



Maaktover 32

MAKEN WINDTURBINE

PRIJS



3,E+08

Vraag

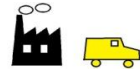
Wat is de prijs van het maken en plaatsen van één windturbine?

Antwoord

		<i>Recept</i>	ΔS_{σ} [kJ/°K]	ΔS_{cf} [kJ/°K]	ΔS_{θ} [kJ/°K]	Δm_{ens} [AT Mens]
1		3,E-03 rijtjesfabriek	8,E+05	-8,E+04	3,E+05	8,E-03
2	„	1,E-03 rijtjeskantoor	1,E+05	-9,E+03	1,E+05	9,E-04
3	„	5,E-04 rijtje dinky toys	1,E+04	-2,E+03	5,E+03	2,E-03
4	„	7,E-01 mens	9,E+07	-9,E+06	3,E+07	7,E-01
5	„	pm vrachtwagen	in 20			
6	„	pm vrachtschip	in 20			
7		2,E+19 m³ lucht	0	0	0	
8	„	1,E-01 km asfaltweg	2,E+07	-5,E+06	2,E+07	4,E-01
9	„	2,E+03 ton beton	3,E+07	-4,E+06	2,E+07	8,E-01
10	„	556 kg staal	1,E+07	-3,E+06	3,E+07	1,E-01
11	„	1.000 kg aluminium	6,E+05	-7,E+04	3,E+05	6,E-02
12	„	5,0 ton koperdraad	3,E+06	-4,E+05	1,E+06	3,E-02
13	„	2.000 kg kunststof	7,E+04	-2,E+04	6,E+04	1,E-03
14	„	2 ton ijzerwaren	1,E+05	-2,E+04	2,E+05	2,E-03
15	„	1.000 kg lak	221.753	-58.487	149.944	4,E-03
16	„	3 wieken	1,E+07	-2,E+06	6,E+06	2,E-01
17	„	5,E+08 kJ stroom	46.588	-349.192	881.740	2,E-03
18		0	0	0	0	
19		1 windturbine maken	in 1, 2			
20	„	1,E+06 tonkm doen	2,E+07	-3,E+06	1,E+07	4,E-01
MT 32		1 windturbine klaar	2,E+08	-3,E+07	1,E+08	3,E+00



Gereedschappen



1

3,E-03 rijtjesfabriek gondel en kop



In de fabriek worden gondel, molenkop en wieken geassembleerd
Op mondiaal verschillende locaties staan produktiefabrieken.

Inzetstaat Rijtjesfabriek						
	C [p.e./jaar]	T _g [jaar]	f _n [-]	f _o [-]	f _n *f _o [-]	f _g [-]
eigen beh.	1.300	60	60	2	120	2,E-03
loopwerk	1.300	60	20	2	40	5,E-04
dynamo	1.300	60	10	2	20	3,E-04
onderdelen	1.300	60	10	2	20	3,E-04
totaal			100		200	3,E-03

Toelichting:

- de toren, de gondel en de kop wordt in eigen beheer geassembleerd
- machinefabrieken levert de assen, de dynamo, de tandwielen, lagers enz.
- voor monteren, verbinden, lassen, bedraden, electronica e.d is een waaier aan onderdelen nodig, te leveren door verschillende aanmaakfabrieken.
- productie-eenheid p.e. = 1 windmolen
- C = 1.300 p.e./jaar
- T_g : de fabriek gaat 60 jaar mee
- f_n = oppervlakte hele complex / opp. 1 rijtjesfabriek
 - waarin Or.f. = 10.000 m² MT 2
 - Orostock = 200.000 „
 - Oalle fabrieken = 3 x Orostock
- f_o : het gehele complex heeft gemiddeld 2,0 maal de hoogte rijtjesfabriek schatting
- n r.f. = $\sum f_n * f_o$ = 200 rijtjesfabrieken
- f_g = $(1/(C * T_g)) * f_n * f_o$
- f_t = $\sum p.e. / \sum S_o$ daarna = 1,00 toedelingsfactor
- ΔS inzet ger./p.e. = f_t * f_g * AT Mens [kJ/°K . p.e.]

