

Kiewitdreef 5, 3500 Hasselt

Tel: 011/21.01.10

Fax: 011/24.22.62

## **OPPERVLAKTE - INFILTRATIE IN DE DOORNPANNE**

**een verkennend onderzoek naar de ecologische implicaties**

**studie uitgevoerd in opdracht van de  
Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne-Ambacht**

**door**

**Prof. dr. Eckhart Kuijken, lic. Sam Provoost en Marc Leten**

**mei 1993  
ref. : A.93.69  
rapport Instituut voor Natuurbehoud 93.4**



# INHOUD

<b>INLEIDING</b>	1
<b>Hoofdstuk 1 DE DOORNPANNE</b>	2
1.1. situering	2
1.2. ontstaansgeschiedenis van het gebied	2
1.2.1. duinvorming	2
1.2.2. de invloed van de mens	4
1.3. geohydrologie	8
1.3.1. litologische profielen in het zuidelijke deel van de Doornpanne	8
1.3.2. topografie	9
1.3.3. waterhuishouding	9
1.3.4. bodem en bodemwater	11
1.4. biotische gegevens	16
1.4.1. flora	16
1.4.1.1. herkomst van de gegevens en methodiek	16
1.4.1.2. bespreking	18
1.4.2. vegetatie	31
1.4.2.1. materiaal en methode	31
1.4.2.2. kort overzicht van de belangrijkste vegetatietypes	32
1.4.2.2. samenvattend overzicht	40
1.4.3. fauna	43
1.4.3.1. inleiding	43
1.4.3.2. invertebraten	43
1.4.3.3. avifauna	43
1.5. besluit	45
<b>Hoofdstuk 2 PROJECTEN VOOR DRINKWATERVOORZIENING</b>	46
2.1. de drinkwaterproblematiek aan de westkust	46
2.1.1. inleiding	46
2.1.2. waterwinning versus natuurbehoud	47
2.1.3. toekomstperspectieven	48
2.2. drinkwaterproductie in de nederlandse duinen	49
2.2.1. inleiding	49
2.2.1.1. beknopte historiek	49
2.2.1.2. verruiging van de infiltratiegebieden	49
2.2.1.3. duinbeleid	50
2.2.2. de situatie in een aantal nederlandse duinwaterleidingbedrijven	51
2.2.2.1. inleiding	51
2.2.2.2. Duinwaterleidingbedrijf Zuid-Holland	51
2.2.2.3. Gemeentewaterleidingen Amsterdam	52
2.2.2.4. Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland	52
2.2.3. sleutelaspecten bij oppervlakte-infiltratie met voorgezuiverd water	53
2.2.3.1. nutriëntenaanbod	53
2.2.3.2. microverontreiniging	56
2.2.3.3. stijging en fluctuatie van de grondwatertafel	56
2.2.3.4. inrichting en beheer van het infiltratiegebied	57
2.2.3.5. biologische potenties van infiltratieplassen	59

2.3. waterwinning op het militair vliegveld te Koksijde	61
2.3.1. inleiding	61
2.3.2. hydrogeologie	61
2.3.3. grondwaterwinning	61
2.3.4. ecologische effecten	63
2.3.5. besluit	64
2.4. oppervlakte-infiltratie in de Doornpanne	65
2.4.1. inleiding	65
2.4.1.1. het projectvoorstel	65
2.4.1.2. ecologische voorwaarden	65
2.4.1.3. geografisch-maatschappelijke context	68
2.4.2. mogelijke locatie van het infiltratiegebied	68
2.4.2.1. vergravingsgevoeligheid van het terrein	68
2.4.2.2. geologische beperkingen	73
2.4.2.3. besluit	73
2.4.3. het productieproces	73
2.4.3.1. inrichting en capaciteit van het infiltratiegebied	73
2.4.3.2. waterkwaliteit	77
2.4.4. besluit	78

### **3. Hoofdstuk 3 SLOTBESCHOUWINGEN** 79

3.1. naar een natuurgericht drinkwaterbeleid	79
3.2. het infiltratieproject	80
3.3. duinbeheer	81

## **LITERATUURLIJST** 82

## **DANKWOORD**

## **BIJLAGEN**

Bijlage 1 : Lijst van de vaatplanten van de Doornpanne.

Bijlage 2 : Lijst van de zeldzame indigene vaatplanten van de Doornpanne.

Bijlage 3 : Legenda 1.

Bijlage 4 : Legenda 2.

Bijlage 5 : Vegetatiekaart van de Doornpanne (schaal 1:2500).

Bijlage 6 : Vegetatiecodes voor de vegetatiekaart van de Doornpanne (schaal 1:2500).

Bijlage 7 : Overzicht van de karteringseenheden van de vegetatiekaart van de Doornpanne.

Bijlage 8 : Vegetatieopnames van de Doornpanne.

Bijlage 9 : Aanvullende informatie bij de vegetatieopnames van de Doornpanne.

## INLEIDING

Deze studie werd uitgevoerd in opdracht van de Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne-ambacht. Er wordt getracht de ecologische gevolgen van oppervlakte-infiltratie voor de productie van drinkwater in de Doornpanne na te gaan. Het project daaromtrent werd in het kader van het MEWAR-plan (Milieu, Ecologie, Water en Recreatie, IWVA 1992) opgestart.

Vooreerst wordt een beeld geschetst van het gebied waarin de actuele en potentiële geomorfologische en biologische waarden worden belicht. Het opstellen van een vegetatiekaart werd daarbij als basisvereiste gesteld. Voor een gedetailleerde floristische inventaris was het onderzoekstermijn niet toereikend. Het seizoen waarin het veldwerk gebeurde (november - januari) is voor botanisch onderzoek niet optimaal waardoor bij de vegetatiekartering eerder veralgemenend werd te werk gegaan. Het verzamelen van historische gegevens is belangrijk bij het opstellen van een referentiebeeld. In samenspraak met het actuele medegebruik van het terrein kan daaruit een streefbeeld worden afgeleid.

De aanleg van een infiltratiesysteem heeft ernstige consequenties voor de ecohydrologie van het omringende gebied. Hydrologische, topografische en pedologische informatie is onmisbaar bij het maken van ecologische voorspellingen daaromtrent. Het ontbreken van deze laatste en het gebrek aan nauwkeurigheid van de eerstvermelde gegevens verklaren het slechts richtinggevend en globaliserend karakter van de resultaten.

Vanuit natuurbehoudsoogpunt is de belangrijkste vraagstelling of het infiltratieproject kan bijdragen tot natuurherstel en natuurontwikkeling aan de gehele Westkust. Daarom moet het ontwerp kaderen in een globaal waterbeheersingsplan voor de regio en moeten compenserende maatregelen in natuurgebieden van de waterleidingsmaatschappij buiten het eigenlijke infiltratiegebied en de Doornpanne mogelijk zijn.

