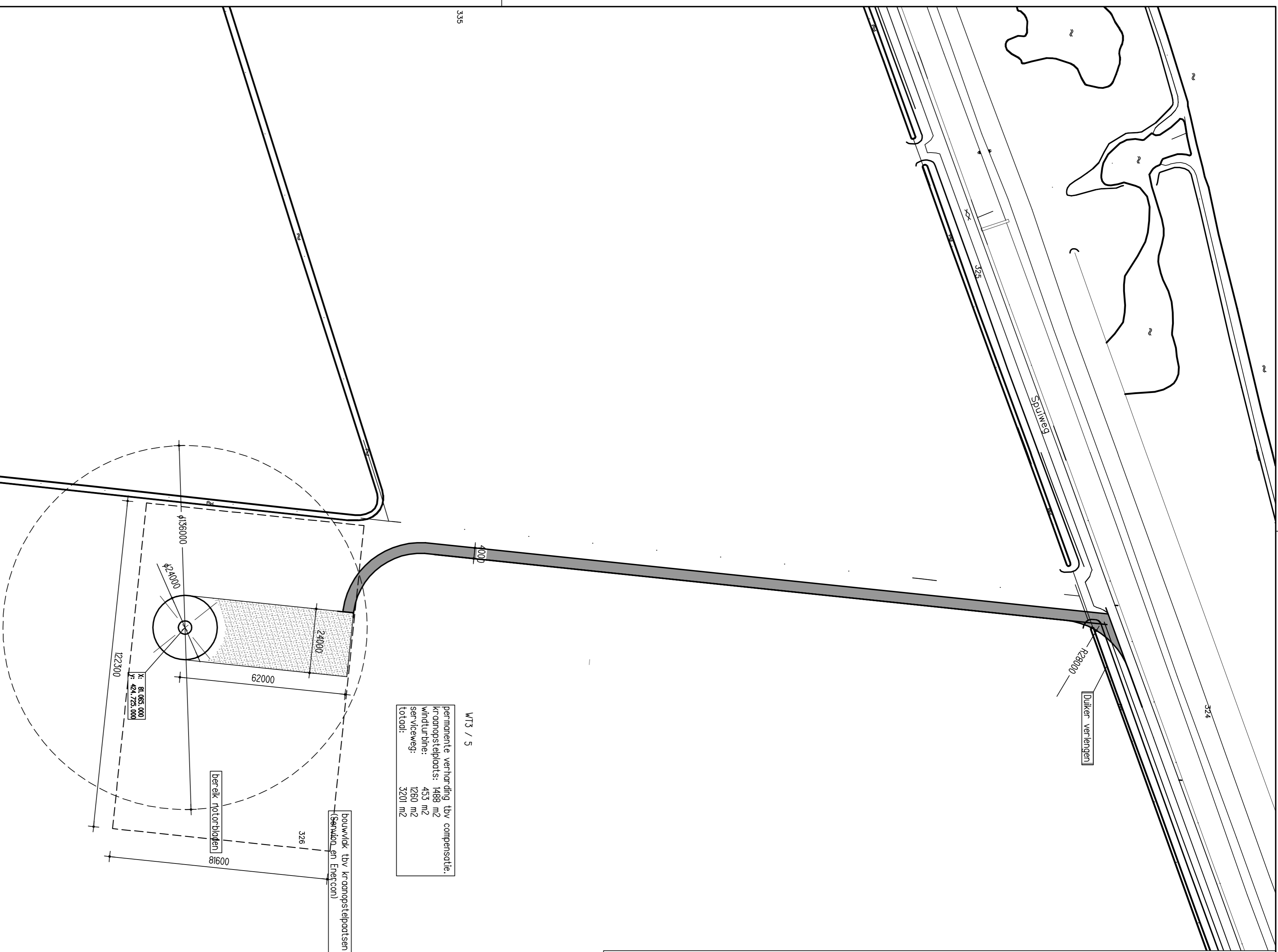
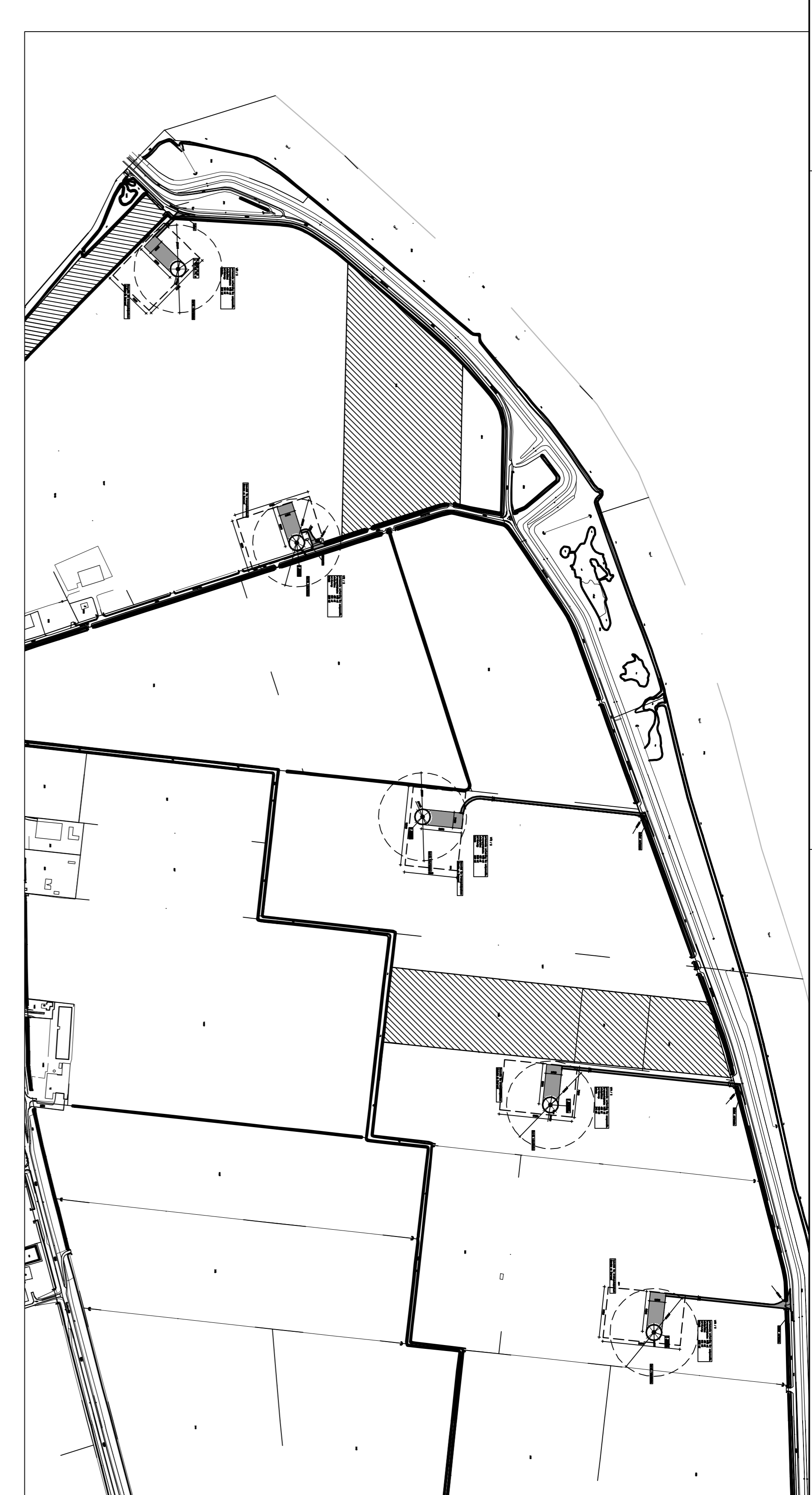
opdr'gever
 Yard Energy
 Horeveldken

architect

abfc

Vep
 Architectuurbureau 558, Vep
 Postbus 82, 2800 AG Arnhem
 tel. +31 (0)26 298 3118 fax +31 (0)26 298 3110
 www.abfc.nl 19988141

