

## Volgorde van KD-rapporten voor zelfstudie

Op mijn website: [www.kdwindturbines.nl](http://www.kdwindturbines.nl) vindt men onder het menu KD-reports, bijna honderd KD-rapporten over verschillende technische aspecten van kleine windturbines die gratis gekopieerd kunnen worden. Bijna alle rapporten zijn Engelstalig. Het rapport KD 35 is in het Engels en het Nederlands beschikbaar en het rapport KD 196 is tweetalig. De lijst met KD-rapporten begint met een folder waarin alle gratis KD-rapporten worden gespecificeerd. Aangezien elk rapport een tamelijk lange titel heeft, geeft de titel een goede indruk van de inhoud. Maar zelfs met deze titels kan het lastig zijn om te bepalen in welke volgorde de rapporten moeten worden gelezen voor zelfstudie. Er wordt aangenomen dat men een elektriciteit opwekkende windturbine wil ontwerpen (voor water pompen met een windmolen, lees rapport KD 490) en hierbij geef ik de volgorde waarvan ik denk dat die het meest logisch is om de rapporten te bestuderen.

- 1 Men zou moeten beginnen met de notitie: “Development procedure of a range of wind turbines” die gevonden kan worden onderaan de lijst met KD-rapporten. Het ontwerpen van een goede windturbine is niet eenvoudig en vereist verschillende stappen die consequent gevolgd moeten worden.
- 2 Voor alle KD-rapporten wordt aangenomen dat men enige basiskennis van wiskunde en energie heeft. De basiskennis van de energiesoorten die in windturbines gebruikt worden, wordt gegeven in rapport KD 378.
- 3 Men moet een keuze maken tussen een verticale (VAWT) of een horizontale as (HAWT) windturbine. Ik adviseer uitdrukkelijk om niet voor een VAWT te kiezen. De redenen waarom, worden uitgelegd in KD 215 en KD 601 voor Darrieus-rotoren, in KD 416 voor weerstandsmachines, in KD 417 voor de turbine met roterende bladen en in KD 599 en KD 703 voor Savonius-rotoren.
- 4 De aerodynamische theorie voor een HAWT wordt gegeven in rapport KD 35 (ook Nederlandstalig), KD 97 en KD 697. Vragen en antwoorden over elk hoofdstuk van KD 35 worden gegeven in rapport KD 196. KD 35 geeft de aerodynamica van windturbines en legt uit hoe de rotorgeometrie kan worden bepaald. Het geeft ook een theorie waarmee de rotor karakteristieken en de opbrengst bepaald kunnen worden.
- 5 Na het bestuderen van rapport KD 35, zou men tenminste één van de KD-rapporten moeten bestuderen waarin de berekeningen voor een bepaalde rotor worden gegeven omdat een specifiek ontwerprapport informatie geeft die niet gegeven wordt in KD 35. Men kan een keuze maken uit: KD 319, KD 465, KD 484, KD 518, KD 532, KD 576, KD 578, KD 579, KD 614, KD 615, KD 616, KD 617, KD 632, KD 651, KD 652, KD 654, KD 656, KD 658, KD 664, KD 669, KD 670, KD 671, KD 678, KD 679, KD 684, KD 690, KD 693, KD 699, KD 702, KD 709 (Nederlands), KD 710, KD 717, KD 727, KD 732, KD 733, KD 738, KD 745 of KD 750.
- 6 Een bepaald profiel wordt gebruikt voor een rotorblad. Karakteristieken van het Gö 623 profiel worden gegeven in KD 35. Soms wordt echter aan een ander profiel de voorkeur gegeven. Er wordt aangeraden om het rapport R-443-D te bestuderen dat gegeven wordt onderaan het menu KD-reports of om bepaalde KD-rapporten over profielen door te lezen. Men kan kiezen uit KD 285, KD 333, KD 398, KD 463, KD 501 of KD 698.
- 7 Elke windturbine moet een beveiligingssysteem hebben dat het rotortoerental en de axiale kracht bij hoge windsnelheden beperkt. Dit kan gerealiseerd worden door de rotor uit de wind te draaien of door variatie van de bladhoek (ook wel pitch control genoemd). Algemene informatie over systemen die de rotor uit de wind draaien, wordt gegeven in rapport KD 485. Er wordt aangenomen dat men een keuze gemaakt heeft na het lezen van rapport KD 485. Voor elk systeem dat in KD 485 beschreven wordt, is er een KD-rapport waarin het systeem in detail beschreven wordt inclusief de momentvergelijkingen.

