



LAGERWEY WINDTURBINE B.V.

Postbus 6401

3774 ZG Kootwijkerbroek

Tel.: 03423-2265 / Fax : 03423-2353

**ELEKTRO-TECHNISCHE
BESCHRIJVING VAN DE
LAGERWEY 18/80 WINDTURBINE**

INTRODUCTIE

Deze brochure betreft het elektrische systeem en beschrijft details over diverse componenten, waarden en aansluitingen.

Daar waar van toepassing hebben de voorschriften van de samenwerkende energiebedrijven en de landelijke normen (NEN 1010 en de NEN 6096) als richtlijn gediend. Echter, op sommige lokaties in zowel binnen- als buitenland, dient rekening gehouden te worden met een mogelijk afwijkende regulering.

Plaatsing van een wind-turbine dient dan ook te allen tijde in overleg te gaan met de (plaatselijke) autoriteiten, het energie bedrijf en eventuele omwonenden.

INHOUD

De volgende paragrafen zijn opgenomen:

1. Netaansluiting
2. Schema van de elektrische installatie
3. Opwekking
4. Omvormer
5. Netfilter
6. Netbeveiliging
7. Bliksem afleiding
8. Locatie van de regeleenheid
9. Cosinus phi (arbeidsfactor)
10. Hogere harmonischen

Bijlagen:

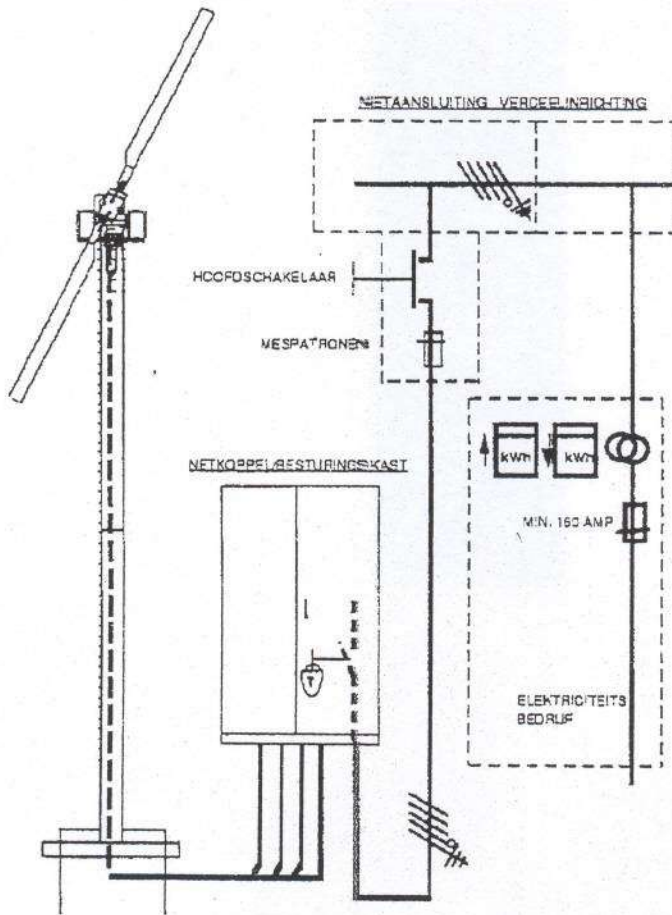
- A. Waarden en prestaties van de LAGERWEY 18/80
- B. Tekening van de LAGERWEY 18/80
- C. COS PHI grafiek (berekende waarde)

