



Professionele Bachelor Elektromechanica Onderhoudstechnologie



PLAATSING VERTICALE WINDMOLEN OP DAK PXL- TECH-DIEPENBEEK

Daniele Antico

Promotoren:

Dhr. Roger Vrancken
Dhr. Gwen Vanheusden
Dhr. Patrick Pilat

PXL Hogeschool
PXL Hogeschool
PXL Hogeschool

Plaatsing verticale windmolen op dak PXL- TECH-Diepenbeek

Daniele Antico

Abstract

Titel:

Plaatsing Verticale windmolen op dak PXL-TECH-diepenbeek

Door:

Daniele Antico

Promotoren:

Dhr. Roger Vrancken

PXL Hogeschool Limburg

Dhr. Gwen Vanheusden

PXL Hogeschool Limburg

PXL is een hogeschool die gevestigd is te Diepenbeek als ook te Hasselt. Het project gaat door op de PXL-Tech campus te Diepenbeek. Deze hogeschool wil milieubewust doorgroeien door zich te richten op energie efficiëntie en hernieuwbare energie. Om die reden heb ik de opdracht gekregen om het project van het plaatsen van een windmolen te begeleiden en alles omtrent deze installatie te onderzoeken.

Dit eindwerk bestaat uit 3 doelstellingen. Het voorbereiden van de plaatsing van de windmolen op het dak als 1^{ste} doelstelling. Een 2^{de} doelstelling is de windmolen plaatsen. Hierbij krijg ik de hulp van het onderhoudsteam van PXL en een buitenfirma die een hijskraan voorziet. Als 3^{de} doelstelling moet de windmolen aangesloten en afgewerkt worden.

Vooraleer het windmolen-project van start gaat moet er een 3D tekening ontworpen worden van het platform waar de windmolen op bevestigd wordt. Op het eerste ontwerp worden er krachtberekening uitgevoerd zodat dit platform ruim voldoet aan de krachten die het moet opvangen. Dankzij Guido Leemans zijn we tot resultaten gekomen die geholpen hebben met het definitieve ontwerp van het platform.

Dan komt de effectieve plaatsing van de windmolen. Dit houdt in dat het platform en de windmolenvoet op het dak geplaatst moeten worden m.b.v. een kraan. Dit alles is zonder fout verlopen en op 1 dag geklaard dankzij de hulp van het onderhoudsteam van PXL en een extern bedrijf voor de kraan.

Als laatste de afwerking van de windmolen. Dit houdt in: de aansluiting van de windmolen op het net en de aansluiting op de collector. Door opzoek werk op het web en in samenspraak met Chris Hendrickx is het duidelijk geworden hoe de aansluitingen gebeuren. Daarna worden alle details verder afgehandeld: elektrisch schema, onderhoudsplan, technisch dossier, website met webcam en opbrengsten van de windmolen, e.d.

Dit wordt in samenwerking met het onderhoudsteam, Chris hendrickx en Gwen Vanheusden vervolledigd.

Alle 3 doelstellingen worden u nu uitgebreider uitgelegd in deze paper.



Dankwoord

Eerst en vooral wil ik mij ouders bedanken die mij altijd alle steun en vrijheid gaven in de studies die ik wou doen.

Dan zou ik de heren Roger Vrancken en Patrick Pilat willen bedanken voor de steun en toewijding die ze mij hebben gegeven in deze 9 weken van mijn stage en ook voor de kans om dit als student te mogen doen als stage.

Daarnaast wil ik Dhr. Gwen Vanheusden bedanken voor de begeleiding die ik van hem heb gekregen.

Ook de heren Andy Camps en Guido Leemans bedank ik voor hun hulp met het ontwerp van mijn constructie.

Dhr. Chris Hendrickx bedank ik voor de hulp van de installatie van de windmolen op het net.

Mevr. Hannelore Dierickx wil ik bedanken voor het taalkundig verbeteren van deze scriptie.

Uiteindelijk wil ik ook nog mijn vriendin Karolien en medestudent Mattias Deckmyn bedanken voor de hulp en steun die ik heb gehad van hen in deze stressvolle periode.

Lijst van afkortingen en begrippen

Afkortingen

Banaba bachelor na bachelor

Inhoudsopgave

Abstract	i
Lijst van afkortingen en begrippen.....	ii
Afkortingen.....	iii
1 PXL Hogeschool	1
1.1 PXL-TECH	1
2 Onderzoeksprobleem.....	2
3 Technologieën.....	3
3.1 De verticale windmolen	3
3.1.1 Omschrijving.....	3
3.1.2 Technische gegevens.....	3
3.2 Windmeters.....	4
3.2.1 AWS-anemometer.....	4
3.3 Tekenprogramma's	5
3.4 Omvormer	6
3.4.1 Werking	6
3.4.2 Aurora pvi-3.6 omvormer en interface 7000	7
4 Testen.....	8
4.1 Algemeen	8
4.2 Positionering op het dak	8
4.3 Gewenste hoogte boven het dak	9
4.4 Eerste ontwerp van het platform.....	9
4.5 Tweede ontwerp van het platform	10
4.6 Definitieve ontwerp van het platform	11
4.7 Kracht- en stabiliteitsberekening van het platform	11
4.8 Platform.....	12
4.9 dempingplaten	12
4.10 Bekabeling.....	14

4.11	Planning montage windmolen	16
4.12	Aansluiting windmolen op het net.....	17
4.13	Kosten.....	19
5	Conclusie	20
	Bibliografie	21
	Bijlages	22
	Bijlage a:.....	23
	Bijlage b:.....	24
	Bijlage c:.....	27
	Bijlage d.....	30
	Bijlage e:.....	41
	Bijlage f:.....	43
	Bijlage g.....	49
	Bijlage h:.....	58
	Bijlage i:.....	59
	Bijlage j:.....	61

1 PXL Hogeschool



PXL is een hogeschool met vestigingen in Hasselt, Diepenbeek en Genk. Het ontstond op 1 oktober 2013 na een fusie tussen de XIOS Hogeschool Limburg en de Provinciale Hogeschool Limburg (PHL). De naam werd gekozen door een wedstrijd die gehouden werd in de zomer van 2012 [1].

PXL telt nu 9 departementen en heeft 7 campussen. De hogeschool heeft 22 basisopleidingen, 19 professionele bachelors, 3 masters, 5 banaba's (bachelor na bachelor), 22 postgraduatoren en 1 specifieke lerarenopleiding. In totaal heeft het ongeveer 7.200 studenten, studeren er 1.300 af per jaar, 875 personeelsleden en 17 expertisecellen. Per jaar komen er ook 70.000 bezoekers voor congressen, seminaries en events.

1.1 PXL-TECH

Het departement PXL-Tech is gelegen op campus Diepenbeek. PXL-Tech houdt zich vooral bezig met technische opleidingen zoals agro- en biotechnologie, bouw, elektronica-ICT en tenslotte ook mijn volg richting elektromechanica.

2 Onderzoeksprobleem

Hogeschool PXL wilt zich steeds meer richten op groene energie en energie efficiëntie. Daarom heeft de hogeschool besloten om een windmolen te plaatsen op het dak van de campus van het departement Tech in Diepenbeek.

Het doel van deze bachelor proef is het begeleiden van de plaatsing van de windmolen. Daarvoor moet er eerst onderzocht worden waar de windmolen het best geplaatst wordt op het dak. Dan moet er een constructie ontworpen worden waar de windmolen zal op komen te staan. Tenslotte moet er een aansluitingsplan opgesteld worden voor het onderhoudsteam zodat zij zonder probleem de windmolen kunnen aansluiten en in werking stellen.

Verder zijn er nog een aantal zaken die moeten worden bekeken. Het is namelijk de bedoeling om na te gaan waarvoor men deze windmolen in de toekomst zal kunnen gebruiken (bv. aansluiten op een batterij zodat men elektrische fietsen kan opladen). Het is daarnaast ook de bedoeling om op een scherm in het atrium de opbrengsten, windsnelheid, vermogen dat geleverd wordt, e.d. te visualiseren. Vervolgens moet er ook gekeken worden of er eventueel na een bepaalde periode preventief onderhoud moet gebeuren op de windmolen en er eventueel een preventief onderhoudsplan opgesteld kan worden.

3 Technologieën

3.1 De verticale windmolen

3.1.1 Omschrijving

Windmolens bestaan uit veel verschillende soorten en types. Voor de verticale windmolen bestaan er 2 types, de Darrieus en de Savoniusrotor. Het type die wij gebruiken is de Savoniusrotor type, deze bestaat uit 3 schoepvormige delen die de wind kunnen opvangen. Door de schoepvorm verandert de windrichting en hierdoor wordt er windenergie overgebracht naar de verticale as. De holle kant van de schoepen hebben minder weerstand dan aan de bolle kant en daardoor draait de molen naar de richting van de minste weerstand. Het grootste voordeel aan dit type is dat het niet uitmaakt in welke richting de wind komt. Het verschil tussen alle andere Savoniusrotor type windmolens en de verticale windmolen die wij gebruiken is, dat onze rotor tussen 2 zware magneten hangt waardoor die zweeft. Hierdoor kan deze windmolen al bij een windsnelheid van 1,61km/h, licht briesje, ronddraaien omdat de rotor geen mechanische weerstanden ondervindt [2].



Figuur 1: De windmolen op het dak van de broers Szewczykowski [3]

3.1.2 Technische gegevens

De windmolen kan een 3 kW leveren aan vollast en heeft een piekvermogen van 4 kW. Deze heeft een totale afmeting van 2.25 meter hoog en 3.94 meter breed met een totale gewicht van 600 kilo. De windmolen treedt in werking tussen windsnelheden van 1,61 Km/h – 3,22 Km/h en van geluid is er ook geen last omdat het onder de 20dB zit.

Zie bijlage a (Bijlage a:).

3.2 Windmeters

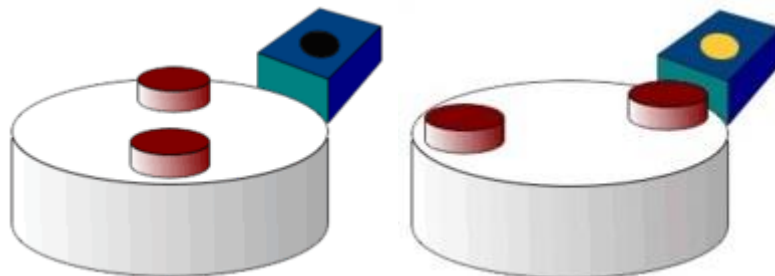
Windmeter of ook wel anemometer genoemd, is een meetinstrument dat windsnelheden meet. Er zijn verschillende soorten maar wij gebruiken anemometers met halve bollen. Deze vangt de wind op dankzij de holle binnenkant en daardoor komt de molen in beweging. De beweging zorgt ervoor dat er een elektrische spanning wordt gegenereerd en afhankelijk van het grote van deze spanning heeft men een bepaalde windsnelheid. Dus hoe groter de spanning hoe groter de windsnelheid. [4]



Figuur 2: Anemometer met halve bollen [4]

3.2.1 AWS-anemometer

De AWS-anemometer is één van de windmeters die er gebruikt wordt. Deze is gebaseerd op het Hall-effect principe, dit wil zeggen dat er per omwenteling van de anemometer 2 pulsen geleverd worden aan een magneet en dit wekt een elektrische spanning op. Voor ieder spanningsverschil wordt er een bepaalde windsnelheid geregistreerd. [5]

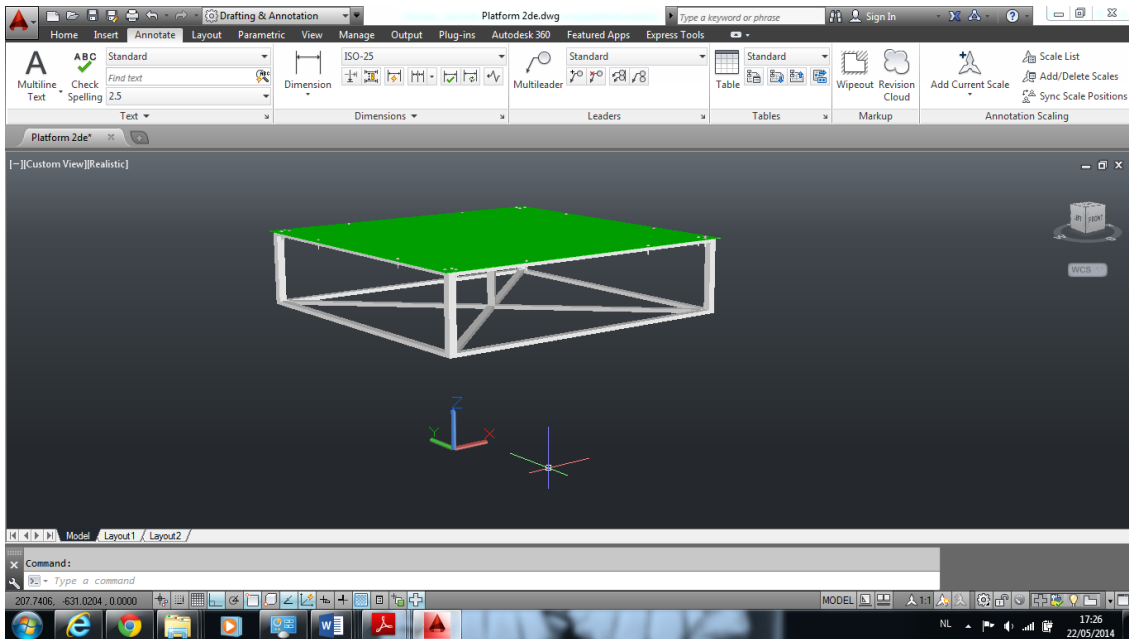


Figuur 3: Hall-effect sensor [5]

Zie bijlage b (Bijlage b:).

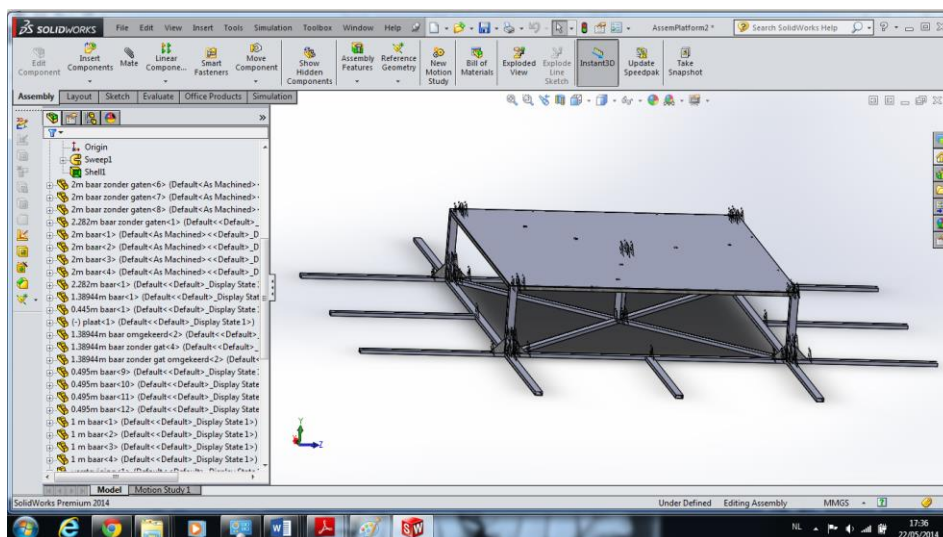
3.3 Tekenprogramma's

Er worden twee tekenprogramma's gebruikt voor deze bachelor proef. Het eerste is AutoCad en het tweede programma is SolidWorks. AutoCad werd gebruikt voor het eerste ontwerp van het platform, versie 2014. Het ontwerp is volledig in 3D getekend, zodat er een duidelijk beeld is van hoe het platform er uit zal zien.



Zie bijlage c (Bijlage c:).

Het tweede ontwerp van het platform is getekend in het tekenprogramma Solidworks, versie 2014. Met dit tekenprogramma kan je gemakkelijk krachtenberekeningen uitvoeren op het ontwerp.



Zie bijlage d (Bijlage d).