- Gedetailleerd informatie wordt gegeven in de rapporten KD 213, KD 223, KD 377, KD 409, KD 431 en KD 439. Men zou op zijn minst het rapport moeten bestuderen over het systeem dat men gekozen heeft na het lezen van KD 485. Het systeem dat het gemakkelijkst te beschrijven is, is het “pendulum safety system” dat gegeven word in KD 377. Het was mogelijk om een wiskundige uitdrukking te vinden voor de  $\delta$ -V kromme en daardoor kunnen de karakteristieken worden voorspeld. Ik raad daarom aan om dit rapport te bestuderen ook al werd dit systeem niet gekozen.
- 8 Als men een beveiligingssysteem wil ontwerpen met bladverstelling kan men het rapport KD 437 bestuderen over de VIRYA-15, te beginnen bij hoofdstuk 6, het rapport KD 622 over de VIRYA-5, te beginnen bij hoofdstuk 9 of het rapport KD 654 over de VIRYA-3.6PC, te beginnen bij hoofdstuk 6.
  - 9 Kleine windturbines worden normaal in de wind gehouden door een vaan. Karakteristieken van rechthoekige vaanbladen met verschillende aspect ratios (de verhouding tussen de vaanhoogte en de vaanbreedte) worden gegeven in rapport KD 551.
  - 10 Elke windturbine moet een generator hebben. Voor kleine windturbines is een permanent magneet (PM) generator de beste keus omdat geen energie verloren gaat in de opwekking van een elektromagnetisch veld. De ongeveer 40 jaar lange geschiedenis van de ontwikkeling van de PM-generatoren van de VIRYA-windmolens wordt gegeven in rapport KD 341. De oudere VIRYA windmolens hebben allemaal een radial flux generator die afgeleid wordt van een asynchrone motor. Gedetailleerde informatie van of radial flux generatoren wordt gegeven in de rapporten KD 503, KD 560, KD 580, KD 624, KD 632, KD 644, KD 645, KD 648, KD 681, KD 683, KD 690, KD 708, KD 718, KD 723, KD 730, KD 747 en de notitie: 10-pole PM-generator. Voor generatoren zonder ijzer in de spoelen, wordt informatie gegeven in KD 664, KD 667, KD 668 en KD 748. Ik heb ook enig onderzoek uitgevoerd aan axial flux generatoren. Informatie over deze generatoren wordt gegeven in de rapporten KD 522, KD 531, KD 571, KD 596, KD 631, KD 679, KD 705 en KD 707.
  - 11 Voor acculaden moet de 3-fasen wisselstroom die uit de generator komt gelijkgericht worden. Gelijkriching wordt uitgelegd in rapport KD 340 voor ster, voor delta en voor gelijkriching van elke fase apart. Gelijkriching van een 5-fasen en een 9-fasen generator wordt uitgelegd in KD 712.
  - 12 Voor acculaden heeft men een spanningsregelaar met dump load nodig waarmee de maximum laadspanning voor een loodaccu begrensd wordt op ongeveer 2.3 V per cel. Als een volle accu met een te hoge spanning geladen wordt dan zal hij snel kapot gaan omdat hij te heet wordt en omdat er en omdat er elektrolyse van het water optreedt. Een 27.6 V, 200 W acculader wordt beschreven in een handleiding die gegeven wordt onderaan de lijst met KD-reports.
  - 13 Voor de bepaling van de matching tussen rotor en generator heeft men gemeten karakteristieken van de generator voor de juiste belasting nodig. De meeste VIRYA generatoren zijn doorgemeten op een meetopstelling van de TU-Eindhoven. Deze metingen worden gegeven in de rapporten KD 78, KD 82 and KD 200. Ik heb ook meetrapporten van kleinere VIRYA generatoren maar deze rapporten zijn in het Nederlands en niet openbaar. Recentelijk werd een meetopstelling waarmee een kleine Chinese axial flux generator werd doorgemeten. De meetopstelling en de metingen worden gegeven in de rapporten KD 595, KD 678, KD 679 and KD 745.
  - 14 Ideeën over een buisvormige toren voor de VIRYA-3.3S worden gegeven in rapport KD 562. Ideeën over een buisvormige toren voor de VIRYA-4.2 en de VIRYA-4.6B2 worden gegeven in rapport KD 582. Het laatste rapport geeft sterkteberekeningen en berekeningen van de eigenfrequentie.
  - 15 Opwekking van warmte met een windmolen in het buitengebied wordt uitgelegd in het Nederlandstalige rapport KD 709. Gebruik van de middelgrote VIRYA-10 windmolen, twintig zonnepanelen per dak en een warmwaterbuffer voor vier door garages geschakelde vrijstaande huizen wordt uitgelegd in het Nederlandstalige rapport KD 713.