## **Hoofdstuk 1 DE DOORNPANNE**

### **1.1. SITUERING**

De Doornpanne, gelegen tussen Oostduinkerke en Koksijde, beslaat een oppervlakte van ongeveer 155 ha (Figuur 1.1., DIRIKEN & CARLIER 1987 : 37). Het centrale gedeelte werd in 1933 door de Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne Ambacht (I.W.V.A.) opgekocht. Momenteel heeft de maatschappij in de Doornpanne een gebied met een oppervlakte van 110 ha in haar bezit. In 1948 werd er, na een aantal jaren van voorstudie, begonnen met de winning van grondwater (Figuur 1.2., IWVA 1990 a : 4-7). Dit gebied staat op het gewestplan (6 december 1976) ingeschreven als natuurreservaat of natuurgebied met wetenschappelijke waarde en waterwinningsgebied. De overige gedeelten van de duinen zijn natuurgebied (Figuur 1.3.). De Doornpanne geniet een speciale bescherming in uitvoering van de E.G. vogelrichtlijn 79/409 (BVE 17.10.1988).

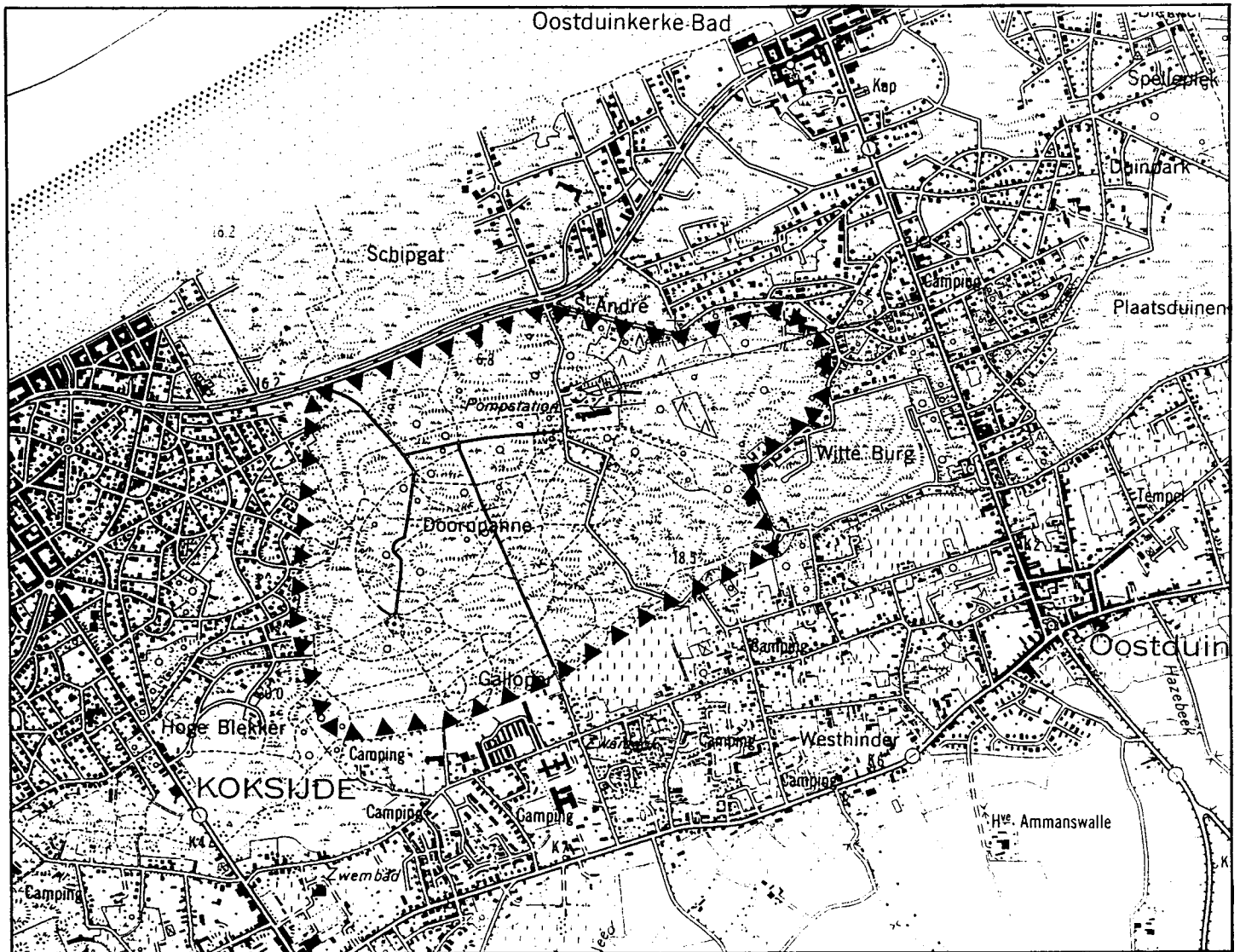
### **1.2. ONTSTAANSGESCHIEDENIS VAN HET GEBIED**

#### **1.2.1. DUINVORMING**

Het duingebied in de omgeving van de Doornpanne is, in geologische termen, zeer recent ontstaan. Tijdens de "Duinkerken 2" transgressie (derde en vierde eeuw) werden in die omgeving nog mariene sedimenten afgezet. In de daaropvolgende eeuwen maakten de Doornpanne en omstreken deel uit van een vrij uitgestrekt slikke- en schorregebied. Afzettingen uit deze periode worden op een hoogte van 3 à 4 m TAW aangeboord. De eerste fase van de jonge duinvorming werd waarschijnlijk gekenmerkt door twee loopduinreeksen. Een eerste en belangrijkste loopduin moet het gebied tussen de negende en elfde eeuw overstoven hebben. Een oude bodem op een hoogte van 4,5 m TAW is daarvan een restant. Een tweede paleosol wordt op een hoogte van 5,5 à 6 m teruggevonden en zou een overblijfsel zijn van het loopduin uit de dertiende eeuw.

Het resultaat van dergelijke duinvorming zou een licht golvend landschap met een hoogte van 6 à 7 m geweest zijn. Uit pollenonderzoek blijkt dat onder meer Duindoornstruwelen voorkwamen (DE CEUNYNCK 1992 : 38-43).

Het huidige duinlandschap werd vooral tussen de veertiende en zestiende eeuw gevormd. Deze paraboolduinfase was waarschijnlijk de natuurlijke voortzetting van de voorafgaande loopduinfasen. Door inwerking van de (voornamelijk zuidoosten-) wind ontstonden in het vrij vlakke terrein paraboolvormige uitstuivingen. Aan de "kop" van de parabolen (lijzijde) gaat dit proces gepaard met duinvorming (5-25 m hoog). De uitgestoven vlaktes worden aan de zijkant begrensd door de "paraboolarmen". Deze duinen zijn overblijfselen van de zijkanten van de paraboolkop en kunnen honderden meters lang worden.



schaal 1:20000

Figuur 1.1. Situering van De Doornpanne (topografische kaart 1:25000, Nationaal Geografisch Instituut 1985).

