

Perspectieven voor windenergie

Dr. Ir. L. Vermij. (Holec NV/O.B.E.)

Het volgende artikel is een verkorte versie van een inleiding, gehouden op 6 oktober j.l. in het Mikrocentrum, gedurende een lezingencyclus 'Industriële kansen op de energiemarkt'*, georganiseerd door O.B.E. (Overleggroep Bedrijfsleven Energievraagstukken) en het Mikrocentrum.

1. Inleiding

Windenergie is al een oud onderwerp. Al in de grijze oudheid werd windenergie toegepast voor de oplossing van energievoorzieningsproblemen. Moderne technieken en veranderde maatschappelijke omstandigheden maken windenergie aantrekkelijk voor nieuwe toepassingen of doen de belangstelling voor oude toepassingen herleven.

In de discussie over windenergie moet nooit vergeten worden dat deze vorm van energievoorziening een oplossing kan vormen voor een energievraag, waarvoor in vrijwel alle gevallen ook andere oplossingen mogelijk zijn. Met andere woorden, de vraag naar de perspectieven van windenergie kan alleen beantwoord worden indien een vergelijking wordt gemaakt met andere energievoorzienings-oplossingen. Dat betekent dat die vergelijking mogelijk gemaakt moet worden, wat wil zeggen dat een goed inzicht moet bestaan in al die aspecten die de (her)-introductie van windenergie voor een bepaalde toepassing bepalen. Dat zijn uiteraard allerm minst alleen technische aspecten, maar ook aspecten die voortvloeien uit maatschappelijke randvoorwaarden. Kortweg gezegd: de markt bepaalt of windenergie dan wel een andere vorm van energievoorziening zal worden toegepast.

In het volgende is getracht, in een wat vereenvoudigde opzet, een overzicht te geven van de meest belangrijke aspecten in hun onderlinge samenhang, die een rol spelen bij de introductie van windenergie. Gepoogd is dit te doen vanuit het standpunt van de gebruiker, dus enigszins vanuit de markt.

Bepalende factoren voor de toepassing van windenergie

In het algemeen zijn er twee hoofdfactoren die de toepassing of introductie van enig energiesysteem bepalen, t.w.:

- de prijs van de *aan de verbruikers* geleverde energie;
- de maatschappelijke acceptatie, d.w.z. al die factoren van b.v. planologische, juridische en bestuurlijke aard die een systeem voor een bepaalde toepassing meer of minder acceptabel maken. Er is hierbij van uitgegaan dat het betreffende energiesysteem in principe toepasbaar is voor de onderhavige energievraag.

Er zij benadrukt dat de energieprijzen die 'veroorzaakt' wordt door de energiebron alleen, in feite niet zo interessant is, althans niet bepalend voor de toepassing of introductie van die energiebron. Tussen bron en verbruiker is veelal een meer of minder uitgebreide aanpassing of infrastructuur noodzakelijk die ook betaald moet worden. Uiteindelijk is pas interessant wat de energieverbruiker voor de aan hem geleverde energie moet betalen. Hierbij mag die infrastructuur of aanpassing niet vergeten worden. De beide genoemde hoofdfactoren wor-

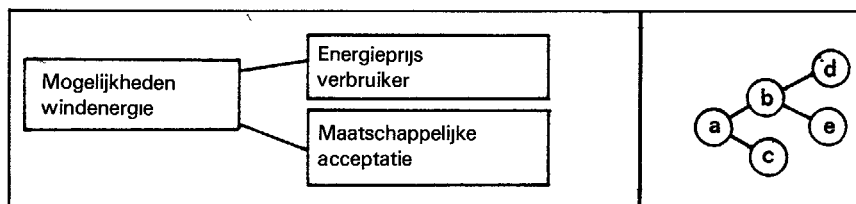
den op hun beurt bepaald door een groot aantal andere factoren. De schema's I, II en III geven voor het onderwerp windenergie de belangrijkste factoren aan.