1. NETAANSLUITING

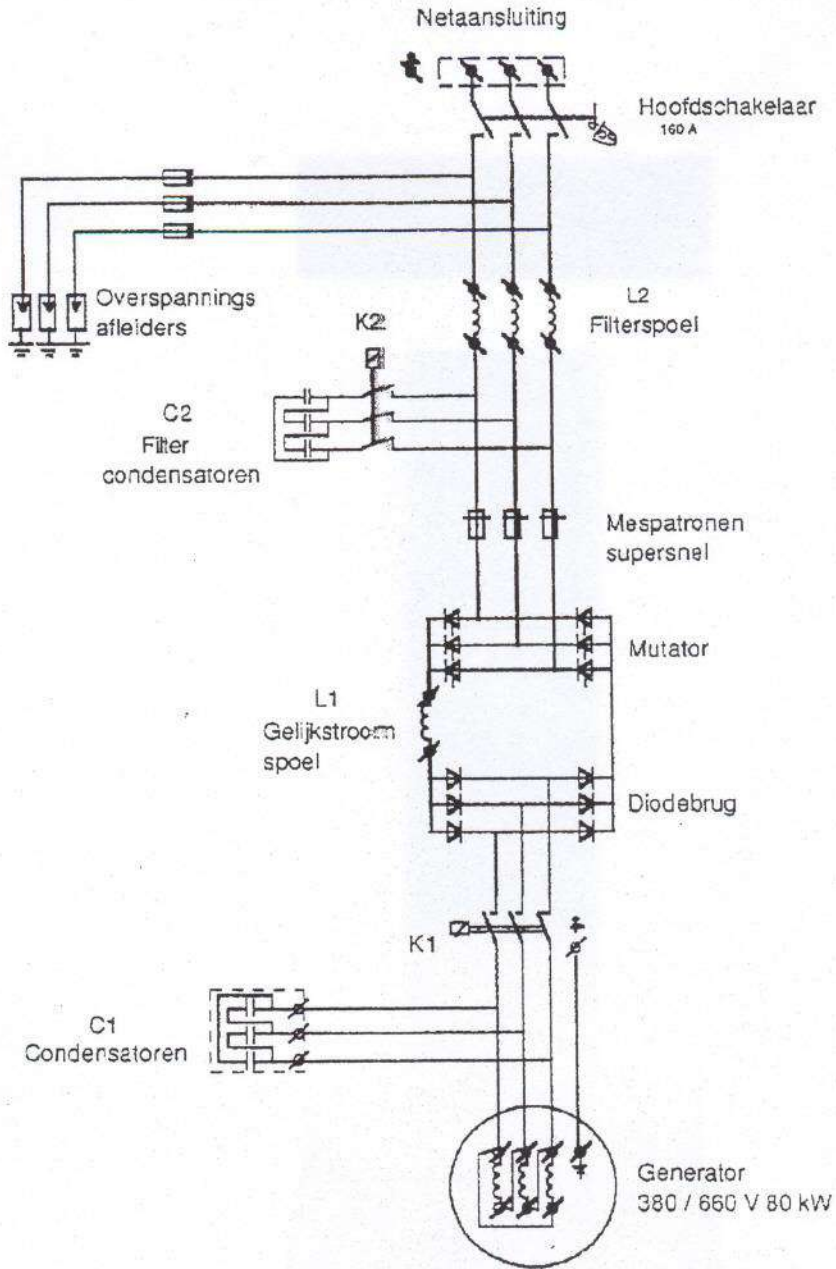
Aansluitingen op het openbare net gebeuren in Nederland normaal gesproken door het energiebedrijf. De manier waarop dit gebeurt kan per locatie en per energiebedrijf enigszins afwijken. Vanaf de netkoppel/besturingskast is de opgewekte elektriciteit, qua spanning en frequentie, geschikt voor terug levering op het net. Er dient alleen nog een voorziening getroffen te worden voor het meten van het vermogen. Daartoe worden een tweetal kWh-meters geïnstalleerd; één voor het terug geleverde vermogen en één voor het opgenomen vermogen.

Wanneer de kabellengte korter dan 160 meter is, kan gebruik gemaakt worden van kabels met een ader doorsnee van 50 mm².

Voor de kabel van de generator naar de omvormer geldt het zelfde, echter, deze hoort tezamen met de besturingskabels in principe tot de levering van Lagerwey.



2. SCHEMA VAN DE ELEKTRISCHE INSTALLATIE



3. OPWEKKING

De energie-opwekking geschiedt met behulp van een normale kortsluitankermotor die wordt gebruikt als generator. De motor kan als generator werken wanneer deze door een blindstroom zelf-opwekkend wordt gemaakt. De blindstroom zorgt voor het benodigde magnetisch veld en wordt verkregen met behulp van een condensatorenbatterij (C1). De capaciteitswaarde van de condensatoren is maatgevend voor de grootte van het magnetisch veld en daarmee voor het afgegeven vermogen.

4. OMVORMER

De netkoppeling wordt tot stand gebracht door middel van het AC/DC/AC principe. Dit betekent dat de opgewekte drie-fasen wisselspanning wordt omgezet in een gelijkspanning en vervolgens weer in een drie-fasen wisselspanning. Voordeel van dit principe is dat de generator volledig onafhankelijk is van de net-frequentie van 50 Hz en daardoor een variabel toerental kan draaien. De vermogensoverdracht van de generator naar het elektriciteitsnet vindt plaats in de gelijkstroom tussentrap. Hier leunt als het ware de door de diodebrug gelijkgerichte wisselspanning tegen de door de mutator geschakelde netspanning. In de gelijkstroomkring is een smoorspoel (L1) opgenomen die als buffer dient om de thyristor schakelpieken te dempen naar de generator. De hoogte van de gelijkspanning wordt bepaald door de netspanning en door de instelling van de mutator-besturing die het schakelen van de thyristoren regelt.

