

leerkracht



Wat weet jij al over windmolens?

Maak een woordspin.

1. De voorouders van de windmolen.

Leerdoelen: individuele opdracht

- leerlingen leren over de herkomst van de windmolens
- leerlingen leren gebeurtenissen situeren in de tijd.

Algemeen besluit uit wat voorafgaat wat Vlaanderen betreft

1. Traditionele molenvermeldingen vastgesteld vanaf elfde eeuw.
 2. Archeologische vondsten te dateren vanaf elfde eeuw.
 3. Eerste geschreven aanduiding elfde eeuw (1067)
 4. Kruisvaarders en molen in Oosten : twaalfde eeuw
 5. Eerste geschreven vermelding bestaand windmolen in Vlaanderen : 1183
 6. Vlaanderen centrum economie-wereld : elfde eeuw
 7. Industriële Revolutie in Vlaanderen : elfde eeuw
 8. Windmolen : energieomvormer : technische revolutie
- De richtbare windmolen ontstond in Vlaanderen in de elfde eeuw.

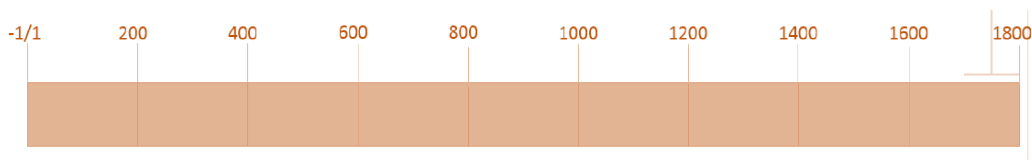


2. Evolutie van de windmolen

2.1 Situering in de tijd

Noteer het nummer van de volgende gebeurtenissen op de juiste plaats op de tijdlijn:

1. Eerste vermelding standermolen 1180 na Christus.
2. De eerste windmolens werden ca 1000 jaar voor Christus gemaakt in China.
3. In Perzië (huidige grens tussen Iran en Afghanistan) bouwde men in de periode 500-900 jaar na Christus de eerste windmolen.

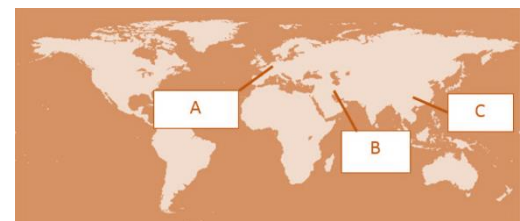


2.2 Situering in de ruimte:

Door de eeuwen heen hebben windmolens een hele evolutie meegemaakt. Dit gebeurde op verschillende plaatsen in de wereld.

Verbind de letter van de plaatst met de juiste omschrijving.

- a. . Windmolens in het Perzische rijk.
- b. . Standermolens en de verdere evolutie.
- c. . Eerste windmolen in China



3. Hoe werkt een windmolen.

Leerdoelen: individuele opdracht

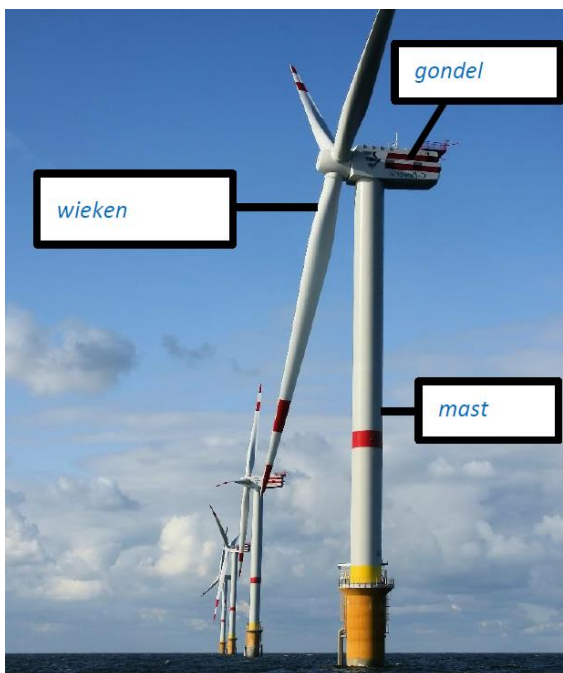
- leerlingen leren over de werking van de windmolen
- leerlingen leren aan de hand van afmetingen waar een windmolen mag geplaatst worden
- leerlingen leren over de voor en nadelen van windmolens
- leerlingen leren over geluidsoverlast

3.1 Onderdelen

Een windmolen bestaat uit 3 grote onderdelen.

a) Duid deze onderdelen aan op de tekening.

b) Welke zoekstrategie gebruik je om dit te zoeken?



c) Verbindt elk onderdeel van de windturbine met bijkomende functies.