3.4 Omvormer

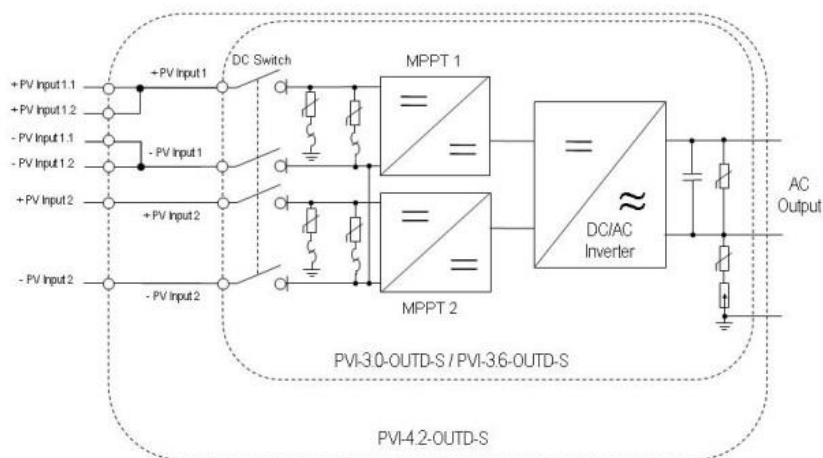
Een omvormer of wisselrichter (Engels: Inverter) is een elektronische schakeling/apparaat die een bepaalde invoerspanning naar een andere spanning kan omvormen. Dit wil zeggen dat men van een gelijkspanning (DC) naar een wisselspanning (AC) kan omvormen, of omgekeerd. Men spreekt ook wel is van spanningsomvormer. Het rendement van omvormers ligt op ca. 90%. Er zijn heel veel verschillende toepassingen voor omvormers bv. in auto's, boten, industrieel, duurzame energie, e.d. [6]



Figuur 4: omvormer [7]

3.4.1 Werking

De windmolen levert een veranderende gelijkspanning naar de ingang van de omvormer. De veranderende gelijkspanning wordt omgevormd naar een constante gelijkspanning. Die constante gelijkspanning wordt dan uiteindelijk omgezet naar een constante wisselspanning van 230V. De figuur onderstaande geeft de blokschema weer van een omvormer (Figuur 5).



Figuur 5: Blokschema omvormer [8]

3.4.2 Aurora pvi-3.6 omvormer en interface 7000



De aurora pvi-3.6 wordt gebruikt als omvormer voor de windmolen. Het heeft 50V minimum nodig om op te starten en er mag ook geen stroom groter dan 10 Adc binnenkomen. We gebruiken ook een interface, interface 7000, die de AC spanning van de windmolen omzet in een DC spanning voor de omvormer. De interface heeft ook een 'diversion load', deze begint te werken wanneer er een spanning binnenkomt van 530 Vdc en sluit weer af bij een spanning van 430 Vdc. Het is een soort veiligheid voor de omvormer zodat deze niet overbelast wordt bij hoge windsnelheden, het zorgt er dus voor dat er een limiet is aan DC uitgangsspanning bij de interface.



Figuur 6: Interface 7000 [9]



Figuur 7: Aurora pvi-3.6 omvormer [10]

4 Testen



4.1 Algemeen

Eerst een vooral zijn we gaan testen op welke plaats de windmolen het meeste rendement zou behalen, wat we deden door windmetingen uit te voeren. Daarna hebben we opgezocht en berekend op welke hoogte de windmolen moet staan voor een maximaal rendement. Vervolgens werd er een platform ontworpen waar de windmolen op verankerd zou worden. Dit platform moest ook berekend worden op krachten en stabiliteit, wat met dank aan ir. Guido Leemans berekend is. Intussen hebben we ook bekeken langs waar de bekabeling moet lopen en hoeveel meter bekabeling er nodig is, wat bereikt is met behulp van een lasermeter.

Na het plaatsen van de windmolen wordt er bekeken hoe de aansluiting van de windmolen moet gebeuren.

4.2 Positionering op het dak

De positionering op het dak wordt bepaald door het uitvoeren van windmetingen. Deze windmetingen zijn gedaan door een hand anemometer en twee gewone anemometers. Deze zijn in het bezit van de PXL maar door ouderdom werkten de anemometer niet meer, waardoor we een nieuwe anemometer hebben besteld bij Rexel. De resultaten van de handanemometer gaven weer dat op de liftkoker de meest gunstige wind is, maar de bouwaanvraag van de windmolen is voor het zuidwesten, dus we moesten ons houden aan die overeenkomst.

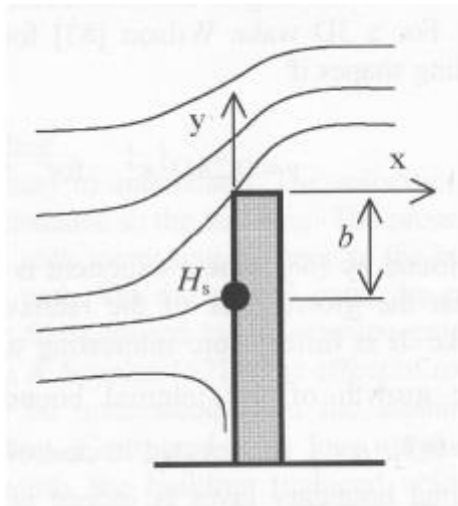
Zie bijlage e voor dak plan (Bijlage e:)



Figuur 8: handanemometer Figuur 9: Anemometer van PXL

4.3 Gewenste hoogte boven het dak

Bij rechthoekige gebouwen ontstaat er boven het dak een gebied met lage windsnelheden en een gebied met hoge windsnelheden. Het is dus aanbevolen om de windmolen boven het gebied van de lage windsnelheden te plaatsen. Op de figuur kan je de scheidingslijn zien tussen hoge en lage windsnelheden op een rechthoekig gebouw.



Figuur 10: Scheidingslijn tussen hoge en lage windsnelheden op een rechthoekig gebouw [11]

De hoogte waar de windmolen moet komen te staan is gemakkelijk te berekenen met de wet van Mertens: $y = 0.28D^{2/3}x^{1/3}$

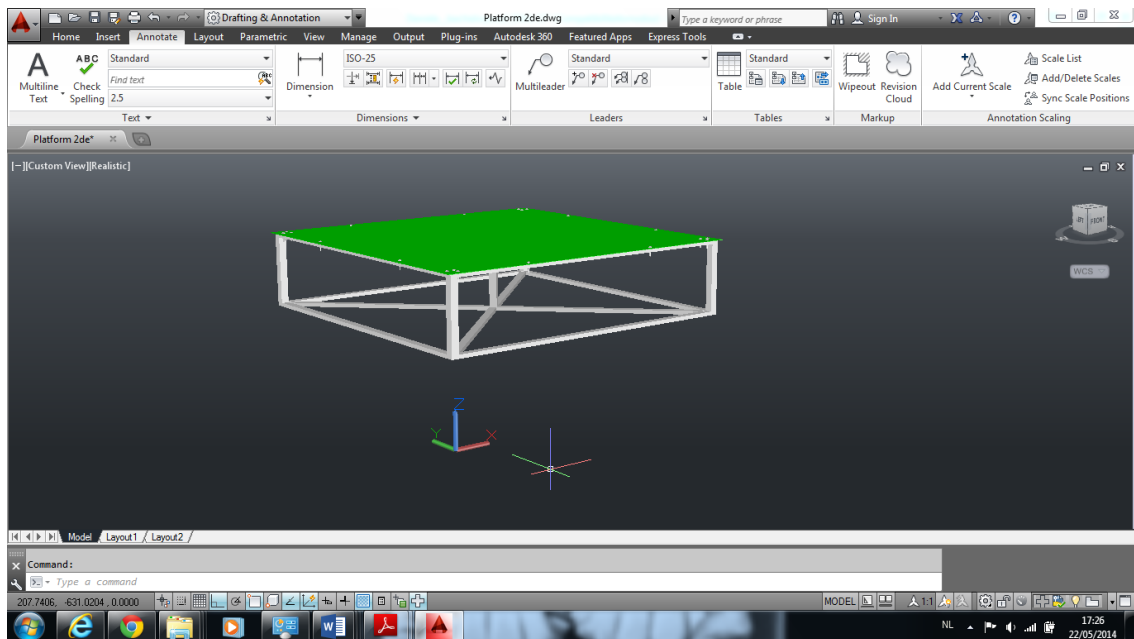
Met $D = D_{\text{klein}}^{2/3}D_{\text{groot}}^{1/3}$

X is de horizontale afstand over het dak, D_{klein} is de kleinste afmeting van de muur loodrecht op de wind en D_{groot} is de grootste afmeting van de muur loodrecht op de wind.

Mijn resultaat is dat ik de windmolen ongeveer 4m de hoogte in moet brengen. [11]

4.4 Eerste ontwerp van het platform

Het eerste ontwerp van het platform is getekend in AutoCad, versie 2014. Ik heb voor de eerste tekening AutoCad gekozen omdat ik met dit tekenprogramma veel ervaring heb. Het nadeel aan AutoCad is dat je met dit tekenprogramma geen krachtenberekeningen kunt doen zoals in het tekenprogramma SolidWorks. Uiteindelijk heb ik ervoor gekozen om het ontwerp volledig opnieuw te tekenen in SolidWorks.

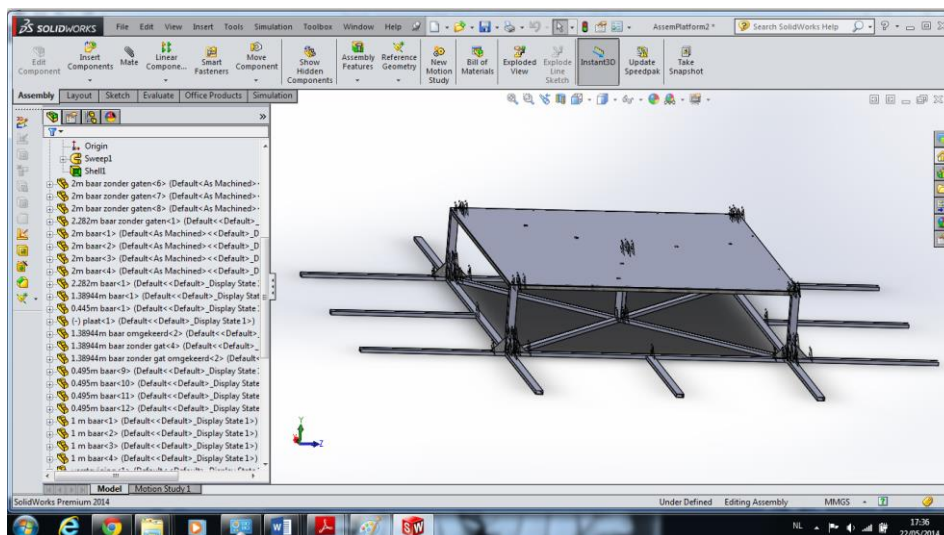


Figuur 11: Platform in AutoCad

Zie bijlage c (Bijlage c:).

4.5 Tweede ontwerp van het platform

Na het opnieuw tekenen van mijn eerste ontwerp ben ik wat verder gaan nadenken over de stabiliteit van het platform. In samenspraak met ing. Patrick Pilat heb ik mijn tekening aangepast door baren van een meter aan iedere hoek en het midden bij te voegen aan het ontwerp. Hierdoor is het kantelpunt veel groter. Dit kan u zien in onderstaande figuur (Figuur 12).



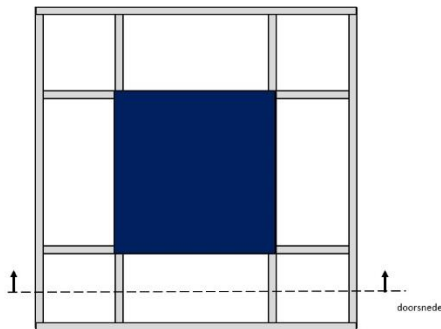
Figuur 12: Het platform met extra baren

Om de krachtberekeningen van het platform op SolidWorks uit te voeren was er een probleem: het bestand was veel te groot voor mijn laptop. Uiteindelijk, nadat ik een laptop van mijn medestudent gebruikt had, heb ik contact opgenomen met burgerlijk ingenieur architect Guido Leemans.

Zie bijlage d (Bijlage d).

4.6 Definitieve ontwerp van het platform

In samenspraak met Ir. Guido Leemans, die mij geholpen heeft met de berekeningen ivm. stabiliteit en de krachten, heb ik mijn definitieve tekening ontworpen.



Figuur 13: 2D tekening platform

Zie bijlage f voor 2D tekeningen (Bijlage f:).

4.7 Kracht- en stabiliteitsberekening van het platform

We hebben voor de berekeningen kokers van 100x100x5 mm en een plaat van 5 mm dik gebruikt. Eerst moest er rekening gehouden worden met het maximale gewicht dat op het dak kan dragen. Het gewicht van het platform mocht dus niet groter zijn dan $1,25\text{kN/m}^2$. Als resultaat van de berekeningen, met de veiligheidscoëfficiënt mee ingerekend, kwamen we uit aan $1,22\text{kN/m}^2$. Dit valt dus binnen de tolerantie en is in orde. Er moest ook rekening gehouden worden met het omkantelen van het platform. Daarvoor hebben we de karakteristieke winddruk op een hoogte van 14,4m (aangrijpingspunt van de wind op de molen) bekeken. Volgens de norm NBN B03-002-01 is de winddruk op die hoogte 884 N/m^2 . Als resultaat kwamen we uit dat de wind een moment bezorgt van $14,75\text{kNm}$ en het platform een tegenwerkend moment veroorzaakt van 29kNm . Dit wil zeggen dat er geen extra contragewicht meer nodig is en het evenwicht in orde is. Tenslotte hebben we de doorbuiging van de middelste koker waar de plaat op rust en de knik van de horizontale kokers berekend. Met een puntbelasting van 800 kilo kwamen we $0,448\text{ mm}$ doorbuiging uit bij de middelste koker en bij de verticale koker kwamen we een knik van

237747803,8 N uit. Hier kunnen we uit afleiden dat het ontworpen platform met kokers van 100x100x5 mm stevig en stabiel genoeg is. Vervolgens heb ik alle berekeningen gedaan voor kokerprofielen van 80x80x5 mm om de kosten wat te drukken en deze vielen ook allemaal binnen de toleranties. Voor extra verankering heb ik besloten om twee L-profielen vast te maken aan iedere zijkant van het platform die tegen de dankrand staan. Deze heb ik chemisch verankerd in de dakrand.

Zie bijlage g voor alle berekeningen (Bijlage g).

4.8 Platform

Toen het definitieve ontwerp van het platform klaar was ben ik offertes gaan aanvragen bij verschillende lasbedrijven. De meeste lasbedrijven vertelden dat het vervoeren van zo een constructie niet mogelijk was vanwege de afmeting. Zij stelden voor om dit op te delen in drie delen. Zie bijlage. Het platform moest ook volledig gegalvaniseerd worden. Eerst was de plaat met bouten verankerd aan de constructie. Na overleg met het lasbedrijf werd besloten om de plaat toch vast te lassen aan de constructie omdat de kans groot is dat de plaat bij het galvaniseren gaat kromtrekken.

4.9 dempingplaten

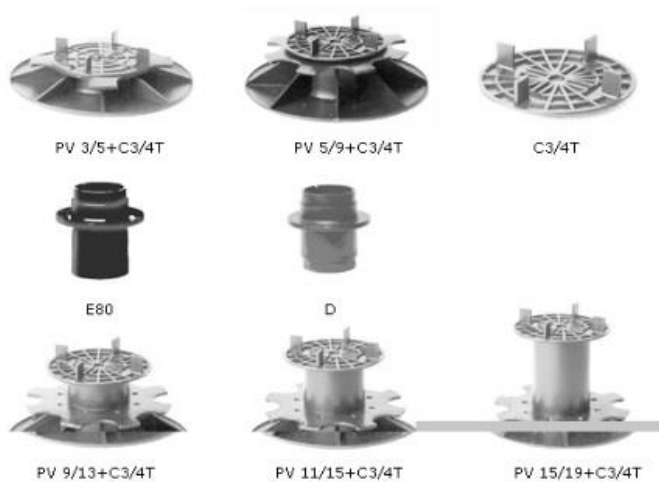
De windmolen is iets dat constant beweegt en bewegingen veroorzaken trillingen. Omdat de windmolen maar traag bewegend is zal deze trillingen miniem zijn. Om niet de hele tijd een gebonk te horen van de windmolen en ook om het dak niet te beschadigen moeten er dempingplaten worden voorzien. Er waren drie opties als trilling dempers: dempingplaten, autobanden en tegelhouders. Ik heb gekozen voor dempingplaten omdat deze goedkoper zijn dan autobanden en veel stabielere dan tegelhouders.



Figuur 14: dempingplaat



Figuur 15: stroken autobanden



Figuur 16: tegelhouders

4.10 Bekabeling

Er waren 2 mogelijkheden om de bekabeling te laten lopen: via het dak of door het gebouw. Door het gebouw moesten we eerst van de windmolen naar de liftkoker. Zie onderstaande figuur (Figuur 17).