Met AT 2 Rijtjesfabriek :

AT 2		1	r.fabriek afspelen	3,E+08	-3,E+07	1,E+08	3,E+00
1		3,E-03	r.fabriek doen	8,E+05	-8,E+04	3,E+05	8,E-03

2 1,E-03 rijtjeskantoor

Inzetstaat Rijtjeskantoor					
	C [p.e./jaar]	T _g [jaar]	f _n [-]	f _o [-]	f _g [-]
eigen beh.	1.300	60	7.560	0,20	6,E-04
loopwerk	1.300	60	1.800	0,20	2,E-04
dynamo	1.300	60	900	0,20	8,E-05
onderdelen	1.300	60	900	0,20	8,E-05
totaal			11.160		1,E-03

Toelichting:

- f_n : de fabriek heeft n arbeiders 4
- f_o : de overhead is 0,20
- f_g = $((1/(C * T_g)) * f_n * f_o / 30)$
- n r.k. = f_t * $\sum f_n * f_o / 30$ = 74,4 rijtjeskantoren
- ΔS inzet r.k./p.e. = f_t * f_g * AT RK [kJ/°K . p.e]

Met AT 3 Rijteskantor :

AT 3		1	r.kantor afspelen	1,E+08	-9,E+06	1,E+08	9,E-01
2		1,E-03	r.kantoren doen	95.385	-8.585	95.385	9,E-04

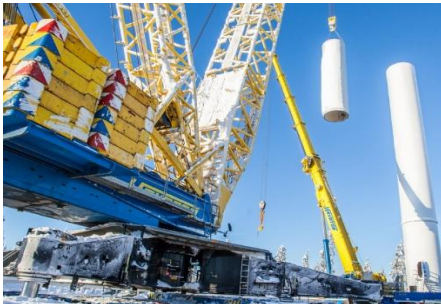
3 5,E-04 rijte dinkytoys

Nodig om de toren te bouwen

- een truckmixer



- hijskranen :



- shovel en dergelijke:



- inzet:

n rijtedinkytoys =

2

n dagen =

200

Inzetstaat Rijte Dinkytoys				
C	T _g	f _n	f _o	f _g
[p.e./jaar]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
1,E+03	30	1,0	20,0	5,E-04

Toelichting:

- T_g =

30

[jaar]

- f_n = aantal sets =

1

- f_o : equivalent met

20

rijtes/set

AT 11

$$- f_g = (1/(C \cdot T_g)) \cdot f_n \cdot f_o$$

$$- \Delta S \text{ inzet ger./p.e.} = f_g \cdot \text{AT 11 Rijtje Dinky Toys} \quad [\text{kJ/}^\circ\text{K} \cdot \text{p.e.}]$$

AT 11		1	dinkytoys afspelen	2,E+07	-3,E+06	1,E+07	4,E+00
3		5,E-04	dinkytoys doen	1,E+04	-2,E+03	5,E+03	2,E-03

4 7,E-01 mens

Eigen beheer:

Stel in de rijtjesfabrieken is de inzet 14,0 arbeider/r.f. incl. buitendienst

ofwel volcontinu 63,0 „

Overig:

Stel in de rijtjesfabrieken is de inzet 10,0 arbeider/r.f.

ofwel volcontinu 45,0 „

Inzetstaat Mens					
	C [p.e./jaar]	T _g [jaar]	f _n [-]	f _o [-]	f _g [-]
eigen beh.	1.300	45	7.560	3,9	5,E-01
loopwerk	1.300	45	1.800	3,9	1,E-01
dynamo	1.300	45	900	3,9	6,E-02
onderdelen	1.300	45	900	3,9	6,E-02
totaal			11.160		7,E-01