- | | |
|----------|---|
| • Mast | draaibeweging doorgeven aan elektrische apparatuur. |
| • Gondel | windenergie opvangen. |
| • Wieken | bevat belangrijkste onderdelen (o.a. elektrische generator) |
| | ervoor zorgen dat wind op grotere hoogte kan worden benut. |
| | wieken dragen. |

3.2 Werking

a) Bekijk het filmfragment via deze link. (0.00 > 00:27)

<http://www.schoolltv.nl/video/windenergie-hoe-maken-ze-van-wind-elektriciteit/>

b) Zet de stappen van de werking van een windmolen in de juiste volgorde.
Nummer de stappen van 1 tot 4.

STAP	ACTIE
4	De dynamo zet de wind om in elektriciteit. Met deze elektriciteit kunnen we een lamp doen branden, een smartphone mee opladen....
1	De wind blaast in de wieken.
3	Een dynamo binnen in de gondel van de windmolen draait mee.
2	De wieken draaien.



4. Welke energiebron is een windmolen?

Bekijk het filmfragment.

<http://www.schoolltv.nl/video/windturbine-voor-en-nadelen-van-een-windturbine/#q=windturbine>

Een energiebron is datgene wat energie kan leveren. Een energiebron bevat dus energie. Voorbeelden van energiebronnen zijn: steenkool, aardolie, uranium, hout, boterham, koolzaadolie, wind, zon, stromend water....

a. Welke energiebron gebruikt een windmolen?

De wind

Energiebronnen kunnen we indelen in duurzame, hernieuwbare en eindige energiebronnen. Met eindige energiebronnen bedoelen we energiebronnen die in beperkte hoeveelheid op aarde aanwezig zijn en die we aan he opgebruiken zijn. Duurzame energiebronnen zijn onuitputtelijk omdat ze afhankelijk zijn van de zon en de warmte binnenin de aarde.

b) Is de energiebron bij een windmolen eindig of duurzaam?

Duurzaam

Verzamelnaam voor energie die verkregen wordt uit hernieuwbare energiebronnen. Met duurzaam worden bedoeld energiebronnen die nooit op zullen raken zoals zon, wind, water en biomassa.

5. Voor- en nadelen van windturbines



1. geen luchtvervuiling dus goed voor het milieu
2. ze leveren stroom



1. geluidsoverlast: zoemend geluid
2. slagschaduw van de wieken
3. horizonvervuiling: lelijk in het landschap



6. Wie staat er in de schaduw?

6.1 Slagschaduw

a. Hoe ontstaat slagschaduw?

Een slagschaduw ontstaat wanneer een obstakel licht geheel of gedeeltelijk tegenhoudt. Dit noemt men schaduw van een voorwerp.

Slagschaduw is schaduw die een object werpt op een ondergrond of een ander voorwerp. Vb. lantaarnpaal die voorwerp werpt op een muur of de grond.

Schaduw is de niet belichte kant van een voorwerp of het gedeelte dat niet direct aan het licht is bloot gesteld.

Er bestaan 2 soorten schaduwen afhankelijk van de lichtbron.

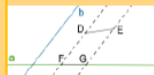
schaduw bij zonlicht	schaduw bij kunstlicht

b. Wat is het verschil tussen lichtstralen bij zonlicht en lichtstralen bij kunstlicht?

De richting van de stralen verschilt. Bij zonlicht lopen ze evenwijdig en bij kunstlicht vertrekken ze vanuit 1 punt en daarna gaan ze alle richtingen uit.

