

RAPPORT

Betreffende het onderzoek naar windaanbod voor molen
"De Bouwing",
Te Geldermalsen.



Opdrachtgever(s) : Bügel Hajema.

Datum : 6 april 2023.

Auteur :

Projectnummer : W 4701.

Revisie : 1.

Status : Definitief.

Inhoudsopgave

Inleiding	3.
Wind, windhinder, terreinruwheid, obstakels, afstanden en hoogten	4.
De situatie rond "De Bouwing".	
De bestaande situatie	8.
De geplande situatie.....	9.
De geplande bebouwing vertaald naar cijfers	11.
Conclusie.....	13.

Gebruikte bronnen

1.	Windklimaat van Nederland, Wieringa en Rijkoort, 1981.	Windgegevens.
2.	KNMI,	Klimaatgegevens
3.	De heer Kuipers,	Plangegevens.
4.	Vereniging De Hollandsche molen (en 5)	
5.	Molendatabase	Historische gegevens van "De Bouwing".
5.	Terraserver,	Geografische informatie.
6.	Polytechnisch zakboekje 49 ^e druk,	Elsevier Technische gegevens.
7.	Actueel hoogtebestand van Nederland,	Terreingegevens.

Bijlage:

Revisie:	Status:	Datum:	Wijziging:
0.	concept.	5-april-2023	afgerond
1.	definitief	6 april 2023	ongewijzigd.

Inleiding

Van de Fa. Bügel Hajema te Amersfoort, kregen wij de opdracht tot het uitvoeren van een onderzoek naar de verwachte invloed van het windaanbod op molen “De Bouwing” te Geldermalsen. Dit naar aanleiding van in ontwikkeling zijnde plannen voor nieuwe invulling van een locatie aan de noordwestzijde van de molen. Deze locatie staat bekend als de Van Dam Van Isseltweg nummer 4 4^a en wordt grofweg begrensd door de straten: Kuipershof – Van Dam van Isseltweg, op een afstand van ca. 400 meter van de molen. In de huidige situatie bevinden zich op de kavel een drietal bouw blokken waarin kantoorruimte van de gemeente is ondergebracht. Het bouwplan omvat plannen voor invulling van de locatie met meerdere bouwblokken bestaande uit senioren woningen en twee onder één kap woningen

Dit rapport is bedoeld om de invloed van dit bouwplan op de windvang van molen “De Bouwing” duidelijk te krijgen. Hierbij wordt uitgegaan van een windkracht maximaal 7, (hard) aangezien het niet meer aan te raden is met een hogere windsnelheid nog met de molen te werken.

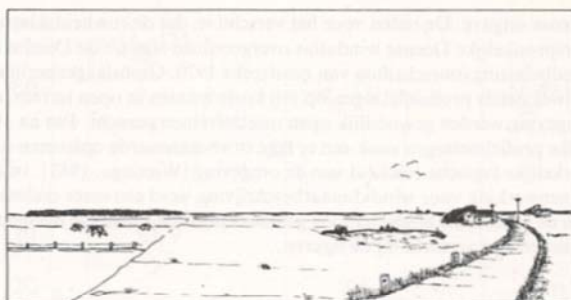
Wind, windhinder, terreinruwheid, obstakels, afstanden en hoogten

Wind is een natuurlijke luchtbeweging van de atmosfeer. Deze luchtbeweging kan worden beïnvloedt door een aantal factoren, waarvan in het kader van dit onderzoek twee belangrijk zijn: De eerste is de ruwheid van de omgeving waar de wind over strijkt, de tweede is de aanwezigheid van eventuele obstakels in de windbaan.

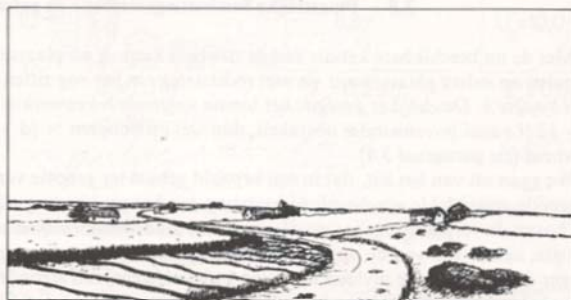
Terreinruwheid:

Het zal duidelijk zijn dat een ruwer terrein een grotere weerstand voor de wind oplevert dan een gladde omgeving. Zo is de windsnelheid boven grote wateroppervlakken dus altijd hoger dan boven land, eenvoudig omdat op land remmende begroeiing en bebouwing aanwezig is. Ter illustratie de volgende afbeelding:

Figuur 3.20
Zeer open landschap —
ruwheidsklasse 2 tot 3,
 $z_o \sim 0,01 - 0,03 \text{ m}$
(Peterson et al., 1981).