Toelichting:

$$- f_n = \text{bezetting 1 r.fabriek} \cdot n \text{ r.f.}$$

$$- f_o = \text{fuitbesteding} \cdot f_{\text{kostwinner}} \quad 3,9 \quad \text{want}$$

. uitbestedingsfactor is 1,3 inclusief verkooporganisatie

. arbeider is kostwinner voor 3 personen m.i.v. de arbeider zelf.

$$- f_g = (1/(C \cdot T_g)) \cdot f_n \cdot f_o$$

$$- \Delta S \text{ inzet ger./p.e.} = f_t \cdot f_g \cdot \text{AT Mens} \quad [\text{kJ/}^\circ\text{K} \cdot \text{p.e.}]$$

AT Mens		1	mens afspelen	1,E+08	-1,E+07	5,E+07	1,E+00
4		7,E-01	mens doen	9,E+07	-9,E+06	3,E+07	7,E-01

5 pm vrachtwagen

De producten worden per vrachtwagen en per vrachtschip verplaatst naar een klant.

s = 500 km

Dit wordt doorberekend in 20

6 pm vrachtschip

Idem

s = 2.000 km

Dit wordt doorberekend in 20



Men Neme



7 2,E+19 m³ lucht

De lucht is nodig voor het leveren van zuurstof, maar ook voor het opnemen van kooldioxide, stikstofoxiden en fijnstof.

De prijzen voor de massa-overdrachten worden in de betreffende tovers verrekend.

8 0,1 km asfaltweg

Voor de ontsluiting van de lokatie van de turbine moet een eenvoudige weg worden aangelegd.

Schematiseer de bereikbaarheid met 0,1 km asfaltweg

Met MT 16 Asfaltweg:

MT 16		1	km asfaltweg klaar	2,E+08	-5,E+07	2,E+08	4,E+00
8		0,1	km asfaltweg doen	2,E+07	-5,E+06	2,E+07	4,E-01

9 2,E+03 ton beton

- funderingspalen van beton

n palen =	34	
l paal =	13	[m]
r paal =	0,25	[m]
V palen = $n * l * 3,14 * r^2 =$	86,74	[m ³]
m palen = $V * 2,4 =$	208,18	[ton]

- funderingssloof van beton

h sloof =	3	[m]
r sloof =	10	[m]
V sloof = $h * 3,14 * r^2 =$	942	[m ³]
m sloof = $V * 2,4 =$	2.261	[ton]

Met AMT 16

AMT 16		1	ton beton klaar	11.612	-1.454	8.528	3,E-04
9		2.469	ton beton doen	3,E+07	-4,E+06	2,E+07	8,E-01

10 6,E+02 ton staal

- betonwapening:

Wapeningspercentage gesteld op 0,5% en $\rho_{\text{staal}} = 7,8 \text{ ton/m}^3$.

m wapening = $0,01 * V_{\text{beton}} * \rho =$	40	[ton]
---	----	-------

- verankeringswapening toren:

m vat =	19	[ton]
---------	----	-------

- stalen torenkoker

m toren =	367	[ton]
-----------	-----	-------

- staal in gondel en aandrijftrein:

m gondel ca =	130	[ton]
---------------	-----	-------

Met AMT 9 Staal :

AMT 9		1	ton staal klaar	20.140	-5.719	57.101	2,E-04
10		556,1	ton staal doen	1,E+07	-3,E+06	3,E+07	1,E-01

11 1.000 kg aluminium

Stel er is verwerkt 1.000 kg aluminium

Met AMT 42 Aluminium:

AMT 42		1	ton aluminium klaar	571.777	-74.905	306.275	6,E-02
11		1,0	ton aluminium doen	6,E+05	-7,E+04	3,E+05	6,E-02

12 5.000 kg koperdraad

Stel er is verwerkt 5.000 kg koperdraad

Met AMT 44 Koperdraad:

AMT 44		1	ton koperdraad klaar	646.340	-73.275	272.443	6,E-03
12		5,0	ton koperdraad doen	3,E+06	-4,E+05	1,E+06	3,E-02

13 2.000 kg PVC

Stel er is verwerkt 2.000 kg kunststof

equivalent aan 2 ton pvc

Met AMT 53 PVC :

AMT 53		1	ton PVC klaar	35.040	-9.873	28.476	7,E-04
13		2,0	ton PVC doen	70.080	-19.746	56.952	1,E-03

14 2 ton ijzerwaren

Bouten, schroeven en moeren.