ET2_5_II



WT3 / S
 permanente verhoging t.b.v. compensatie:
 kroonoppervlakte: 1488 m²
 windruimte: 453 m²
 serviceweg: 1280 m²
 totaal: 3221 m²

bouwwijk t.b.v. compensatieplaatsen
 (servitien en Erv. 50%)

beraak poliorubidien

overzicht

status **ter goedkeuring**

digitale wijziging

omschrijving wijziging

gndnr	070	grk	gecorr.	keoord.	wijz.	datum
verhcode	14239	formaat	A1	schaal	1:1000	

overname **Endsituatie incl. bouwwijk**

werk **Windpark Korendijk**
 Nieuw-Begerland

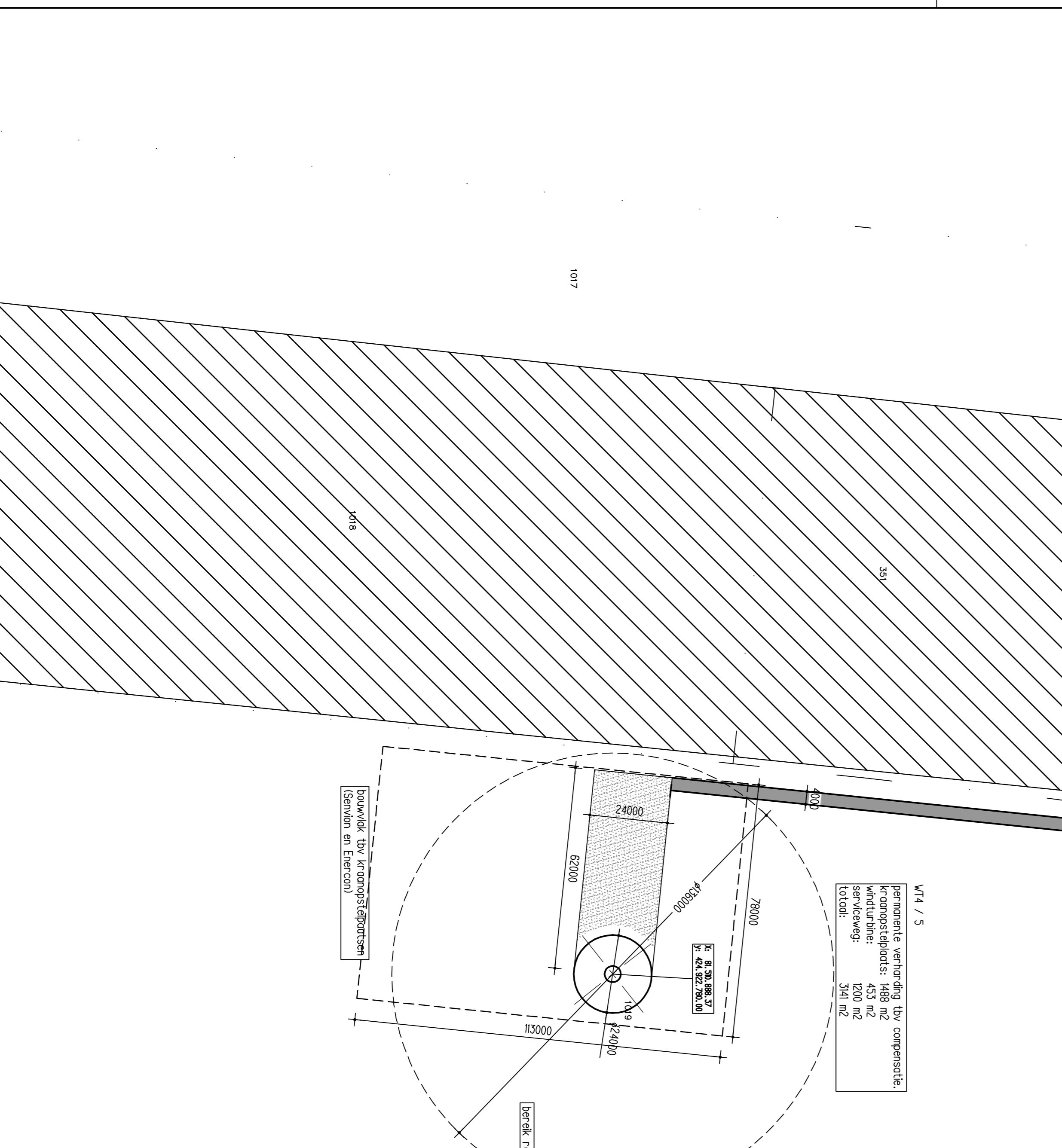
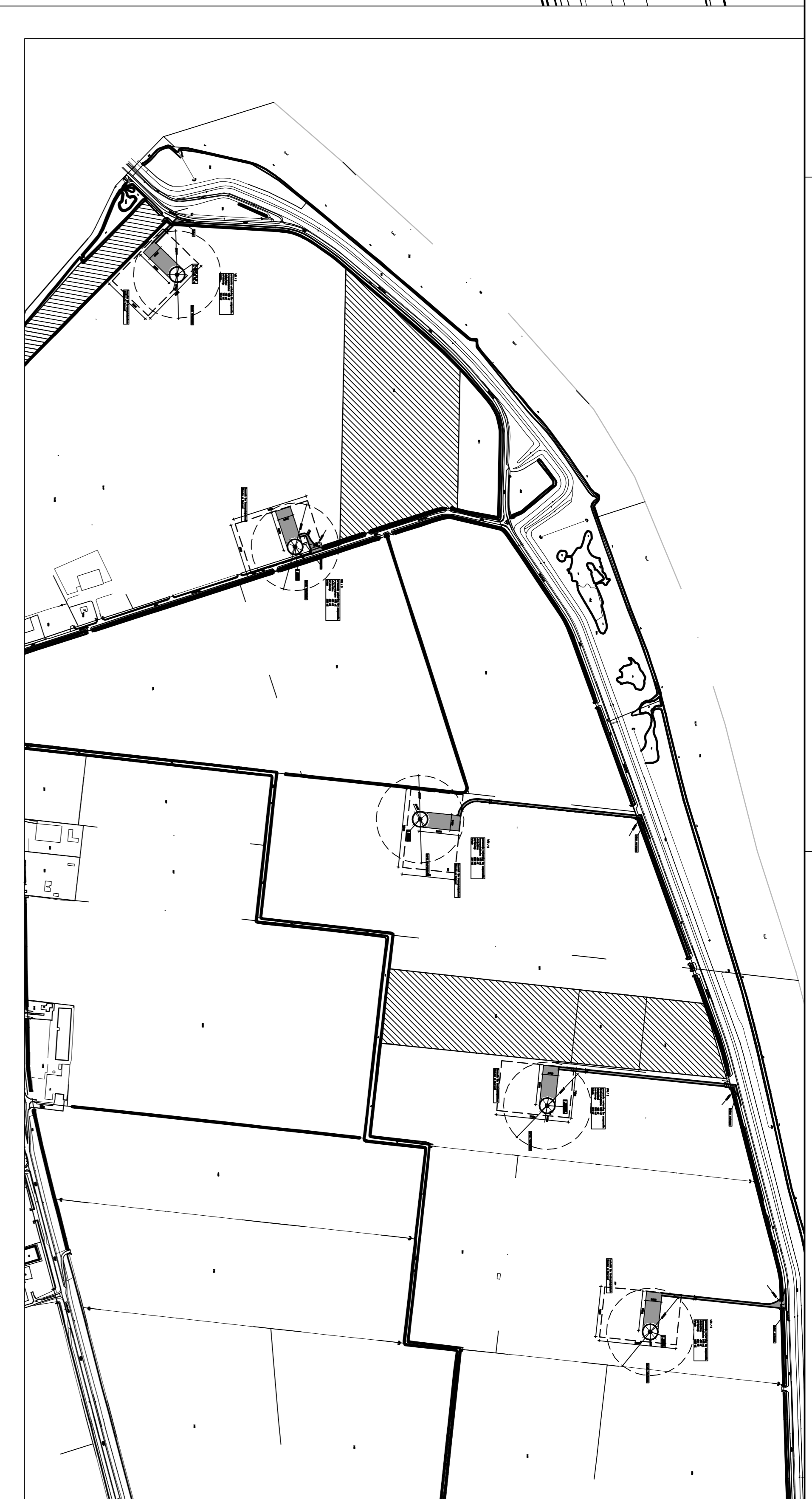
opdrachtgever **Yard Energy**
 Heterdijken

architect

abct

Velp
 Aardbeemsterweg 358, Velp Postbus 82, 6800 AG Arnhem
 tel. +31 (0)26 388 318 fax +31 (0)26 388 310
 www.abct.nl 199881414

ET3_5_II



WT4 / 5
 permanente verhoging bly compensatie.
 kroonpostleipost: 1489 m2
 windturbinen: 453 m2
 serviceweg: 1200 m2
 totaal: 3141 m2

Bouwvlak (bv) kroonpostleipostsen
 (Servim en Enercom)