Evenwijdige projectie

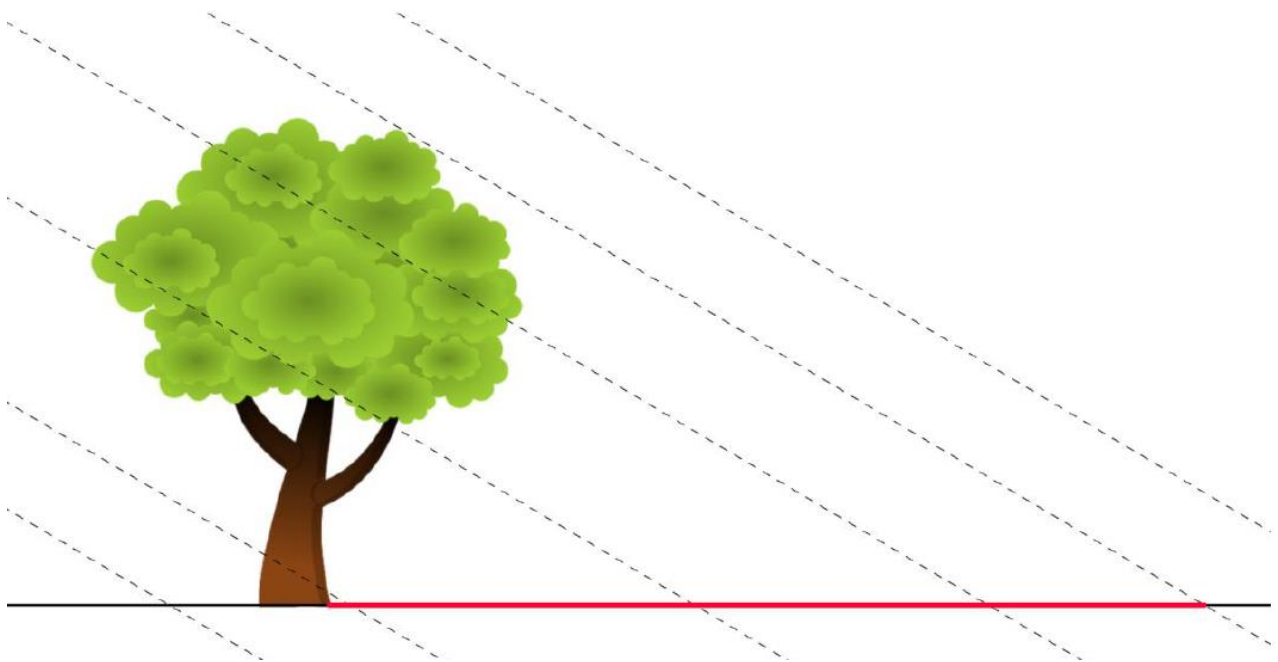
Het beeld na een evenwijdige projectie vinden we volgens een **projectierichting a** op een **projectie-as b** .



c. Welk soort schaduw is een evenwijdig projectie?

Schaduw bij zonlicht.

d. De evenwijdige stippellijnen duiden de stralen van de zon aan.



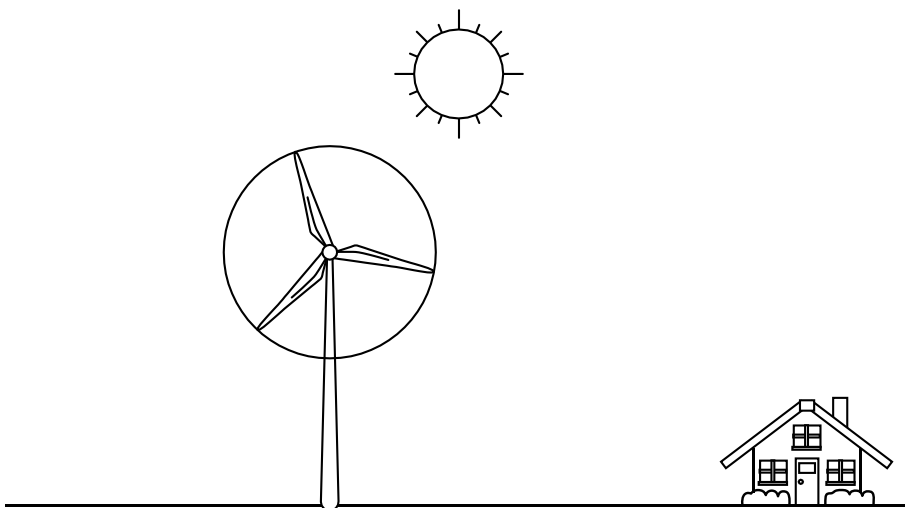
Teken de schaduw op verschillende momenten van de dag. Let op, de wieken draaien.

De stippellijn duid de projectierichting aan, de projectie as is de grond.