Figuur 3.21
Tamelijk open
landschap —
ruwheidsklasse 3 tot 4,
 $z_o \sim 0,05 - 0,1 \text{ m}$
(Peterson et al., 1981).



Figuur 3.22
Tamelijk ruw landschap —
ruwheidsklasse 4 tot 5,
 $z_o \sim 0,2 \text{ m}$ (Peterson et al., 1981).



Figuur 3.23
Zeer ruw landschap —
ruwheidsklasse 6,
 $z_o \sim 0,4 \text{ m}$ (Peterson et al., 1981).



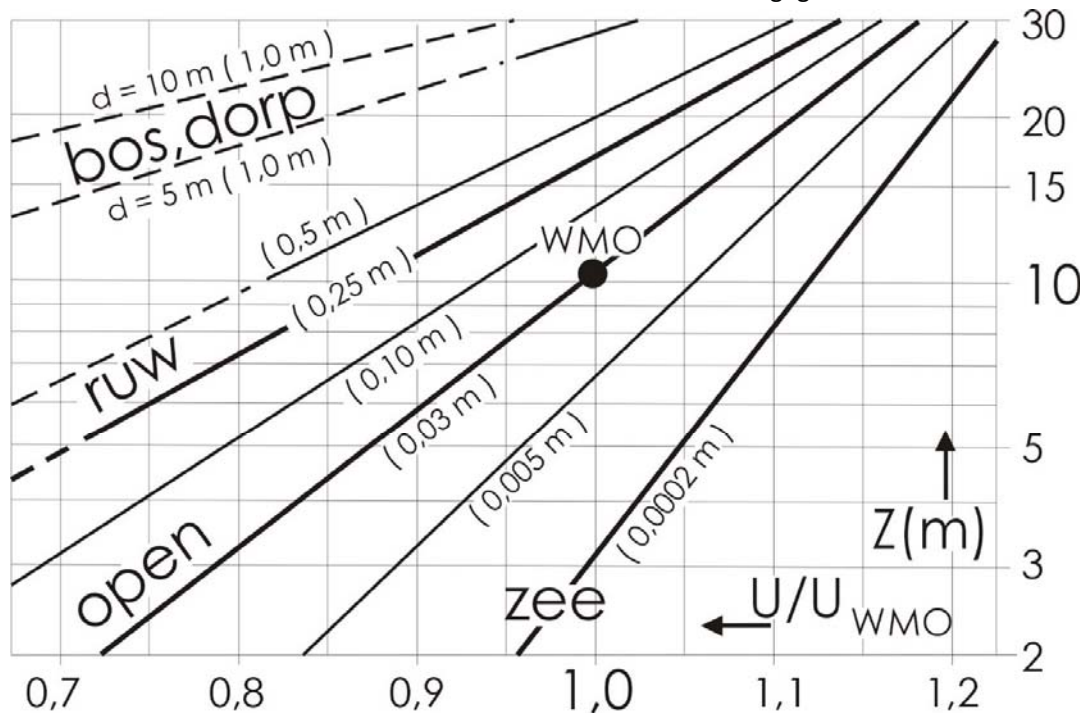
De mate waarin de wind boven ruwer terrein wordt vertraagd, is verder ook afhankelijk van de hoogte boven maaiveld. Dit verband is vastgelegd met de zgn. “machtwet”:

$$U_z = (U_* / k) \ln (z / z_0)$$

Hierin:

U_z	=	De gemiddelde windsnelheid op hoogte z .
U_*	=	De wrijvingsnelheid.
k	=	De Karman constante.
z	=	De beschouwde hoogte.
z_0	=	De ruwheidslengte van het bovenwindse terrein.

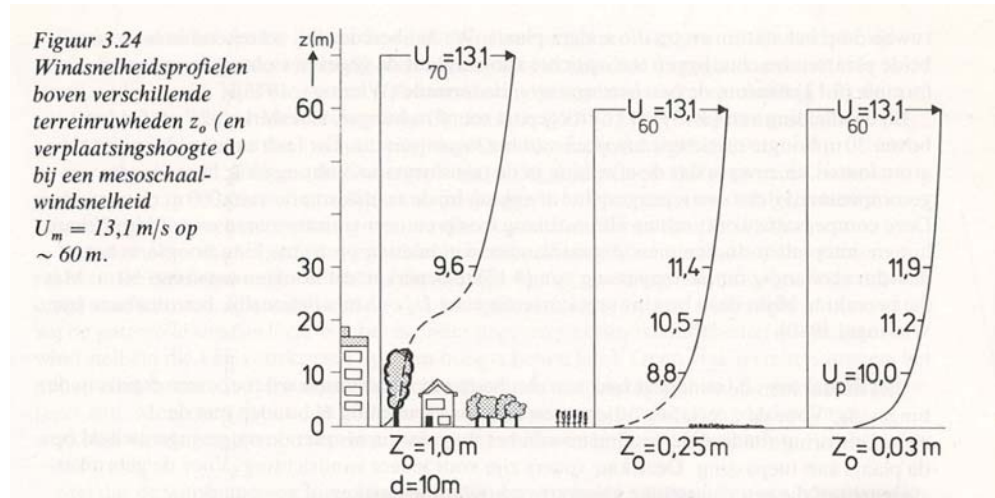
Deze “machtwet” kan voor verschillende situaties ook worden weergegeven als onderstaand nomogram:



Nomogram voor het transformeren van windsnelheden in de oppervlaktelaag tussen verschillende hoogten en verschillende terrein-ruwheden (Wieringa, 1977).