De Doornpanne is het resultaat van zo'n grootschalige uitstuiving. De parabolkop en restanten van de noordelijke arm zijn nog in het landschap te herkennen. De zuidelijke arm is waarschijnlijk voor een groot deel afgeezand. De bouwwoede die de duinen vooral vanaf de dertiger jaren teistert speelt hierbij de belangrijkste rol (DE CEUNYNCK 1992 : 30-32).

Meer kleinschalige en secundaire verstuingen (bijvoorbeeld vanuit de grote paraboolarmen) bepalen het huidige relief van de Doornpanne.

### 1.2.2. DE INVLOED VAN DE MENS

De eerste vermelding van de naam "Koksijde" dateert uit 1270. Ethimologisch kunnen we de naam verklaren als rond duin ("kok") aan het strand . "Yde" betekent vermoedelijk vlak strand of een soort schuilhaven (TERMOTE 1992 : 77-80). De invloed van deze vissersnederzetting op het duin was gering en werd trouwens tijdens de paraboolduinfase, samen met eventuele invloeden van de Abdij Ter Duinen, onder het zand bedolven.

Van meer intensieve antropogene invloed op het duin was er sprake vanaf de eerste helft van de negentiende eeuw. Vissers-landbouwers verbouwden rogge en aardappelen in de duinvalleien, maaiden en kaptten de vegetatie en lieten het vee grazen. Die begrazing heeft een belangrijke invloed gehad op de vorming van een aantal soortenrijke graslandvegetaties. Overblijfselen van de oude akkers zijn nog duidelijk zichtbaar in het zuiden van de Doornpanne (Figuur 1.10.). Overige oude duinlandbouwgrond is nu bijna volledig door bebouwing ingenomen (VAN AERSCHOT-VAN HAEVERBEECK et al. 1992 : 93-94).

Tussen 1921 en 1933 was een gebied van 120 ha, gelegen in de Doornpanne, eigendom van een Engelse maatschappij die er de "Saint-Andre on Sea Golf Course" uitbouwde. In 1936 werd gestart met de aanleg van het "Sint-Andries Strand". Dit functionele en modernistische verkavelingsproject werd ontworpen door gemeente-architect L. Bruggeman. Verder dan de verharding van het stratenplan is men toen niet gekomen. Nu is het gebied nog steeds doorkruist met restanten van die bouwwerken. "La Peniche" en "Hotel Normandie" zijn gebouwen die uit deze periode stammen (VAN AERSCHOT-VAN HAEVERBEECK et al. 1992 : 136-138). Op de kadasterkaart is het toen geplande wegennet nog steeds ingetekend.

De wereldoorlogen hebben ook aan het duingebied heel wat schade toegebracht. Twee bakstenen waterputten zijn restanten van legerkampen uit de periode 1914-1918 (SLOSSE 1992 : mondelinge mededeling).

Naast de ruimtelijke impact hebben de kustbewoners ook een sterke kwalitatieve impact op het duingebied gehad. Zo heeft de waterwinning sedert 1947 ook de Doornpanne sterk verdroogd. Van de zeer rijke grondwaterafhankelijke flora zijn nu slechts enkele restanten terug te vinden (zie 1.4.1.). MASSART (1908 & 1923) heeft het in zijn beschrijvingen van het gebied over uitgestrekte vochtige valleien. De militaire stafkaart van rond de eeuwwisseling duidt het centrale gedeelte van de Doornpanne als moerassig gebied aan (Figuur 1.4.).

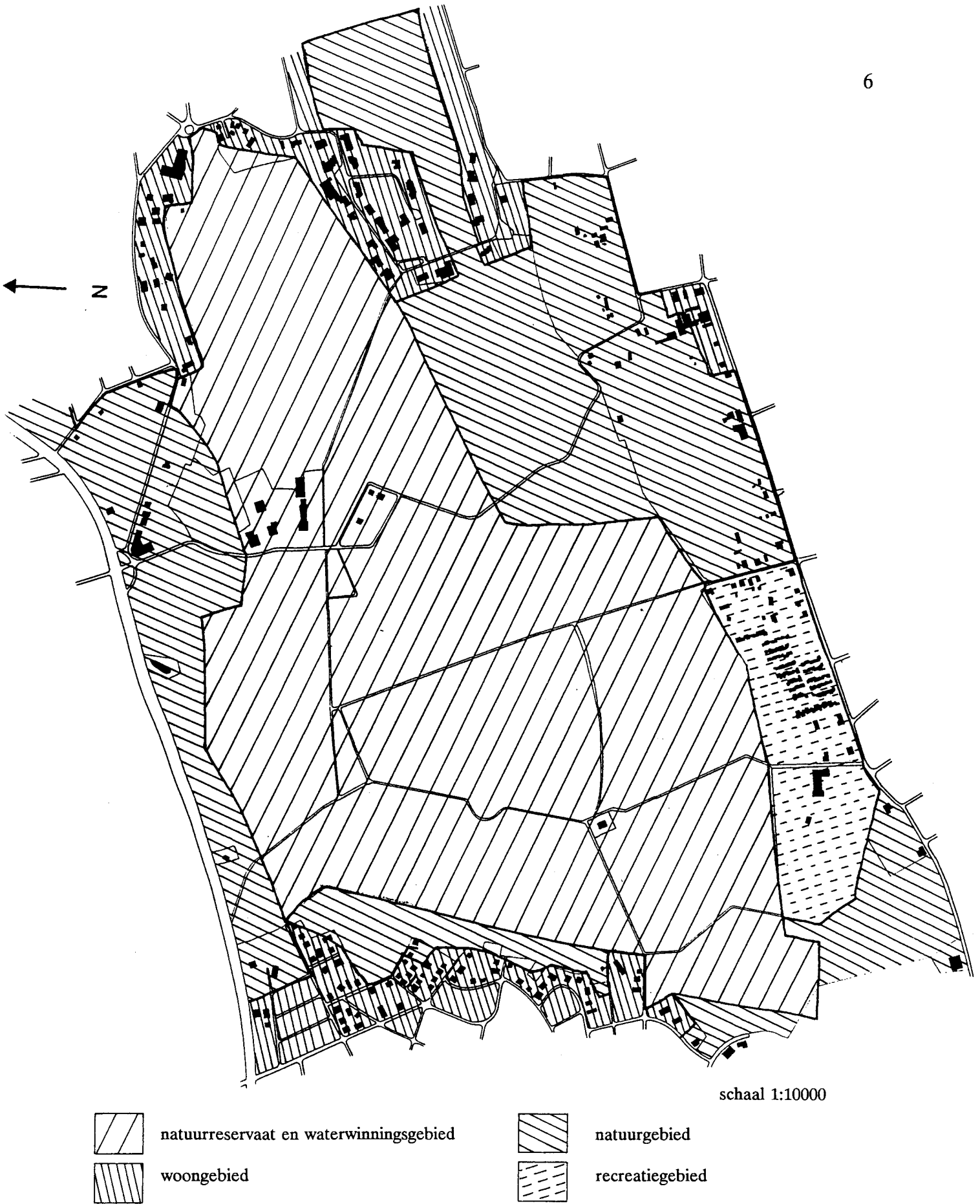


schaal 1:10000

- |                      |                   |           |
|----------------------|-------------------|-----------|
| ..... eigendomsgrens | ----- pompleiding | Z zuigput |
| ..... persleiding    | ● pompput         |           |