Figuur 17: Van de windmolen naar de liftkoker

In de liftkoker is er een vals plafond die naar een elektrische kast loopt. Op onderstaande figuren ziet u het vals plafond en elektrische kast (Figuur 18).



Figuur 18: Vals plafond en elektrische kast

In de bovenste verdieping loopt geen bekabelingsgoot van de elektrische kast naar E212, het lokaal waar de windmolen wordt aangesloten op het net. Dit ziet u op onderstaande figuur (Figuur 19). Om de bekabeling aan te leggen moeten we eerst helemaal naar de benedenverdieping. Zie figuur boven aan volgende pagina (Figuur 20).

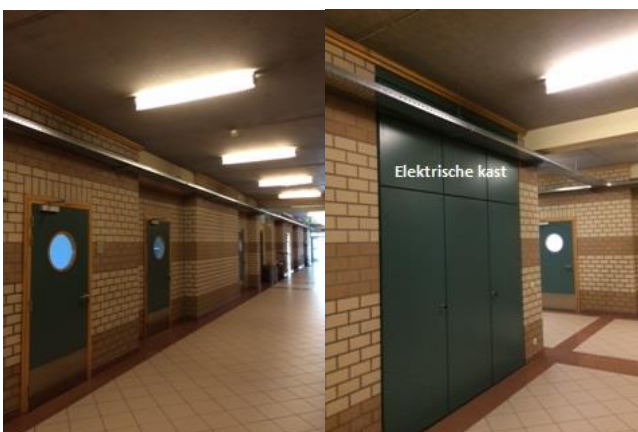


Figuur 19: tweede verdiep zonder goot



Figuur 20: Gelijkvloer met goot

Via de goot laten we de bekabeling door de gang lopen naar de elektrische kast in de gang van de E blok. U kan dit zien in de onderstaande figuur (Figuur 21). Uiteindelijk gaan we weer via de elektrische kast naar de tweede verdieping en van de elektrische kast op de tweede verdieping kunnen we naar lokaal E212 gaan. Zie figuur (Figuur 22).



Figuur 21: Goten in de gang en elektrische kast E-blok



Figuur 22: Elektrische kast 2de verdiep en Lokaal E212

De bovenstaande mogelijkheden heb ik opgemeten met een lasermeter. Het resultaat was dat we bij de eerste mogelijkheid 150m kabel nodig zouden hebben en bij de tweede 125m. We hebben gekozen voor de bekabeling via het dak omdat de afstand korter is en dus de spanningsval kleiner.

Nu moest ik nog bekijken welke sectiekabel er nodig was en daarvoor heb een website gebruikt die dit mij automatisch berekent. Het resultaat was dat ik best een 6 carré kabel met extra pvc-isolatie kon gebruiken.



Figuur 23: Lasermeter

Bijlage h, berekening (Bijlage h:).

4.11 Planning montage windmolen

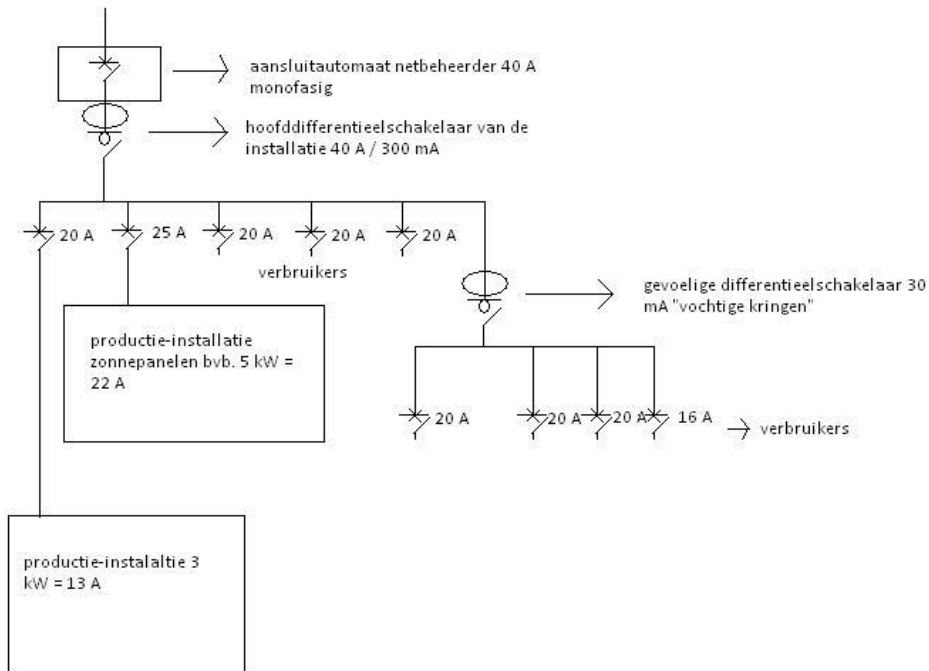
Er is een volledige planning opgesteld voor de montage van de windmolen. In deze planning staat stap voor stap uitgelegd hoe de windmolen op het dak geplaatst moet worden, hoeveel personen er aanwezig moeten zijn per stap, welke gereedschappen er gebruikt moeten worden en welke veiligheidsmaatregelen er genomen moeten worden. Voor de veiligheidsmaatregelen op het dak heb

ik de preventieadviseur van PXL dhr. Peter Spans gecontacteerd. Hij adviseerde dat het dragen van een veiligheidsharnas aangewezen is voor de werken die wij gaan uitvoeren.

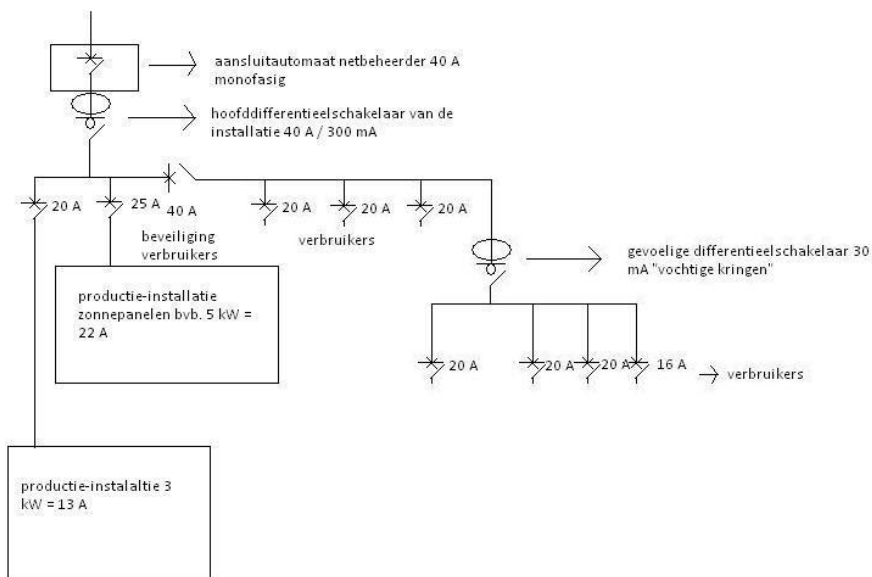
Zie bijlage i (Bijlage i:).

4.12 Aansluiting windmolen op het net

Voor dat de windmolen op het net kan worden aangesloten moet bij op de elektrische installatie een productie-installatie komen. Ik heb contact opgenomen met BTVcontrol die gespecialiseerd zijn in elektrische installaties. Zij hebben mij richtlijnen en een schema in verband met productie-installatie doorgestuurd. Het belangrijkste waar je mee rekening moet houden is de toegenomen stroom die je in je installatie kunt krijgen. De productie-installatie sluit je achter de hoofddifferentieelschakelaar van de bestaande installatie zodat je beveiligd bent tegen indirecte aanraking. Er moet ook rekening gehouden worden met eventuele overbelasting van interne bruggen, geleiders, stroomrails en de gevoelige differentieelschakelaar in u bord door de toegenomen stroom in de installatie. Omdat we het schakel bord featured proof willen maken is er ook rekening gehouden met toename van de stroom door zonnepanelen. De stroom zou dan in principe tot 79 A (40 A aansluitautomaat + 17 A windmolen + 22 A zonnepanelen) kunnen oplopen. Dit wil zeggen dat de interne bruggen in het bord in een sectie van 16 carré uitgevoerd moeten worden. Het verbruik achter de gevoelige differentieelschakelaar kan in theorie oplopen tot $20\text{ A} + 20\text{ A} + 20\text{ A} + 16\text{ A} = 76\text{ A}$ – er kan tot 75 A geleverd worden. De gevoelige differentieelschakelaar moet dus minimaal 80A/30mA zijn (80A = genormaliseerde waarde). De hoofddifferentieelschakelaar blijft beveiligd door de aansluitautomaat van 40 A, deze moet niet verzwaard worden, 40A/300 mA volstaat. Een andere oplossing is een hoofdbeveiliging van 40 A te plaatsen achter de hoofddifferentieel en de productie-installaties en vóór alle verbruikers, zie figuur volgend pagina (Figuur 25). In dat geval volstaat 6 mm² voor de stroomverdelingsbruggen in het bord en mag de gevoelige differentieelschakelaar een nominale stroom van 40A hebben.



Figuur 24: Voorbeeldschema 1



Figuur 25: voorbeeldschema 2

4.13 Kosten

Er is ook een volledige kosten plan opgesteld met alle offertes die ik gekregen heb. Zo is er een overzicht van wat de windmolen zou kosten en kon de school dit vrijmaken voor het budget.

Zie bijlage j (Bijlage j:).

5 Conclusie

Door het lang wachten op de goedkeuring van de bouwvergunning is er minder verwezenlijkt dan er verwacht was. Het mechanische gedeelte zoals het platform en de verankering van de windmolen is volledig klaar. Het elektrisch gedeelte moet nog wat dieper op ingekeken worden, zoals het aansluiten van de omvormer en interface.

Het positieve aan dit project is dat ik heb leren om gaan met tijdsdruk en ik geleerd heb om gerichtere vragen te stellen. Ik heb ook geleerd dat ik prioriteiten moet stellen voor mijn eigen en moet onderverdelen in wat belangrijker is op het moment zelf.

Een mogelijke uitbreiding hierop zou zijn, in plaats van op het net aan te sluiten het op een batterij aan te sluiten waardoor men bv. elektrische fietsen kan opladen. Of wat ook een mogelijke uitbreiding is, zou zijn om de windmolen op de juiste hoogte en positie te plaatsen waarbij je een veel hoger rendement kan behalen. Er kan eventueel ook gekeken worden als de windmolen nu bijna constant het maximale vermogen levert, om een veel zwaardere windmolen te plaatsen, een windmolen die 10kW kan leveren bijvoorbeeld.

- [1] „Wikipedia,” [Online]. Available: http://nl.wikipedia.org/wiki/Hogeschool_PXL.
- [2] „Wikipedia,” [Online]. Available: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Savonius>.
- [3] HBVL, „Verticale windmolen Bilzen,” [Online]. Available: <http://www.hbvl.be/limburg/bilzen/bilzense-broers-bouwen-molen-op-dak-van-ouderlijk-huis.aspx>.
- [4] „Wikipedia,” [Online]. Available: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Anemometer>.
- [5] „Wikipedia,” [Online]. Available: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Hall-sensor>.
- [6] „Omvormer,” [Online]. Available: http://www.omvormer.nu/content/wat_is_een_omvormer.
- [7] „Nuijten,” [Online]. Available: <http://www.nuijten.net/default.asp?ID=58>.
- [8] „Infiniteenergy,” [Online]. Available: <http://www.infiniteenergy.com.au/pdf/AuroraOutdoorUserManual.pdf>.
- [9] „phantompowerworks,” [Online]. Available: <http://www.phantompowerworks.com/grid-tie-inverters-and-other-products.html>.
- [10] „waassolar,” [Online]. Available: http://www.waassolar.be/waassolar-power-one-omvormers-pvi-30-36-100_NL-12788.html.
- [11] „Ingreenious,” [Online]. Available: <http://www.ingreenious.com/images/0803000.R07.pdf>.

Bijlages

Technische gegevens

3KW 3Kw

Zeil afmetingen	h: 182 cm x d: 192 cm
Generator afmetingen	h: 47 cm x d: 102 cm
Totale afmetingen	h: 225 cm x d: 394 cm
Zeil gewicht	300,00 Kg
Generator gewicht	36,00 Kg
Totaal van de onderdelen	264,00 Kg
Totaal gewicht	600,00 Kg
Maximum torque	756,59 Kg

Data gegevens

Rated output	2600 Watts
Maximum output	4000 Watts
Start-up Windsnelheid	1,61 Km/h - 3,22 Km/h
rated temerature	range -42° tot 60°
Geluid	<20 dB

Netgekoppelde inverter data

Rated output	3000 Watts
Maximum output	3600 Watts
Rated temperature	range -25° tot 60°
Input Voltage	50V - 580V
Output Voltage	240V,208V of 277V
Output Frequentie	50Hz, 60Hz
Certificatie	UL1741, CE, EEE1547

3Kw windmolen

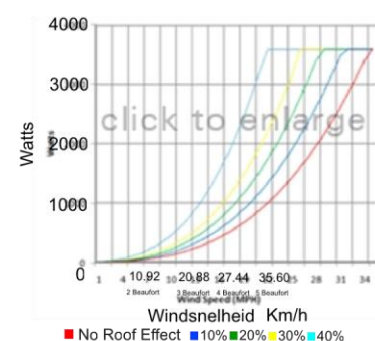


power-one®
Changing the Shape of Power

pvi-3.6
omvormer



verhogingen van de windsnelheid op de MVAWT als gevolg van een toename van de windsnelheid met het dak effect.



Ronny Szewczykowski
Rontec@telenet.be
Ronny 0476/949738

Rudi Szewczykowski
Ssrrudi@gmail.com
Rudi 0486/613846

Bijlage b:

Sensoren voor windsnelheid en windrichting

De AWS-serie cupanemometers en de AWR-potentiometer windvaan zijn praktische instrumenten voor het contactvrij meten



van windsnelheid en windrichting. Beide lichtgewicht sensoren zijn zeer geschikt voor meteorologische toepassingen of voor metingen in bijvoorbeeld de agrarische sector en de verwarming- & ventilatietechniek. De sensoren zijn samengebouwd uit duurzame materialen en RVS-montagemateriaal. De sensoren kunnen desgewenst worden gekoppeld aan de ATAL ATM-monitoring systemen.