Doordat de generator geleidelijk spanning opbouwt bij het aanlopen worden grote inschakelstromen in het net voorkomen, hetgeen niet alleen elektrisch, maar ook mechanisch voordelen heeft.

Bij normaal bedrijf is de netkoppeling (K1) steeds ingeschakeld, het al dan niet terugleveren van de turbine aan het net is afhankelijk van het rotortoerental en de windsnelheid.

5. NETFILTER

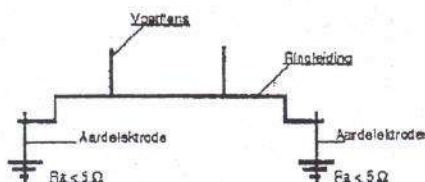
Om de opgewekte stroom met zo weinig mogelijk vervuiling op het openbare elektriciteitsnet af te leveren, wordt deze eerst door een filter gestuurd. Dit filter, ook laagdoorlaat-filter genoemd, bestaat uit een spoel (L2) en een condensatoren batterij (C2). Na het inschakelen van de netkoppeling wordt gecontroleerd of de generatorspanning voldoende is voor levering aan het net. Wanneer dat het geval is wordt door middel van een relais (K2) condensatoren batterij C2 ingeschakeld. Het filter is zo gedimensioneerd dat niet alleen de hinderlijke hogere harmonischen, die door de mutator geproduceerd worden, voldoende worden uitgefilterd maar tevens wordt een optimalisatie van de $\cos \phi$ verkregen.

6. NETBEVEILIGING

Aan de netzijde zijn vier overspanningsbeveiligingen geplaatst om schade door bliksem of andere netspanningspieken tegen te gaan. Tevens wordt de netspanning gemeten om de windturbine uit te kunnen schakelen wanneer er iets met de netspanning niet in orde is, bijvoorbeeld fase-ultval of spanningsverhoging. De thyristoren van de mutator worden extra beveiligd met supersnelle mespatronen, die bij storing schade moeten voorkomen. De voeding voor de kruimotor, besturing en mutatorbesturingsprint is gezekeerd door schroefpatronen en een aardlekschakelaar. Als laatste schakel is een vergrendelbare hoofdschakelaar ingebouwd.

7. BLIKSEM AFLEIDING

Direct naast de fundering van de turbine worden twee zich tegenover elkaar bevindende aardelektroden geslagen elk met een roestende weerstandswaarde kleiner dan 5 Ohm. De elektroden worden aangesloten op de voetflens van de mast met een massief koperen draad van 50 mm², welke door zich in de fundering bevindende buizen gevoerd worden. Tevens zal een ringleiding van koperdraad met een doorsnede van 50 mm² op een afstand van één meter rond de fundering gelegd worden, op een diepte van 0,6 meter onder het maaiveld. Ook deze ringleiding wordt verbonden met de aardelektroden

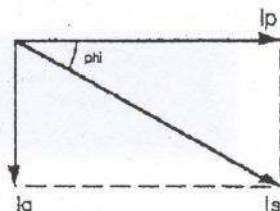
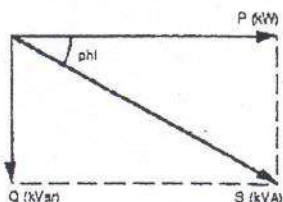


8. LOCATIE VAN DE REGELEENHEID

Voor de besturing van de Lagerwey 18/80 wordt gebruik gemaakt van twee micro-processors. Eén van de processors bevindt zich in de gondel, de ander vindt onderdak in de netkoppel/besturingskast. Deze kast huisvest niet alleen de besturingscomponenten, maar tevens de vermogens elektronica die de net-koppeling bewerkstelligt. Wanneer de turbine geplaatst is nabij een woonhuis of bedrijfspand dan wordt, in verband met de netkoppeling, de netkoppel/besturingskast veelal nabij de bestaande elektriciteits-aansluiting in het pand geplaatst. Is daarentegen geen plek voorhanden in een van de nabij gelegen panden of is de locatie te afgelegen, dan zijn er speciale betonnen hokjes beschikbaar die op of nabij de fundatie van de turbine geplaatst kunnen worden. Deze hokjes zijn zo ontworpen dat ze precies de regelapparatuur van de turbine en de aansluitkast van het energie bedrijf kunnen bevatten.