Met bovenstaand nomogram kunnen op eenvoudige wijze verschillende terreinomstandigheden en hoogten met elkaar worden “vergeleken”.

Een ander deel van de beschouwing heeft betrekking op obstakels. Boven onbebouwd gebied heeft de windkarakteristiek een andere vorm dan boven bebouwd gebied. Zie onderstaand diagram:

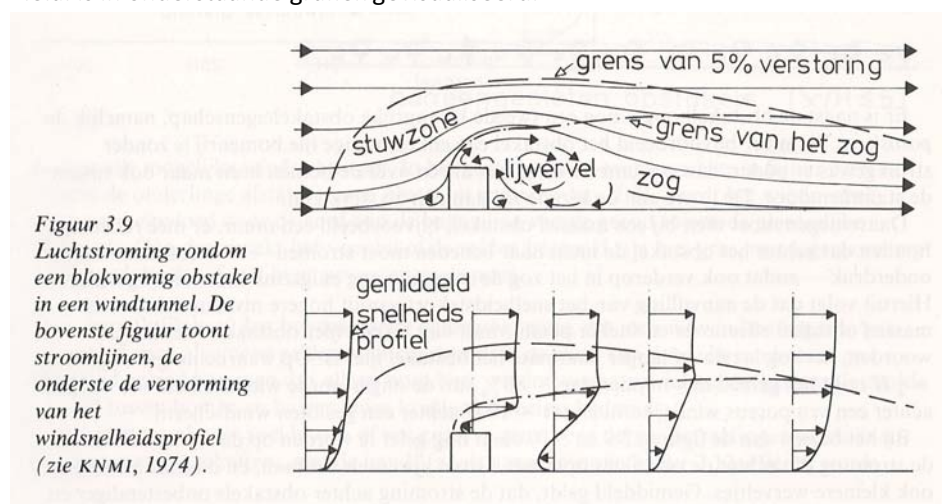


Terreinclassificatie:	gesloten	ruw	open.
Bijvoorbeeld:	Dorp / stad	plattelandsgebied	vlak obstakelvrij grasland.

Ongestoorde wind heeft daarbij een profiel als weergegeven in de rechter afbeelding. Wanneer de wind obstakels passeert, ontstaat een profiel als in de linker afbeelding. Doordat de wind in hoog gelegen lagen nauwelijks wordt afgeremd maar de onderste lagen door de obstakels wel, ontstaat er een wrijvingskracht tussen de snellere luchtlagen hoog en de langzamere onder. Deze wrijvingskracht leidt er toe dat over een zekere afstand de geremde lagen weer snelheid op gaan nemen. Met andere woorden: de wind probeert zich te herstellen.

Waar de terreinruwheid betrekking heeft op de wrijving van de luchtlaag met de "ondergrond", worden obstakels door de wind omstroemd, waarbij deze snelheid verliest. Tegelijkertijd gaan zich in de windbaan zowel voor als achter het obstakel dan wervelingen voordoen, de stuwwervel en de lijwervel. Hierbij is de invloed van de lijwervel veruit het grootst.

E.e.a. is in onderstaande grafiek gevisualiseerd.



Na passeren van het obstakel neemt de wind weer snelheid op en zullen de wervels vervlakken. Over welke afstand dit plaatsvindt, hangt af van de relatieve grootte en afstand van het obstakel tot het beschouwde element. Als vuistregel kan hiervoor een afstand van ca 40 maal de obstakelhoogte worden aangehouden. Om inzicht te krijgen in de invloed die een obstakel uitoefent in de lijwaartse richting, worden de afstanden van betreffend obstakel tot het te beschouwen object en de hoogte van het obstakel en het te beschouwen object uitgedrukt in obstakelhoogten. We beschouwen hierbij de hoogte van de askop van de molen als referentiehoogte, deze stellen we op 1.