Eigenschappen



- ▶ **Duurzame, lichtgewicht uitvoeringen**
- ▶ **Gunstige prijsstelling**
- ▶ **Te koppelen aan monitoring systemen of gebouw beheer systemen**

Windsnelheid

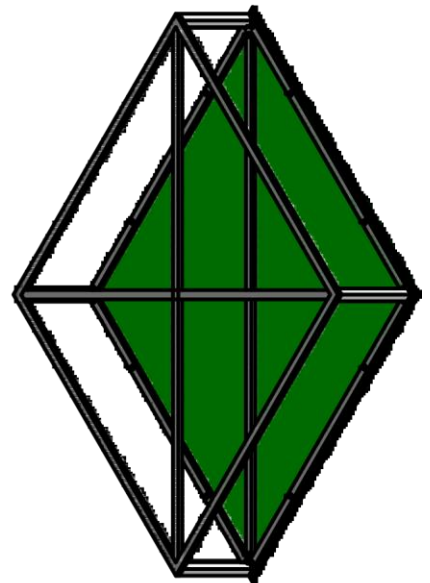
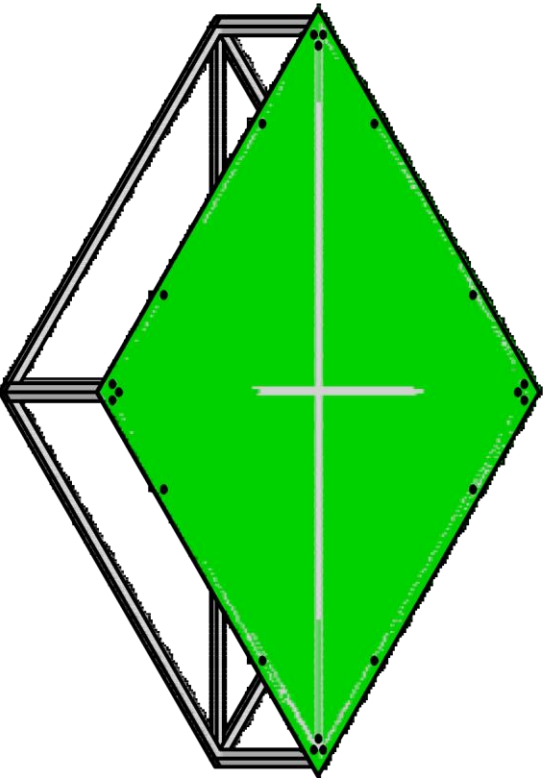
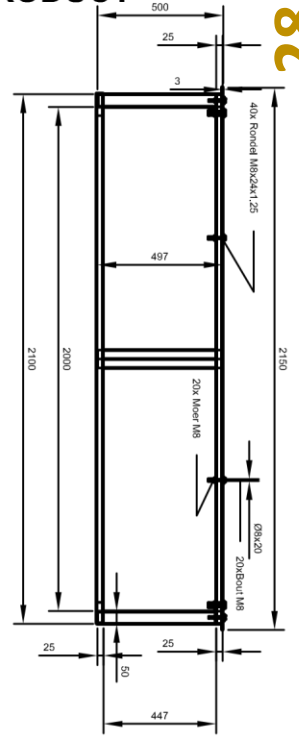
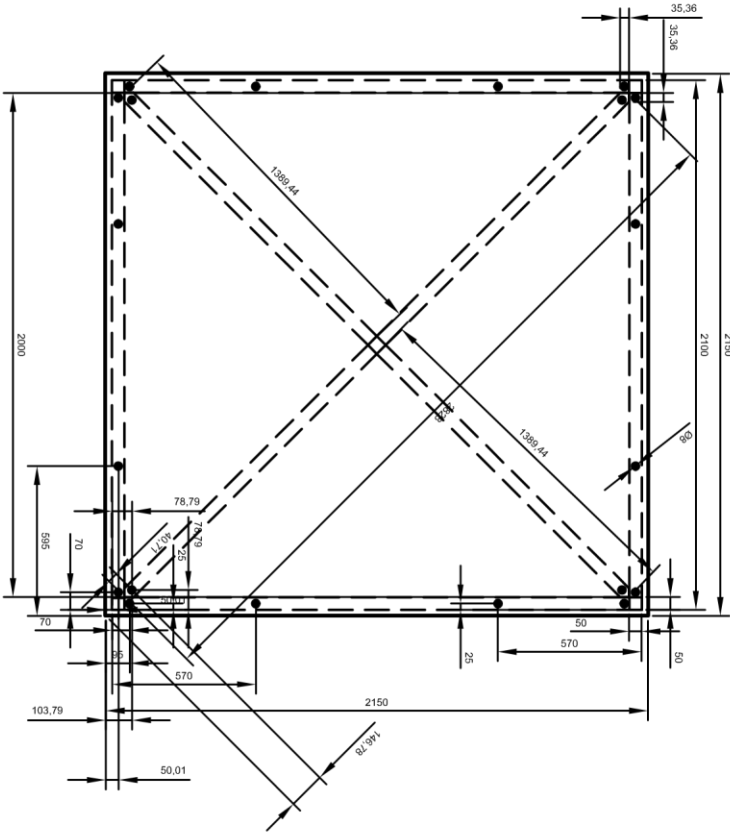
De AWS-anemometer is gebaseerd op het Hall-effect principe. De sensor heeft een meetbereik van 0-60 m/s met een aanloop-snelheid van 0,75 m/s. Het is een betaalbare, kwalitatieve cupanemometer met keramische magneten en RVS lagers en montagemateriaal.

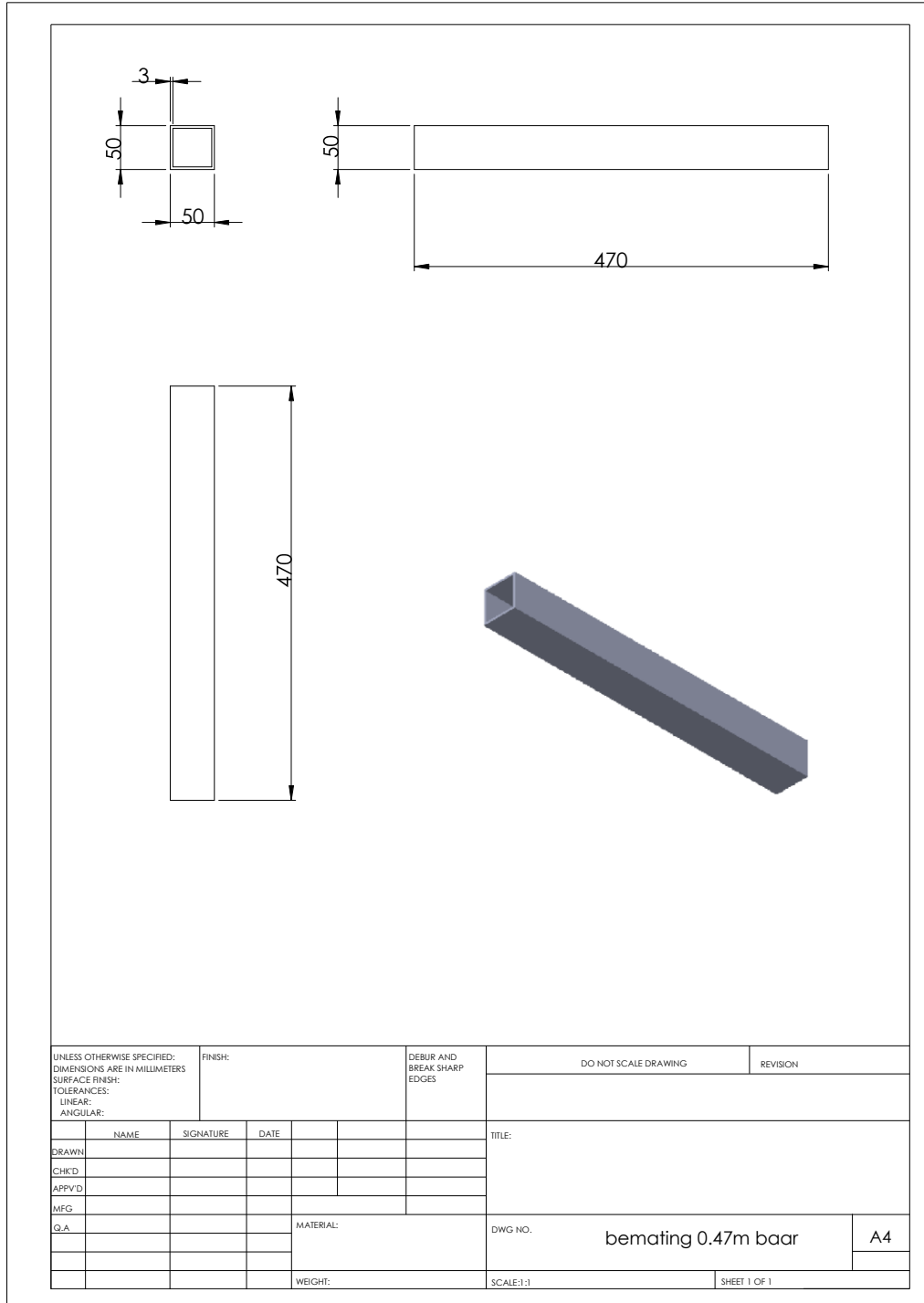
Windrichting

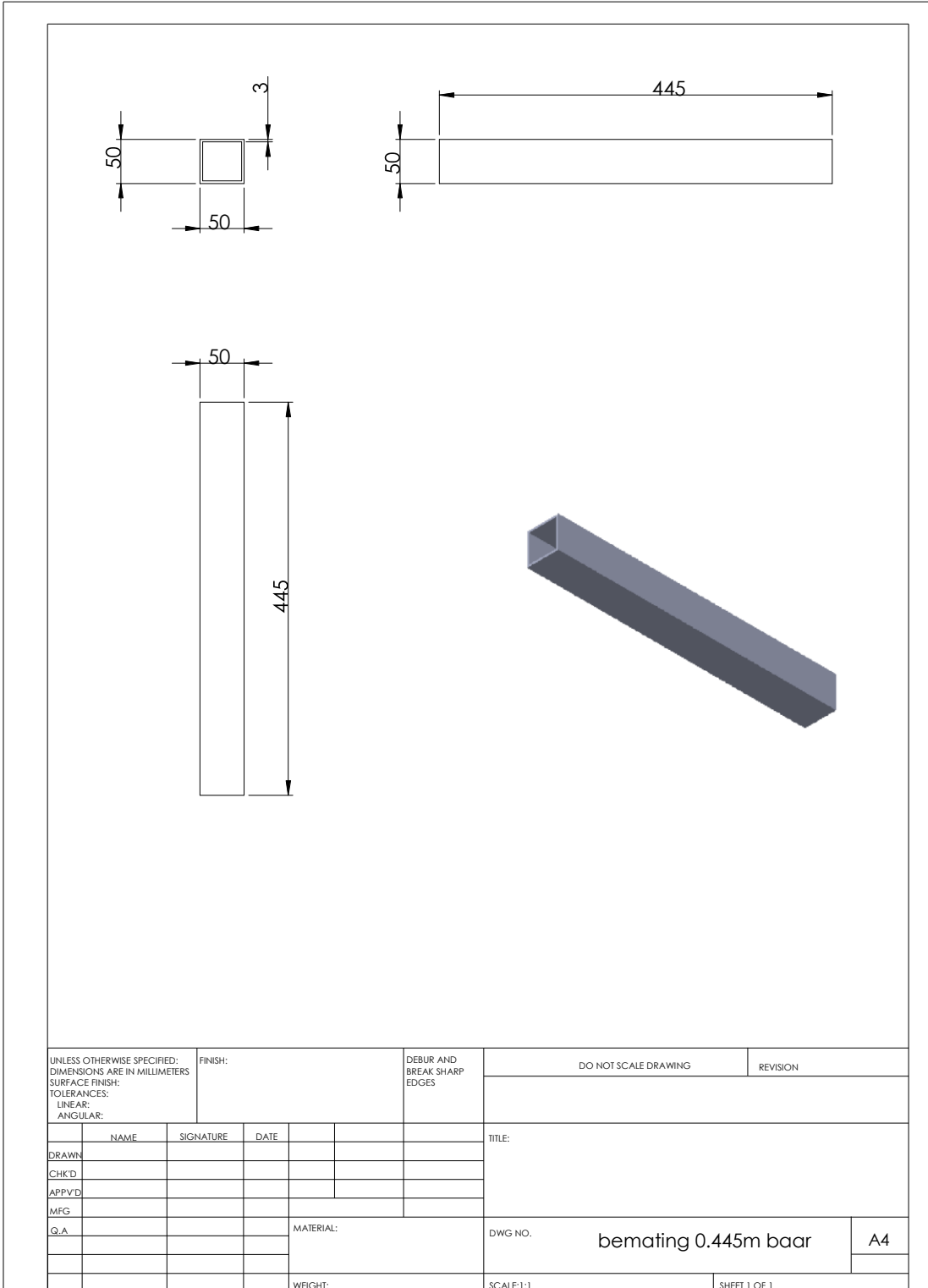
De AWR-anemometer is een lichtgewicht duurzame potentiometer windvaan met een mechanische hoek van 360° (zonder stop). De sensor heeft een aanspreek-snelheid tussen 1,2 en 1,5 m/s. De sensor is geassembleerd met duurzame materialen en beschikt over lagers van oliebrons en een RVS bevestiging.

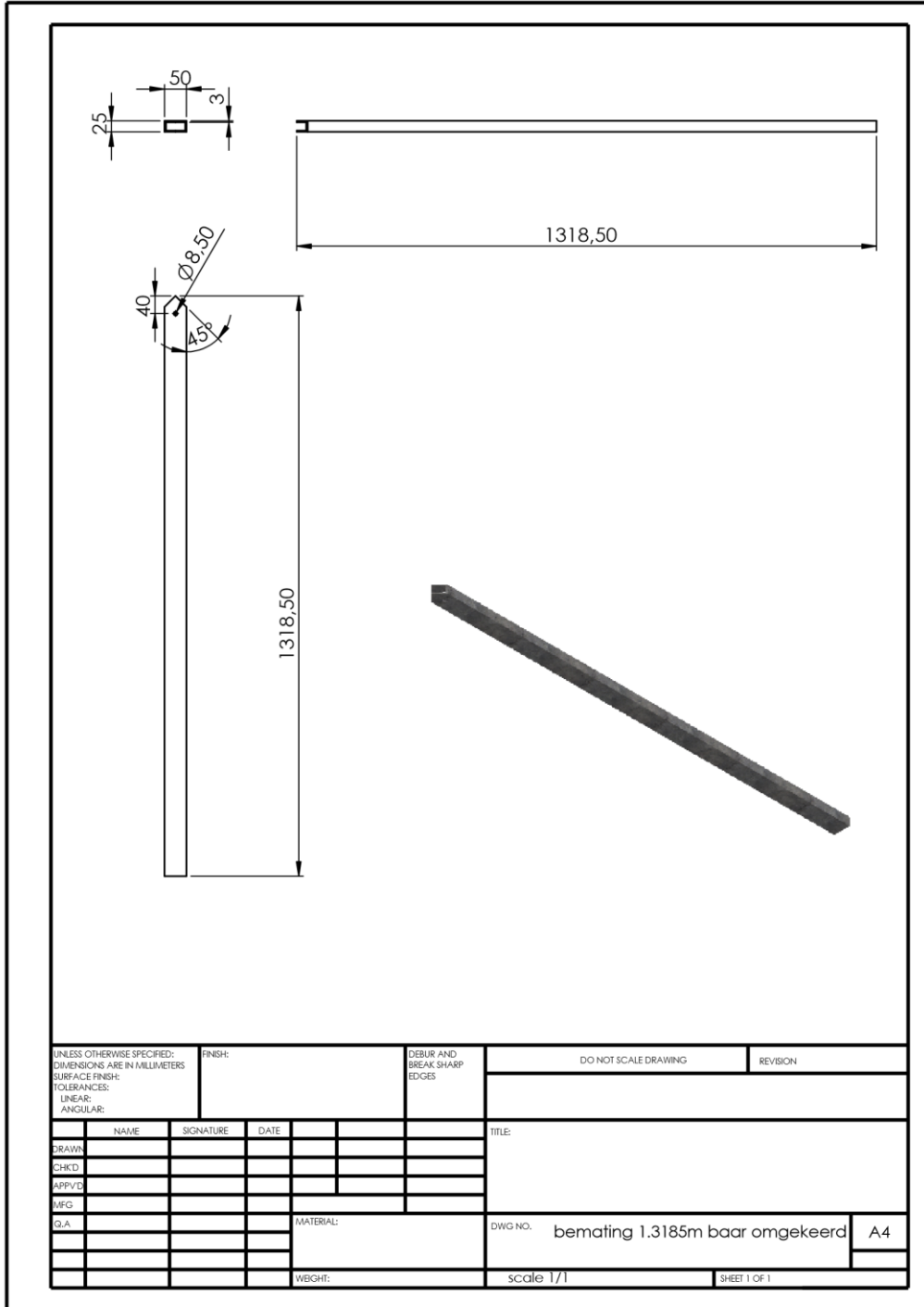
Model/type	Model AWS-A / AWS-W	Model AWR-A / AWR-W
		
Meetprincipe:	Hall-effect met magneten	Potentiometer
Levensduur:	—	> 20 x 10 ⁶ omwentelingen
Elektrische hoek:	—	350° +/- 3°
Mechanische hoek:	—	360° continu
Dempingsfactor:	—	0,35
Aanloopsnelheid:	0,75 m/s	1,2-1,5 m/s
Meetbereik:	0-60 m/s	—
Afmeting:	130 mm (h), cup 35 mm. (h)	208 x 194 mm. (totaal b x h)
Responsielengte:	2,1 m	—
Pulsen:	2 per omwenteling	—
Frequentie:	107 Hz bij 30 m/s	—
Bedrijfstemperatuur:	-30 +70°C	-30 +80°C
Uitgang:	4-20mA (type AWS-A) of frequentie, (type AWS-F)	4-20mA (type AWR-A) of weerstand, 5kOhm +/- 10% (type AWR-W)
Voeding:	4,5-30 Vdc	—
Materiaal behuizing:	POM Kunststof, zwart	POM Kunststof, zwart
Magnetten:	Keramisch	
Materiaal vaanblad:	—	Glasfiber Epoxy
Materiaal vaanas & conragewicht:	—	Geverfd messing
Materiaal (kogel)lagers:	RVS	Oliebrons
Bevestiging:	RVS	RVS
Standaard kabellengte:	5 m., optioneel te verlengen	5 m., optioneel te verlengen