Deze schema's moeten van links naar rechts worden gelezen. De factor *a* in schema IIa wordt bepaald door de factoren *b* en *c*, verder wordt *b* bepaald door *d* en *e*, en zo vervolgens.

In principe bepalen al deze factoren *tezamen* de mogelijkheden voor windenergie.

Er zijn enkele factoren die op meerdere plaatsen in de schema's II en III voorkomen. Blijkbaar hebben deze factoren een groter gewicht. Zo vinden we de factor 'ontwerp/constructie' op zes plaatsen in de schema's terug. Niet alleen is deze factor medebepalend voor de investering, maar is ook medebepalend voor zaken als onderhoud, levensduur, nuttige opbrengst en acceptatie. Men kan zich een situatie voorstellen waarin een zodanig ontwerp en constructie gekozen wordt dat de investering weliswaar hoger doet uitvallen, maar die toch een lagere energieprijzen doet ontstaan, omdat daarmee b.v. een hogere energie-opbrengst of lagere onderhoudskosten wordt bereikt. Met andere woorden, minimaliseren ten aanzien van één aspect is onwijs, men zal *alle* relevante aspecten in de beschouwingen moeten betrekken om tot een optimale oplossing te kunnen komen.

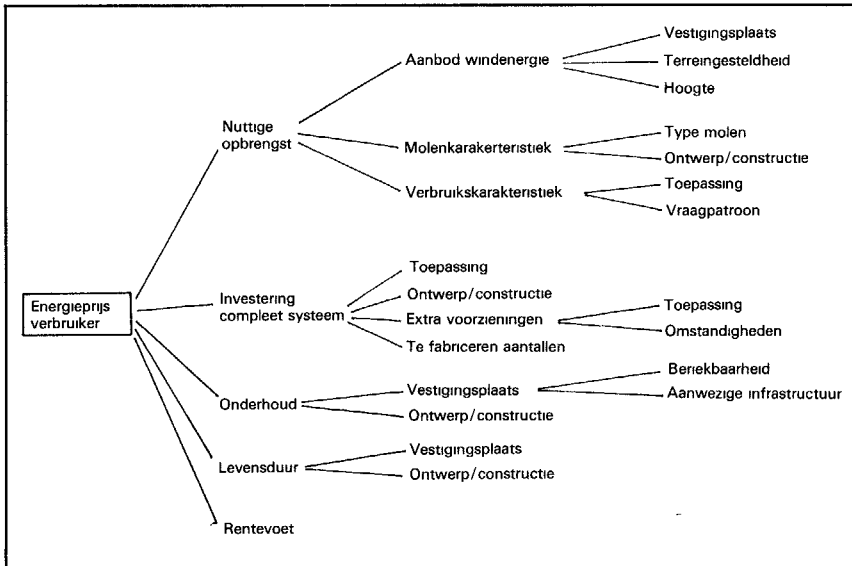
De factor 'ontwerp/constructie' kan de windmolenfabrikant tot op zekere hoogte beïnvloeden. Anders is dit met de factoren 'vestigingsplaats' en 'toepassing' die ook op meerdere plaatsen in de schema's II en III voorkomen. Van deze beide factoren zullen we de invloed goed moeten kennen, maar deze factoren zijn op zich niet te beïnvloeden. Hiermee is tevens aangeduid dat *de* optimaal ontworpen en geconstrueerde windmolen ei-