WT 4
 Variant WTG5

status
 ter goedkeuring

oorschrift
 Endsituatie
 incl. bouwvlak

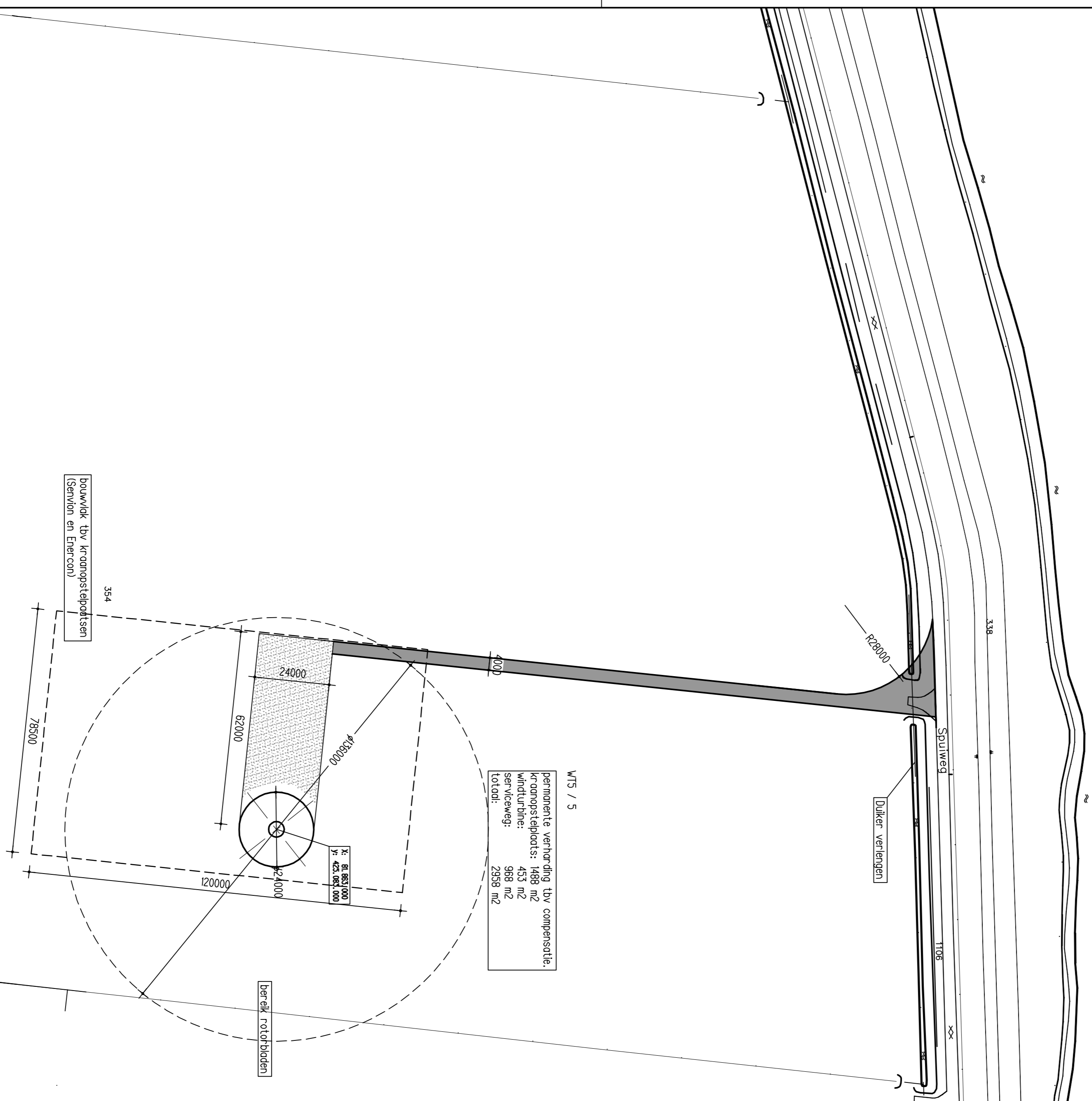
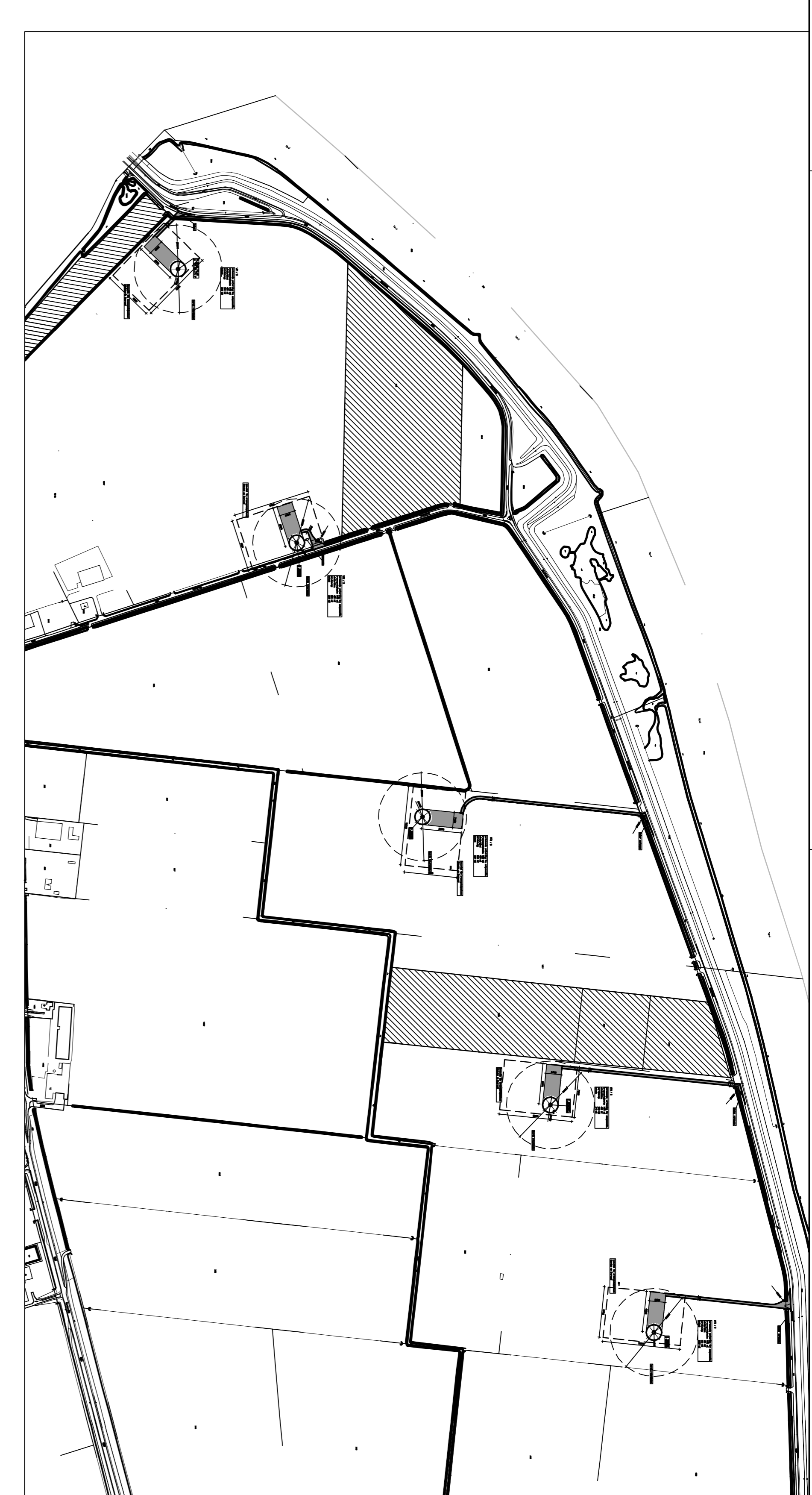
werk
 Windpark Korendijk
 Nieuw-Bejerdind

opdrachtgever
 Yard Energy
 Hoerdedijk

abf

Veb
 Architectuurpraktijk 358, Veb
 Oude, 2810/2838 31'8
 Nieuw, 2810/2838 31'8
 Fax, 031 6072388 31'8

ET4_S_II



permanente verhoging t.b.v. compressie:
 kernoppervlakte: 489 m²
 windturbine: 453 m²
 serviceweg: 968 m²
 totaal: 2958 m²

terrein rotatiedoelen

bouwk. t.b.v. kernoppervlakte
 (Sensoren en Emecsa)

WT 5

Variant WTG5

status

ter goedkeuring

digitale wijziging	omschrijving wijziging	griek	gevoerd	wijzig	datum
01/01/2015					25-1-2015

versiecode: 14239
 format: AI
 schaal: 1:1000

onderwerp:
Endsituatie
 incl. bouwvlak

werk:
Windpark Korendijk
 Nieuw-Bellefroid

opdrachtgever:
Yard Energy
 Heterdijken

architect

abtc

Vebp
 Architectenbureau 358, Vebp
 Postbus 82, 2800 AG Arnhem
 tel. +31 (0)26 388 318
 www.abtc.nl

overzicht

status

ter controle

uitgifte/wijziging

omschrijving wijziging	getek.	gecontr.	beoord.	wijzig.	datum
	SBR	JCB		-	05-01-2016