Ter illustratie onderstaande schets: De hoogte van de beschouwde obstakels worden hierbij uitgedrukt in hun verhouding tot de askophoogte. Hierbij fictieve molengegevens:

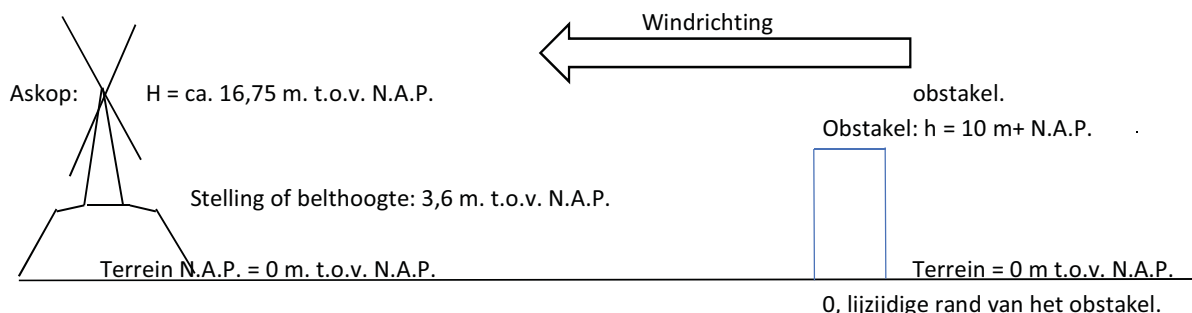
Stellinghoogte 3,6 meter, vlak terrein in de omgeving, diameter van het gevlucht: 26 meter.

De hoogte van de askop boven het terrein wordt dan: $3,6 + 0,15 \text{ m vrije ruimte} + \frac{1}{2} * \text{diameter van het gevlucht}$:

$$= 3,6 + 0,15 + 13 = 16,75 \text{ m.}$$

Obstakelhoogte 10 meter, op een afstand van 125 meter.

Hoogten t.o.v. maaiveld



Afstanden in meters:

125

0.

In tabelvorm:

Object:	hoogte (m),	relatieve hoogte H:	afstand (m).	Relatieve afstand:
Obstakel:	10	1.	0	0.
Molen:				
Stelling:	3,6	0,36.		
Askop:	16,75	1,7.	125	12,5.

Met dergelijke relatieve getallen zal in deze beschouwing verder worden gewerkt, zij het dat in het geval van Didam de terreinruwheid niet veranderd. De omgeving van de molen is en blijft een “gesloten” bebouwing. De verandering in Didam zit hem in het feit dat één van de geplande bouwblokken hoger wordt dan de bestaande bebouwing. In deze zin wordt er een hoogte obstakel toegevoegd. Met deze beschouwing zal dit effect in beeld worden gebracht.

De situatie rond molen “De Bouwing”.

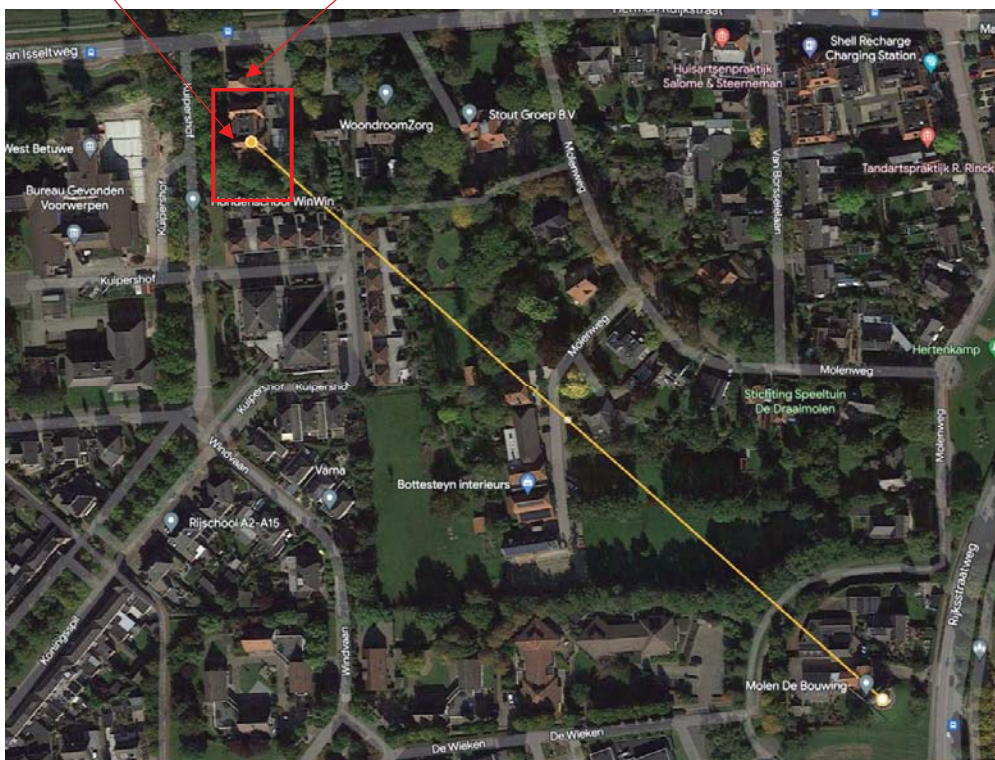
De bestaande situatie

De molen zoals wij die nu kennen is gelegen aan het Rijksweg 33 te Geldermalsen, ca. 400 meter zuidoostelijk van het plangebied. Het betreft een ronde stenen beltmolen die hier omstreeks 1848 is gebouwd. De molen is in gebruik voor het malen van graan en voor toeristische en educatieve doeleinden. Vanuit deze achtergrond wordt er dan ook regelmatig met de molen gewerkt.