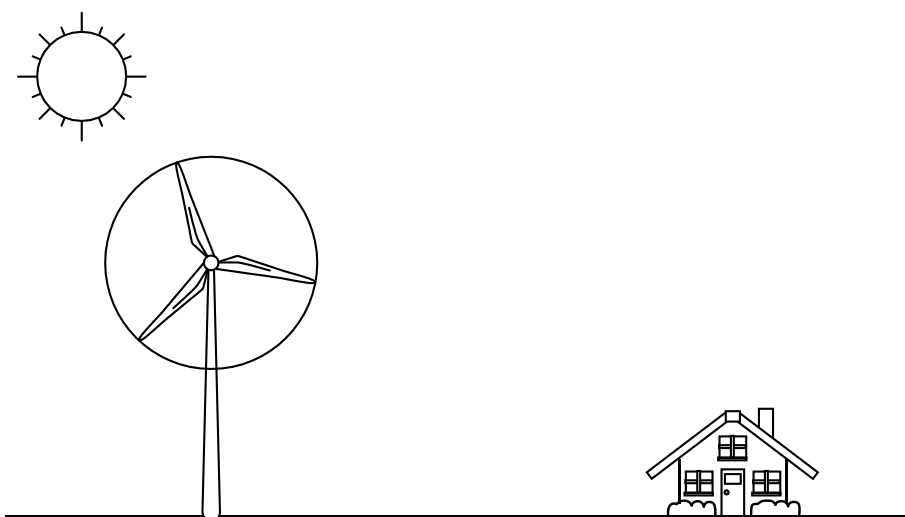
Merk op: omdat de wieken draaien, moet je eerst een cirkel rond de 3 wieken tekenen met de gondel als middelpunt. Daarna teken je raaklijnen aan de cirkel. Evenwijdig met de projectierichting.



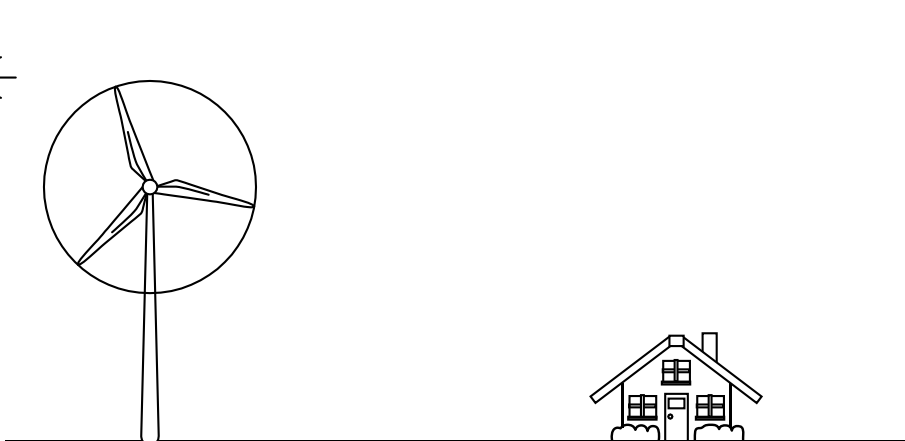
Situatie 1



Situatie 2



Situatie 3



e. In welk(e) geval(len) staat het huis in de schaduw?

Situatie 3

f. Beschrijf hoe de situaties in de praktijk er anders zouden kunnen uitzien.

Vroeg of laat op de dag, bij zonsopgang of bij zonsondergang.

Bekijk het filmpje en neem waar hoe slagschaduw in de woonkamer moet aanvoelen.

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



6.2 Maatregelen slagschaduw.

Windmolens moeten voorzien worden van een automatische stilstand voorziening indien:

- De afstand tussen de woningen of andere objecten en de windmolen minder dan 12 maal de wiekdiameter van de windturbine bedraagt.
- Er gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden.



a) Hoeveel uur per jaar mag er in totaal slagschaduw zijn als er 17 dagen voor gedurende 20 minuten per dag slagschaduw is?

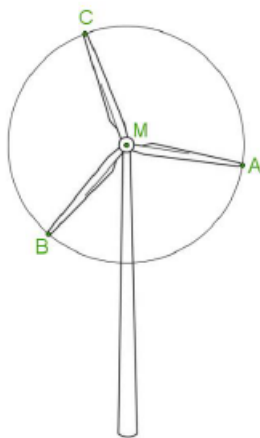
$17 \cdot 20 = 340 \text{ minuten} = 5 \text{ uur en } 40 \text{ minuten}$

Er mag maximaal 5 uur en 40 minuten (ongeveer 6 uur) slagschaduw per jaar zijn.

b) Hoe groot moet de afstand tussen een kantoor en een windmolen minstens zijn als de wiekdiameter van de turbine 143 cm is?