Plaatsing verticale windmolen op het dak van PXL Diepenbeek

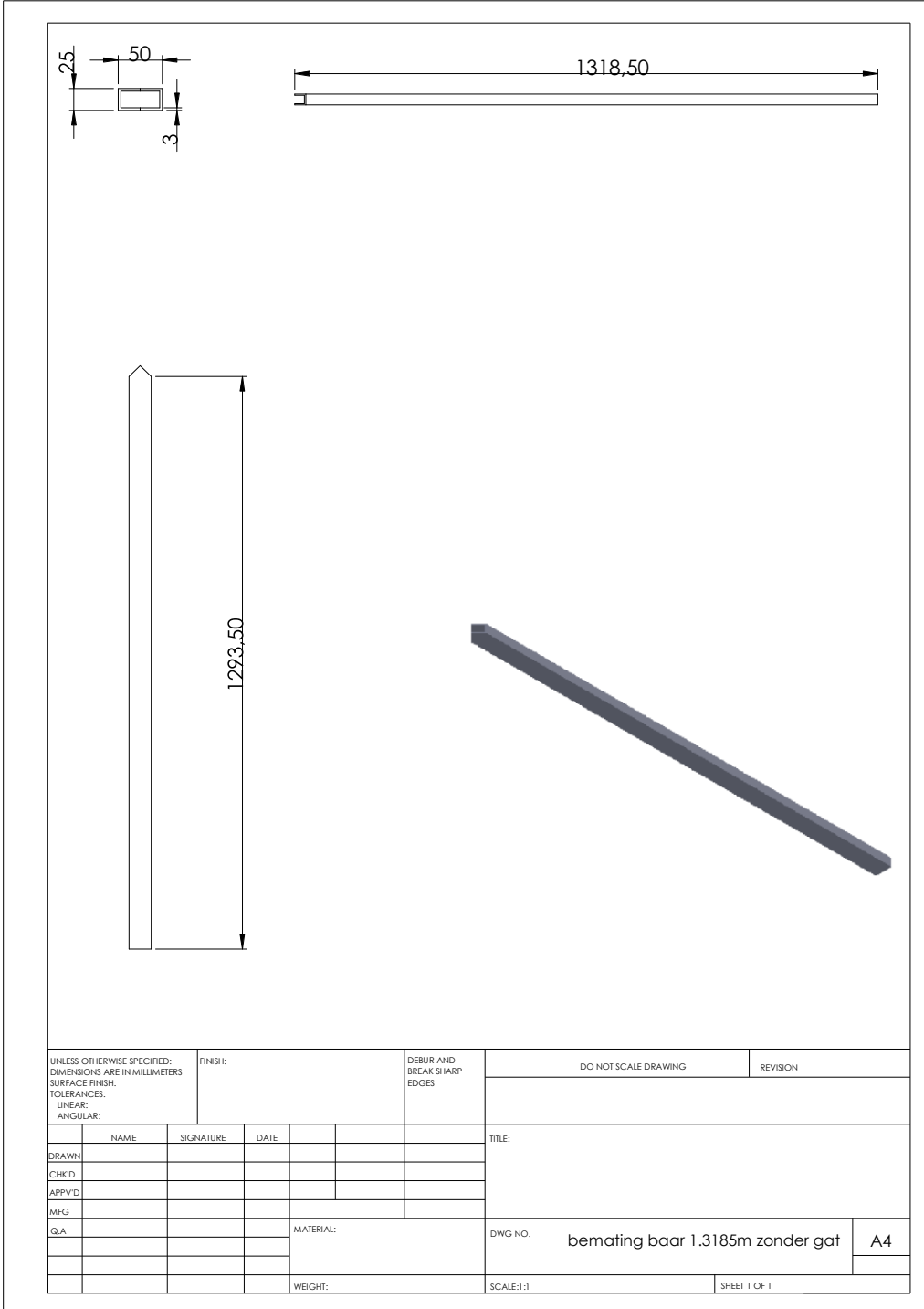


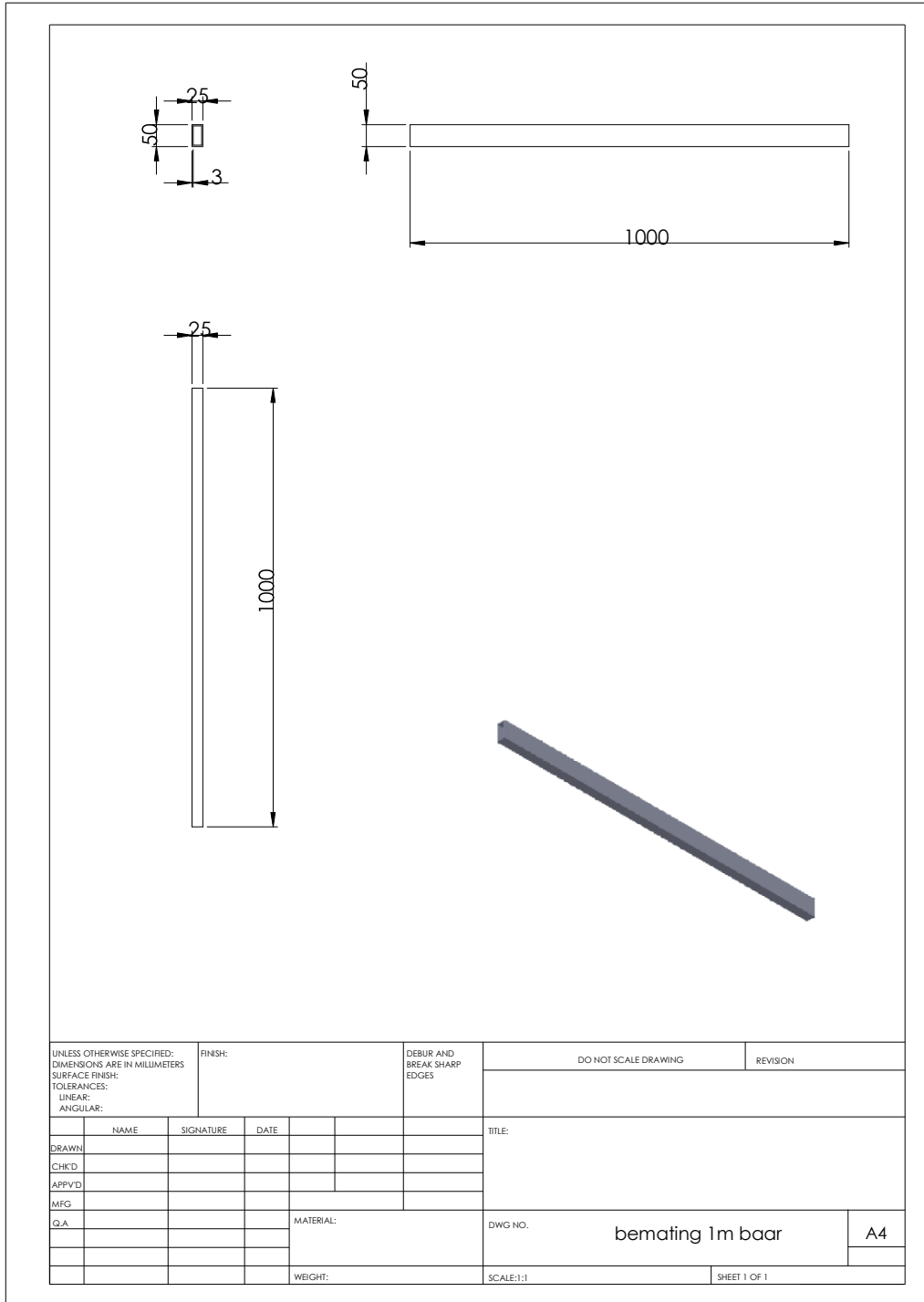


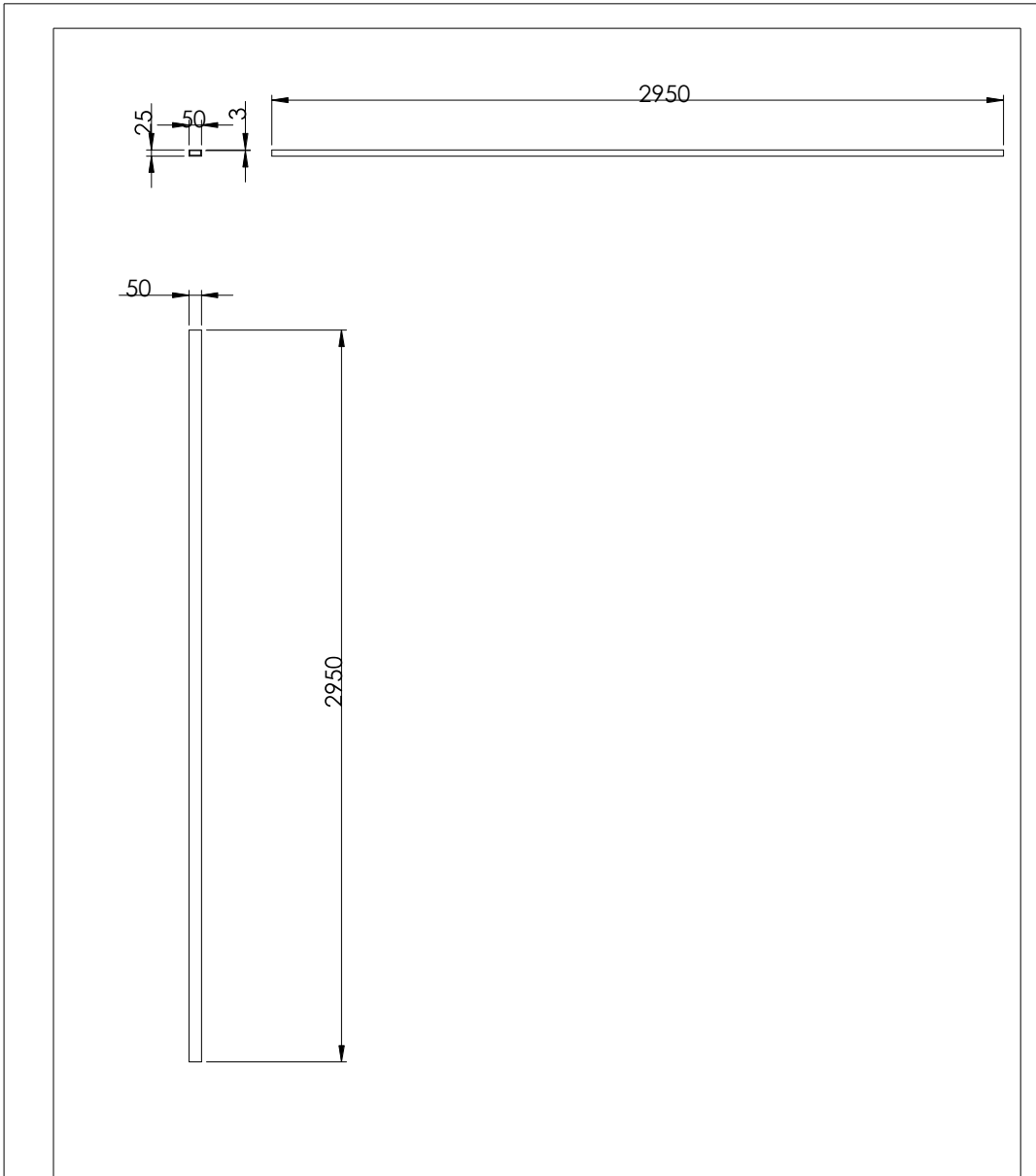




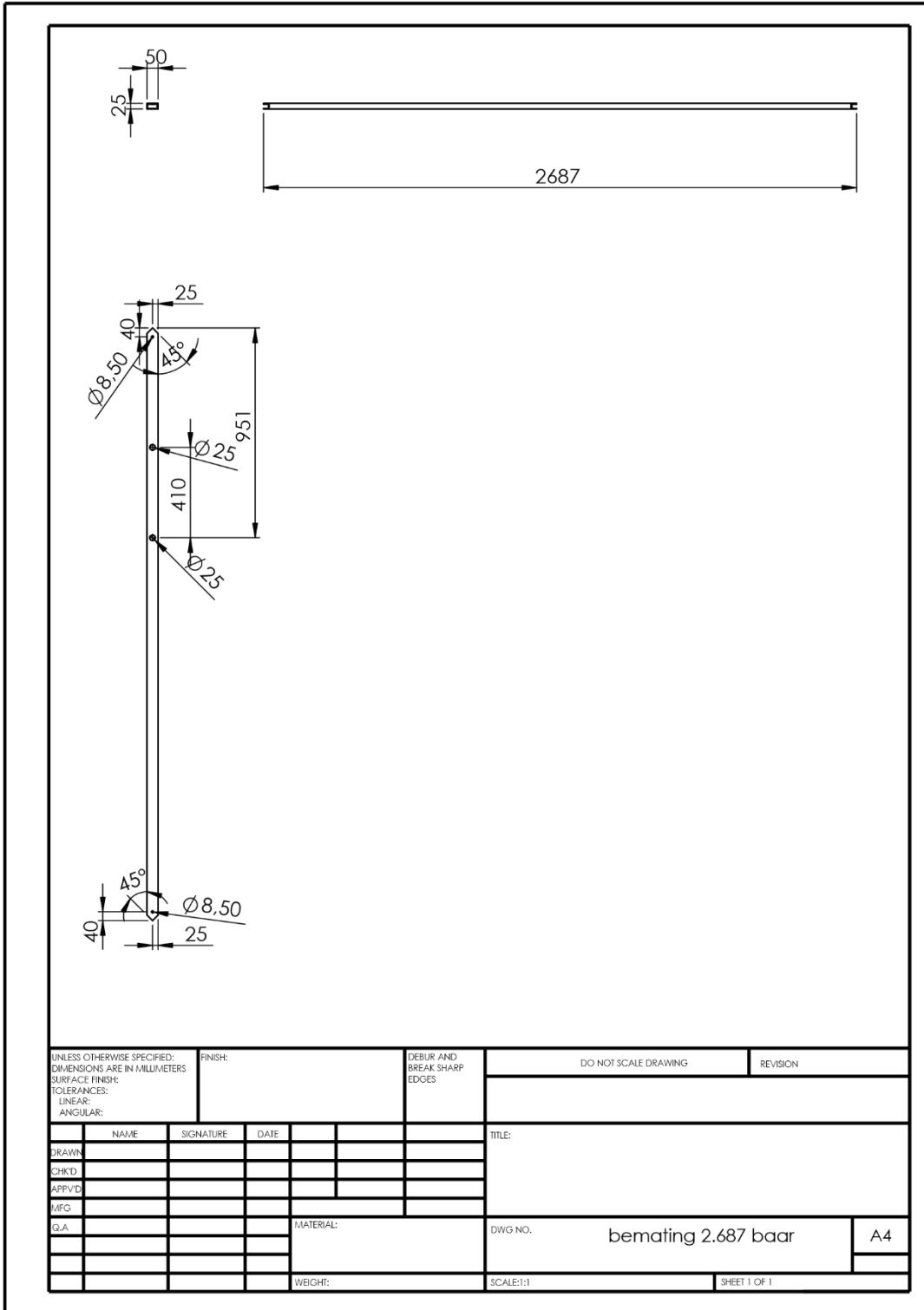
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:			
DRAWN									
CHKD									
APPVD									
MFG									
Q.A						MATERIAL:		DWG NO. bemating 1.3185m baar omgekeerd A4	
						WBGHT:		scale 1/1 SHEET 1 OF 1	