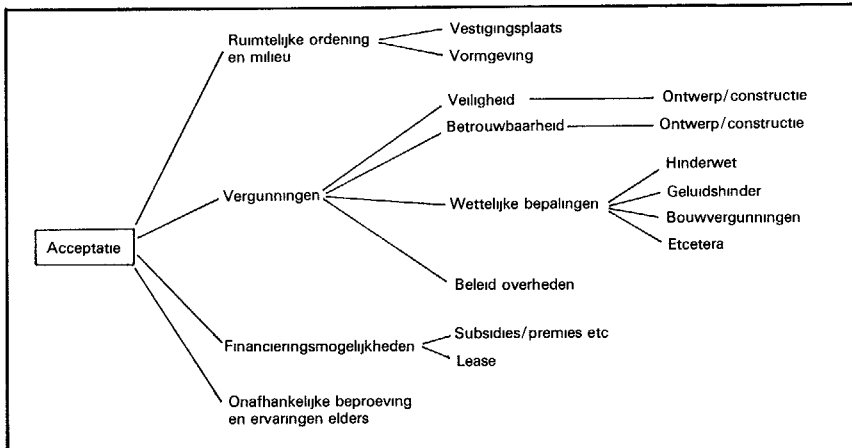
Schema I

Schema IIa

* Zie aktualiteitenrubriek, blz 4 en 5



Schema II



Schema III

genlijk niet bestaat. Als 'optimaal' betekent: zo laag mogelijke energieprijzen en zo min mogelijke acceptatieproblemen, dan zal het altijd moeten gaan om 'optimale' constructies voor bepaalde toepassingen en voor bepaalde (categorieën van) vestigingsplaatsen. De vraag is dus: *Wat* voor windmolens (type, constructie, etc.) kunnen voor *welke* toepassing *waar* op een economisch aanvaardbare wijze en acceptabel worden toegepast? Naast de hierboven genoemde factoren worden in de schema's nog een aantal factoren genoemd. De meeste hiervan spreken voor zichzelf. De aandacht zij alleen nog even gevestigd op de investeringen. Het gaat hierbij altijd om het complete systeem waarmee de gevraagde hoeveelheden energie aan de verbruikers beschikbaar gesteld kunnen worden. Hiervan vormt de investering in de molen doorgaans slechts een deel, er zijn in de meeste gevallen extra voorzieningen nodig om de gevraagde energieleve-

ring aan de verbruikers mogelijk te maken. Dit kan een distributiesysteem voor warmte, water of electriciteit zijn, of een accubatterij, of voorzieningen om de windmolen aan een openbaar voorzieningsnet te (kunnen) koppelen, etc., etc. Ook is denkbaar dat wettelijke bepalingen of beleid van overheden extra voorzieningen noodzakelijk maken. Elk van de in de schema's II en III genoemde factoren kunnen nader geanalyseerd worden. De windmolenfabrikant zal uiteraard die factoren analyseren die hij kan beïnvloeden. Zo zal hij b.v. nagaan welke constructieve aspecten welke factor hoe zullen beïnvloeden, wat vanuit bestaande technieken mogelijk is, welke nieuwe kennis hij nodig heeft om een gewenste beïnvloeding van bepaalde factoren te bereiken, etc. Fabrikant en gebruiker beide zullen die factoren nader willen analyseren die te maken hebben met opbrengst, plaatsing en toepassing. Al deze analyses zullen

echter geplaatst moeten zijn in het kader van een 'totaalprent' waarvoor een aanzet gegeven is in de schema's I, II en III. Een enkel aspect, namelijk dat van de nuttige opbrengst van een windmolen, zal in de volgende paragraaf iets nader geanalyseerd worden.

3. De nuttige opbrengst van een windmolen

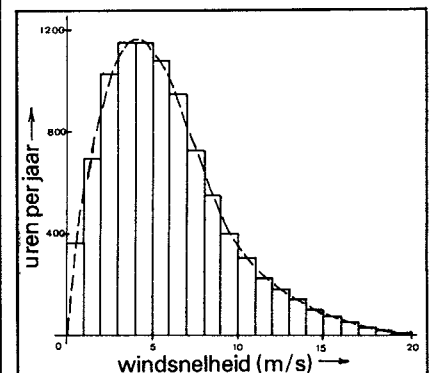
In schema II is aangeduid dat de nuttige opbrengst van een windmolen wordt bepaald door 3 factoren, t.w.:

- Het aanbod van windenergie.
- De molenkarakteristiek.
- De verbruikerskarakteristiek.