De hoogte van het terrein rond de belt is licht variabel en ligt aan de noordwestzijde van de belt globaal op 4,10 meter plus N.A.P. Dit is dus in de richting van het plangebied. Dit is dus ca 20 cm lager dan het terrein van de bouwlocatie.

De kantoordelen

De “Villa”



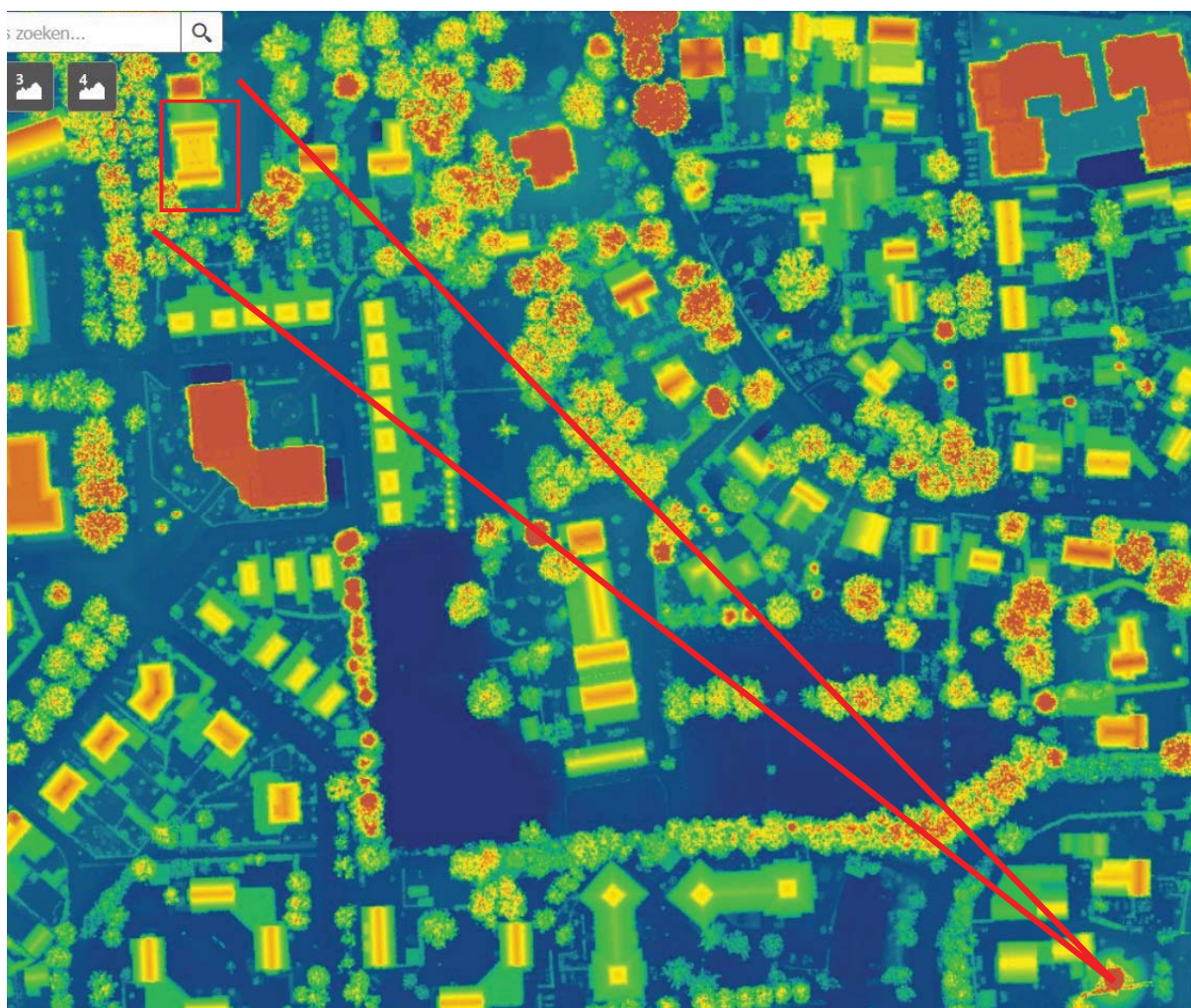
Overzicht van Geldermalsen met molen en bouwlocatie. De foto is noord georiënteerd.

