0,93	PetaJoule, doelstelling gemeente, vanuit Rijk	
0,51	PetaJoule, gedeelte doelstelling dat niet op andere wijze kan worden ingevuld (via zon op daken & ander kleinschalig)	
510.000.000.000.000	Joule (Peta = "1 met 15 nullen")	
141.666,67	Megawattuur (1 MWh =3.600.000.000 J)	
8720	Aantal draaiuren per jaar, met jaargemiddelde windsnelheid (jaarlijks 40 uur onderhoud)	
16,25	Aantal MWh productie nodig per draaiuur van windpark	

Vermogensberekeningsformule bron: https://www.dgem.nl/nl/windenergie/windenergie-en-opbrengstfactoren

$P = 0,5 * A * \rho * v^3$ A is oppervlak rotor, ρ = dichtheid lucht, v = windsnelheid

Vermogensberekening windturbine windpark Lith

Hoogte tip	240	meter
Diameter rotor	150	meter
Hoogte toren (as)	165	meter
Rotor oppervlak	17.671	m^2

Vermogensberekening windturbine windpark Lith

A	17.671	m^2	
ρ	1,25	kg/m^3	
v	7,25	m/s	Zie kaartje, rode cirkel, windsnelheid op 165 m iets hoger dan op 100 m, aanname +0,25 m/s Met deze gemiddelde windsnelheid kun je voor het gehele jaar rekenen (dag/nacht, zomer/winter)

Theoretisch maximum vermogen windturbine windpark Lith volgens formule:

P	4.208.878,96	Watt	**4,21** MW

Betz limiet	59,3%	Maximale omzetting van luchtbeweging in windenergie (anders vacuum nodig achter rotor)
Technische omzettingsefficiëntie	40%	
Werkelijke opbrengst bij gemiddelde wind	998.346 Watt	1,00 MW, gemiddelde opbrengst gedurende het hele jaar

Turbines nodig voor MWh productie voor doelstelling, uitgaande van jaargemiddelde wind

16,27

Bij deze berekening is het jaargemiddelde genomen van de wind, om zo het continue vermogen te krijgen

Het maximum vermogen dat een turbine levert is hoger, maar geeft een onterecht gunstig beeld van de opbrengst

Aansluiting op elektriciteitsnet voor inkoppelen opgewekt windvermogen

Aantal turbines

16,27

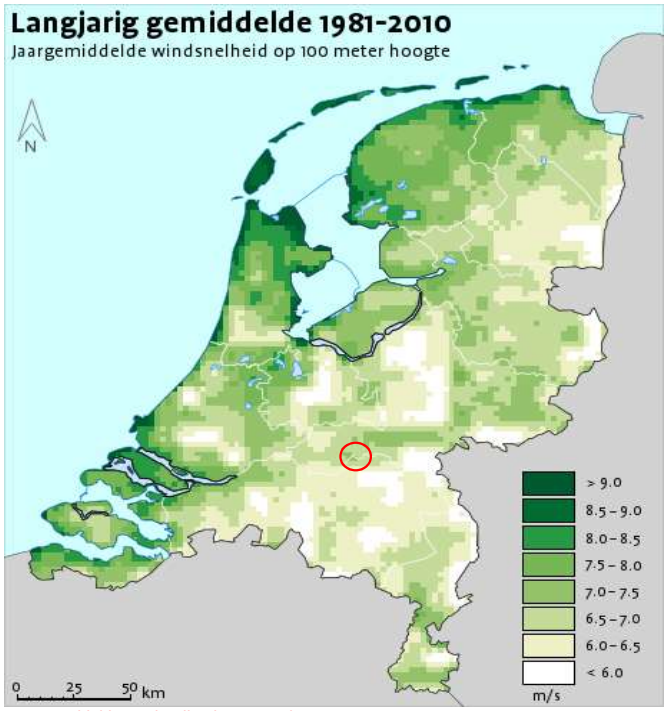
Theoretisch maximumvermogen per turbine

4,21 MW

Benodigde transportcapaciteit (tenminste) tot dichtstbijzijnde onderstation, dit is het geleverd piekvermogen bij vollast van alle turbines