$143 \cdot 12 = 1716 \text{ cm} = 17.16 \text{ m}$

c) Hoe groot mag de wiekdiameter maximaal zijn als de afstand tussen de toekomstige windmolen en het rusthuis 24 m is?



$$\frac{24 \text{ m}}{12} = 2 \text{ m}$$

7. rekenen met windmolens.

- a. Afgelegde afstand van een wiek. Welke vlakke figuur kan je denkbeeldig rond de toppen van de wieken tekenen?

Een cirkel

- b. Op welke eigenschap steun je hiervoor?

Door drie niet collineaire punten gaat juist één cirkel.

Hierbij zijn de punten van de wieken, de drie niet collineaire punten van de wieken en gebruiken we de gondel als middelpunt.

- c. Teken deze vlakke figuur op de windmolen aan de rechterkant.

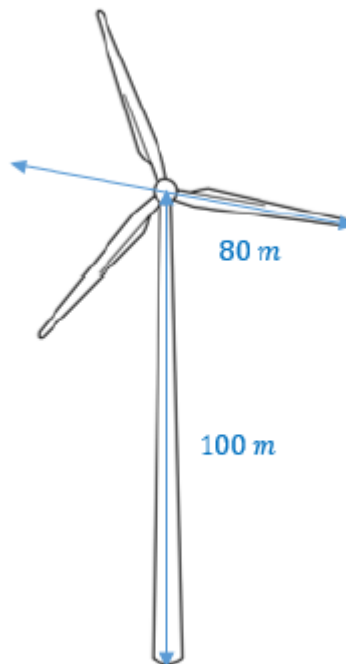
Een groot deel van de windturbines in Vlaanderen hebben een ashoogte van ongeveer 100 m en een wiekdiameter van 80 m.

- d. Hoe groot is de totale hoogte van deze windturbine maximaal?

$$100\text{ m} + \frac{80\text{ m}}{2} = 100\text{ m} + 40\text{ m} = 140\text{ m}.$$

- e. Hoeveel meter legt het puntje van zo'n wiek af in één toer?

We berekenen de omtrek van de cirkel rond de toppen van de wieken met de gondel als middelpunt. De lengte van de wiek is gelijk aan de straal. De diameter van de wieken is 80 m, dus de straal is 40 m.



$$Omtrek_{cirkel} = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot 40\text{ m} = 251,3274123\text{ m}$$

$$\approx 251\text{ m}$$

- f. Wat is de afstand van de cirkelboog tussen de drie wieken?

De omtrek van de volledige cirkel is gelijk aan 251 m. de wieken verdelen de cirkel in drie cirkelbogen die even lang zijn, dus

$$\frac{251\text{ m}}{3} = 83,66 \dots \text{ m} \approx 84\text{ m}$$

- g. Hoe groot is de hoek tussen de drie wieken?

Een volledige cirkel bestaat uit 360°

De drie wieken verdelen de cirkel in drie even grote hoeken, dus

$$\frac{360^\circ}{3} = 120^\circ$$



8. Vogels in de buurt van windmolens.

Vogels ondervinden de gevolgen van een windmolen in hun habitat.

a. Bekijk de foto's.



(Foto's: Joris Everaert)

b. Wat roepen deze beelden bij jouw op?

Afschuw, boosheid, angst....

c. Wat zou het probleem kunnen zijn voor vogels die leven in de buurt van een windturbine?

Vogels vliegen tegen de wieken van een windmolen, worden onthoofd of doormidden gesneden.

d. Controleer of je veronderstelling klopt. Welke bronnen gebruik je hiervoor?

Internetbronnen, een artikel uit een tijdschrift, een gesprek met een natuurgids of de stad diensten.



e. Klopt de veronderstelling? Zo nee, formuleer het echte probleem voor de vogels.

De veronderstelling klopt.

Vogels vliegen tegen de wieken van een windturbine met alle gevolgen van dien.

f. Welke nachtdieren zouden op dezelfde manier kunnen omkomen?

Vleermuizen.