Linksboven in het rode kader de beschouwde kavel met de bestaande bouwblokken, rechtsonder de molen. De gele lijn geeft een afstand aan tussen molen en bestaande geveltop van ca 385 meter.

De molen is geheel omsloten door een aaneengesloten stedelijke bebouwing. Aan de noordwestkant van de molen bevindt zich dan ook nog een groensingel in de vorm van een kwart cirkel. Ongeacht de richting van waaruit de wind naar de molen komt, moet deze de dorpsbebouwing en de daarin aanwezige groenopstanden passeren. Bij noordwestenwind vormt deze groensingel het laatste obstakel in de windbaan voor de molen.

De omgeving van de molen kan zo worden geclassificeerd als: “gesloten”.

Na realisering van de bouwplannen zal dit net zo zijn, immers de bouwplannen betreffen een kavel waar nu ook al woonblokken op aanwezig zijn en de tussenliggende groenopstanden ondergaan geen wijzigingen. Daarmee verandert dit de terreinruwheid rond de molen hoegenaamd niet.



Uitsnede van hetzelfde gebied van de Hoogtekaart van Nederland. In het rode kader weer de bouwlocatie. De rode lijnen geven de sector aan waarover het bouwplan eventueel invloed heeft.

Bron: Actueel Hoogtebestand van Nederland.

De kleuren duiden verlopend van donkerblauw als laagst, via groen en geel naar rood de hoogten aan, waarbij blauw het maaiveld is, (lichtblauw ca 4 m plus N.A.P.) is, en rood hoog, ca 12 meter boven maaiveld. Geel is ca. 10 meter plus N.A.P. oftewel ca. 6 meter boven maaiveld.

De geplande situatie

Op ongeveer dezelfde locatie als waar nu de kantoorpanden zuidelijk van de "Villa" staan, zijn een aantal nieuwe woonblokken gepland. Dit zijn senioren woningen met een geplande hoogte van ca. 8,5 meter en een aantal twee onder één kap woningen met hoogte van ca 10 meter. Op bovenstaande afbeelding is te zien, dat tussen de bouwlocatie de molen nog een aantal groenopstanden en gebouwen staan die tot een hoogte van ca 12 meter en incidenteel nog hoger boven maaiveld komen. (Oranje en rood).

De gegevens van molen “De Bouwing” in cijfers:

Hoogten t.o.v. N.A.P.

Monument Nummer: 16457.

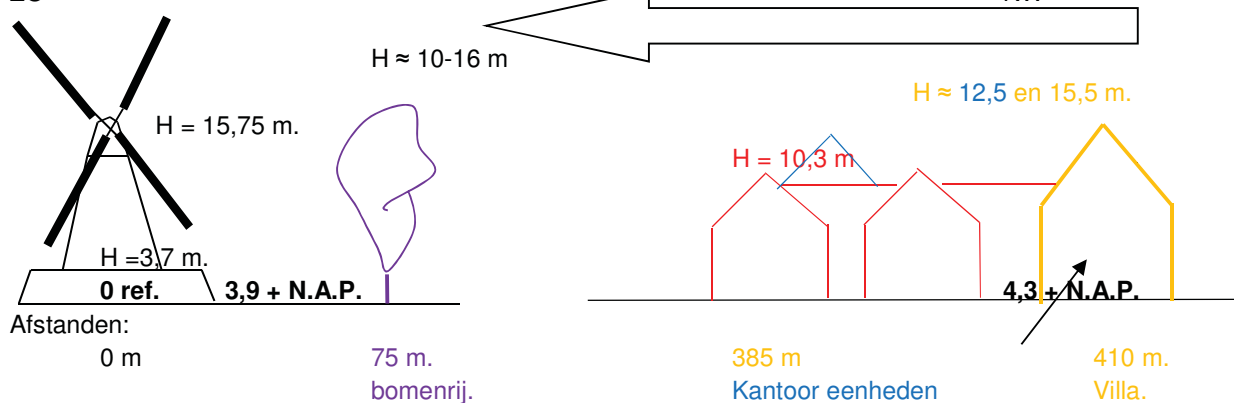
Adres:	Rijksstraatweg 33, 4191 SC Geldermalsen.		
Maaiveldhoogte:	3,9	(m, + N.A.P.)	
Belthoogte:	3,7	7,6.	(m. + N.A.P.).
Vrije ruimte ca.	0,15	m.	
Diameter gevlucht	23,80	m.	
Askophoogte:	$(23,8 / 2) + 0,15 + 3,7 = 15,75 \text{ m. } (= 19,7 \text{ m} + \text{N.A.P.})$		

Geschematiseerde doorsnede over het tracé van de bouwlocatie naar de molen.