68,49 MW

De locatie van het windpark is hemelsbreed ~7 km verwijderd van het onderstation Landweerstraat-Zuid, verwachte benodigde transportkabellengte ~8-9 km bij directe gestuurde boring, anders langer



Jaargemiddelde windsnelheid op 100 m hoogte

Bron: https://cdn.knmi.nl/knmi/map/page/klimatologie/klimaatatlas/kaart/wind/fgem_8110_100.png

0,93	PetaJoule, doelstelling gemeente, vanuit Rijk
0,51	PetaJoule, gedeelte doelstelling dat niet op andere wijze kan worden ingevuld (via zon op daken & ander kleinschalig)
510.000.000.000.000	Joule (Peta = "1 met 15 nullen")
141.666,67	Megawattuur (1 MWh =3.600.000.000 J)
8720	Aantal draaiuren per jaar, met jaargemiddelde windsnelheid (jaarlijks 40 uur onderhoud)
16,25	Aantal MWh productie nodig per draaiuur van windpark

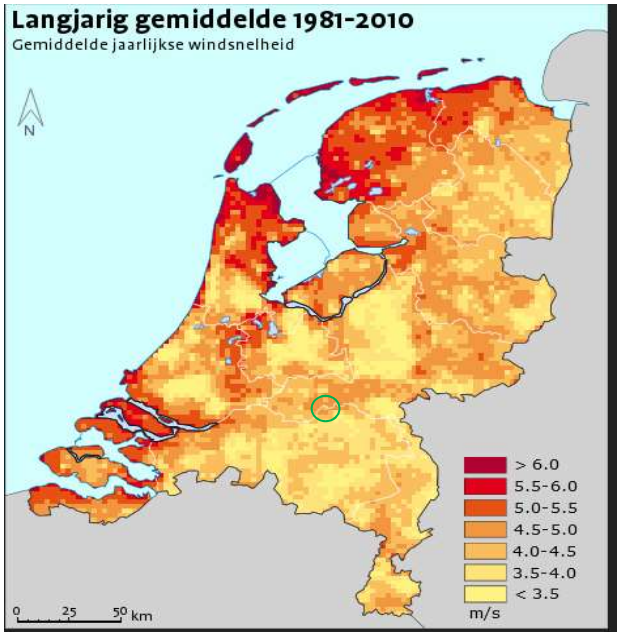
Een aantal soorten VAWT en hun prestatie		In meter Dimensie (h)	Dimensie (b)	Vermogen (W)	@ wind (m/s)	
Savonius		1	1	1000	10	
Darrieus		22	10	?		
Aerotecture (gebaseerd op Darrieus		3	1,5	6000		
Giromill (gebaseerd op Darrieus)	Toren 18 m	9	*6?*	40000		https://www.osti.gov/biblio/6046045
Cycloturbine (variant op de Giromill)						
Quietrevolution-windturbine (Naar Gorlov Helical Turbine / Darrieus-ontwerp)		5	3	6000		
Turby (Naar Gorlov Helical Turbine / Darrieus-ontwerp)		2,9	2	2500		
Windwokkel (Helixvariant van Savonius)		2	1,3	*3000*		

Bronnen:
https://nl.wikipedia.org/wiki/Verticaleaswindturbine
https://www.greenhybrids.nl/solution/windwokkel/

3.000	Watt	1 VAWT
10.800.000	Joule per uur	1 VAWT per uur
94.176.000.000	Joule per jaar	Productie 1 VAWT
5.415	Aantal nodig	VAWT

VAWT werken in de meeste gevallen reeds bij zeer lage windsnelheid (~1-2 m/s)
Energie van deze turbines kan in de meeste gevallen via omvormer direct in een gewone meterkast worden ingevoerd, zijn dus geschikt voor thuisgebruik
Nadeel van VAWT is (of was tot voor kort) de variable kracht op de rotorbladen, hierdoor ontstaan trillingen die de constructie verzwakken (vermoeiing)
De windwokkel heeft het nadeel van variabele belasting niet door zijn ontwerp en kan bijv. Op lantaarnpalen worden geplaatst