*Figuur 1.2. Eigendomsgrenzen en ligging van pompen en leidingen van de Intercommunale Waterleidingmaatschappij van Veurne-Ambacht in de Doornpanne (kadasterkaart bijgewerkt tot 1 januari 1992, kaartmateriaal IWVA).*





*Figuur 1.3. Bestemming van de Doornpanne volgens het gewestplan van 6 december 1976.*



schaal 1:20000

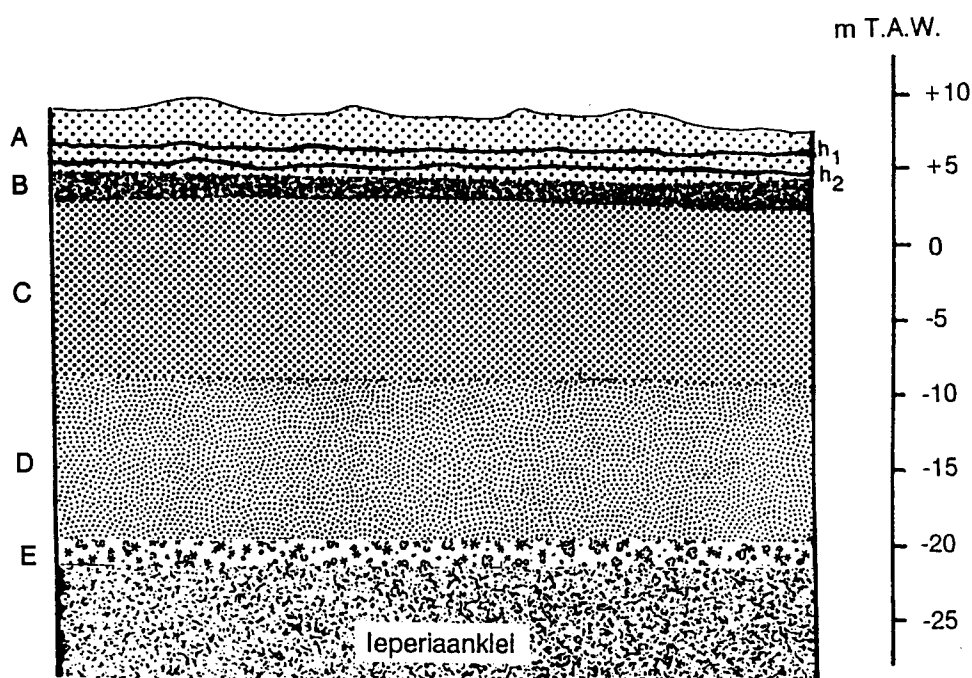
Figuur 1.4. De Doornpanne voor de waterwinning (militaire stafkaart 1927).

## 1.3. HYDROGEOLOGIE

### 1.3.1. LITOLOGISCHE PROFIELEN IN HET ZUIDELIJK DEEL VAN DE DOORNPANNE ( naar LEBBE & DE BREUCK 1980 : 34-36)

De bovenste lagen recent duinzand (A) bereiken een diepte van 4 à 4,5 m TAW. Aan de basis daarvan wordt een humeuze laag aangeboord ( $h_2$ ). Ook op ongeveer 6 m vinden we een dergelijke oude vegetatiehorizont ( $h_1$ ) terug (zie 1.2.1.). Tussen 4 en 6 m liggen moeilijk doorlatende lagen kleiig zand of lemig zand met klei- en leembandjes (B). Daarop kunnen zich stuwwaterlenzen vormen die voor de vegetatie eventueel belangrijke gevolgen hebben. In het grootste gedeelte van de waterwinning is dit klei-leempakket dunner dan 25 cm. Op een centraal gelegen stuk van het gebied is dit pakket dikker dan 50 cm (zie 2.4.3.1.).

In het centrale deel van de Doornpanne wordt tot een diepte van -9 m middelmatig zand met schelpenbanken aangetroffen (C). Tussen -9 en -20 m bevinden zich lagen lemig fijn zand (D). Daaronder ligt een schelpenrijke laag met slecht gesorteerd materiaal (E). De Ieperiaanklei wordt op -22 m aangeboord (Figuur 1.5.).



- A recent duinzand
- B lemig of kleiig zand met leem en kleibandjes
- C middelmatig zand met schelpenbanken
- D lemig fijn zand
- E slecht gesorteerd materiaal met schelpen
- h humushorizont

Figuur 1.5. Schets van de litologische profielen in het zuidelijk gedeelte van de Doornpanne (LEBBE & DE BREUCK 1980 : 35-36).

### 1.3.2. TOPOGRAFIE

In de duinen wordt het reliëf hoofdzakelijk bepaald in een samenspel van wind, grondwater en plantengroei. Het uitstuiven van de pannen gebeurt tot aan een permanent vochtige laag en is dus afhankelijk van de grondwatertafel. Door de bolling van het freatisch vlak in de duinen (zie verder) kunnen we begrijpen dat de pannen in het centrale deel van het gebied minder diep uitgestoven zijn dan aan de rand.

Figuur 1.6. geeft de hoogtelijnen van de Doornpanne weer zoals die op de topografische kaart van het Ministerie van Openbare Werken (1957) te zien zijn. We krijgen een vrij goed beeld van de ligging van grote en kleinere duincomplexen met eventueel bijhorende uitgestoven pannen. Zonder exacte controle kunnen we echter al vaststellen dat de kaart niet nauwkeurig is. Enkele op het terrein vastgestelde duinruggen zijn niet ingetekend. De centrale pannen in het westen van het gebied hebben een hoogte tussen 7 en 8 m. Ongeveer 500 m daar vandaan, in noordwestelijke richting, zou de pannevloer ongeveer 3 m lager liggen. Dit is, gezien de mate van bolling van de grondwatertafel, zeer onwaarschijnlijk. De precisie die ecologische voorspellingen vereist kan met deze gegevens dus niet verzekerd worden.

### 1.3.3. WATERHUISHOUDING

In het duin heeft zich door het neerslagoverschot (ongeveer 270 mm/jaar aan de Westkust, LEBBE & DE BREUCK 1980 : 39) in de loop der eeuwen een zoetwaterbel ontwikkeld. Als de zandlagen zeer dik zijn drijft deze watermassa op de onderliggende zoutwaterlagen (kleiner soortelijk gewicht van zoet water) en neemt onder invloed van de waterbergende capaciteiten van zand de vorm van een asymmetrische lens aan. Door de hoogte van de duinen en de traagheid bij de afvoer van het grondwater reikt de zoetwaterlens voor een stuk tot boven het zeewaterniveau (BAKKER 1981 : 6-7).