Het windaanbod op een bepaalde plaats en op een bepaalde hoogte is in veel gevallen bekend in de vorm van een windsnelheidsverdeling zoals in Fig. 1 is geschetst.

Men kan een dergelijke kromme ook cumulatief tekenen. Men telt steeds dat aantal uren waarbij een windsnelheid optreedt die gelijk of groter is dan een bepaalde waarde. Een dergelijke cumulatieve windsnelheidsverdeling is getekend in het eerste kwadrant van de grafiek van Fig. 2. In deze grafiek is er gedurende een aantal uren per jaar gelijk aan P een windsnelheid van ca. 8 m/sec. of meer. (De getekende windsnelheidsverdeling geldt ongeveer voor het Friese dorp Deersum, voor een hoogte van 20 meter).

In het tweede kwadrant van Fig. 2 is een windmolenkarakteristiek getekend van een gedaante die men bij moderne windmolens, zoals die thans op de markt zijn, aantreft. Deze karakteristiek geeft het verband aan tussen de windsnelheid en het door de molen geleverde vermogen. De beide krommen in de kwadranten I en II van Fig. 2 kunnen worden 'vermenigvuldigd' tot een kromme in kwadrant IV die aangeeft welk minimaal vermogen kan worden geleverd gedurende een bepaald aantal uren per jaar. Als voorbeeld: gedurende P uren per jaar kan een ver-



Figuur 1

mogen geleverd worden van ca. 35% van het nominale vermogen, of meer. Deze 'vermogensaankromme' komt dus tot stand als resultaat van twee van de genoemde factoren, t.w. het windaanbod en de molenkarakteristiek.

Het oppervlak onder de vermogensaankromme (gearceerd in Fig. 2) representeert de hoeveelheid energie die jaarlijks geleverd kan worden bij de gegeven windsnelheidsverdeling en molenkarakteristiek. Of deze energie ook gebruikt kan worden hangt af van de vermogensvraag. In Fig. 3 is een denkbare cumulatieve vermogensvraag, tezamen met een vermogensaankom als 'geconstrueerd' op de wijze als in Fig. 2 is aangegeven, in één grafiek weergegeven.

De aangeboden energie die gerepresenteerd wordt door oppervlak C in Fig. 3 wordt in de getekende situatie geheel door de belasting opgenomen. De aangeboden energie die door oppervlak A wordt gerepresenteerd, kan niet worden gebruikt, terwijl de aangeboden energie van oppervlak B voor een deel kan worden gebruikt.