Jaargemiddelde windsnelheid
Bron: https://cdn.knmi.nl/knmi/map/page/klimatologie/klimaatatlas/kaart/wind/fgem_8110_jaar.png

Kabel per fase in grond nabij bebouwing of onder straat, 3 fases een paar meter uit elkaar, naast elkaar liggend

E-veld wordt vrijwel geheel gedempt door mantel en bodem, M-veld vrijwel niet

Vermogen P (= U * I)	**68,49**	MW	Dit is het vermogen dat moet worden getransporteerd in geval van vollast van de turbines
	68.491.473	W	
	16,25	MW	Dit is het vermogen dat moet worden getransporteerd gemiddeld over het jaar
	16.246.177	W	
Spanning (U)	150.000	V	(hogere spanning wordt ondergronds nog niet toegepast)
Diepte (R (m))	1,5		
μ_0	1,25664E-06		(=4*π*10^{-7})
Stroom (I), is P/U	**457**	A	Stroomsterkte bij vollast turbines
	108	A	Stroomsterkte gemiddeld over het jaar

B (magnetische fluxdichtheid) aan oppervlakte recht boven 1 fasekabel (hierbij doven de fasekabels elkaar wel deels uit qua B-flux, dit hangt af van de volgorde van de fases en van de onderlinge afstand)
https://www.kennisplatform.nl/vergelijking-magneetveld-hoogspanningslijnen/
https://www.kennisplatform.nl/hoe-sterk-zijn-de-magneetvelden-van-ondergrondse-kabels/

$B = \mu_0 * I / 2*\pi*R$

B (T)	**6,1E-05**	T	
B (nT)	**60.881**	nT	Magnetische inductie van 1 fasekabel bij vollast turbines
B (T)	**1,4E-05**	T	
B (nT)	**14.441**	nT	Magnetische inductie van 1 fasekabel gemiddeld over het jaar
Veilige norm	400	nT	Dit is de maximale gemiddelde magnetische fluxdichtheid (wissel met 50 Hz!) over het hele jaar die als veilig wordt beschouwd
			https://www.kennisplatform.nl/beleidsadvies-emv-bovengrondse-hoogspanningslijnen/
Ter vergelijking:			
Magnetische flux aarde (NL)	4,80E-05	T	
	48.000	nT	Gelijk, niet wissel

In de praktijk zijn metingen uitgevoerd aan dergelijke configuraties: https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/609300011.pdf
Hieruit bleek het volgende (zie hoofdstuk 5 van het gelinkte PDF document)
- Bij een meting in 2002 in Ijburg werd tot aan **45 µT** gemeten direct boven een kabelbed met drie fasekabels op 150 kV en een stroom van 450 A
- Dit is **45000** nT, vergelijkbaar met de situatie in Lith bij vollast van de turbines
- Pas op een afstand van 21 m naast het hart van het kabelbed, met 4 sets van 3 kabels (totaal 16 m breed) was de magnetische inductie beneden de veilige norm van 400 nT

In België is een model met metingen gevalideerd (zie eveneens hoofdstuk 5 van het gelinkte PDF document)
Hieruit bleek dat voor een 433 A maximum kabel op 150 kV ongeveer **9 µT** (= **9000** nT) magnetische inductie meetbaar was direct boven het kabelbed (1,5 m)
Dit zou betekenen voor de gemiddelde stroomsterkte van 110 A **2,3 µ**T (= **2300** nT) magnetische inductie direct boven het kabelbed (1,5 m).

De conclusie is, ondanks de iets andere configuratie met meerdere kabels bij de meting in 2002, dat de uitdoving tussen 3 fasekabels onvoldoende is om beneden de veilige norm te komen (zie hoofdstuk 5.5 PDF document)
Afhankelijk van de stroom door de kabel kan de afstand tot 0,4 µT varieren tussen enkele meters en enkele tientallen meters