werkcode

14239

formaat

A4

schaal

1: 500

onderwerp

**Totale dempingogave
Aan te leggen duikers**

werk

Windpark Korendijk
Nieuw-Beijerland

opdrachtgever

Yard Energy
Hoevelaken

architect

abt

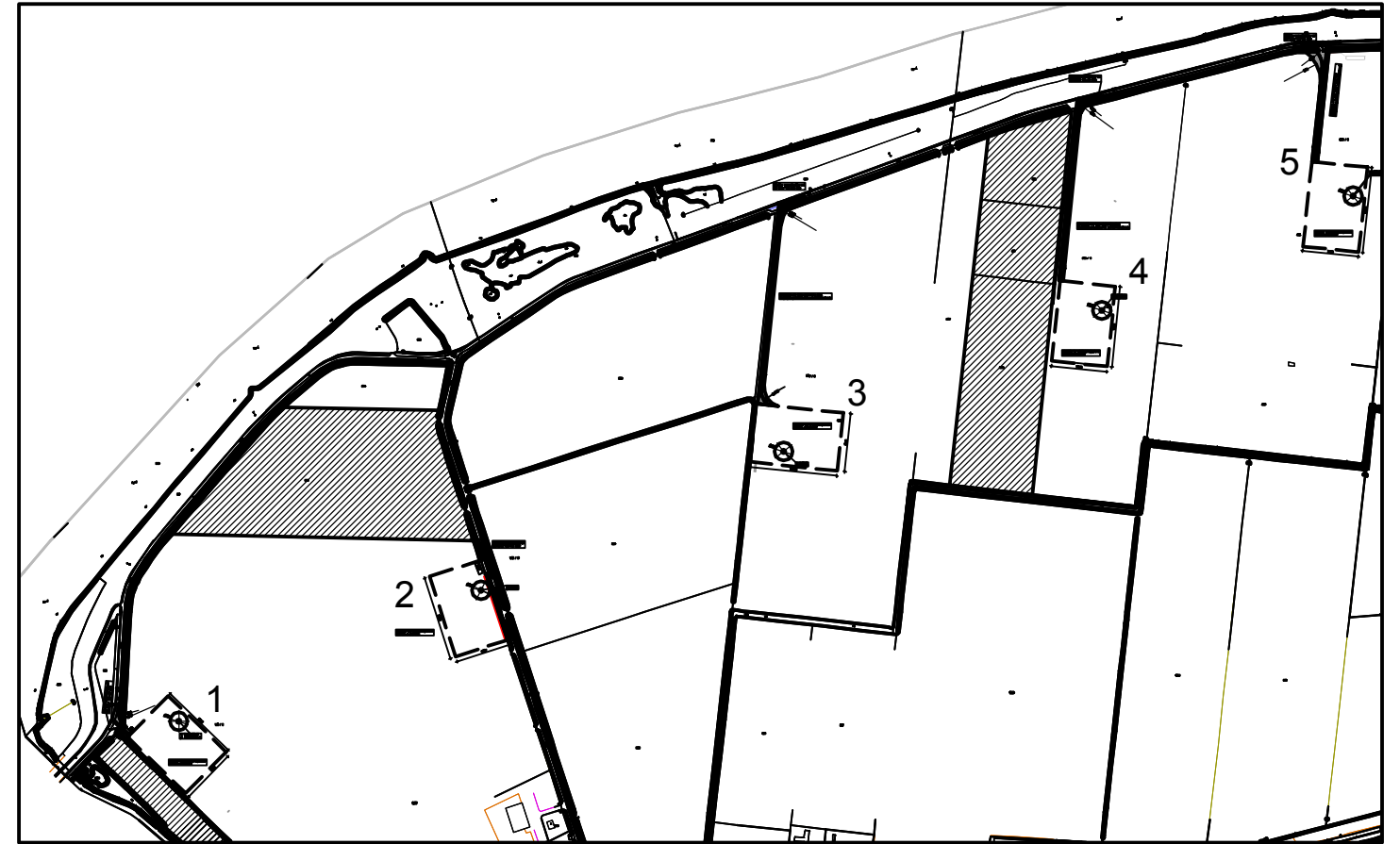
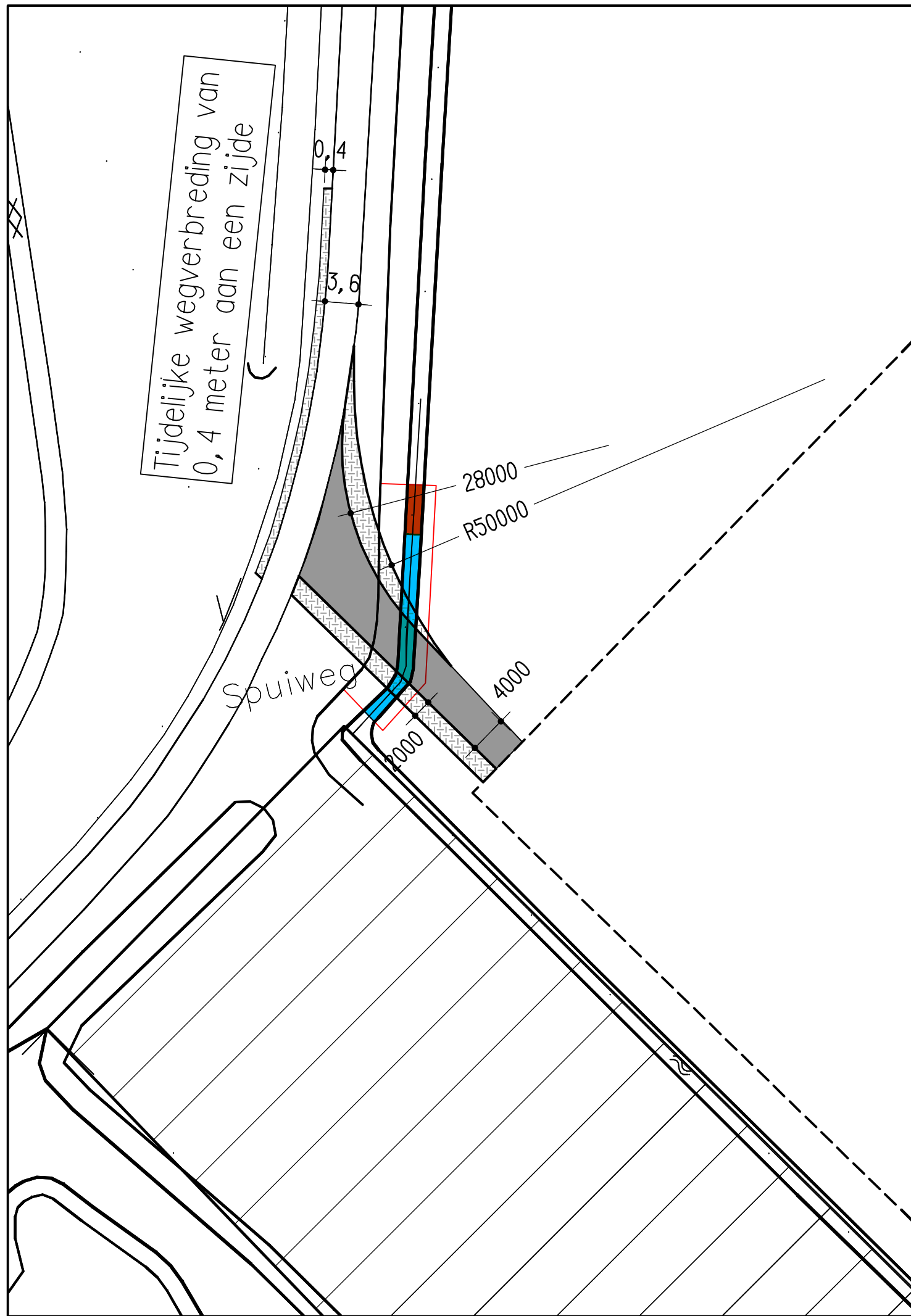
Velp





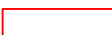
Arnhemsestraatweg 358, Velp
tel. +31 (0)26 368 31 11
www.abt.eu info@abt.eu

Postbus 82, 6800 AB Arnhem
fax +31 (0)26 368 31 10

civiele techniek

ct6_44_00



-  Enercon verharding
-  Senvion verharding
-  Permanent-nieuw aan te leggen duiker ca.20m (diameter gelijk aan bestaande)
-  Tijdelijk-nieuw aan te leggen duiker ca.5m (diameter gelijk aan bestaande)
-  demping (oppervlakte) ca. 150 m²

-lengte duikers exact te bepalen op locatie, ook afhankelijk van type windturbine.
 -totaal oppervlakte demping WT1 t/m WT5 ca. 1200 m²

Tijdelijke wegverbreding van 0,3 meter aan een zijde

WT2 / 5

X: 80.640.961
y: 424.530.371

φ25000

322



■ Enercon verharding

▨ Senvion verharding

■ Tijdelijk-nieuw aan te leggen duiker ca. 95m (diameter gelijk aan bestaande)

□ demping (oppervlakte) ca. 150 m²

-lengte duikers exact te bepalen op locatie,
ook afhankelijk van type windturbine.