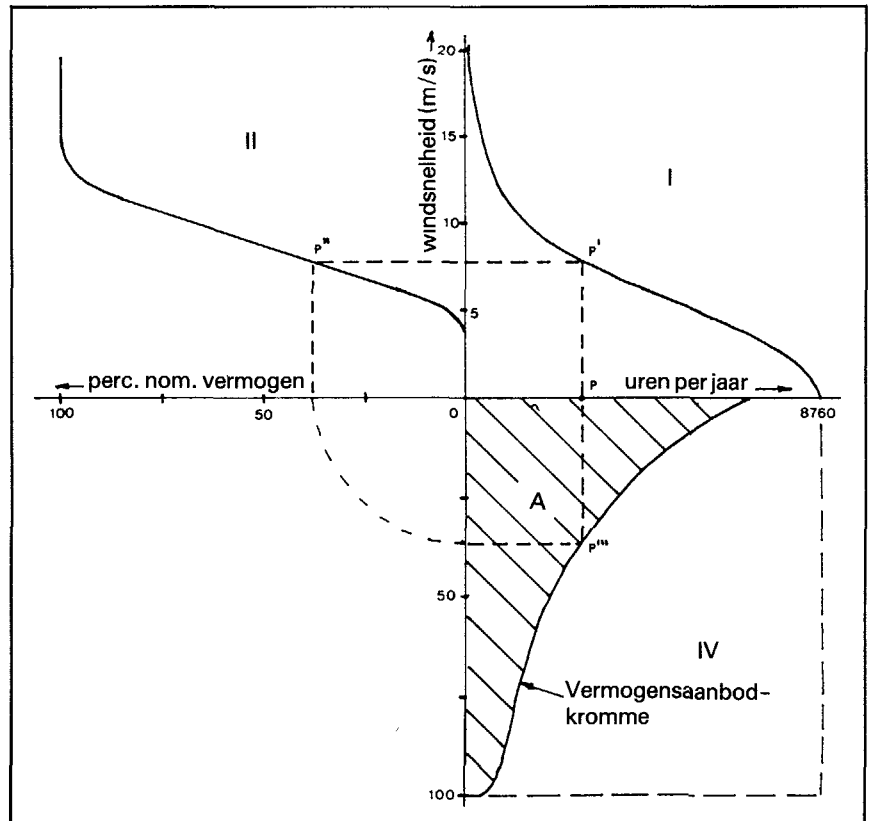
Welk deel van oppervlak B kan worden gebruikt hangt af van de tijdsafhankelijkheid van vermogensvraag en vermogensaankom.

Als in Fig. 4 de tijdsafhankelijkheid van vraag en aanbod over een 'representatieve' periode is weergegeven, dan stelt in deze figuur het gearceerde deel de energie voor die wel wordt aangeboden maar niet wordt gebruikt.

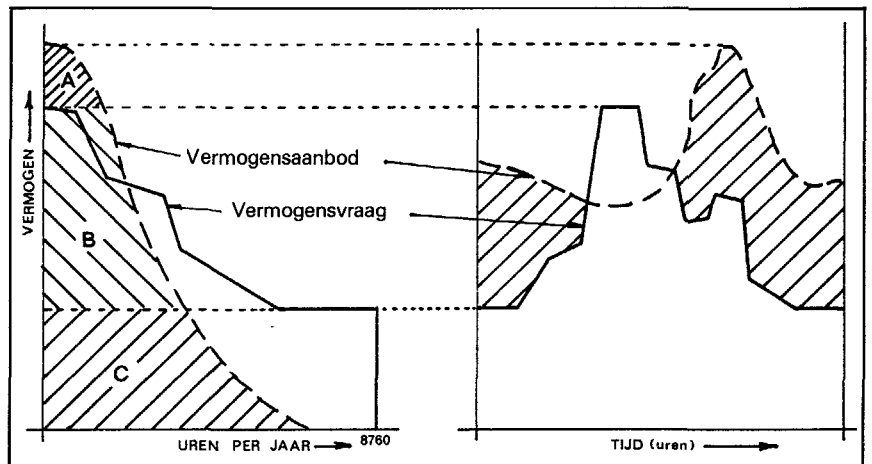
De verbruikskarakteristiek zoals in schema II genoemd, wordt gevormd door de cumulatieve vermogensvraag (Fig. 3) en de tijdsafhankelijke vermogensvraag (Fig. 4), waaraan voor bepaalde toepassingen in feite nog enkele parameters moeten worden toegevoegd, zoals b.v. een gevraagd koppel, een gevraagd toerental, etc.

De bedoeling van het bovenstaande is om plausibel te maken dat de gebruikskarakteristiek ook een bepalende factor is voor de *nuttige* opbrengst van een windmolen. Immers, voor de *maximale* opbrengst geldt (zie Fig. 3) Opp. A + Opp. B + Opp. C, terwijl voor de *nuttige* opbrengst geldt: Opp. C + x.Opp. B, met $0 \leq x \leq 1$.