Aan de Belgische Westkust ontbreken die grote zandpakketten. De ondoordringbare tertiaire kleilaag (Ieperiaan) op een diepte van ongeveer -20 m TAW belet de vorming van een lensvormige zoetwaterzak. In dwarsprofiel kunnen we ons min of meer een vlakke onderzijde en een opbollende bovenzijde van de zoetwaterbel voorstellen (DE RAEVE & LEBBE 1984, LEBBE & DE BREUCK 1980). De stijghoogtelijnen in de bovenste zandlagen in de evenwichtssituatie werd door een mathematisch model van de IWVA berekend (Figuur 1.7.). Daarbij werd uitgegaan van een vast polderpeil (2,5 m TAW) en een vast zeewaterpeil (4,3 m TAW).



schaal 1:10000

*Figuur 1.6. Topografische kaart van de Doornpanne (Ministerie van Openbare Werken en Wederopbouw 1957).*

Sedert 1947 wordt in de Doornpanne grondwater gewonnen. Na 46 jaar pompen is de grondwatertafel in het gebied naar schatting 2 tot 5,5 m gedaald (Figuur 1.9.). De vrij abrupte verdwijning van een groot deel van de freatofyten wijst op een schoksgewijze daling van het grondwater in de beginperiode van de waterwinning. Na 3 jaar pompen (in totaal 729000 m<sup>3</sup>) is volgens het model een daling van de watertafel met 1 à 2 m te bemerken (Figuur 1.8., IWVA 1993). De precisie van het gebruikte model laat geen exacte ecohydrologische voorspellingen toe. Op basis van deze gegevens geconstrueerde figuren hebben dan ook slechts een globaliserend karakter.

### 1.3.4. BODEM EN BODEMWATER

De bodemgesteldheid is van zeer groot belang voor de vegetatie. In onze duinen zijn nutriëntenarmoede, kalkrijkdom en vochtregime de belangrijkste factoren die specificiteit en rijkdom van de vegetatie bepalen. Het bodemvocht onderscheiden we van het grondwater doordat de waterdruk die er heerst lager is dan de atmosferische. In het "zeer fijne zand" van de Belgische duinen bereikt het water maximale capillaire opstijgingshoogten van 70 - 80 cm boven de grondwatertafel. Gemiddeld kunnen we echter een hoogte van ongeveer 40 cm verwachten. Dit capilair water is in de bovenste (funiculaire) zone met lucht gemengd. Het water daaronder behoort tot de volcapillaire zone. Voor de kieming en vaak ook het voortbestaan van freatofyten mag het freatisch vlak niet verder dan 1 m onder het maaiveld dalen (BAKKER 1981 : 43; DE RAEVE et al. 1983 : 7-8). In de Doornpanne is het grondwater door de waterwinning onbereikbaar geworden voor de meeste plantensoorten. Daardoor zijn de typische duinvalleivegetaties verdwenen. Specifiek voor de Doornpanne is dat deze vegetaties door duindoornstruweel en (later) door open duinberkenbos werden vervangen.

De jaarlijkse schommelingen van de grondwatertafel liggen tussen 40 en 70 cm. In de loop van een decennium bedraagt de totale schommeling 1 à 1,5 m (BAKKER 1981 : 23).

Uit topografische en hydrologische gegevens moeten we in principe de vochtigheidsgraad van de bodem kunnen afleiden. De precisie van de gegevens is echter van die aard dat slechts een ruw beeld van de oorspronkelijke en potentiële vochtigheidstoestand kan worden verstrekt (Figuur 1.7.). Dit beeld komt slechts zeer rudimentair overeen met de bodemkaart (Figuur 1.10.). Die is echter ook onnauwkeurig en slechts als algemene illustratie voor de vochtigheid van het gebied bruikbaar. Dit komt vermoedelijk onder meer doordat de zeer verschillende ouderdom van de bodems niet in rekening werd gebracht.



Figuur 1.7. Stijghoogtelijnen in de bovenste zandlagen van de Doornpanne in natuurlijke omstandigheden. Potentiële vochtigheidstoestand van de bodem (IWVA 1993).



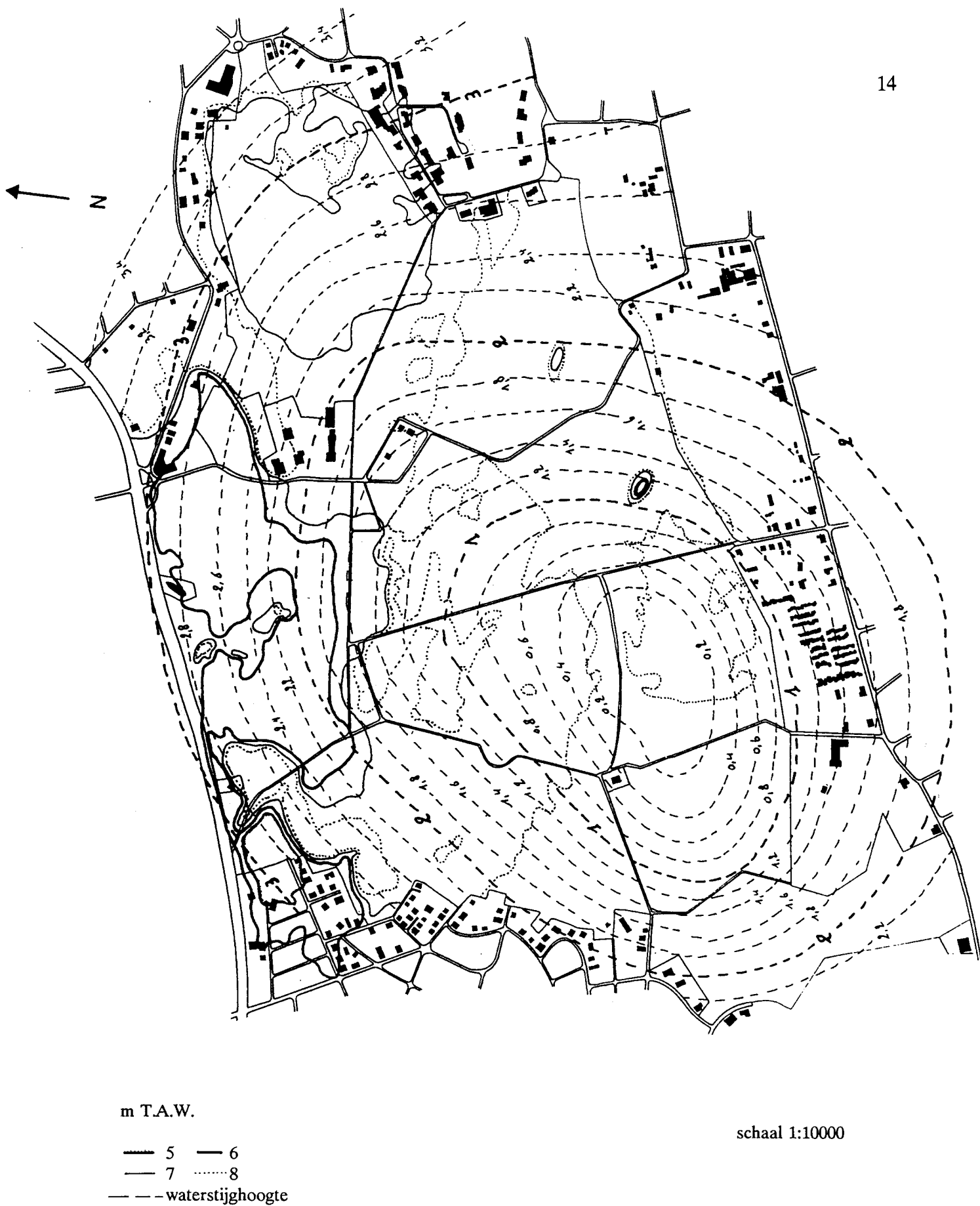
m T.A.W.