-totaal oppervlakte demping WT1 t/m WT5 ca. 1200 m²

324

Tijdelijke wegverbreding van 0,5 meter aan een zijde

0.5
0.5

R28000
R50000



■ Enercon verharding

▨ Senvion verharding

■ Permanent-nieuw aan te leggen duiker ca.14m (diameter gelijk aan bestaande)

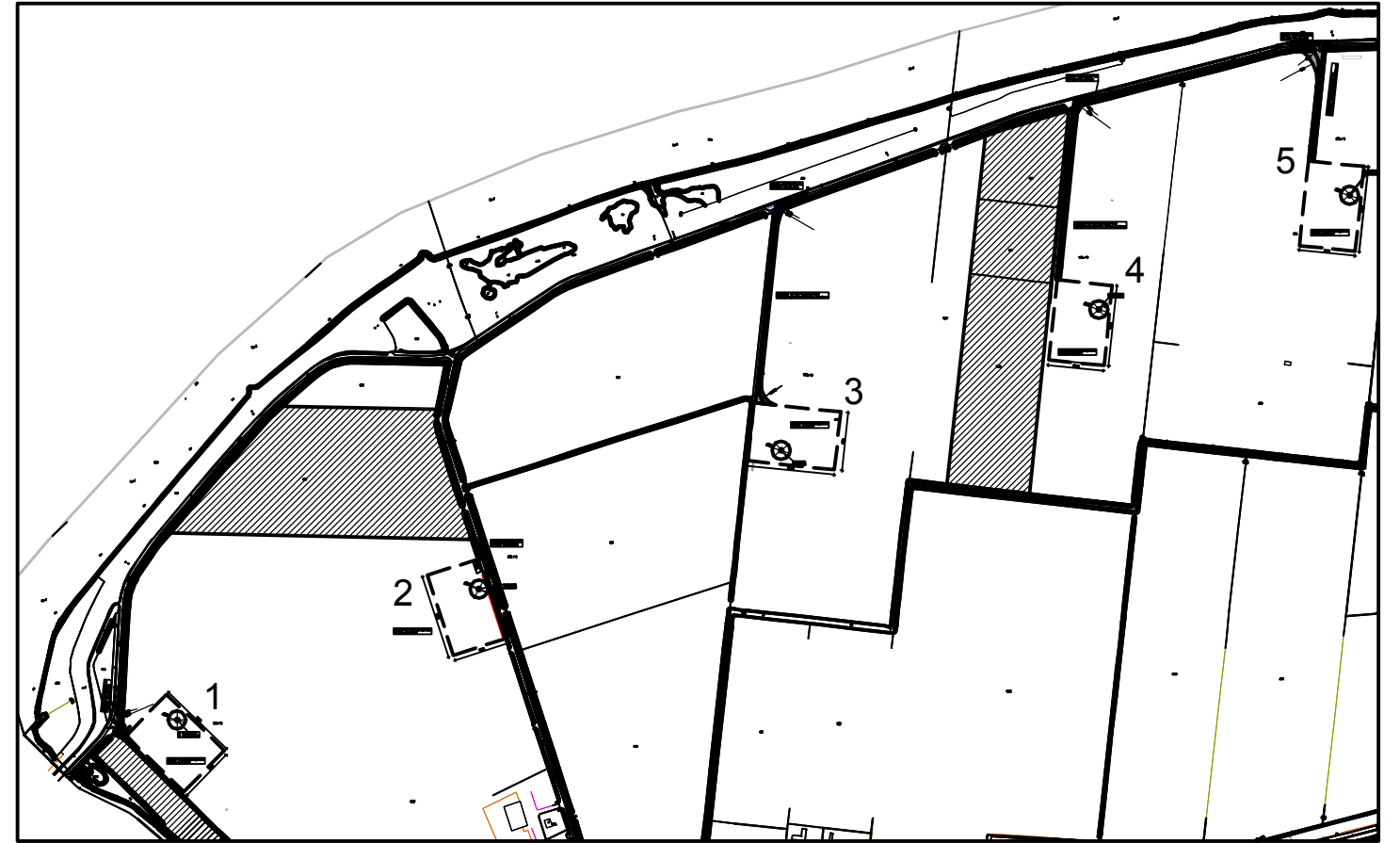
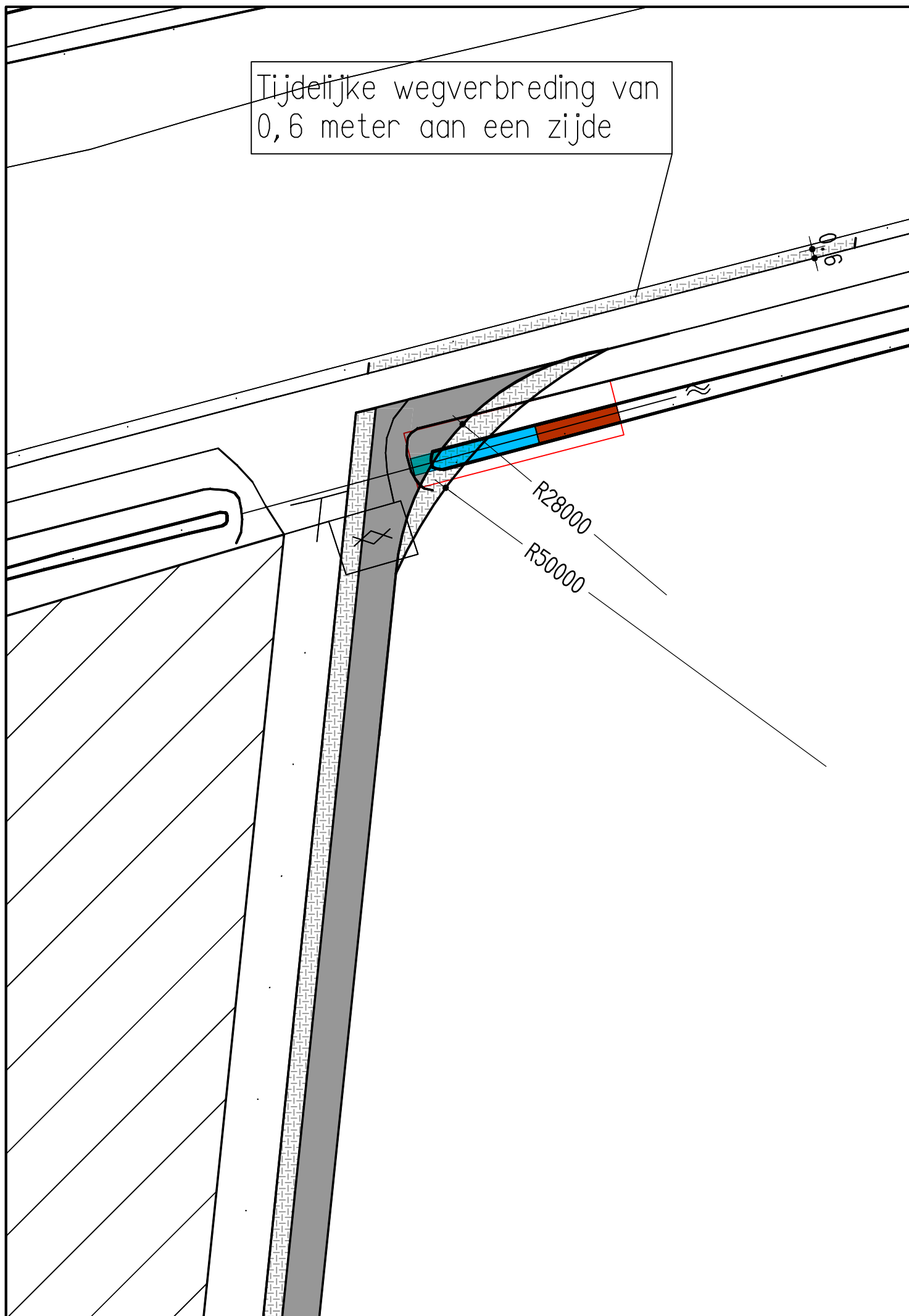
■ Tijdelijk-nieuw aan te leggen duiker ca.6m (diameter gelijk aan bestaande)

□ demping (oppervlakte) ca. 150 m²

-lengte duikers exact te bepalen op locatie,
ook afhankelijk van type windturbine.