(Smit, 2013)



(Vreugdenhil & Dirksen, 2012)



9. Geluidsoverlast.

Geluiden zijn trillingen. Sommige geluiden zijn sterk, anderen zwak. Zo kunnen bepaalde geluiden schadelijk zijn voor het gehoor. De volgende figuren geven meer info over het geluid op de decibelschaal.

a. In welke eenheid wordt geluid uitgedrukt?

Decibel (dB)

b. Hoeveel bedraagt de geluidsterkte vlak naast een windturbine?

Vlak naast een windturbine bedraagt de geluidsterkte ongeveer 105 dB.

c. In welke zone situeren we deze geluidsterkte: in de veilige zone, de gevarenzone of de absolute gevarenzone?

De gevarenzone.

d. Waarmee kan je het geluid vlakbij een windturbine vergelijken? Geef drie voorbeelden.

Het komt ongeveer overeen met:

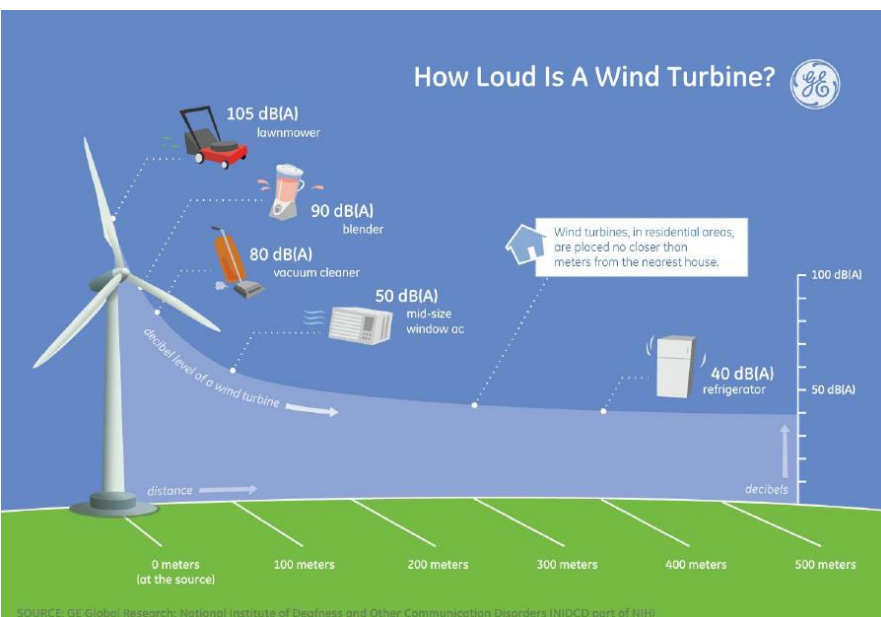
- Een autoclaxon vlakbij
- Een grasmaaier
- Een boormachine

e. Welke invloed kan dit hebben op de dieren die in de buurt van een windturbines leven?

De dieren kunnen afgeschrikt worden door het geluid en kunnen naar een andere habitat trekken.

Het zoemende geluid schrikt niet alleen dieren af, maar kan bijvoorbeeld ook slaapstoornissen veroorzaken bij mensen. Daarom bestaan er enkele regels in verband met geluidsoverlast door windturbines.

De wettelijke toegestane geluidsnorm voor windturbines is een niveau van 47 dB op de gevel van een woning. Bij het berekenen van het geluidsniveau bij woningen voor een specifiek project wordt het niveau wel vertaald in afstanden op een kaart, dit worden geluidscontouren genoemd.



f. Hoeveel dB mag er maximaal op de gevel van een huis terecht komen?

47 dB.

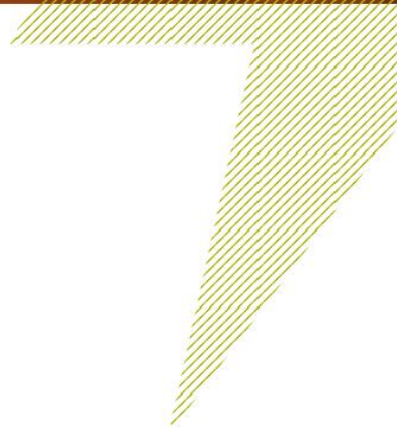
g. Op hoeveel meter van de gevel van een huis moet een windturbine van 105 dB minstens staan om aan deze voorwaarden te voldoen?

Op ongeveer 300 meter.