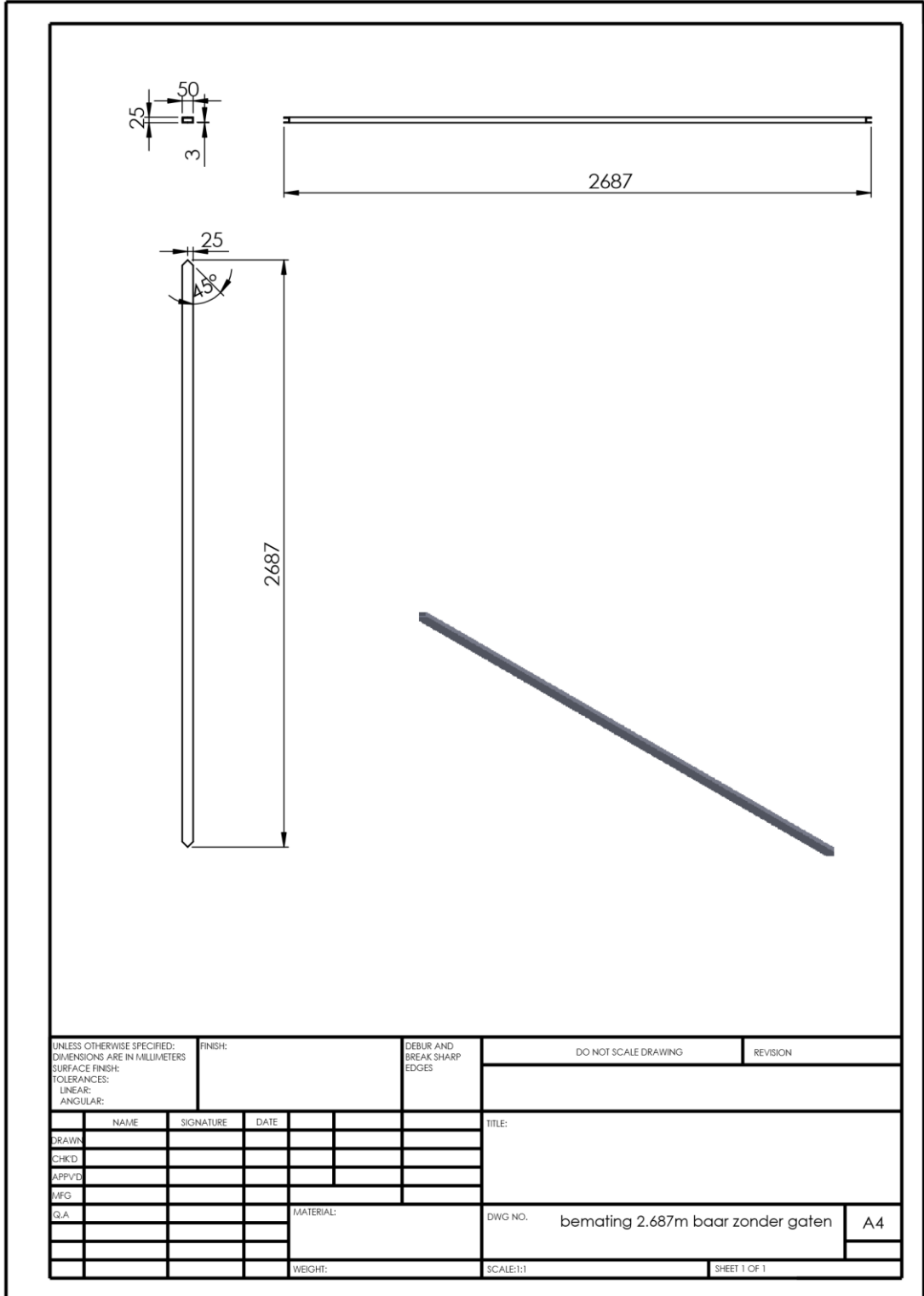


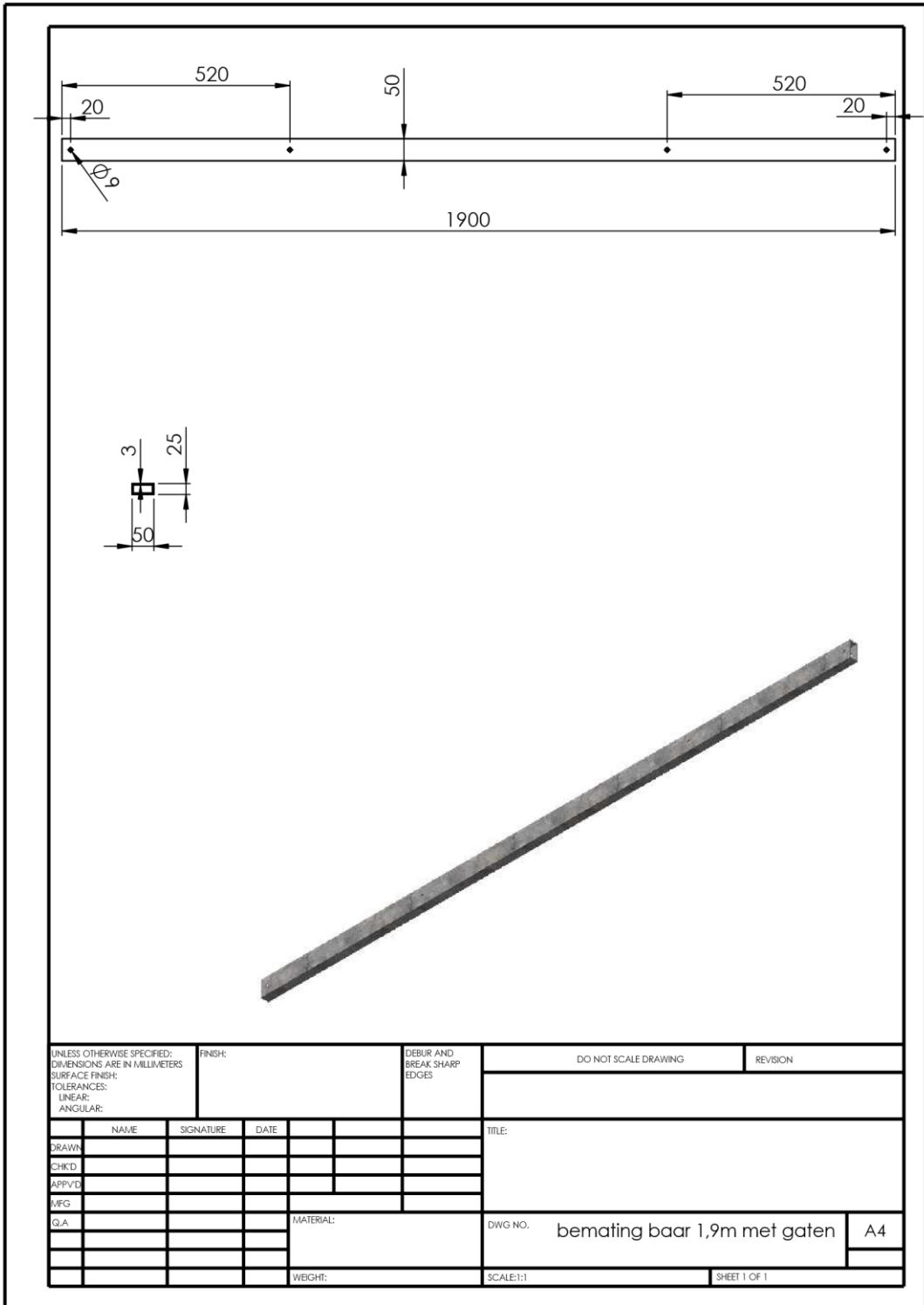


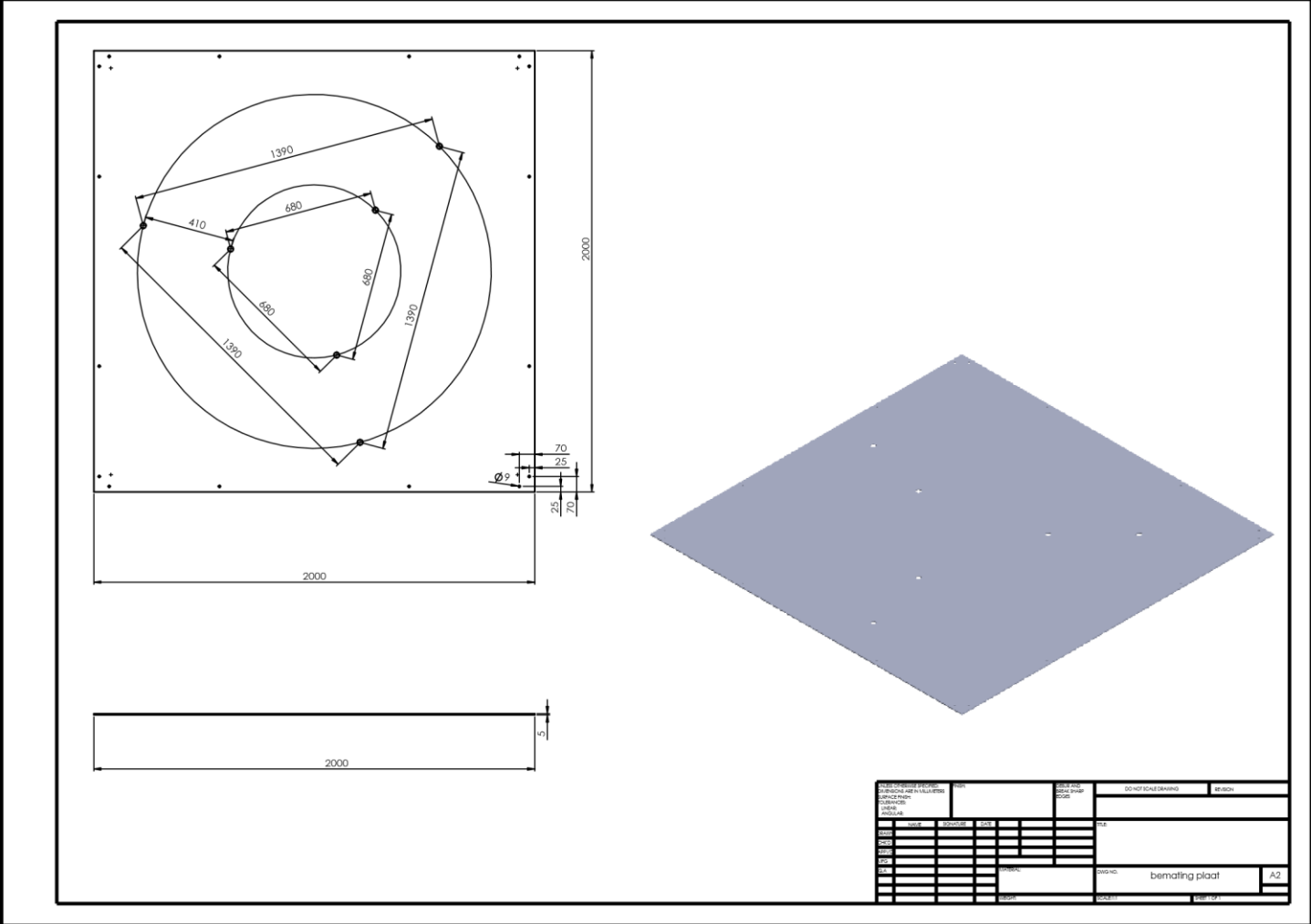


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
DRAWN		NAME	SIGNATURE	DATE		TITLE:			
CHKD									
APPYD									
MFG									
Q.A					MATERIAL :	DWG NO. bemating 2.95m baar zonder gaten		A4	
					WEIGHT:	SCALE:1:1		SHEET 1 OF 1	





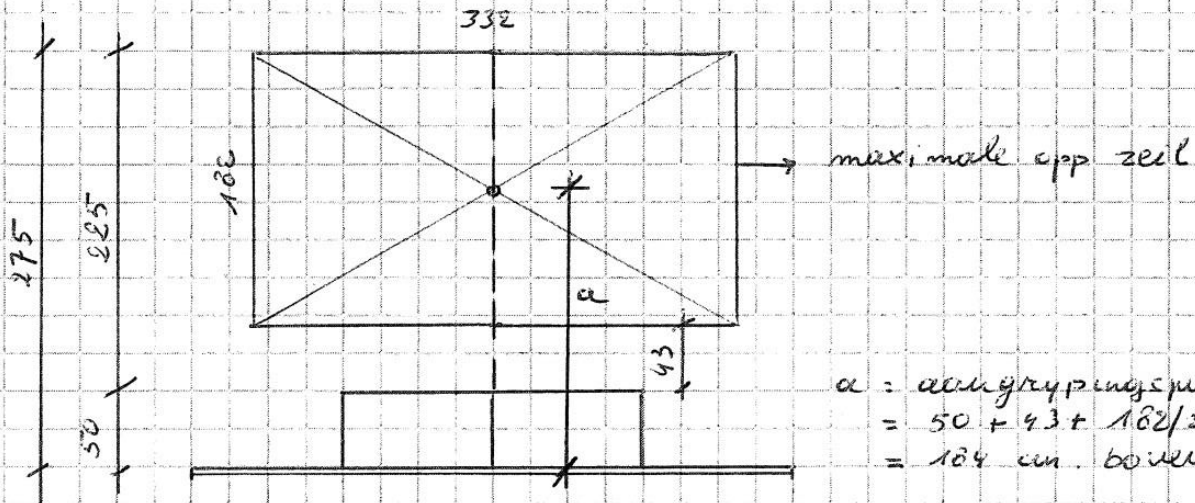




Bijlage e:

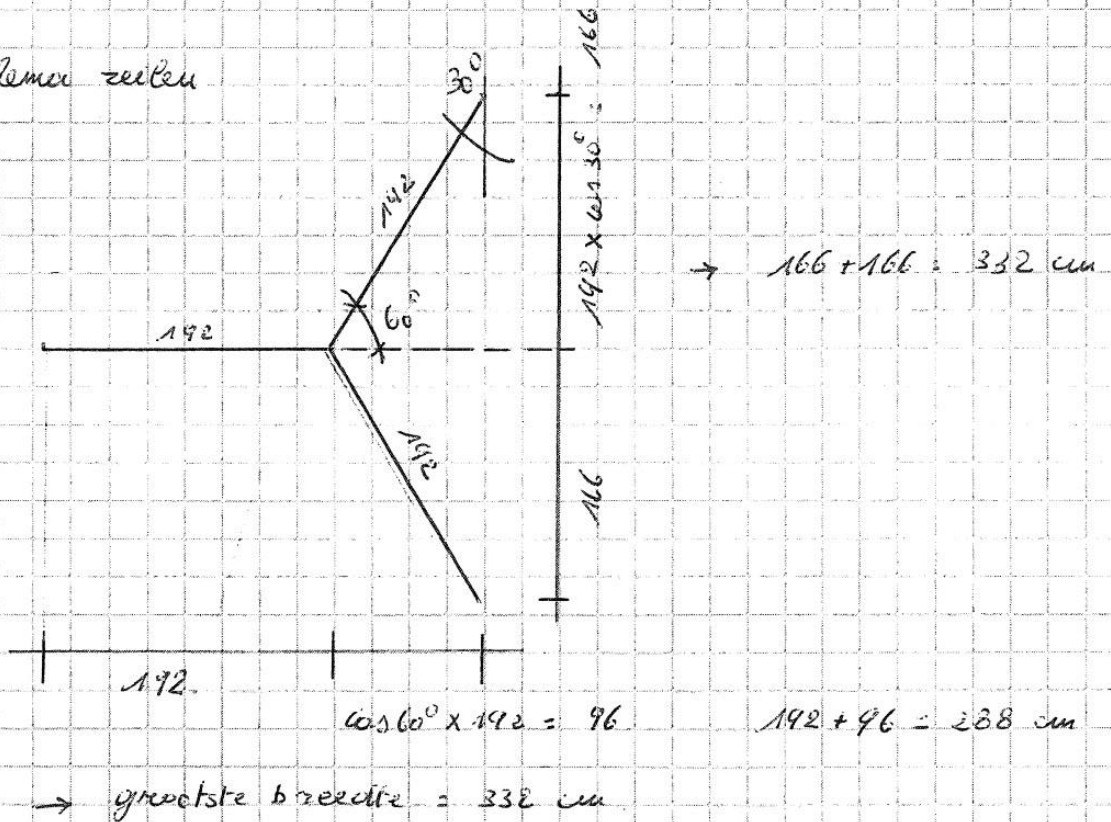
Stabiliteitsmotor
 C. Leermans, docent Sterkte leer

schematische onttekening



$a = \text{aanvangspunt wind}$
 $= 50 + 43 + 182/2$
 $= 184 \text{ cm. boven dek.}$

schematische tekenen



Belastingen

→ Platteform.