Fig. 5 indiceert hoe de maximale opbrengst kan worden beïnvloed door de molenkarakteristiek. Bij de Deersumse windsnelheidsverdeling volgens Fig. 2 levert de molen met karakteristiek A een vermogensaankromme P_A . Een windmolen met karakteristiek B (zie Fig. 5), met een nominaal vermogen dat 70% bedraagt van dat van molen A, maar met een lagere 'startsnelheid', levert een ver-



Figuur 2



Figuur 3

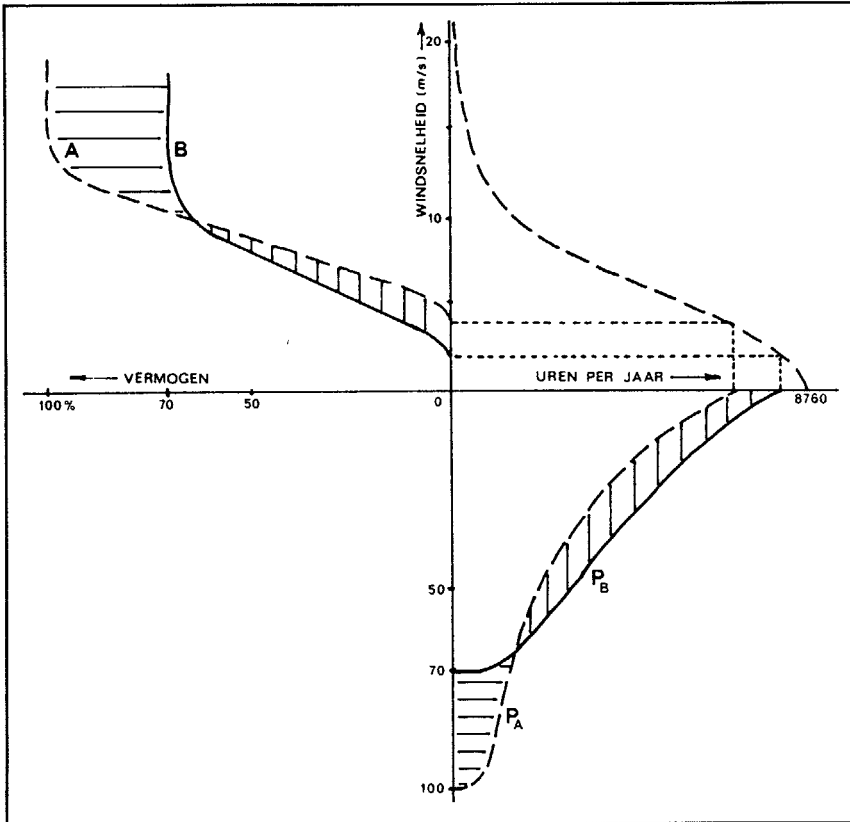
Figuur 4

mogenskromme P_B . De oppervlakken onder de beide krommen P_A en P_B zijn evenwel ongeveer gelijk, wat betekent dat de jaarlijkse maximale opbrengst in beide gevallen ongeveer gelijk zal zijn. Toch zou molen B economisch aantrekkelijker kunnen zijn, omdat de z.g. belastingsfactor (of load factor) van molen B gunstiger zal zijn dan die van molen A. Deze belastingsfactor wordt in Fig. 2 gedefinieerd als de verhouding tussen het gearceerde oppervlak en het oppervlak binnen de rechthoek bepaald door de punten '8760 uur' op de x-as en '100%' op de y-as.