Decibelschaal met gehoordrempel, gevaargrens en pijngrens.

dB			
150	straaljager	absolute gevaarzone	
140	straalvliegtuig		
130	startend vliegtuig, pneumatische pers		
		PIJNGRENS	
120	drilboor op 1 m afstand, luide claxon	gevaarzone: langdurige blootstelling geeft kans op tijdelijke doofheid, soms blijvende schade	
110	autoclaxon vlakbij, grasmaaier, boormachine		
100	dancing, revolver, remmen van de tram		
90	vrachtwagen, mixer, weefgetouw		
		GEVAARGRENS	
80	druk verkeer, rinkelende telefoon	veilige zone	 
70	bromfiets, stofzuiger op 1 meter		
60	gewoon gesprek		
50	regen		
40	zacht gesprek, rustige straat, zachte muziek		
30	fluisteren		
20	leeszaal bibliotheek		
10	ruisen van bladeren		
0		GEHOORDREMPEL	

(Bron: BIOgenie 3.2)



Hoe interpreterer ik de decibelschaal?

De decibelschaal heeft een speciale schaalverdeling: per tien dB die er bijkomt, wordt de geluidsintensiteit tienmaal groter. Plus tien op de decibelschaal komt overeen met maal tien voor de geluidsintensiteit. Een geluid van 70 dB is tienmaal sterker dan een geluid van 60 dB en honderdmaal sterker dan een geluid van 50 dB .

10. Terugblik

- a. Wat heeft jou het meeste verrast over windturbines?
- b. Wat wist je al?
- c. Wat wist je nog niet?



11. Bronvermelding

Kamer van koophandel. Slagschaduwonderzoek.

<http://ponderaconsult.com/slagschaduw-onderzoek/>

Kamer van koophandel. Akoestisch onderzoek.

<http://ponderaconsult.com/akoestisch-onderzoek/>

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable energy statistics/nl#Windenergie wordt de belangrijkste hernieuwbare bron van elektriciteit](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/nl#Windenergie_wordt_de_belangrijkste_hernieuwbare_bron_van_elektriciteit)

<https://www.energiesparen.be/windenergie#v1>

<https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2019/12/20/opvallend-weinig-nieuwe-windmolens-in-vlaanderen-in-2019/>

https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/198/674/RUG01-001198674_2010_0001_AC.pdf

<https://www.vlaanderen.be/publicaties/effecten-van-windturbines-op-de-fauna-in-vlaanderen-onderzoeksresultaten-discussie-en-aanbevelingen-effects-of-wind-turbines-on-fauna-in-flanders-study-results-discussion-and-recommendations>

(<https://www.vlaio.be/nl/subsidies-financiering/subsidiedatabank/investeringssteun-kleine-en-middelgrote-windturbines> op 17/5/2020):

<http://www.vlaanderen.be/nl/bouwen-wonen-en-energie/elektriciteit-aardgas-en-verwarming/prosumententarief-voor-eigenaars-van-zonnepanelen-windmolens-en-wkk-installaties-10-kw-en-met>

(bron: Windkracht 13) <http://www.windkracht13.be/kmwts-kleine-en-middelgrote-windturbines-jerts-studie/>

https://vakoverschrijdendwerken.weebly.com/uploads/8/1/6/3/81631660/windmolen_ingevulde_werkbundel.pdf

[De theorie achter de windturbine.](#)

[members.home.nl › jangiesen68 › de theorie achter de windturbine](https://members.home.nl/jangiesen68/de_theorie_achter_de_windturbine)



Over Plattelandsklassen

Plattelandsklassen vzw is gespecialiseerd in het aanbieden van landbouwenducatie. De organisatie is een dienst van Landelijke Gilden en door de Vlaamse Overheid erkend als Centrum voor Landbouwenducatie. Met steun van het Departement Landbouw en Visserij.

Plattelandsklassen
altijd iets te beleven

Landelijke Gilden
samen beleef je meer

Onze partners voor dit project:



BEVEREN
VERBINDT



Europees Landbouwfonds
voor Plattelandsontwikkeling:
Europa investeert
in zijn platteland

provincie
Oost-Vlaanderen

VLAAMSE
LAND
MAATSCHAPPIJ



windenergie



Plattelandsklassen
altijd iets te beleven

Plattelandsklassen vzw
Diestsevest 40
3000 Leuven
Tel. 016 28 60 25
info@plattelandsklassen.be
www.plattelandsklassen.be