Huidig:

Bestaande situatie:

Hoogten t.o.v. maaiveld t.p.v. de molen:
ZO



In **rood** de contouren van de te slopen panden.

De bomenrij nabij de molen is in **paars** aangeduid.

Ref. = referentieniveau, = 3,9 m + N.A.P.

De geplande nieuwbouw is schematisch aangegeven met **blauwe** lijnen voor een dak. Deze komt op nagenoeg dezelfde plaats als de huidige kantoor eenheden.

De geplande woningen komen tussen de bestaande “Villa” en de bomenrij voor molen te staan. Deze woningen zijn maximaal ca. twee meter hoger dan de huidige panden op dezelfde plaats.

De hoek die deze bouwkvael inneemt ten opzicht van de molen is ca. 10°, van ca 310° tot ca. 320°.

De geplande bebouwing vertaald naar cijfers

De gehele omgeving van de molen heeft al een stedelijk (dus windtechnisch gezien een gesloten) karakter. Voor nagenoeg alle bebouwing in de omgeving geldt dat de nokhoogte varieert van ca. 8,3 meter boven maaiveld tot ca 10 meter boven maaiveld. Dit is dus het niveau waarop de grootste onrust in de windbaan ontstaat in de zin van turbulenties en windsnelheidsverlies. Voor de geplande bebouwing op de kavel geldt eigenlijk hetzelfde. Net de nokken met een hoogte van 10 meter steken ca. 2 tot maximaal 2,5 meter boven de omgeving uit. Dat houdt in dat een dergelijke plaatselijke verhoging van het windremmende niveau als een enkel obstakel boven de al aanwezige windremmende laag in de windbaan kan worden gezien. Voor dergelijke obstakels veroorzaken extra turbulentie in de windbaan omdat de aanstromende lucht hier omheen moet stromen. Bij ijle obstakels zoals een enkele verhoging dan is, eindigt de merkbare zogafstand dan na ca. 40 maal de obstakelhoogte. Het maximale zogtraject ten gevolge van een dergelijk obstakel wordt dan 2,5 meter maal 40 H = ca. 100 meter. De ten gevolge van het obstakel opgedane verstoringen in de windbaan zijn daarna weer zover vervlakt dat de verstoringen die worden opgedaan ten gevolge van de al aanwezige obstakels als daken, schoorstenen, groenopstanden en dergelijke weer bepalend zijn voor het verdere gedrag van de wind. M.a.w. de verstoringen ten gevolge van het incidentele ijle obstakel gaan ten onder in de al aanwezige verstoringen t.g.v. de bestaande bouw.

In cijfers:

Obstakelhoogte 8 meter plus terreinhoogteverschil van 0,4 meter 8,5 meter.

Obstakelhoogte 10 meter plus terreinhoogteverschil van 0,4 meter: 10,4 meter.

De askophoogte van de molen 15,75 meter.

De relatieve cijfers worden dan:

Relatieve hoogten en afstanden:

Obstakelhoogte:				hoogten		askophoogte.	Afstand		
Woonblok	8,5	m	=	1	H	1,85 H	385	m	45,3 H
Woonblok	10,4	m	=	1	H	1,51 H	385	m	37 H.

Hierbij geldt de obstakelhoogte van 8,5 m voor de bestaande bebouwing en de obstakelhoogte van 10,4 meter voor de nieuwe bebouwing.

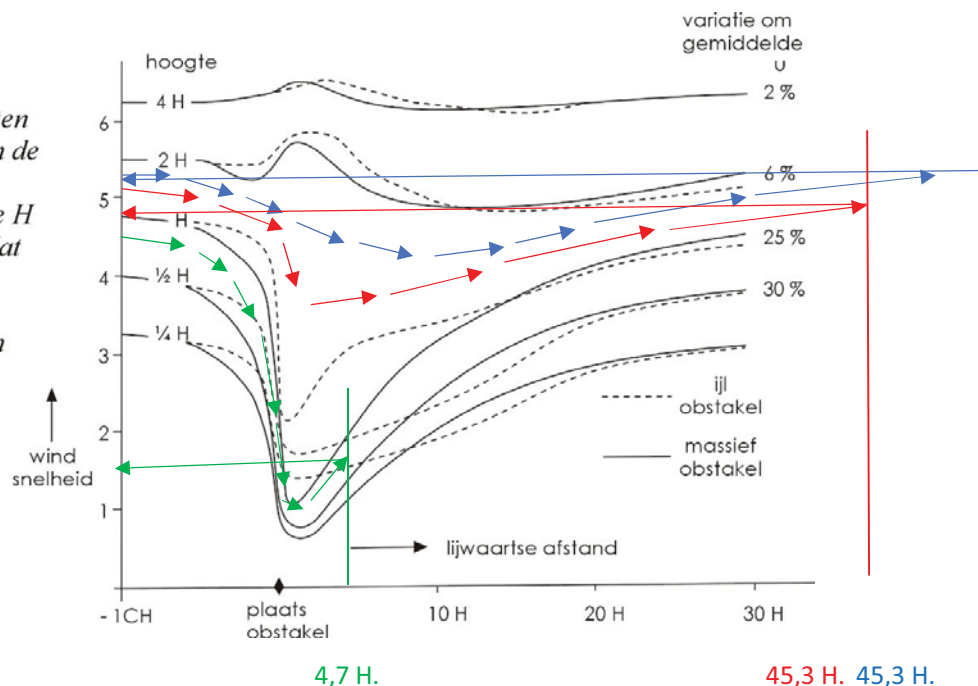
En ter vergelijking ook de bomenrij noordwestelijk van de molen.