9. COS PHI (ARBEIDSFACTOR)

De $\cos \phi$ is de verhouding tussen het werkelijke vermogen en het schijnbare vermogen. Het werkelijke, blind, en schijnbare vermogen is grafisch als volgt weer te geven. Voor de stromen geldt een identieke situatie.



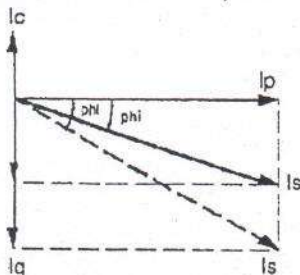
Het werkelijke vermogen (P) is het vermogen dat door de windturbine geleverd wordt, dit vermogen wordt door een kWh-meter geregistreerd. Het blindvermogen (Q) is het vermogen dat niet "gezien" wordt door een kWh-meter, maar benodigd is voor het mutatorsysteem. Indien er geen of onvoldoende maatregelen getroffen worden, wordt het blindvermogen aan het net onttrokken. Vandaar dat elektriciteits maatschappijen richtlijnen hebben opgesteld omtrent blindstromen. Dit is veelal vastgelegd in de $\cos \phi$.

Het (totale) schijnbare vermogen (S) is:

$$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

Uit bovenstaande formule blijkt dat wanneer het blindvermogen gelijk is aan 0, het schijnbare vermogen gelijk is aan werkelijk vermogen. De hoek tussen S en P is 0, waardoor $\cos \phi$ de waarde 1 aanneemt: de ideale situatie.

Naarmate de blindstroom toeneemt zal de $\cos \phi$ afnemen. Om de $\cos \phi$ te verbeteren kunnen condensatoren bijgeschakeld worden. In onderstaand figuur is te zien dat condensatoren een compenserende werking hebben; I_c is tegengesteld aan I_q .

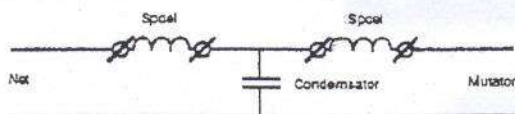


In een formule wordt het als volgt weergegeven:

$$S = \sqrt{P^2 + (Q_{\text{mutator}} - Q_{\text{condensator}})^2}$$

Indien het vermogen van de condensatoren gelijk is aan het blindvermogen van de mutator, dan is het schijnbare vermogen gelijk aan het werkelijke vermogen: $\cos \phi$ is gelijk aan 1.

Om de LW 18/80 ook bij lage windsnelheden terug te kunnen laten leveren, is er een laag/hog schakeling ingebouwd. Met behulp van deze schakeling kan de $\cos \phi$ van de mutator worden beïnvloed. Het schakelen wordt gerealiseerd door de mutatorbesturingsprint. In de stand 'laag' hebben de thyristoren een ontsteekhoek van 135° , de $\cos \phi$ is dan 0,707. In de stand 'hoog' hebben de thyristoren een ontsteekhoek van 150° , wat correspondeert met een $\cos \phi$ van 0,866. Het laag/hog schakelpunt ligt bij 25 kW vermogens afgifte. Om de bovengenoemde $\cos \phi$ waarden te verbeteren worden er condensatoren bijgeplaatst die een zodanig gekozen capaciteit hebben dat over een zo groot mogelijk gebied de blindstromen maximaal gecompenseerd worden. Het vereenvoudigde vervangingsschema van de $\cos \phi$ compensatie wordt als volgt weergegeven:



In bijlage C. is een grafiek opgenomen hoe de berekende $\cos \phi$ zich verhoudt ten opzichte van het geleverde vermogen. Aanpassingen voor specifieke netinpassingen of specifieke netblindstroom waarden zijn hier niet in opgenomen.

10. HOGERE HARMONISCHEN

Hogere harmonische stromen zijn stromen waarvan de frequentie een veelvoud van de netfrequentie is. We spreken dan bijvoorbeeld over de 5^e harmonische wanneer we een stroom met een frequentie van 250 Hz bedoelen. Omdat hoger harmonischen een vervuiling van het ideale leveringssignaal (sinus) tot gevolg hebben en dus de kwaliteit van de stroom voor verbruikers nadelig beïnvloedt, is het belangrijk het aandeel van de hoger harmonischen binnen bepaalde grenzen te houden.