Berekening gewicht

$$\begin{array}{l} \times \text{onderzijde} \\ 4 \times 4 \text{ m} = 16 \text{ m} \\ 4 \times 4 \text{ m} = 16 \text{ m} \\ 1 \times 1,80 \text{ m} = 1,80 \text{ m} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 4 \times 4 \text{ m} \\ 4 \times 4 \text{ m} \\ 1 \times 1,80 \text{ m} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 33,20 \text{ m} \\ \times 14,4 = 486,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \times \text{holometjer} \\ 9 \times 0,3 \text{ m} = 2,7 \text{ m} \end{array} \left. \vphantom{9 \times 0,3 \text{ m}} \right\} \begin{array}{l} 2,7 \text{ m} \\ \times 14,4 = 38,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \times \text{onderzijde plaat} \\ 3 \times 2 \text{ m} = 6 \text{ m} \\ 3 \times 1,8 \text{ m} = 5,4 \text{ m} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 3 \times 2 \text{ m} \\ 3 \times 1,8 \text{ m} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 11,40 \text{ m} \\ \times 14,4 = 164,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \times \text{plaat} \\ 2 \times 2 \times 0,005 = 0,02 \text{ m}^3 \\ \times 8000 \text{ kg/m}^3 = 160 \text{ kg} \end{array} = 160,0$$

849,7

$$849,76 = 850 \text{ kg} / 16 \text{ m}^2 = 53,125 \text{ kg/m}^2.$$

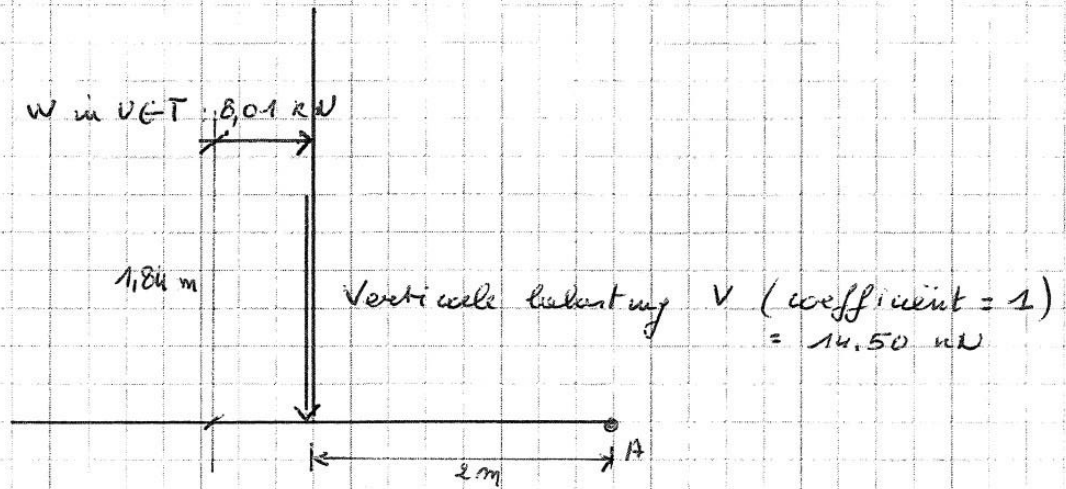
→ Windmolten

$$\text{Totaal gewicht} \quad 600 \text{ kg}$$

$$600 / 16 \text{ m}^2 = 37,5 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{totale belasting} \quad 53,13 + 37,50 \text{ kg} &= 90,63 \text{ kg/m}^2 \\ &\text{of } 0,9 \text{ kN/m}^2. \end{aligned}$$

→ berekening omkeuring



Moment rond punt A

$$M_W = 8.01 \text{ kN} \times 1.84 \text{ m} = 14.74 \text{ kN.m}$$

$$M_V = 14.50 \text{ kN} \times 2.00 \text{ m} = 29 \text{ kN.m}$$

$14.74 < 29$ dus omkeuring evenwicht ok.

(veiligheid - $W \times 1.5$
- $29 / 14.74 = 1.96$)

→ geen extra belasting nodig op platform.

Verticale belasting op dak

x mens/moleen 600 kg
plaatform 850 kg
totaal 1450 kg of 14500 N of 14,5 kN

veiligheidscoëfficiënt in V&T : $1,35 \times 14,5 \text{ kN} = 19,58 \text{ kN}$

x verdeelde belasting op dak : $19,58 \text{ kN} / 16 \text{ m}^2 = 1,22 \text{ kN}$

toegeleken $1,25 \text{ kN} \rightarrow \text{ok.}$
volgens ISP (zie mail)

Wielbelasting horizontaal

- hoogte ooprijpunt tot een maximaal

hoogte dak 12,60 m.

oerijpunt mens op mens/moleen : $a = 1,84 \text{ m}$

totaal hoogte : 14,44 m.

- weerstand over twee mens/moleen

liggingfactor $k_d = 1$

statische factor $k_t = 1$

mens/moleenfactor $k_{\varphi} = 1$

weerstand over twee mens/moleen

volgens NBN B03-002-01

\rightarrow klasse II
alleenstaand gebouw

\rightarrow zone tussen 10 en 20 m :

10 m 810 N/m²

20 m 976 N/m²

\rightarrow 14,44 m : 884 N/m²

\rightarrow totale druk

opp = 1,82 m \times 3,32 m = 6,04 m²

W = 6,04 \times 884 = 5341 N of

5,34 kN.

veiligheidscoëfficiënt in V&T = 1,50

5,34 kN \times 1,50 = 8,01 kN

Conclusie

Opstelling constructie voldoet

- belasting dak = w VGT : $1,22 \text{ kN/m}^2 < 1,25 \text{ kN/m}^2$

- omhoogtelings evenwicht

$$14,76 \text{ kNm} < 29 \text{ kNm}$$

veiligheid (met coeff V = 1, coeff W = 1,5)
is 1,96

- schuif weerstand $\tau = 0,0024 \text{ N/mm}^2 = \text{OK}$.

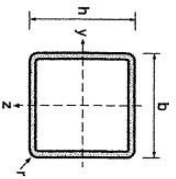
buizen

vierkant, koudgevormd

leveringsvoorwaarden: NEN-EN 10219-1;
DIN 2395-1 en -2
NEN-EN 10219-2;
DIN 2395-1

toleranties:

max. handelslengte: 15 m



h x b x t	G	A	r	A _L	I _y = I _z	W _{y,el} = W _{z,el}
mm	kg/m	mm ²	mm	mm ² /m	x10 ⁴ mm ⁴	x10 ³ mm ³
20 x 20 x 2	1,05	134	4	0,073	0,692	0,692
25 x 25 x 2	1,36	174	4	0,093	1,48	1,19
25 x 25 x 3	1,89	241	6	0,090	1,84	1,47
30 x 30 x 2	1,68	214	4	0,113	2,72	1,81
30 x 30 x 3	2,36	301	6	0,110	3,50	2,34
30 x 30 x 4	2,94	375	8	0,106	3,97	2,64
35 x 35 x 2	1,99	254	4	0,133	4,51	2,58
35 x 35 x 3	2,83	361	6	0,130	5,95	3,40
40 x 40 x 2	2,31	294	4	0,153	6,94	3,47
40 x 40 x 3	3,30	421	6	0,150	9,32	4,66
40 x 40 x 4	4,20	535	8	0,146	11,1	5,54
45 x 45 x 2	2,62	334	4	0,173	10,1	4,50
45 x 45 x 3	3,77	481	6	0,170	13,8	6,12
45 x 45 x 4	4,83	615	8	0,166	16,6	7,38
50 x 50 x 2	2,93	374	4	0,193	14,1	5,66
50 x 50 x 3	4,25	541	6	0,190	19,5	7,79
50 x 50 x 4	5,45	695	8	0,186	23,7	9,49
50 x 50 x 5	6,56	836	10	0,183	27,0	10,8
60 x 60 x 2	3,56	454	4	0,233	25,1	8,38
60 x 60 x 3	5,19	661	6	0,230	35,1	11,7
60 x 60 x 4	6,71	855	8	0,226	43,6	14,5
60 x 60 x 5	8,13	1036	10	0,223	50,5	16,8
60 x 60 x 6	9,45	1203	12	0,219	56,1	18,7
70 x 70 x 2	4,19	534	4	0,273	40,7	11,6
70 x 70 x 3	6,13	781	6	0,270	57,5	16,4
70 x 70 x 4	7,97	1015	8	0,266	72,1	20,6
70 x 70 x 5	9,70	1236	10	0,263	84,6	24,2
70 x 70 x 6	11,3	1443	12	0,259	95,2	27,2

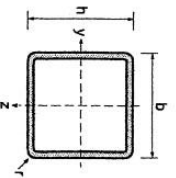
buizen

vierkant, koudgevormd

leveringsvoorwaarden: NEN-EN 10219-1;
DIN 2395-1 en -2
NEN-EN 10219-2;
DIN 2395-1

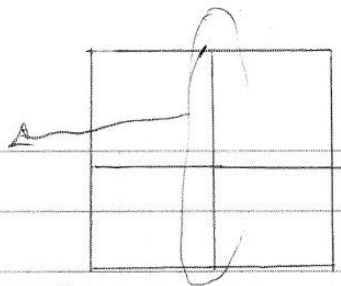
toleranties:

max. handelslengte: 15 m

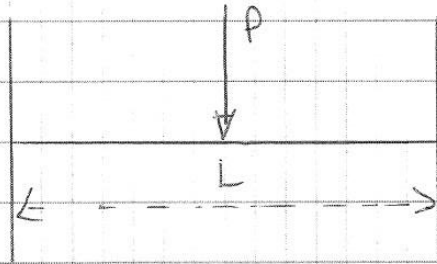


h x b x t	G	A	r	A _L	I _y = I _z	W _{y,el} = W _{z,el}
mm	kg/m	mm ²	mm	mm ² /m	x10 ⁴ mm ⁴	x10 ³ mm ³
80 x 80 x 3	7,07	901	6	0,310	87,8	22,0
80 x 80 x 4	9,22	1175	8	0,306	111	27,8
80 x 80 x 5	11,3	1436	10	0,303	131	32,9
80 x 80 x 6	13,2	1683	12	0,299	149	37,3
80 x 80 x 8	16,4	2084	20	0,286	168	42,1
90 x 90 x 3	8,01	1021	6	0,350	127	28,3
90 x 90 x 4	10,5	1335	8	0,346	162	36,0
90 x 90 x 5	12,8	1636	10	0,343	193	42,9
90 x 90 x 6	15,1	1923	12	0,339	220	49,0
100 x 100 x 3	8,96	1141	6	0,390	177	35,4
100 x 100 x 4	11,7	1495	8	0,386	226	45,3
100 x 100 x 5	14,4	1836	10	0,383	271	54,2
100 x 100 x 6	17,0	2163	12	0,379	311	62,3
100 x 100 x 8	21,4	2724	20	0,366	366	73,2
100 x 100 x 10	25,6	3257	25	0,357	411	82,2
110 x 110 x 4	13,0	1655	8	0,426	306	55,6
110 x 110 x 5	16,0	2036	10	0,423	368	66,9
120 x 120 x 3	10,8	1381	6	0,470	312	52,1
120 x 120 x 4	14,2	1815	8	0,466	402	67,0
120 x 120 x 5	17,5	2236	10	0,463	485	80,9
120 x 120 x 6	20,7	2643	12	0,459	562	93,7
120 x 120 x 8	26,4	3364	20	0,446	677	113
120 x 120 x 10	31,8	4057	25	0,437	777	130
125 x 125 x 5	18,3	2336	10	0,483	553	88,4
125 x 125 x 6	21,7	2763	12	0,479	641	103
140 x 140 x 4	16,8	2135	8	0,546	652	93,1
140 x 140 x 5	20,7	2636	10	0,543	791	113
140 x 140 x 6	24,5	3123	12	0,539	920	131
140 x 140 x 8	31,4	4004	20	0,526	1127	161
140 x 140 x 10	38,1	4857	25	0,517	1312	187

Doorbuiging



Aan 2 zijden ingeklemd met een puntbelasting in het midden.



$$f = \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I}$$

$$P = 800 \text{ kilo} \rightarrow 8000 \text{ N}$$

$$L = 1,8 \text{ m} \rightarrow 1800 \text{ mm}$$

$$E = 200000 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{ kabelleer} \text{ boel}$$

$$I = 211 \cdot 10^4$$

$$f = \frac{8000 \cdot 1800^3}{192 \cdot 200000 \cdot 211 \cdot 10^4} = 0,448 \text{ mm}$$

Doorbuiging met een puntbelasting is $0,448 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$

Knip Verticale kolers

$$F_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_k^2} = \underline{\underline{237747803,8 \text{ N}}} \rightarrow \text{OK}$$

$$E = 200000$$

$$I = 211 \cdot 10^4$$

$$l_k = 0,5 \cdot L \rightarrow \text{bij vast vast} \rightarrow 0,5 \cdot \frac{300}{180} = 150$$

Treksterkte boor $\sigma_{t24} 8.8$

$$R_m = R_f \cdot (R_m \phi^2 \cdot 0,785)$$

$$= 800 \cdot (20,319^2 \cdot 0,785)$$

$$= 259,28 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

Berekeningen voor kolers van $80 \times 80 \times 5 \text{ mm}$

$$\text{Totaal gewicht} = 701,24 \text{ kg} / 16 \text{ m}^2 = 43,83 \text{ kg/m}^2$$

$$\rightarrow \text{totale belasting} : 43,83 + 37,50 \text{ kg} = 81,33 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{of } 0,81 \text{ kW/m}^2$$

$$\text{Verticale belasting} : 600 + 700 = 1300 \text{ kg of } 13000 \text{ N}$$

$$13 \text{ kN}$$

$$\text{Veiligheidscoëfficiënt} = 1,35 \cdot 13 \text{ kN} = 17,55 \text{ kN}$$

$$\text{Verdeelde belasting} : 17,55 / 16 \text{ m}^2 = 1,09 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

$$\text{Omhanteling} : M_W = 14,74 \text{ kWm}$$

$$M_U = 13 \cdot 2,00 \text{ m} = 26 \text{ kWm}$$

$$14,74 \text{ kWm} < 26 \text{ kWm} \rightarrow \text{OK}$$

Conclusie : kolers $80 \times 80 \times 5 \text{ mm}$ gaat oek.

Bijlage h:

Kabellengte 125 meter

Alle velden invullen

Spanning

AC
 DC

Geleider

Koper
 Aluminium

Spanning V

Cos φ

Maximale stroom A

Kabellengte m

Maximaal spanningsverlies (percent) %

Bereken **Reset**

Berekening voor koper leiding

Minimum kabelsectie **5.51 mm²**

Spanningsverlies van 5 % **11.5 V**

Vermogenverlies bij 17 A **195.5 Watt**

Resultaat met standaard sectie

Standaard kabelsectie **6 mm²**

Werkelijk spanningsverlies **10.56 V**

In percentage **4.59 %**

Vermogenverlies bij 17 A **179.57 Watt**

Standaard draadsecties

0.25 mm ²	3A
0.50 mm ²	6A
0.75 mm ²	10A
1.00 mm ²	15A
1.50 mm ²	18A
2.50 mm ²	20A
4.00 mm ²	30A
6.00 mm ²	40A
10 mm ²	63A
16 mm ²	75A
25 mm ²	85A
35 mm ²	95A
50 mm ²	125A
70 mm ²	145A
90 mm ²	165A
120 mm ²	230A
150 mm ²	273A
240 mm ²	385A
300 mm ²	425A

Kabellengte 150 meter

Alle velden invullen

Spanning

AC
 DC

Geleider

Koper
 Aluminium

Spanning V

Cos φ

Maximale stroom A

Kabellengte m

Maximaal spanningsverlies (percent) %

Bereken **Reset**

Berekening voor koper leiding

Minimum kabelsectie **6.61 mm²**

Spanningsverlies van 5 % **11.5 V**

Vermogenverlies bij 17 A **195.5 Watt**

Resultaat met standaard sectie

Standaard kabelsectie **10 mm²**

Werkelijk spanningsverlies **7.61 V**

In percentage **3.31 %**

Vermogenverlies bij 17 A **129.29 Watt**

Standaard draadsecties

0.25 mm ²	3A
0.50 mm ²	6A
0.75 mm ²	10A
1.00 mm ²	15A
1.50 mm ²	18A
2.50 mm ²	20A
4.00 mm ²	30A
6.00 mm ²	40A
10 mm ²	63A
16 mm ²	75A
25 mm ²	85A
35 mm ²	95A
50 mm ²	125A
70 mm ²	145A
90 mm ²	165A
120 mm ²	230A
150 mm ²	273A
240 mm ²	385A
300 mm ²	425A

Kosten windmolen

Daniele Antico

Platform:

Er is een platform ontworpen waarop de windmolen wordt verankerd. Dit platform is voorzien omdat de windmolen niet rechtstreeks op het dak mag verankerd worden en de juiste hoogte heeft voor een maximale windopvang. In de bijlages vind u de tekening, alle berekeningen van het platform en de offertes om het platform te laten maken.

Bijlage 1 Offertes van verschillende lasbedrijven

Bijlage 1

METAALCONSTRUCTIES: T +32 89 411304 | F +32 89 411305 | E info@keijersmetaal.be
METAALHANDEL: T +32 89 563225 | F +32 89 562758 | E handel@keijersmetaal.be

Offertenr.: **JG / 2014 – 128**

PXL Diepenbeek

Offertedatum: 28-05-'14

T.a.v.: Daniele Antico

Onderwerp: Platform windmolen

Tel.: 0478 75 68 13

Fax:

E-mail: daniele.antico@student.pxl.be

PRIJSAANBIEDING

Geachte,

Ingevolge uw prijsaanvraag, waarvoor ik u dank, laat ik u mijn beste prijs geworden voor het maken en leveren een ondersteuning voor een windmolen volgens aangeleverde tekeningen:

- Frame uit koker 100x100x5 ($\pm 48,5$ lm)
- Frame opgesplitst in 3 delen t.b.v. transport en galvanisatie (zie schets in bijlage)
- Plaat t.b.v. bevestiging windmolen incl. gaten volgens aangeleverde tekening (diameter van gaten nog te bevestigen) vast gelast aan frame.