Met MT 18 IJzerwaren:

MT 18		1	ton ijzerwaren klaar	52.643	-11.544	78.577	8,E-04
14		2,0	ton ijzerwaren doen	105.287	-23.087	157.154	2,E-03

15 1.000 kg lak

Met AMT 31 Alkydlak :

AMT 31		1	ton alkydlak klaar	73.918	-19.496	49.981	1,E-03
15		3,0	ton alkydlak doen	221.753	-58.487	149.944	4,E-03

16 3 wieken

Met MT 33 Wieken

MT 33		1	wiek klaar	4,E+06	-7,E+05	2,E+06	7,E-02
16		3	wieken doen	1,E+07	-2,E+06	6,E+06	2,E-01

17 5,E+08 kJ stroom

- Stroom voor aandrijving alle meng- en roerwerktuigen.

$$n_{el.motor} = n_{r.fabriek} \cdot 24 = 4.800$$

MT 2a

$$P_{el.motor} = 10 \text{ kJ/s}$$

„

De elektromotoren draaien 100% van de tijd

$$E_{stroom/p.e.} = (300 \cdot 24 \cdot 3600 / C) \cdot n \cdot P = 5,E+08 \text{ kJ/p.e.}$$

Met AMT 4 Stroom :

AMT 4		1	kJ stroom klaar	1,E-04	-7,E-04	2,E-03	4,E-12
17		5,E+08	kJ stroom doen	46.588	-349.192	881.740	2,E-03



Pandgela

Is doorberekend in de verschillende toverslagen.