De mutator veroorzaakt bij het omvormen van de gelijkstroom naar 3 fase wisselstroom ook enige vervuiling op het net. Die vervuiling bestaat uit hoger harmonischen. Hoger harmonische stromen zijn met behulp van filters te reduceren. Echter, om dat te kunnen bewerkstelligen is het noodzakelijk om te weten welke hoger harmonische stromen door de mutator worden veroorzaakt. Door middel van de formules van Fourier is het mogelijk de stroom te analyseren. Zo blijkt het dat het aantal thyristoren uit het mutator omrichter systeem bepalend is voor welke hoger harmonische stromen worden afgegeven. In het algemeen geldt het volgende: $n = m * p \pm 1$

Hierin is
 n: het ranggetal van de harmonische
 m: een natuurlijk getal
 p: het aantal thyristoren

Het aandeel van een hogere harmonische stroom kan theoretisch nooit hoger worden dan de reciproque waarde van het ranggetal. D.w.z. dat de 5^e harmonische stroom nooit groter kan worden dan 1/5 van de grondharmonische stroom en de 7^e harmonische niet groter dan 1/7 van de grondharmonische stroom enzovoort. Hieruit volgt dat naarmate het ranggetal hoger wordt het minder belangrijk is om te filteren, omdat het relatieve aandeel van de desbetreffende hogere harmonische stroom steeds kleiner wordt.

Omdat de hier gebruikte mutator 6 thyristoren heeft, betekent het voor de LW 18/80 dat de 5^e harmonische, de 7^e, 11^e, 13^e enz. voorkomen, waarvan met name de 5^e en de 7^e harmonische hinderlijke proporties aannemen. Nu echter de belangrijkste bron van vervuiling bekend is kan hierop doelgericht worden gereageerd: Voor de netaansluiting is een LC filter ingebouwd specifiek gericht op vervuilende stromen met frequenties van 250 en 350 Hz. (Zie ook het op pagina 5 beschreven netfilter).

BIJLAGE A: WAARDEN EN AANSLUITGEGEVENS

WAARDEN

GENERATOR

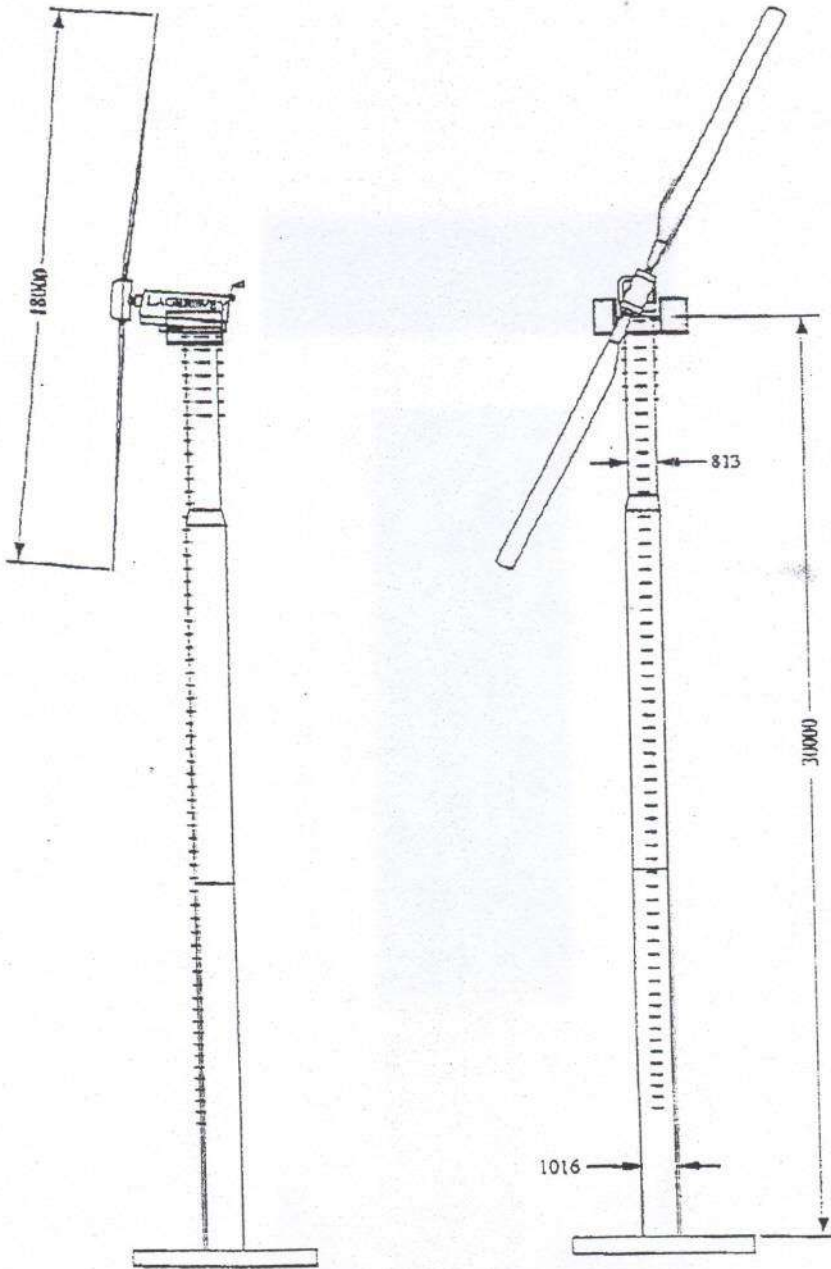
aantal	1
type	asynchroon
nominaal vermogen	80 kW
aantal polen	4
spanning	400 volt
frequentie	variabel; 40 - 80 Hz.
beschermings klasse	IP 55
isolatie klasse	F (temperatuurstijging volgens klasse B)
fabrikaat	A.B.B., Finland