— 5 — 6  
 — 7 — 8  
 - - - waterstijghoogte

schaal 1:10000

*Figuur 1.8. Stijghoogtelijnen in de bovenste zandlagen van de Doornpanne na 3 jaar pompen (IWVA 1993).*

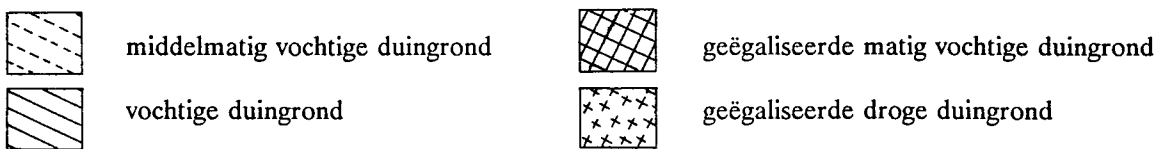




Figuur 1.9. Stijghoogtelijnen in de bovenste zandlagen van de Doornpanne in 1993 (IWVA 1993).



schaal 1:10000



*Figuur 1.10. Bodemkaart van de Doornpanne (Instituut tot aanmoediging van het wetenschappelijk onderzoek in nijverheid en landbouw 1950).*

## 1.4. BIOTISCHE GEGEVENS

### 1.4.1. FLORA

#### 1.4.1.1. herkomst van de gegevens en methodiek

De basislijst van de Hogere Planten van de Doornpanne werd opgesteld tijdens de veldwerkperiode van het onderzoek van eind oktober tot eind december 1992. Gezien het ongunstige seizoen, was het onmogelijk om een volledige flora-inventaris van het gebied uit te voeren. Daarom werd het tijdens de veldwerkperiode verzamelde materiaal aangevuld met alle beschikbare gegevens sinds 1970. Deze gegevens zijn afkomstig van:

- de archieven van het Instituut voor de Floristiek van België en Luxemburg (Nationale Plantentuin van België, Meise): volledige soortenlijsten per km<sup>2</sup> en losse gegevens;
- de Dienst Monumenten en Landschappen: volledige soortenlijsten van Doornpanne, Hoge Blekker en Schipgatduinen;
- DE RAEVE et al. (1983) en niet gepubliceerde veldgegevens in het kader van deze studie: vnl. grondwaterafhankelijke soorten.

Alhoewel de overgrote meerderheid van de soorten uit deze bronnen waargenomen werden in de eigenlijke Doornpanne en de aangrenzende Schipgatduinen, is hierdoor een beperkt deel van de gegevens afkomstig uit andere, geïsoleerde duingebiedjes en de bebouwde zones van het duingebied tussen Koksijde en Oostduinkerke. Hoewel de weerslag hiervan op de resultaten relatief klein is, wordt daarom verder steeds onderscheid gemaakt tussen de flora van de 'Doornpanne s.l.' en deze van de 'Doornpanne s.str.'.

Als referentieperiode werd geopteerd voor de situatie rond het begin van deze eeuw. Om redenen van beschikbaarheid en volledigheid van gegevens moest echter een periode van ca. 1850 tot 1952 worden aangehouden. Deze gegevens zijn afkomstig van:

- de archieven van het Instituut voor de Floristiek van België en Luxemburg (Nationale Plantentuin van België, Meise): volledige soortenlijsten per km<sup>2</sup> en losse gegevens, uit de periode 1945-1952;
- DE RAEVE et al. (1983): een beperkte aanvulling van grondwaterafhankelijke soorten, veelal gegevens uit het einde van de 19e of begin 20e eeuw.

Meer dan voor de recente periode geldt hier dat de gegevens afkomstig zijn uit het gehele duingebied tussen Koksijde en Oostduinkerke. Waarschijnlijk treedt, vanwege de lange onderzoeksperiode, ook een zeker 'cumulatie-effect' op met een lichte vertekening van de resultaten tot gevolg. Gezien de vrij grote hoeveelheid inventarisatielijsten mag de de prospectiegraad in beide periodes als vergelijkbaar worden beschouwd, enkel de localisatie van de opnames verschilt enigszins.

Een zeer beperkt aantal gegevens werd geschrapt omwille van vermoedelijk foute determinaties. In enkele gevallen werden verwante soorten samengevoegd om vergelijking tussen de actuele en de vroegere situatie mogelijk te maken. Enkel aangeplante soorten werden in principe niet in de lijst opgenomen; verwilderde taxa, ook indien zij niet worden beschouwd als behorend tot de 'wilde' Vlaamse flora, werden wel opgenomen, al zijn voor deze soorten meestal geen ecologische of zeldzaamheidsgegevens voorhanden.

Rekening moet worden gehouden met het feit dat enkel de aan- of afwezigheid werd geregistreerd en niet het aandeel van de soorten in de vegetatie. Dit kan de interpretatie sterk beïnvloeden.

De gegevens werden getabelleerd en voorzien van indices voor:

- zeldzaamheid in Vlaanderen (op basis van de voorlopige Florastatistiek voor Vlaanderen, werkdocument IN);
- indigeniteit (id.);
- lichtbehoefte (ELLENBERG et al. 1992);
- vochtbehoefte (id.);
- pH-voorkeur (id);
- stikstofbehoefte (id.);
- zoutresistentie (id.);
- grondwaterafhankelijkheid (LONDO 1988);
- verdrogingsgevoeligheid (BAKKER et al. 1981);
- socio-ecologische groep (STIEPERAERE & FRANSEN 1982).

In het kader van de eerste fase van de studie rond het infiltratieproject in de Doornpanne werden alle, op korte termijn beschikbare basisgegevens en parameters voor verwerking, samengebracht in tabel 1, in bijlage. In het onderhavige rapport worden enkel die aspecten die relevant zijn voor de floristische waardebeoordeling van het gebied uitgebreider behandeld. Dit betreft in eerste instantie zeldzaamheid (op Vlaamse schaal) als maat voor de kwetsbaarheid en vervangbaarheid van de soorten en indigeniteit als maat voor de natuurlijkheid. Op deze vlakken worden zowel de actuele waarde van het gebied als de mate waarin deze waarde kan worden aangetast dan wel verhoogd (cf. referentiesituatie) door de voorgestelde veranderingen in de bedrijfsvoering van de IWVA geëvalueerd. Andere aspecten kunnen in de tweede fase van het onderzoek (het beheersplan) verder worden uitgewerkt.