- 16 Onderaan de lijst met KD-rapporten staan vijf Nederlandstalige notities die ik geschreven heb n.a.v. bijeenkomsten die de gemeente Meierijstad gehouden heeft i.v.m. de energietransitie. Dit zijn de notities:
- 1) Wanneer is een radartoets nodig voor windturbines in Meierijstad?
  - 2) Wat is de opbrengst van zonnepanelen in december?
  - 3) Commentaar op het rapport: “De toekomst van zon en wind in Meierijstad”.
  - 4) Ideeën over een 4-bladige windturbine met een rotordiameter van 30 m.
  - 5) Commentaar op “Verslag thematafels en hoofdtafel”.
- 17 Zelfs als men alle rapporten bestudeerd heeft die tot nu toe vermeld zijn dan nog kan het moeilijk zijn om de ontwerpprocedure te starten. Het is gemakkelijker om een windturbine te bouwen volgens tekeningen die door iemand anders gemaakt zijn. Men moet er echter zeker van zijn dat de juiste ontwerpprocedure gevolgd werd, dat de windturbine zorgvuldig getest is en dat er geen verborgen fouten in zitten.
- Ik lever geen licenties meer van mijn grotere VIRYA windmolens die gedurende jaren getest zijn maar recentelijk heb ik een aantal kleine windturbines ontworpen waarvan ik de handleidingen inclusief de tekeningen gratis beschikbaar gemaakt heb. De handleidingen kunnen gevonden worden onderaan de lijst met KD rapporten. Onder het menu VIRYA-folders zijn drie folders te vinden over in totaal veertien kleine VIRYA-windmolens. Van één van deze folders is er ook een Nederlandse versie. Lees deze folders eerst door en maak dan een keuze wat te bouwen. Als een kleine windturbine volgens één van deze gratis ontwerpen met succes gebouwd is, dan is het gemakkelijker om zelf een grotere windturbine te ontwerpen volgens eigen specificatie. Maar begin nooit aan serieproductie als dit nieuwe ontwerp niet uitgebreid getest is in een voldoende sterk windregiem.
- 18 Premium leden van Geocache kunnen twee caches vinden rond Boskant, Sint-Oedenrode over windturbines. Dit zijn de caches “windturbinetheorie” over rapport KD 35 en “windturbinepraktijk” over een folder en tekeningen van kleine VIRYA windturbines. De caches zijn in het Nederlands en in het Engels.