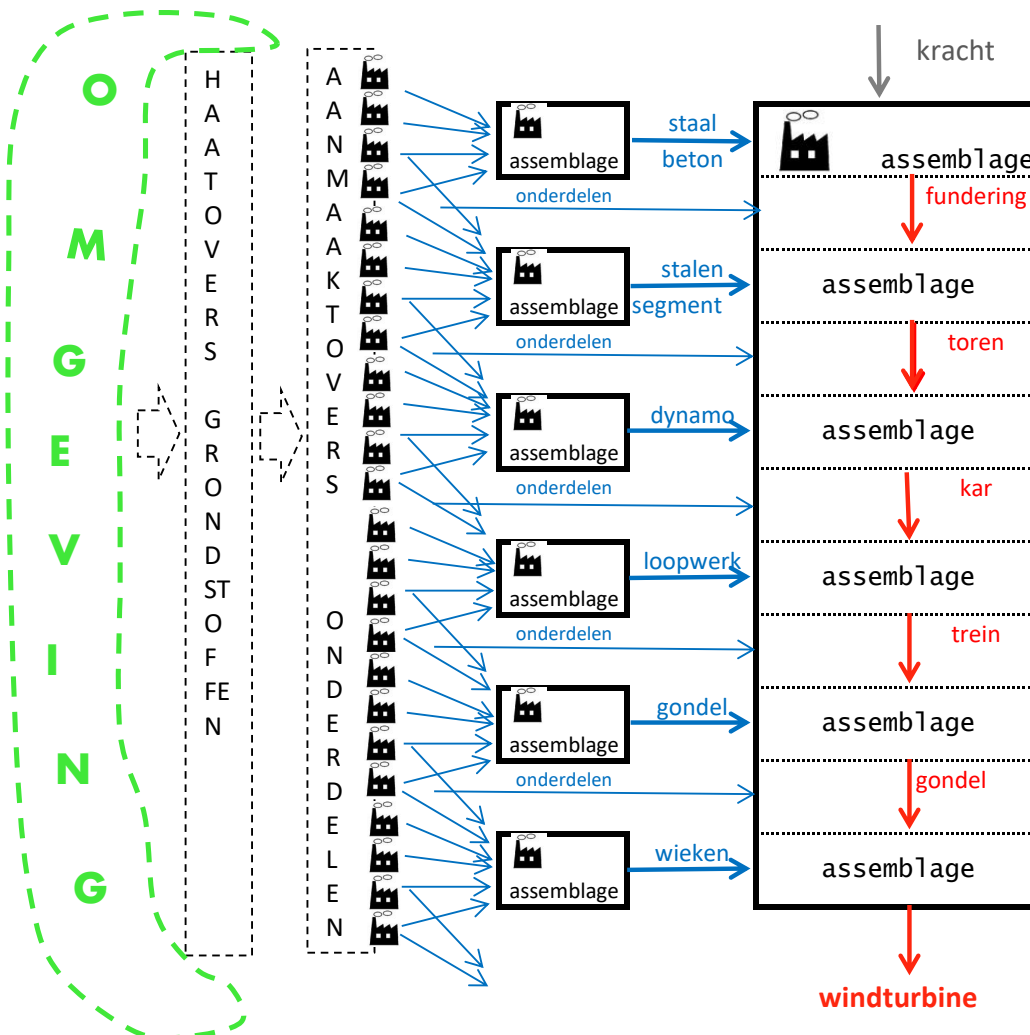
18 0,E+00

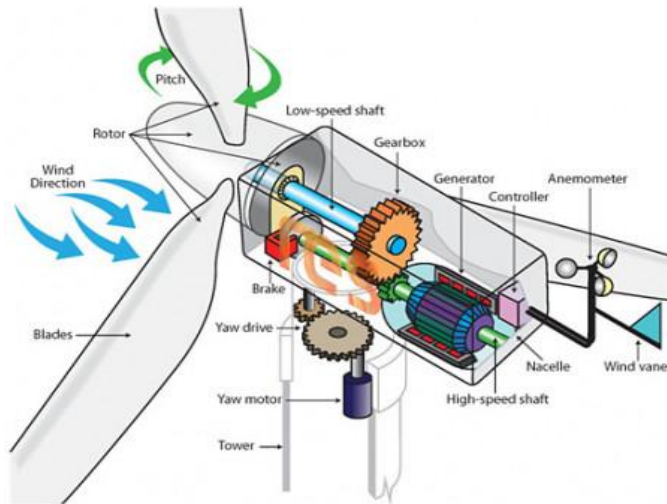


Roeren & Meng



19 1 windmolen maken





• **Vorming S_σ :**

Geen lokaal effect.

• **Spreiding S_{cf} en opwarming S_θ :**

Geen lokaal effect.

Alles al doorberekend in

1, 2

20 1,E+06 tonkm doen

Zie

5, 6

Te verplaatsen massa =

500 [ton]

Met VT 1 Vrachtwagen:

VT 1		1	vwtonkm klaar	59,6	-10,7	42,9	2,E-06
20		250.000	vwtonkm doen	1,E+07	-3,E+06	1,E+07	4,E-01

Met VT 2 Vrachtschip:

VT 2		1	vstonkm klaar	0,2	-0,1	0,4	1,E-09
20		1.000.000	vstonkm doen	153.735	-90.438	386.390	1,E-03



Speciale transporten



Klaar !

Bronnen:

<https://www.drentsemondenoostermoer.nl/app/uploads/2019/09/Cijfers-van-de-Nordex-Turbine.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=QlwCOZRLTlQ>

<https://www.windindustrie-in-deutschland.de/unternehmensmeldung/seit-25-jahren-produziert-nordex-am-standort-rostock>

https://de.wikipedia.org/wiki/Nordex_SE

https://www.nordex-online.com/wp-content/uploads/sites/2/2025/02/Annual-Integrated-Report-2024_ENG.pdf

<https://www.lmwindpower.com/en/products/blade-types>