Totaalprijs: € 3.200,00

- Opp. Behandeling: gegalvaniseerd
- BTW: ten laste van opdrachtgever
- Levering: te bespreken
- Betaling: 30 dagen na factuurdatum

In de hoop vereerd te mogen worden met dit werk groet ik u met de meeste hoogachting,

Alle vermelde prijzen zijn exclusief BTW

Algemeen:

- Bovenstaande offerte werd gemaakt a.d.h.v. de door u ter beschikking gestelde plannen en bestektekst. Wijzigingen t.o.v. deze gegevens zullen aanpassingen van onze offerte tot gevolg hebben.
- De geldigheidstermijn van deze offerte bedraagt 1 week.
- De hoeveelheden in deze offerte vermeld, blijven tegensprekelijk in het werk op te meten.
- De werf dient goed toegankelijk te zijn voor ons personeel, onze vrachtwagens, hoogwerkers en materialen.
- Verticaal transport is ten laste van de opdrachtgever en dit zonder wachttijden
- Nutsvoorzieningen (water, elektriciteit, telefoon, sanitair, enz.) dienen gratis door de opdrachtgever ter beschikking gesteld te worden
- Vrijgekomen afvalproducten, zoals hout, plastic, verpakkingen, enz., zullen op een daarvoor bestemde plaats op de werf verzameld worden. De afvoer hiervan blijft ten laste van de opdrachtgever.
- Prijzen zijn berekend op huidige grondstofprijzen: wijzigingen hiervan kunnen verrekend worden. ▪ Gewicht berekend met soortelijke massa van 8,00 kg/dm³

BTW BE 0422.273.959

RPR Tongeren

Reg. Nr. 422273959/10.23.01

Pagina 1 van 1

RE: Prijsofferte aanvraag

Michel Jacobs <michel.jacobs@jacometal.be>

vr 23-5-2014 13:57

Aan: Daniele Antico <Daniele.Antico@STUDENT.PXL.BE>;

Dag Daniele,

Voorzie hier 3.756 EUR + btw voor (excl. plaatsing en levering)

Als dit interessant is kan je laten horen waar het moet geleverd worden

Met vriendelijke groeten, meilleures salutations, Friendly Greetings, Mit freundlichen Grüßen,



Reeckervelt 17

B-3770 Riemst

Tel. +32

(0) 12

39 18 88

GSM +32

(0) 478

20 19 40

RE: Offerte Platform

mitalsi@hotmail.com namens Yousef Mitalsi <info@m-metal.be>

ma 26-5-2014 10:38

Aan: Daniele Antico <Daniele.Antico@STUDENT.PXL.BE>;

Beste,

Deze constructie kunnen we vervaardigen mits de zij kokers monteerbaar worden. Deze vergemakkelijkt de transport en houd de vervoerbaar op 2m op 2m. De prijs zal geleverd en verzinkt 2775 € bedragen exl. btw

Wel moet u rekening houden met onze agenda en zouden we goed op voorhand moeten weten wanneer het opgeleverd dient te worden. 4 weken van te voren bestellen is van hoog belang.

Mvg,

Metalsa bvba
0477517266



Hengelhoefstraat 162 - 3600 Genk
 Poort GENK - 0412 - België
 Tel. 089/32 22 77 - Fax 089/36 25 49
 info@werkhuizen-hengelhoef.be
 www.werkhuizen-hengelhoef.be

Aan: Werkhuizen Hengelhoef
 Industrial Contracting
 Hengelhoefstraat 162
 Industrierrein Noord-Zone 1

B-3600 Genk

t.a.v.:

Fax: +32 89 36 25 49

PRIJSOFFERTE: 0020140693

Datum: 27/05/2014 **Prijzen in EUR**

Betreft: Uw aanvraag:

Geachte,

Wij danken U voor uw prijsaanvraag en hebben het genoegen U geheel vrijblijvend aan te bieden:

Aantal Enh	Omschrijving	Eenheidsprijs
4.074,000/Set	1,00 SetConstructie Daniele Antico-student PXLChassis voor windmolen	

Uit buis 100x100x5 Demonteerbaar uitgevoerd, dus:--Schroefbare
 bovenplaat middenstuk 4000x2000mm 2 zijstukken
 4000x1000mm

1,00 Set Galvaniseren van constructie 1.160,000/Set incl. levering
OPGELET: plaat van 2000x2000 x 5
 mm zal krom trekken bij het
 galvaniseren.
 Alternatieven zijn:

- plaat in RVS uitvoeren (meerprijs 275€)
- plaat vastlassen op constructie en dan galvaniseren (geen meerprijs, maar ook niet meer demonteerbaar)

Totaal excl. BTW 5.234,00

**Prijs enkel geldig bij
ongedeelde opdracht.**



en te komen
o

gen einde maand bij positief advies kredietverzekering

Hengelhoefstraat 162 - 3600 Genk
Poort GENK - 0412 - België
Tel. 089/32 22 77 - Fax 089/36 25 49
info@werkhuizen-hengelhoef.be
www.werkhuizen-hengelhoef.be

Aan: Werkhuizen Hengelhoef
Industrial Contracting
Hengelhoefstraat 162

Industrieterrein Noord-Zone 1

B-3600 Genk

t.a.v.:

Fax: +32 89 36 25 49

PRIJSOFFERTE: 0020140693

Datum: 27/05/2014 **Prijzen in EUR**

Betreft: Uw aanvraag:

BTW: 21% ten uwe laste

Geldigheid: 3 WEKEN

Verkoopvoorwaarden: Zie onze website www.werkhuizen-hengelhoef.be rubriek

Informatie of verkrijgbaar op aanvraag. Wij hopen met uw order vereerd te worden.

Demping

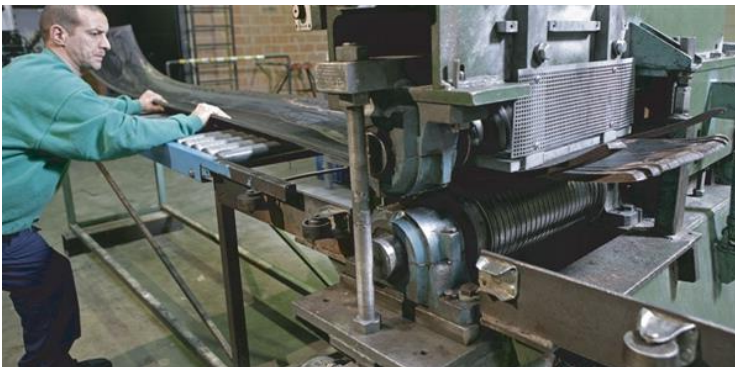
We hebben een soort demping nodig om beschadiging aan het dak te voorkomen en ook voor de trillingen van de windmolen zelf te reduceren.

Er zijn 3 mogelijkheden voor demping.

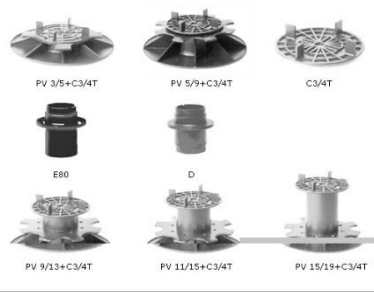
Mogelijkheid 1: Dempingsplaten gebruiken



Mogelijkheid 2: stroken autobanden gebruiken



Mogelijkheid 3: Tegelhoeder gebruiken



Ik geef de voorkeur aan mogelijkheid 1, omdat dit ten opzichte van mogelijkheid 2 veel goedkoper is. Het probleem bij mogelijkheid 3 is dat we dan een puntbelasting krijgen, wat we willen vermijden.

Bijlage: Offerte van de dempingsplaat en offerte van de autobanden

Bijlage: Offertes

Offerte Dempingsplaat:

27-5-2014

RE: Dempingsplaten - Daniele Antico

75

RE: Dempingsplaten

Thierry Grundey <grundey@skynet.be>

vr 23-5-2014 12:51

Aan: Daniele Antico <Daniele.Antico@STUDENT.PXL.BE>;

Jawel.

Zelfd prijs

De : Daniele Antico [<mailto:Daniele.Antico@STUDENT.PXL.BE>]

Envoyé : vendredi 23 mai 2014 12:48

À : Thierry Grundey

Objet : Re: Dempingsplaten

Het is voor in Diepenbeek te laten
leveren. Ligt langs Hasselt. Is dit
mogelijk?

Mvg

Daniele

Op 23-mei-2014 om 12:46 heeft "Thierry Grundey" <grundey@skynet.be> het
volgende geschreven:

Jawel.

In brussel = 15 eur vervoer kost

De : Daniele Antico [<mailto:Daniele.Antico@STUDENT.PXL.BE>]

Envoyé : vendredi 23 mai 2014 12:40

À : Thierry Grundey

Objet : Re: Dempingsplaten

Beste

Kan dit ook geleverd worden?

Mvg

Daniele

Op 23-mei-2014 om 12:37 heeft "Thierry Grundey"

<grundey@skynet.be> het volgende geschreven:

Geachte,

volgens Uw aanvraag, hierbij ons voorstel voor VIBRAGUM CHC:

<https://outlook.office365.com/owa/#viewmodel=ReadMessageItem&ItemID=AAMkADgzNDkyMjhjLTNiNzUtNDE1Ni04YWUyLTExZDdhYzNINjI4OQBGA...> 1/4 27-5-2014 RE: Dempingsplaten - Daniele Antico

1000x150x15mm 30 stuks @ 9,40 EUR/STUK btw excl.

TERMIJN: 3 DAGEN

BETALING: contant op afhaling

Met vriendelijke groeten,

Thierry
Grunde
y

Offerte Autoband stroken:

77

Bandencentrale Timmers BVBA

	Offerte
	Factuur aan: Daniele Antico
	Adres:
Weg Naar Zwartberg 1 3530 Houthalen Beobank BE17 953 0161266 21 0494/58 70 71 www.banden--- timmers.be wimtimmers@me.com H.R.H : 69.376 BTW : BE 0432.393.732	Telefoon: E-mail: BTW:

Referentie :



Beschrijving	Eenheden	Kosten per eenheid		Bedrag
Bandenstrook per meter	30	€	39,00	€ 1.170,00
				€ -
Milieubijdrage klasse 1			2,36	€ -
Milieubijdrage klasse 1B			4,77	€ -
Bandenlabel				
Energiezuinigheid :				
Grip op nat wegdek :				
Extern rolgeluid :				

	Subtotaal factuur	€	1.170,00
	Btw-tarief		21,00%
	Btw-bedrag		245,70
	TOTAAL	€	1.415,70

Verkoopsvoorwaarden : Alle facturen zijn contant betaalbaar. Klachten of bemerkingen tot de
en de desbetreffende facturen moeten, om geldig te zijn, binnen 8 dagen na de
worden kenbaar gemaakt. Bij laattijdige betaling is automatisch, en zonder ingebrekestelling
verschuldigd van 10% van het voertuig verdwijnen, is derhalve geen verhaal mogelijk. De
indien goederen uit het voertuig verdwijnen, is derhalve geen verhaal mogelijk. De voertuigen

Windmeter:

Er is een constante opvolging van de windsnelheid nodig en daarvoor gebruiken wij een windmeter die constant zonder onderbreking de windsnelheid binnen leest.

Bijlage: Offerte windmeter

Bijlage: Offerte windmeter

Rexel Belgium

Zuiderlaan, 91 bus 3

1731 ZELLIK

TVA/BTW : BE437237396

HOGESCHOOL PXLELFDE LINIESTRAAT 24
3500 HASSELT

Tel 011/77 55 55

Fax 011/77 55 55

Offerte behandeld door: Murtaza Caliskan

Mail mcaliskan@rexel.be

Tel.: 011/81.09.57

Fax 011/81.73.16

Uw commercieel afgevaardigde: - Philippe Vanspauwen

Mail pvanspauwen@rexel.be

Tel.: 0474/86.75.30

Betalingvoorw. 30 dagen, einde maand

OFFERTE 2134663.0 (te vermelden bij bestelling)

Pagina 1 / 2

Klant Nr	Uw referentie	Datum	Vervaldatum
1035232	windsnelheid	08/04/14	08/05/14

Geachte Mevrouw, geachte Heer,

Wij danken u voor uw prijsaanvraag, hierop volgend zenden wij U hieronder onze beste verkoopsvoorwaarden door, voor de door U gevraagde artikelen.

De vermelde prijzen zijn uw netto aankooprijzen exclusief BTW, geldig voor de volledige offerte en dit tot de vervaldatum. Extra taksen (Recupel en Bebat) worden afzonderlijk vermeld.

Op het moment van bestelling wordt de prijs van producten onderhevig aan de schommeling van grondstofprijzen aangepast aan het geldige tarief.

Niet-gestockeerde of beheerde artikelen die speciaal voor U werden besteld worden noch teruggenomen, noch ingeruild, tenzij met toestemming van de leverancier en diens condities.

De levering wordt uitgevoerd volgens onze algemene verkoopvoorwaarden die U kan terugvinden op de website van REXEL www.rexel.be.



Wij verwachten u op de nieuwe versie van Netstore



OFFERTE 2134663.0 (te vermelden bij bestelling)

Pagina 2 /

L	Referentie/Omschrijving	Aant.	Eenh.	Netto	To
10	AALE9118819 WINDRICHTINGSENSOR 02/05/14	1	P	588,9646	
	AWR-A2 Windrichtingssensor (0-360°, vaan) AWR-A2 4-20 mA, kabellengte 5m				
20	AALE9118820 CUPANEMOMETER 0..30M/S 02/05/14	1	P	484,9709	
	AWS-A2 Cupanemometer 0..30m/s AWS-A2				

Totaal excl. BTW	1073,93 €
Ecotaksen	

Naam

Handtekening voor akkoord

Plaatsing en de elektrische installatie

Dankzij de samenwerking met de constructeurs van de windmolen, kunnen wij via hun de plaatsing en installatie veel goedkoper laten gebeuren.

Bijlage 1: Offerte van de constructeurs

Bijlage 1

Offertenummer...

0

Klantnummer

1035232

Rexel Belgium nv/sa

Order

Afdrukdatum

28/05/14

Zuiderlaan, 91 bus 3

Offertedatum

1731 ZELLIK

28/05/14

TVA/BTW : BE437237396 RC/HR : B.623.716

Offerte-adresOnze refer. BER-Bart**HOGESCHOOL PXL**

Aerts

bart.aerts@rexel.be

IND - Philippe Vanspauwen

ELFDE LINIESTRAAT**24**

Tel 011/81.09.40

3500 HASSELT

Fax 011/81.73.16

Tel 011/77 55 55

Fax 011/77 55 55

Leveringsvoorw.Betalingsvoorw.

/

30 dagen, einde maand

Uw referentieTransportwijze

Wegvervoer -----

De prijzen zijn netto excl. BTW !

.

.

De prijzen van de kabelproducten zijn afhankelijk van de koperprijs

Product

Hoeveelheid

Eenh.prijs

Bedrag

Vervald.**28/06/14**

10 (1) CABCTMB5G6	125 M	3,1522	394,03
CTMBN H07RN-F 5G6			

20 (1) BPP094123	126 M	0,4362	54,96
PVC BUIS GRIJS RAL7037 M25			

30 (1) FIN7E1682300010	2 P	104,8960	209,79
ENERGIETELLER 65A MONO MID-D			

40 (1) SERR9R01440	2 P	45,6280	91,26
RESI9 ID 4P 40A 30 MA A			

50 ! (2) AALE9118820	1 P	540,0475	540,05
CUPANEMOMETER 0..30M/S			
AWS-A2			

60 ! (2) PONE9125206	1 P	1.320,6992	1.320,70
PVI-3.6-TL-OUTD-W POWER CURVER OWNER			

70 ! (2) PONE9125208	1 P	359,7240	359,72
THREE PHASE RECTIFIER			
PVI-7200-WIND-INTERFACE-EU			

VERKOOPOFFERTE

Pag. 2

Rexel Belgium nv/sa

Order

Afdrukdatum

28/05/14

87

Offertedatum

28/05/14

<u>Offertenummer...</u>
0
<u>Klantnummer</u>
1035232

Product	Hoeveelheid	Eenh.prijs	Bedrag
---------	-------------	------------	--------

Totaal orderlijn.....		-----	2.970,51
-----------------------	--	-------	----------

Totaal.....		EUR	-----
			2.970,51

<1> Product op voorraad , behoudens verkoop <2> Product NIET op voorraad, moet besteld worden bij onze leverancier, wordt na levering niet teruggenomen! <3> Product NIET in het gamma, moet besteld worden bij onze leverancier, wordt na bestelling niet teruggenomen!

Eindresultaat