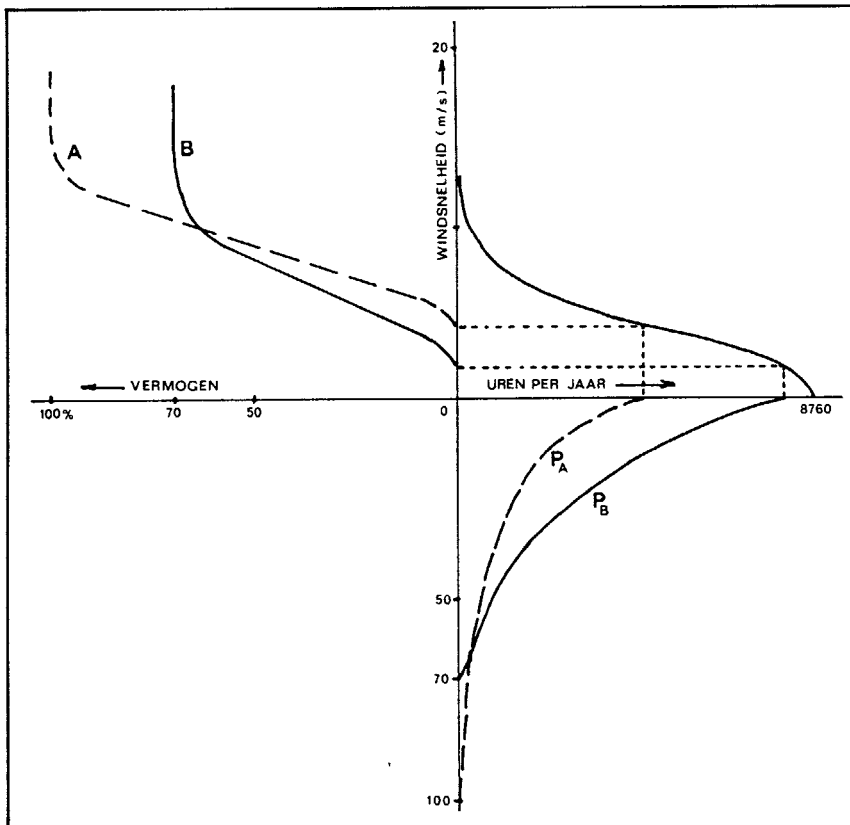
In gebieden met weinig wind is het denk-

baar dat een molen met een karakteristiek die door kromme B wordt weergegeven, zelfs een grotere opbrengst heeft dan die van molen A. Dit wordt in Fig. 6 enigszins plausibel gemaakt. In deze figuur is een windsnelheidsverdeling getekend zoals die b.v. in gebieden in Indonesië voorkomt.

Het bovenstaande bedoelt enigszins begrijpelijk te maken hoe een aantal factoren die genoemd zijn in schema II invloed hebben op de nuttige opbrengst van een windmolen, en dus op de energieprijs. Hoe die energieprijs hierdoor beïnvloed wordt, moet volgen uit een technisch-



Figuur 5



Figuur 6

economisch model waarin met *alle* relevante factoren rekening wordt gehouden.

Mogelijk is echter duidelijk geworden dat niet slechts de investering bepalend is voor de energieprijzen, maar ook de vraag welk type molen voor welke toepassing waar wordt geplaatst.

Afsluitende opmerkingen

Blijkens een recent rapport van de Algemene Energieraad* is windenergie voor de meeste toepassingen in Nederland thans nog te duur (te hoge energieprijzen). Dank zij WIR-premies en andere stimulerende maatregelen kan op dit moment de toepassing van windenergie enigszins economisch aanvaardbaar worden gemaakt. Dank zij die WIR-premies kan thans ervaring worden opgebouwd die er toe kan en moet leiden dat binnen enkele jaren toepassing van windenergie *in zich* economisch aantrekkelijk wordt. Het bereiken van dit doel vergt echter nog veel studie, analyses en ontwikkeling en bovenal een professionele aanpak, zoals uit de voorgaande vereenvoudigde beschouwing mogelijk duidelijk is geworden.

* Duurzame Energie Advies over de knelpunten bij de introductie van duurzame energiebronnen, uitgebracht aan de Minister van Economische Zaken op 5 juli 1982, door de Algemene Energieraad. Uitg. Staatsuitgeverij, 1982.