NETKOPPELING

signaal omvormer	diodebrug - mutator-omrichter
signaal omvorm principe	AC - DC - AC
eindsignaal	380 V / 3 fase / 50 Hz.
pulstal van de mutator	6
maximale vermogensafgifte	85 kW
compensatie vermogen	50 kVAr
maximale stroomsterkte	136 Amp.
spannings beveiliging	ja; -5%; +10% t.o.v. 380 volt

LAGERWEY WINDTURBINE B.V. aanvaardt zich het recht voor van bovenstaande specificatie af te wijken, zonder melding vooraf.

BIJLAGE B.



Eurp. proj.



Lagerwey 18-80:op 30m mast

Rel.:



LAGERWEY WINDTURBINE BV

Postbus 6401
3774 ZG Kooijkerbroek
Tel.: 03423-2265 / Fax : 03423-2353

Get.:

e.l

a.o.:

2-1-91

Schaal.:

1:200

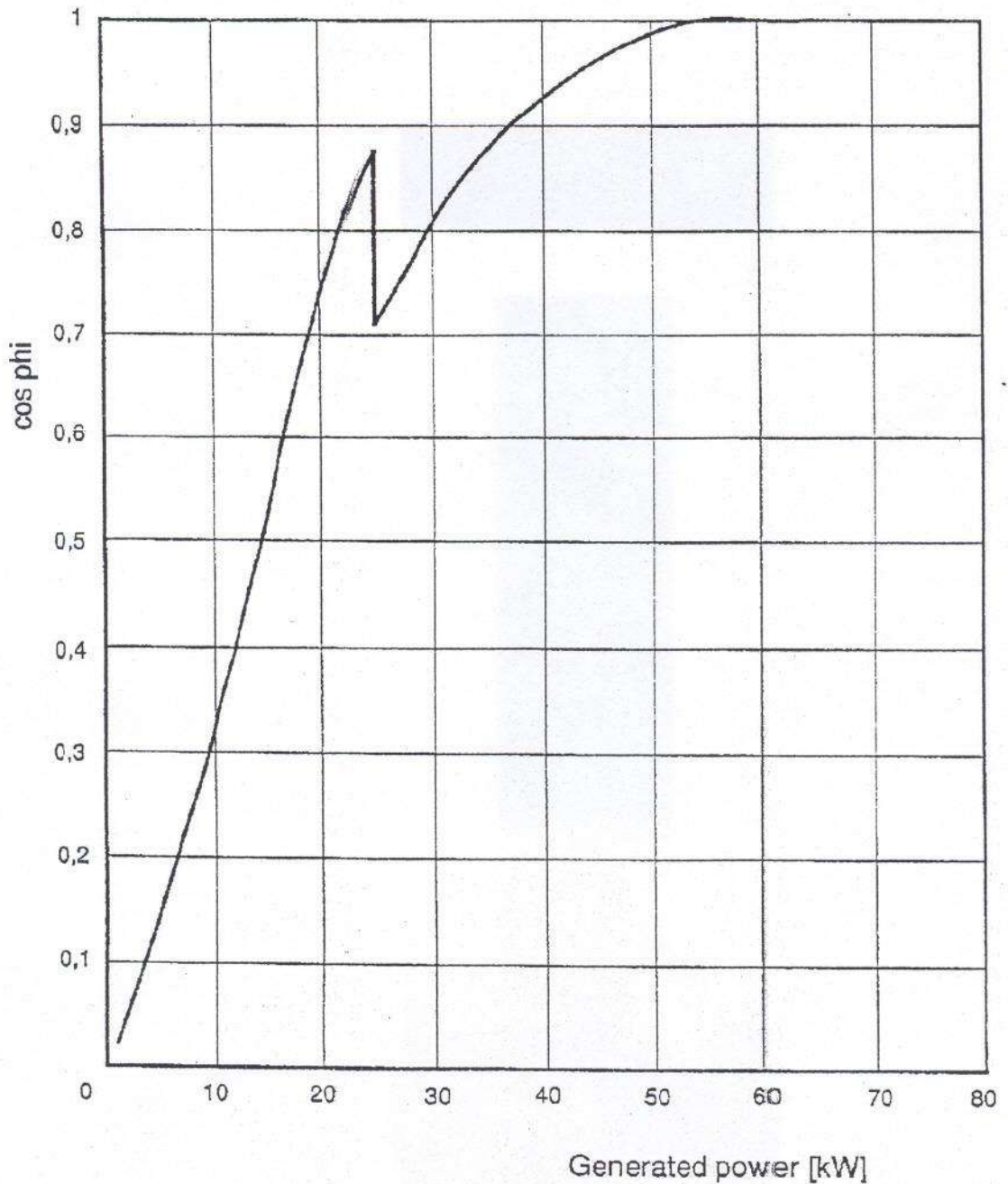
Form.:

A4

Tek.No.:

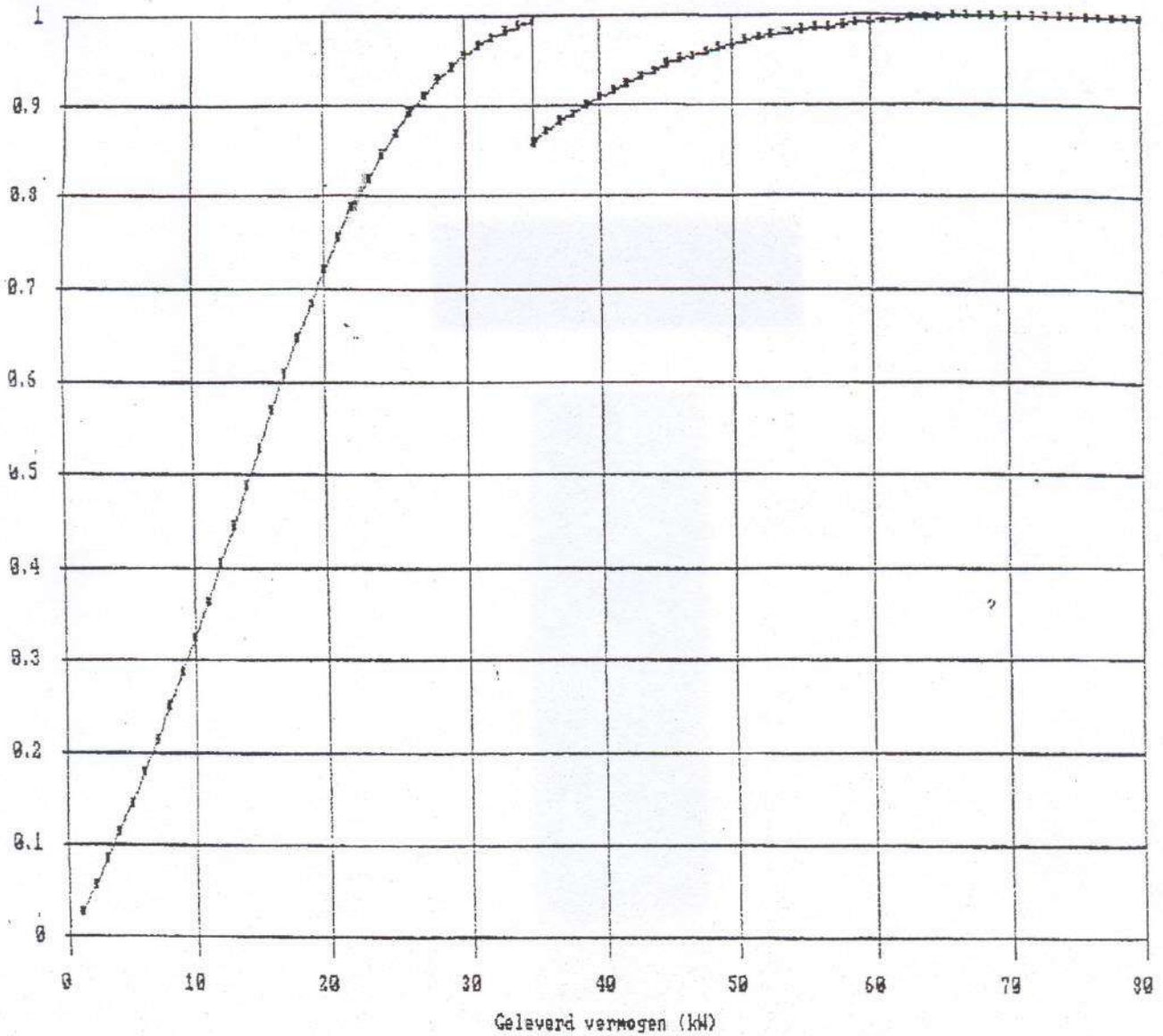
B.2400

Wijz.:

Power factor ($\cos \phi$) LW.18/80

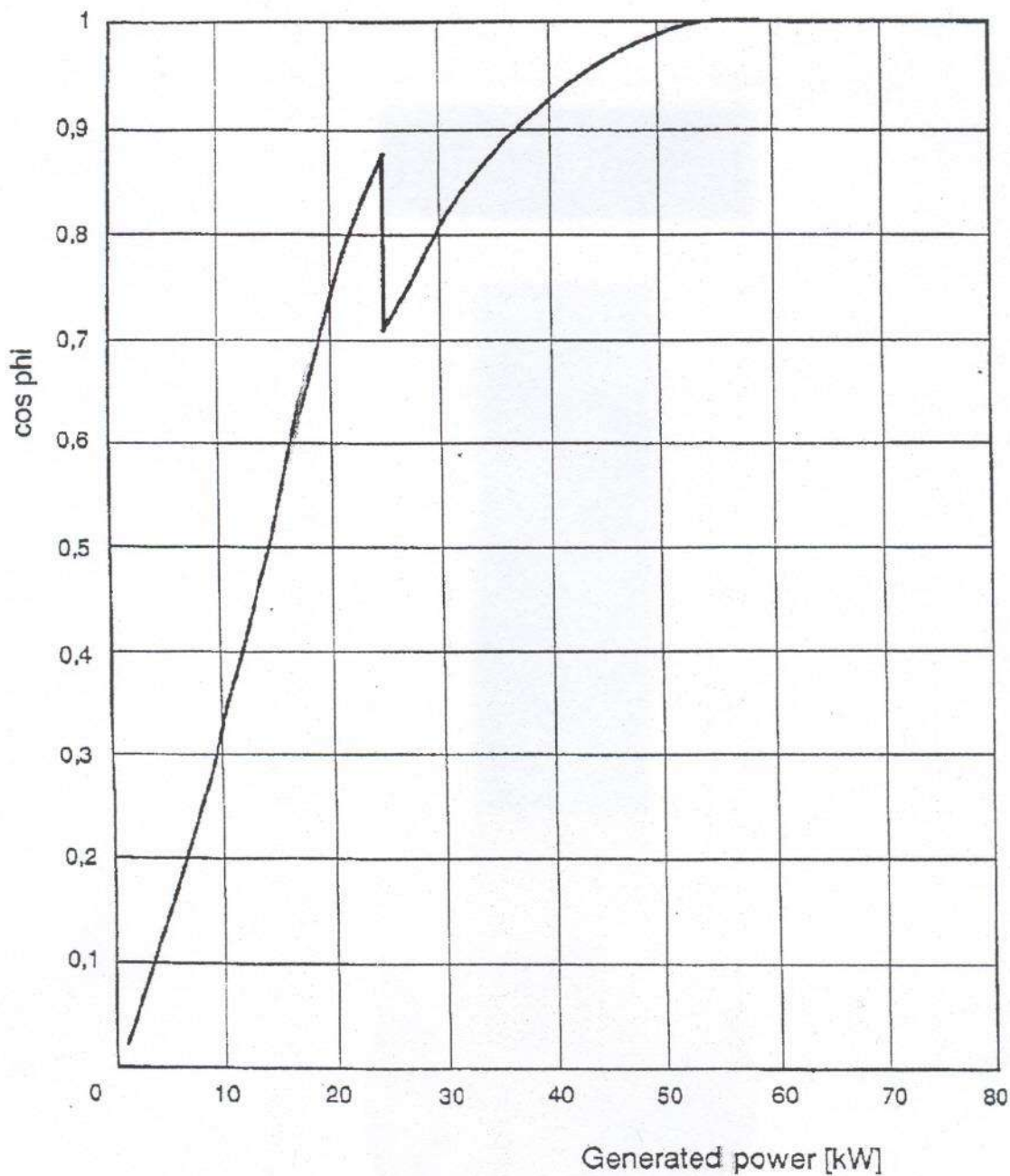
cos(fi) van de LW18/80

berekende waarden



15. dit is zo ongeveer wat
meten met extra bladzijde. Bijlage C

Power factor (cos phi) LW.18/80 (calculated values.)



Power factor (cos phi) LW.18/80 (calculated values.)