Per parameter wordt telkens de totale soortenlijst (x), de tussen 1970 en 1992 waargenomen soorten (pr), de tussen 1850 en 1952 waargenomen soorten (pa) en de verhouding tussen beide behandeld.

### 1.4.1.2. Bespreking

#### *Algemeen* (tabel 1.1., in bijlage)

In de Doornpanne s.l. werden recent (1970-1992) 304 soorten wilde planten aangetroffen + 18 enkel plaatselijk verwilderde soorten die voorlopig nog niet tot de Vlaamse flora worden gerekend. Door het ontbreken van een grondige voorjaarsinventarisatie is dit cijfer echter vermoedelijk een lichte onderschatting. Naar schatting 90% van deze soorten is afkomstig uit de Doornpanne s.str. (opp. ca. 150 ha). Rekening houdend met het ontbreken van cultuurland (steeds verantwoordelijk voor een groot aantal cultuurvolgers) en oude natuurlijke bossen in de duinen, is dit is een hoog cijfer. De soort-oppervlakte relatie voor Noord-België (STIEPERAERE 1980:  $S = 119A^{0,238}$ , waarbij S het aantal soorten is op een oppervlakte A) geeft een gemiddeld soortenaantal van 133 soorten voor een oppervlakte van 150 ha.

In de referentiesituatie (voor 1952) werden in totaal 367 (+4) soorten aangetroffen. Hoewel de onderzochte oppervlakte allicht groter is geweest, zal het aantal enkel buiten de begrenzing van de Doornpanne s.str. gevonden soorten zeker niet meer dan een 15 à 20% bedragen. Ook het cumulatie-effect t.g.v. de langere onderzoeksperiode kan hooguit voor enkele percenten meespelen. Er heeft zich dus sinds 1952 hoogstwaarschijnlijk slechts een lichte daling van het aantal soorten voorgedaan. Opmerkelijker is echter de relatief geringe similariteit tussen de gegevens uit beide periodes (Sørensen-index: 0,43; BEECKMAN 1989), toch een indicatie van belangrijke veranderingen in de flora (en de rest van het ecosysteem) van de Doornpanne s.l.

#### *Lichtbehoefte* (Tabel 1.2., legenda zie bijlage 4)

<i>Tabel 1.2. Lichtgetal (ELLENBERG et al. 1992).</i>							
	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
-	20	4	18	6	6	2	3,00
x	7	2	6	2	5	1	1,20
3-4	19	4	16	5	6	2	2,67
5-6	87	19	65	20	62	17	1,05
7-8	288	62	191	59	255	69	0,75
9	42	9	26	8	38	10	0,68
som	463	100	322	100	372	100	0,87

Op basis van de Ellenbergwaarden ('Lichtzahl') blijkt dat de flora van de Doornpanne s.l. in meerderheid als 'halflicht- tot vollichtplant' (indicatiewaarde 7-9) kan worden gekarakteriseerd. T.o.v. de referentiesituatie is er momenteel echter een duidelijke verschuiving merkbaar in de richting van een meer schaduwtolerante of -preferente flora.

**Vochtbehoefsten** (Tabellen 1.3., 1.4. & 1.5., legenda zie bijlagen 3 & 4)

Vanwege het extreme substraat (sterk filtrerend duinzand) en de geografische positie worden de Ellenbergwaarde ('Feuchtezahl') hier als minder aangepast beschouwd en gebeurt de interpretatie op grond van de grondwaterafhankelijkheid sensu LONDO (1988).

Uit beide parameters blijkt een zeer duidelijke achteruitgang van de uitgesproken hoge (grond-) waterstanden indicerende soorten zonder dat dit gepaard gaat met een noemenswaardige toename van het aantal droogteminnende of -tolererende soorten (Ellenberg-indicatiewaarden 9-12  $><$  1-4; Londo: obligate freatofyten (H,W,F)  $><$  niet-obligate freatofyten (V, K, P, D)  $><$  afreatofyten en zoutplanten (A,Z)). Hierbij zijn het met name de sterk verdrogingsgevoelige soorten die zijn verdwenen. Uit een vergelijking van inventarisatiegegevens uit de tweede helft van de vijftiger jaren (verder niet voor de verwerking gebruikte gegevens uit het IFBL-archief) is het verdwijnen van de vochtafhankelijke en verdrogingsgevoelige flora van de Doornpanne trouwens op zeer korte tijd gebeurd; in de tweede helft van de veertiger jaren was hij nog vrijwel volkomen intact.

*Tabel 1.3. Vochtgetal (ELLENBERG et al. 1992).*

	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
-	20	4	18	6	6	2	3,00
x	40	9	33	10	30	8	1,10
1-2	10	2	7	2	9	2	0,78
3-4	136	29	102	32	119	32	0,86
5-6	140	30	113	35	107	29	1,06
7-8	65	14	33	10	52	14	0,63
9-10	45	10	16	5	42	11	0,38
11-12	7	2	0	0	7	2	0,00
som	463	100	322	100	372	100	0,87

Wat momenteel nog rest is gebonden aan een diep uitgegraven put op het IWVA-terrein of een aan de rand van Oostduinkerke-Bad gelegen pannetje. Door DE RAEVE et al. (1983) werd de invloed van de waterwinning als doorslaggevende oorzaak beschouwd voor deze achteruitgang.

*Tabel 1.4. Grondwaterafhankelijkheid (LONDO 1988).*

	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
-	20	4	18	6	4	1	4,50
AZ	295	64	233	72	241	65	0,97
KPD	50	11	34	11	42	11	0,81
V	27	6	15	5	20	5	0,75
F	23	5	8	2	21	6	0,38
W	38	8	13	4	34	9	0,38
H	10	2	1	0	10	3	0,10
som	463	100	322	100	372	100	0,87

*Tabel 1.5. Verdrogingsgevoeligheid (BAKKER et al. 1981).*

	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
-	313	68	249	77	244	66	1,02
?	22	5	16	5	15	4	1,07
I	33	7	27	8	25	7	1,08
II	36	8	21	7	33	9	0,64
III	59	13	9	3	55	15	0,16
som	463	100	322	100	372	100	0,87

*Nutriëntenbehoefte* (Tabel 1.6., legenda zie bijlage 4)

In navolging van Ellenberg wordt de stikstof-indicatiewaarde ('Stickstoffzahl') van de soorten als representatief voor de nutriëntenbehoefte van de soorten gehanteerd. De actuele soorten uit de Doornpanne s.l. zijn vrij evenwichtig over het gehele scala van stikstofbehoefte verdeeld, met uitzondering van klasse 9 (soorten van overmatig stikstofrijke standplaatsen). In vergelijking met de referentiesituatie lijkt er, in relatieve en absolute waarden, een zekere afname van het aandeel van soorten met hogere stikstof-indicatiewaarden en een sterke toename van indifferente en niet behandelde soorten op te treden. Dit lijkt in tegenspraak met de huidige abundantie en, in vergelijking met de periode rond de eeuwwisseling, onmiskenbare toename van soorten als Grote brandnetel, Hondsdraf of Teunisbloemen in de vegetatie van de Doornpanne, maar vergt verdere studie. In elk geval kan het wijzen het op een recente afname van ecologische diversiteit in de Doornpanne.