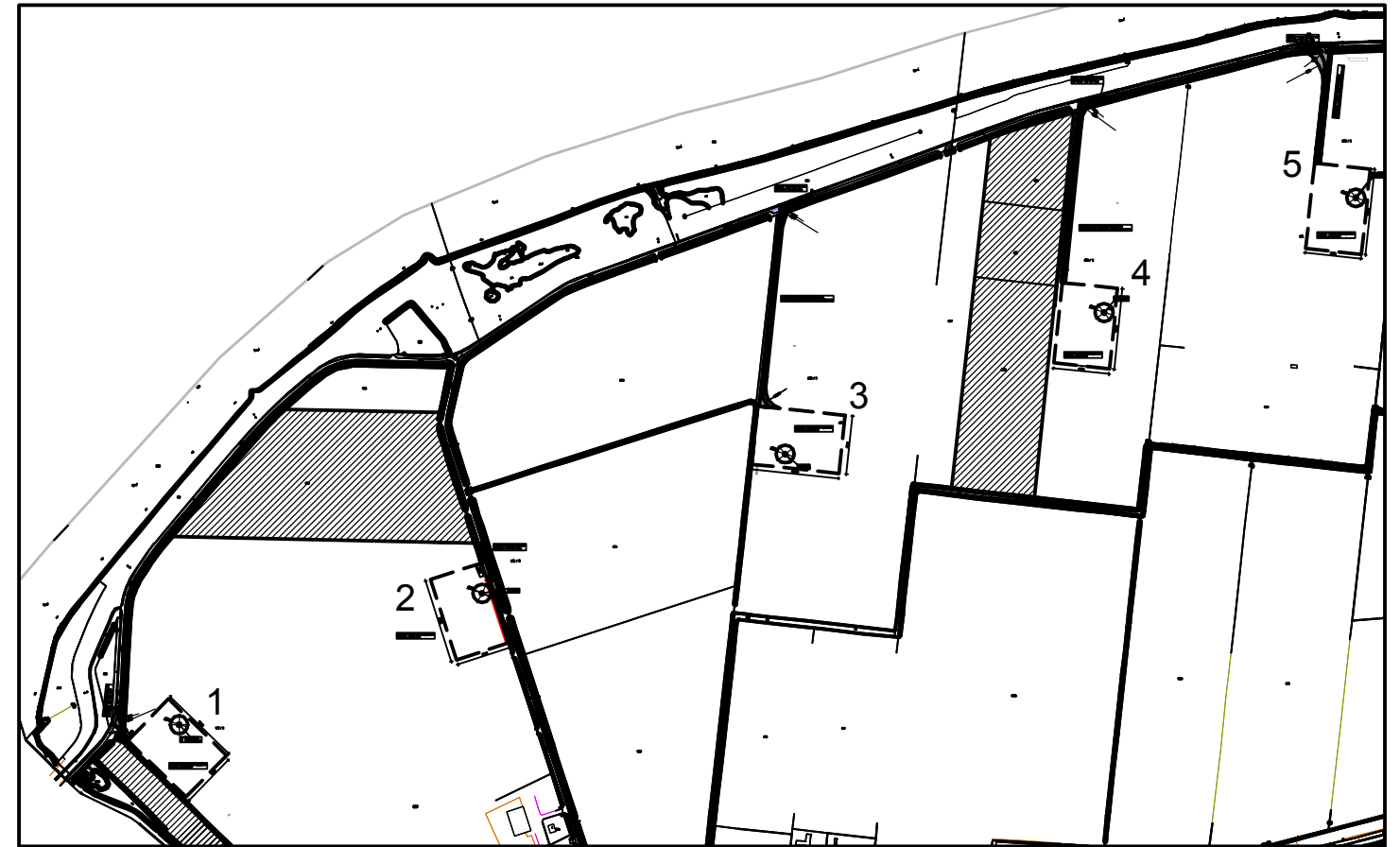
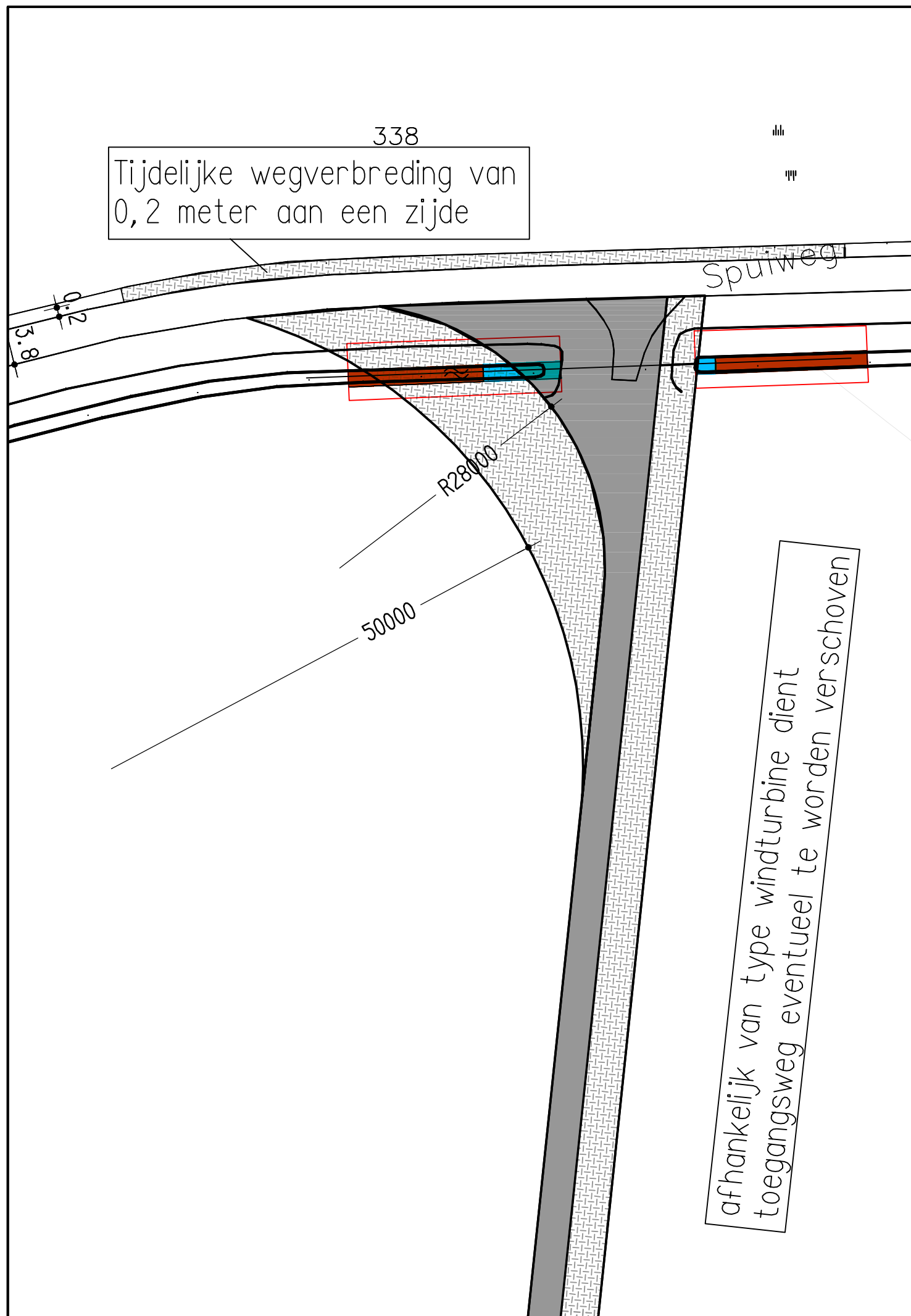
-totaal oppervlakte demping WT1 t/m WT5 ca. 1200 m²






Tijdelijke wegverbreding van 0,6 meter aan een zijde



- Enercon verharding
- ▨ Senvion verharding
- Permanent-nieuw aan te leggen duiker ca.14m (diameter gelijk aan bestaande)
- Tijdelijk-nieuw aan te leggen duiker ca.9m (diameter gelijk aan bestaande)
- demping (oppervlakte) ca. 150 m²

-lengte duikers exact te bepalen op locatie,
ook afhankelijk van type windturbine.
-totaal oppervlakte demping WT1 t/m WT5 ca. 1200 m²



-  Enercon verharding
-  Senvion verharding
-  Permanent-nieuw aan te leggen duiker ca.10m (diameter gelijk aan bestaande)
-  Tijdelijk-nieuw aan te leggen duiker ca.30m (diameter gelijk aan bestaande)
-  demping (oppervlakte) ca. 150 m²

-lengte duikers exact te bepalen op locatie, ook afhankelijk van type windturbine.
 -totaal oppervlakte demping WT1 t/m WT5 ca. 1200 m²