Bomenrij 16 m = 1 H 0,98 H 75 m 4,7 H.

Bovenstaande getallen kunnen in onderstaande grafiek worden verwerkt.

In grafische weergave:

Verloop van de windsnelheid op verschillende hoogten bij het passeren van de wind over een lang obstakel met hoogte H (muur, rij bomen) dat loodrecht op de windrichting staat (Naar gegevens van Nægeli; zie Van Eimern, 1964).



In blauw de bestaande bebouwing als obstakel:

De afstand van het obstakel met hoogte van 8,5 meter op een afstand van 385 meter tot aan de molen, is daarmee verder dan in deze grafiek duidelijk tot uitdrukking kan worden gebracht. Wel maakt deze grafiek duidelijk dat deze situatie nauwelijks invloed uitoefent op de windvang van de molen. De blauwe eindpijl eindigt op ongeveer dezelfde plek als de blauwe beginpijl; een relatieve windsnelheid van 5,3. Dus nauwelijks verandering.

In rood de obstakel hoogte van 10,4 meter op 385 meter afstand. Dit toont een relatieve daling van de windsnelheid van 5,2 naar 4,7. Dit is dus een procentuele daling tot $(4,7 / 5,2) * 100 \% = 90 \%$.

Hierbij vergeleken de situatie ten gevolge van de windsingel noordwestelijk van de molen.

Dit geeft een relatieve windsnelheidsreductie van 4,5 naar 1,5. Procentueel is dit:

$$(1,5 / 4,5) * 100 \% = 33 \%$$

Deze daling houdt dus in dat er praktisch gesproken nu al nauwelijks meer met de molen kan worden gewerkt door enerzijds het verlies aan windsnelheid, en anderzijds de toename in turbulentie intensiteit. Het is dan hollen of (meestal) stilstaan.

De hinder van de bomenrij is nu ook al aanwezig. Dit houdt dus in dat eventuele negatieve effecten van de obstakels op een afstand van ca 380 meter of verder, op de molen nagenoeg niet zullen worden ervaren. Al deze effecten gaan ten onder in de veel zwaarder wegende effecten van de bomenrij.

Conclusie

Vervanging van de kantoorblokken aan de VanDam Van Isseltweg nummer 4 - 4a door de voorgestelde woningen met een hoogte van ca. 8 a 10 meter boven maaiveld, levert o.i. netto nagenoeg geen extra verlies van windvang voor molen "de Bouwing" op.

De extra hoogten van de nieuwbouw betreffen hoogten van ca. 2 tot maximaal 2,5 meter boven het huidige niveau van de daken van het deel van Geldermalsen noordwestelijk van de molen. Deze extra verhogingen bevinden zich op een dusdanig ruime afstand van de molen (ca. 380 meter) dat de wind zijn oude karakteristieken weer kan herkrijgen voor de wind de molen bereikt. Bij een obstakelhoogte van, ruim gerekend ca 2,5 meter * een maximale zogafstand van ca. 40 H wordt het zogtraject van een dergelijk obstakel ca. 100 meter. De afstand tot de molen is dan nog ca. $380 - 100 = 280$ meter. Over deze 280 meter houdt de wind zijn karakteristieken zoals zij nu zijn.

Het grootste effect dat de wind ondergaat in de windbaan naar de molen, is de remmende werking van de windsingel noordwestelijk van de molen. Deze beslaat een hoek van 90 graden van west naar noord t.o.v. de molen, is hoger dan de bebouwing, vergelijkbaar in hoogte met de molen, en staat dichterbij dan de bebouwing van Geldermalsen m.u.v. de gebouwen op het molenerf zelf. De verstoring die de wind qua snelheid en turbulentie ten gevolge van de bestaande windsingel oploopt, zijn vele malen groter dan het resteffect van de geplande nieuwbouw.

Door deze factoren, zullen er naar onze mening nauwelijks tot geen storende effecten als windsnelheidsverlies en toegenomen turbulentie intensiteit op de molen merkbaar zijn ten gevolge van het voorliggende bouwplan.