Risicoanalyse windturbine en primaire waterkering – Windpark Spui

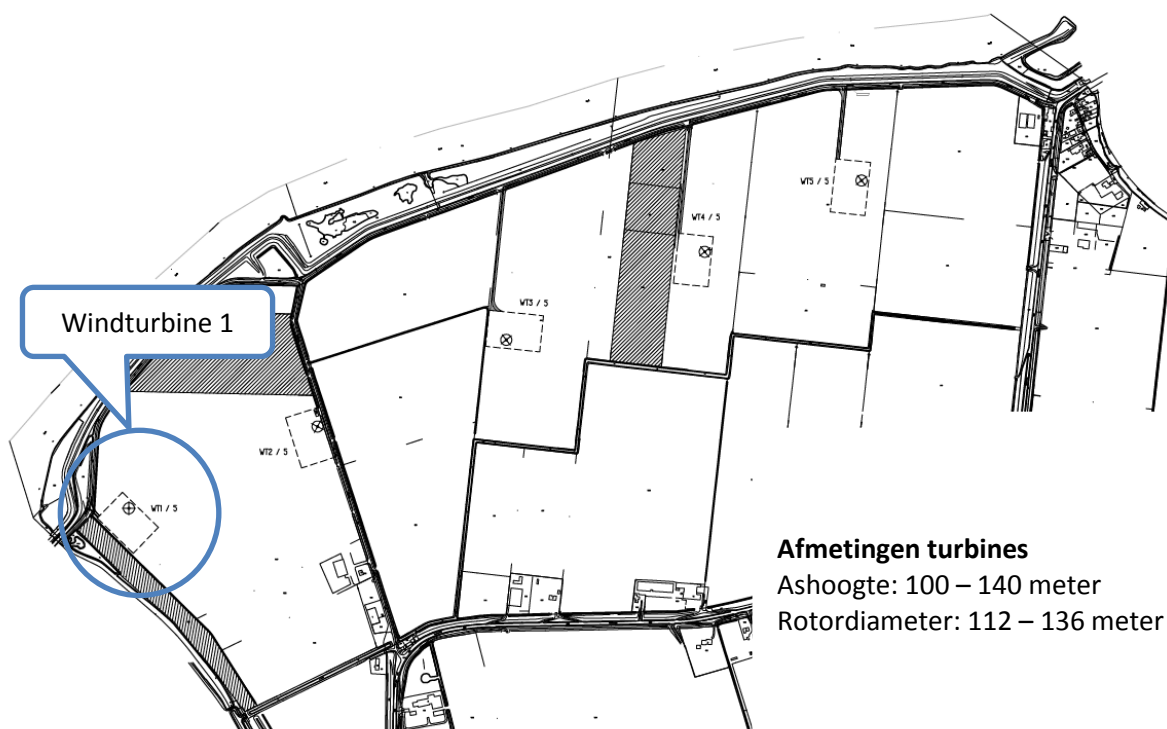
22 december 2015

Drs. Ing. Jeroen Dooper

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Klein-Piershil BV is voornemens windpark Spui te realiseren in de polder Klein-Piershil te gemeente Korendijk. Provincie Zuid-Holland is voornemens een provinciaal inpassingsplan vast te stellen waarin de windturbines planologisch mogelijk worden gemaakt. Klein-Piershil BV heeft een omgevingsvergunning en watervergunning aangevraagd voor de bouw van 5 windturbines:



Afmetingen turbines

Ashoogte: 100 – 140 meter

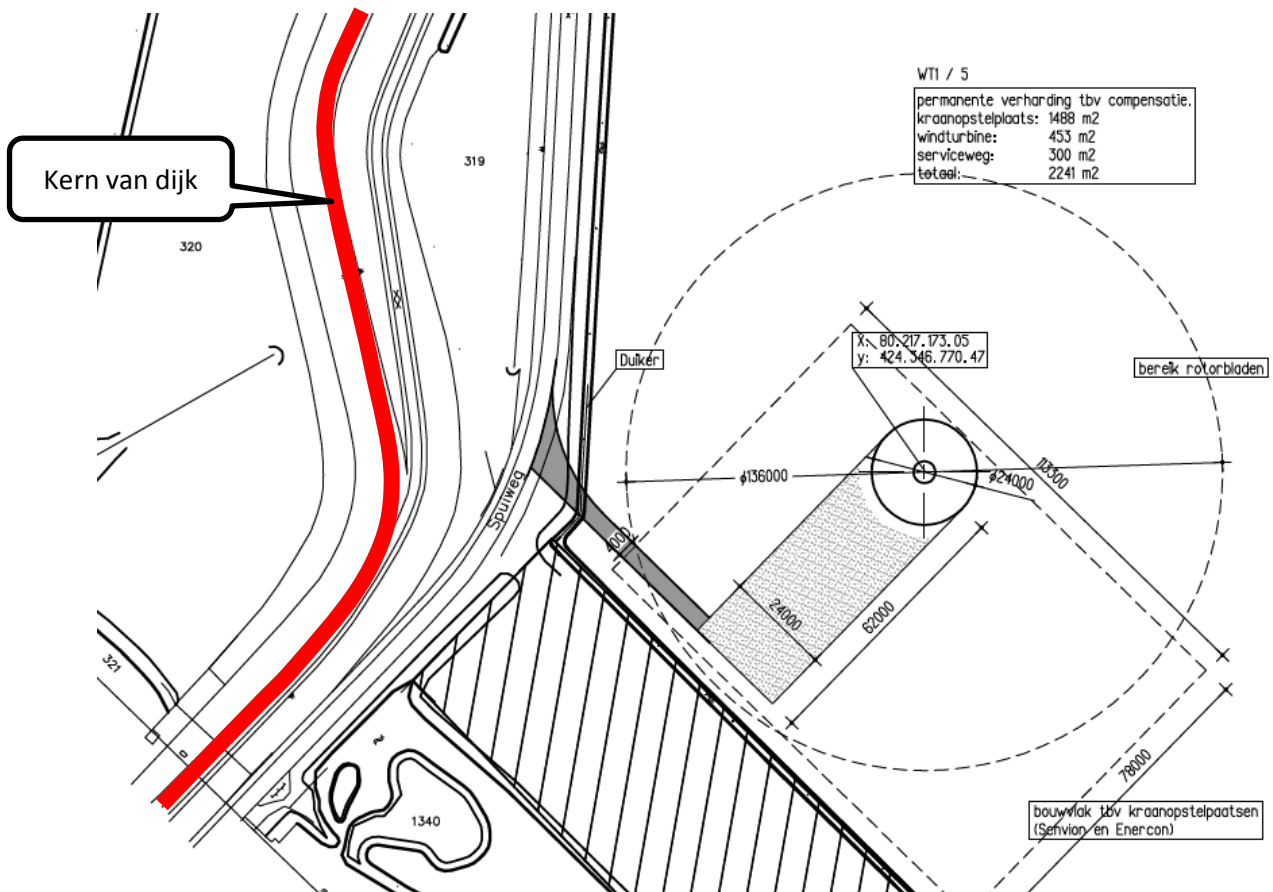
Rotordiameter: 112 – 136 meter

Alle windturbines zijn buiten de beschermingszone van de waterkering gepland. Windturbine 1 draait met zijn wieken over een gedeelte van de beschermingszone. Dit is alleen mogelijk wanneer hier een watervergunning voor verleend wordt. Waterschap Holladnse Delta heeft de initiaitefnemers verzocht een trefkansberekening uit te voeren voor windturbine 1 op de waterkering alvorens over te kunnen gaan tot vergunningverlening. De trefkansberekening is opgesteld in voorliggende notitie.



1.2 Situatie

In onderstaande tekening is de ligging van de geplande windturbine en de primaire waterkering gegeven. De afstand tussen de kern van de waterkering en het middenpunt van de windturbine is 120 meter. Rondom de waterkering bevindt zich een kernzone van 35 meter en vervolgens een beschermingszone van 30 meter. De windturbine heeft een maximale rotorstraal van 68 meter. Dit betekent dat de te plaatsen windturbine maximaal 13 meter over de beschermingszone kan draaien.



1.3 Toetsingskader

De nabijgelegen waterkering maakt onderdeel uit van de dijkkring 21: Hoeksche Waard¹. Voor deze dijk geldt een veiligheidsnorm van 1/2000 jaar². Conform het Handboek Risicozonering Windturbines (versie 3.1, 2014) worden de resultaten van deze risicoanalyse getoetst aan de ontwerpwaarden van de dijkkring.

Als toetsingscriterium wordt gehanteerd:

De additionele faalfrequentie van de geplande windturbines dient kleiner te zijn dan 10% van de autonome faalfrequentie van de primaire waterkering.

¹ Waterwet, Bijlage I 'Dijkkringen en primaire waterkeringen als bedoeld in artikel 1.3, eerste lid.

² Waterwet, Bijlage II



2 Trefkans waterkering

2.1 Risico's van windturbine

De risico's van een windturbine worden gevormd door 3 typen falen:

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

Deze risicoanalyse is uitgevoerd op basis van de grootste mogelijke windturbine die past binnen de aangevraagde vergunning (Ashoogte: 140 meter / Rotordiameter: 136 meter).

2.2 Kritische strook

Als kritisch strook is een 20 meter brede strook ten opzichte van de kruin van de waterkering aangenomen (10 meter aan beide zijde t.o.v. de kruin-as). De ratio achter de 20 meter is dat hiermee ten minste het functionele deel van de kruin wordt opgevangen.

2.3 Restprofiel

Indien er sprake is van een restprofiel, betekent het dat het aanwezige restprofiel nog een bepaalde waterstand kan keren. Er is in dat geval sprake van een zogenaamde responstijd tot herstel, zolang er voor of tijdens dit herstel geen waterstand optreedt tot boven het niveau van het restprofiel. Er is dus sprake van een gebeurtenis (dealkans) welke gelijktijdig met het falen van een windturbine of windturbineonderdeel dient op te treden. Dit betreft de kans dat op het moment van falen van een windturbine of windturbineonderdeel er ook, voor of tijdens het herstellen, een waterstand optreedt welke hoger is dan het aanwezige restprofiel kan keren. Het is aannemelijk dat indien één van de faalscenario's optreedt er sprake is van een restprofiel, welke nog een bepaalde waterstand kan keren.

Als aanname is genomen dat het aanwezige restprofiel niet meer een waterstand kan keren, welke optreedt in het geval van een "lichte storm". De kans op optreden van een "lichte storm" is aangenomen op 5 keer per jaar. Voor de stormduur wordt uitgegaan van 35 uur. Hedendaagse windturbines worden door middel van een SCADA systeem 24 uur per dag gemonitord. Gangbaar is dat een windturbine zich in ieder geval één keer per 24 uur meldt. Een detectietijd van 24 uur is daarom aannemelijk. De hersteltijd voor de ontstane schade aan de waterkering is geschat op 5 dagen (5x24 = 120 uur).

De kans dat er een "lichte storm" optreedt tijdens de hersteltijd is:

P(niet te keren storm tijdens herstel) = 5 lichte stormen per jaar x (35 uur / 8760 uur per jaar) + 5 lichte stormen per jaar x (24 uur / 8760 uur per jaar) + 5 lichte stormen per jaar x (120 uur / 8760 uur per jaar) = **0,1** per jaar.

2.4 Trefsector

Ten behoeve van de risicoanalyse is per windturbinelocatie en faalscenario de trefsector bepaald. De trefsector betreft het gebied waar een falende windturbine of windturbineonderdeel kan neerkomen en daarbij een schade kan veroorzaken, welke een mogelijk risico vormt voor de waterkerende functie van de waterkering. Het afbreken van een windturbineblad vormt een risico binnen de straal van de maximale werpafstand. Het omvallen van een windturbine vormt een risico binnen een straal van de maximale valafstand van de windturbine (tiphoogte). Het naar beneden



vallen van de gondel en/of rotor vormt een risico binnen een afstand van de wielengte. Hiermee resulteren de scenario's wiekbreuk en mastbreuk in een risicoverhoging op de waterkering.

2.5 Wiekbreuk

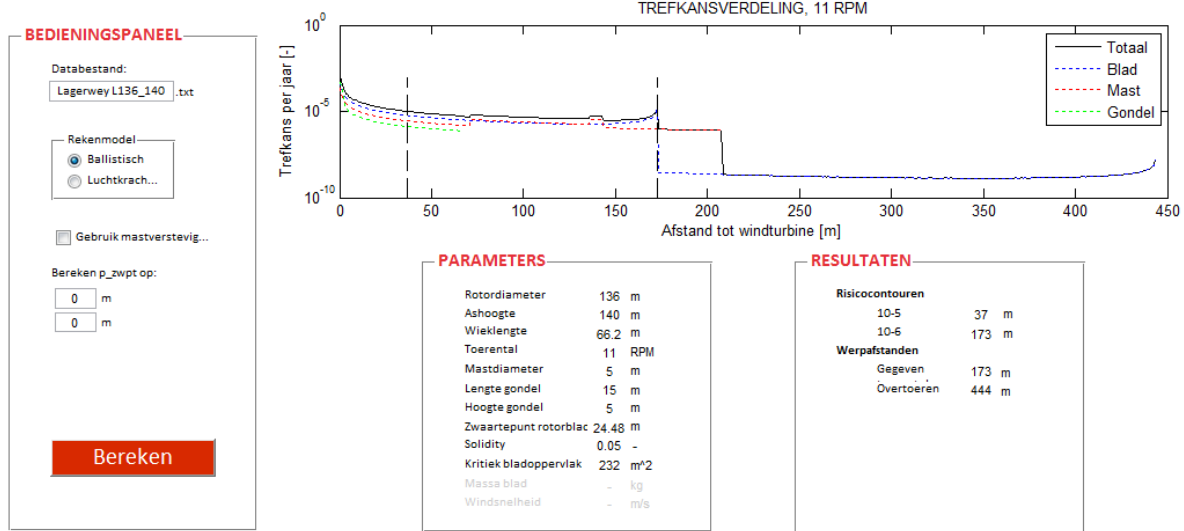
De schade die een neerkomend rotorblad veroorzaakt is onder meer sterk afhankelijk van de wijze van neerkomen. Afhankelijk van de impacthoek kan een blad versplinteren en/of afketsen. De meest significante schade wordt veroorzaakt als de flens (verbinding tussen het rotorblad en de rotor) van een rotorblad onder een bepaalde hoek inslaat (uitgaande van de worst case afworp bij een overtoeren situatie. De overige situaties zorgen voor een lagere impactschade. De worst case hoek van inslag met het verticaal is kleiner dan **45 graden**. De ratio achter deze 45 graden is dat bij een zanddijk met een kleibekleding, theoretisch bij een hoek van inwendige wrijving van 30 graden voor het zand en een hoek van inval met de verticaal van 30 graden er geen indringing zou zijn en er horizontale afschuiving plaatsvindt. Er zou dus uit kunnen worden gegaan van 30 graden. Echter zou deze aanname voor de deklaag een niet-conservatieve aanname zijn. Daarom wordt als aanname aangehouden, dat bij een hoek van inslag met het verticaal groter dan 45 graden er een geringe indringing optreedt. Het rotorblad zal met een grotere impactoppervlakte inslaan en zal dan afketsen en/of vervormen en/of deels verbrijzelen, waardoor er een grotere energie opname zal optreden en de impactschade kleiner is.

Voorgaande geeft een: **P(flens naar beneden) = $2 \times 45^\circ / 360^\circ = 0,25$**

Het scenario wiekbreuk resulteert in een trefkans binnen de maximale werpafstand bij overtoeren. Op basis van generieke faalfrequenties (bijlage A, Handboek Risicozonering Windturbines (HRW), 2014), het kogelbaanmodel (zie bijlage 1. Bron: bijlage C, HRW 2014) en de windturbine specifieke parameters (Lagerwey L136 op 140 meter mast) is de maximale werpafstand bij nominaal toerental en overtoeren berekend.

BladeThro

Rekenmodel voor externe veiligheid van windturbines volgens het Handboek Risicozonering



De maximale werpafstand bij overtoeren is 444 meter.



Om de trefkans van de kernzone te berekenen wordt uitgegaan van een geprojecteerd grondoppervlak. De kans dat het zwaartepunt van de wijk in het geprojecteerde oppervlak terecht komt is:

$$p_w = Fa \int_S P_{zwpt}^{(s)} ds$$

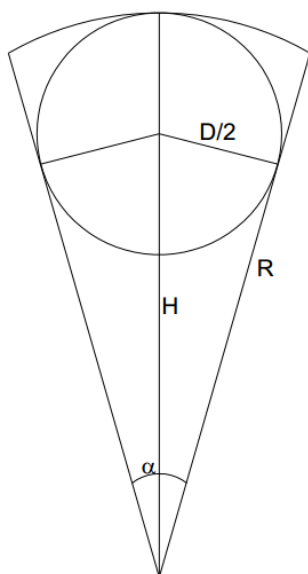
Waarin:

P_{zwpt}	= trefkans per jaar van het zwaartepunt van het blad	=	$9,23 \cdot 10^{-7}$
F_a	= $b+2/3L_b$ (effectieve breedte kernzone)	=	158 meter
S	= contour langs de kernzone		
L_b	= Bladlengte	=	66,20 meter

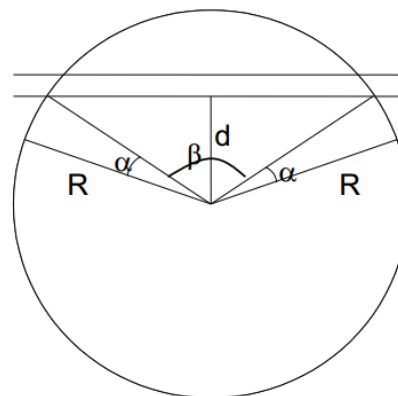
Hieruit resulteert een trefkans van $1,46 \cdot 10^{-4}$ per jaar. Rekeninghoudend met de invalshoek van de wijk (0,25) en het restprofiel (0,1) komt de kans op falen van de dijk als gevolg van wiekbreuk op $3,64 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

2.6 Mastbreuk

De reikwijdte van mastbreuk wordt bepaald door de masthoogte en de stand van de turbinebladen op het moment dat de grond wordt geraakt. De kans dat de kernzone wordt getroffen door een onderdeel van een omvallende windturbine wordt gelijk verondersteld aan de kans dat een gedeelte van onderstaand cirkelsegment (figuur 1) in aanraking komt met de kernzone, hetgeen is geïllustreerd in figuur 2 (Handboek Risicozonering Windturbines 2014).



Figuur 1: Windturbine gemodelleerd als cirkelsegment.



Figuur 2: Turbine in aanraking met leidingstrook.

De kans dat de windturbine richting de kernzone valt wanneer het scenario mastbreuk zich voordoet is 40,6% (146 graden/360 graden). De kans dat het scenario zich voordoet en de kernzone wordt geraakt is dan $40,6\% \times 1,3 \cdot 10^{-4} = 5,27 \cdot 10^{-5}$ per jaar. Rekeninghoudend met het restprofiel (0,1) komt de kans op falen van de dijk als gevolg van mastbreuk op $5,27 \cdot 10^{-6}$ per jaar.



3 Conclusie

De kans dat de waterkerende functie van de primaire waterkering faalt als gevolg van de falende windturbine is $8,92 \cdot 10^{-6}$ per jaar ($3,64 \cdot 10^{-6} + 5,27 \cdot 10^{-6}$). Dit resulteert in een faalkansverhoging van **1,78%** ten opzicht van de huidige toegestane faalkans ($5,0 \cdot 10^{-4}$). Hiermee wordt ruim voldaan aan de richtwaarde van maximaal 10%.