*Tabel 1.6.: Stikstofgetal (ELLENBERG et al. 1992).*

	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
-	20	4	18	6	6	2	3,00
x	41	9	36	11	17	5	2,12
?	2	0	2	1	0	0	-
1-2	71	15	50	16	57	15	0,88
3-4	100	22	76	24	82	22	0,93
5-6	114	25	69	21	106	28	0,65
7-8	103	22	66	20	92	25	0,72
9	12	3	5	2	12	3	0,42
som	463	100	322	100	372	100	0,87



*Bodem-pH en kalkindicatie* (Tabel 1.7., legenda zie bijlage 4)

Blijkens de Ellenberg-cijfers is de flora van de Doornpanne s.l. indicatief voor zwak zure tot zwak basische habitats of indifferent op het vlak van pH. Net als bij het stikstofgetal is recent een duidelijke afname van de meer uitgesproken kalk- of basenminnende soorten merkbaar en een verschuiving naar indifferente soorten. Ook op dit punt is dus een duidelijke vervlakking en een verlies van eigenheid van de flora waarneembaar. De lichte toename van sterk zuurminnende soorten is nauwelijks significant.

*Tabel 1.7. Reactiegetal (ELLENBERG et al. 1992).*

	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
-	20	4	18	6	6	2	3,00
x	129	28	101	31	85	23	1,19
1-2	5	1	5	2	3	1	1,67
3-4	37	8	27	8	33	9	0,82
5-6	62	13	43	13	52	14	0,83
7-8	200	43	124	39	183	49	0,68
9	10	2	4	1	10	3	0,40
som	463	100	322	100	372	100	0,87

*Socio-ecologische groepen* (Tabel 1.8., legenda zie bijlage 3 & 4)

Voor een interpretatie van de vegetatiekundige aspecten van de soortenlijst werden de gestandaardiseerde socio-ecologische groepen van STIEPERAERE & FRANSEN (1982) op een voor een duingebied relevantere wijze samengevat in 9 nieuwe hoofdgroepen. Ook werden een beperkt aantal soorten in een andere, meer met de duinsituatie overeenstemmende groep geplaatst.

De kwantitatief belangrijkste soortengroepen zijn deze van de 'anthropogene pioniervegetaties en ruigten (1abcdef)' en deze van de 'natte tot droge (half-) natuurlijke ruigten, zomen en struwelen'(4e8abcd), gevolgd door de '(half-) natuurlijke pioniervegetaties en open graslanden van (zeer) droge, minerale bodems (3a6bde)', de halfnatuurlijke en cultuurgraslanden van voedselrijke, periodiek natte tot vochthoudende bodems (2a5ab)' en, in mindere mate de soorten van '(half-) natuurlijke en cultuurbossen (9abcdefg)' en '(half-) natuurlijke schraallanden van vochtige tot vochthoudende, humeuze bodems (6c7cdef)'.

*Tabel 1.8. Socio-ecologische groep (STIEPERAERE& FRANSEN 1982).*

	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
-	15	3	15	5	1	0	15,00
1abcdefg	104	22	67	21	93	25	0,72
3c	5	1	1	0	5	1	0,20
4abcd7ab	50	11	15	5	47	13	0,32
2bc	13	3	4	1	12	3	0,33
3a6bde	58	13	50	16	52	14	0,96
2a5ab	73	16	50	16	65	17	0,77
6c7cef	42	9	25	8	39	10	0,64
4e8abcd	67	14	62	19	47	13	1,32
9abcdefg	36	8	33	10	11	3	3,00
som	463	100	322	100	372	100	0,87

In vergelijking met de referentieperiode valt vooral een achteruitgang op van de soorten van 'zilte graslanden (3c)', 'water- en moerasvegetaties (4abcd7ab)' en '(half-) natuurlijke pioniervegetaties van vochtige tot natte bodem (2bc)', m.a.w. de vegetaties uit de hydro- en hygrofeer. Dit sluit aan bij de resultaten van de analyse naar vochtafhankelijkheid en verdrogingsgevoeligheid. De hoofdzakelijk mesofiele graslandvegetaties ('2a5ab' en '6c7cef') vertonen een significante maar geringere verarming, terwijl de open vegetaties van (zeer) droge milieu's hun soorten konden behouden. Het soortenassortiment van halfnatuurlijke ruigten, zomen, struwelen en vooral bossen is daarentegen sterk uitgebreid. Dit ligt in de lijn van de, op basis van luchtfoto-analyse en evaluatie van landschapsfoto's (MASSART 1908), sinds het interbellum waargenomen verstruweling en verbossing van de Doornpanne en de duinen in het algemeen. Deze tendens kan in verband worden gebracht met het wegvallen van het agro-pastorale gebruik van de duinen, de aanplant van cultuurbossen en met het grotere soortenaanbod vanuit tuinen e.d. (LETEN 1992). De afname van het aantal soorten van antropogene pioniersvegetaties en ruigten is waarschijnlijk te wijten aan een betere inventarisatie van de (nog halfopen) villaverkavelingen en cultuurgronden uit het 'Doornpanne s.l.'-gebied tijdens de referentieperiode.

Het is verleidelijk de afname van vochtafhankelijke vegetaties en de toename van zomen, struwelen en bossen te koppelen en te interpreteren als een vervanging van de eerste door de tweede. Uit het veldwerk en de vegetatiekaart blijkt echter dat de voormalig nattere zones weliswaar relatief het sterkst verstruweeld of verbost zijn, maar dat de nieuw gevestigde soorten van deze laatste vegetatietypes eerder in de oorspronkelijk mesofiele zone en in de bosaanplanten op voormalig akkerland te vinden zijn. Een eventueel opnieuw natter worden van het gebied, al dan gepaard aan beheerswerken, betekent dus geenszins dat de hoger gestructureerde vegetaties beduidend in soortenaantal zullen afnemen. Ook in het sterk verstruweelde Westhoekreservaat valt trouwens op dat de soortenrijkste struwelen en de zeldzaamste zoom- en struweelsoorten eerder in de relatief hooggelegen droge sfeer, buiten zowel de vochtige als de verdroogde valleien, te vinden zijn. De grotere geomorfologische, bodemkundige en microclimatologische diversiteit van de duinruggen en kopjesduinen speelt hierbij waarschijnlijk een doorslaggevende rol.

**Indigeniteit** (Tabel 1.9., legenda zie bijlage 3)

89% van de actuele flora van de Doornpanne behoort tot de indigene flora (zij het dat een 5% mogelijk ter plaatse is verwilderd vanuit aanplant van vnl. houtige gewassen). Voor een natuurgebied is dit al met al een vrij hoog percentage van oorspronkelijk verwilderde soorten. Dit is echter een fenomeen eigen aan alle duingebieden, die blijkbaar gemakkelijk ruimte bieden voor nieuwvestiging van exoten. Opmerkelijk maar even kenmerkend voor duingebieden, is de toename met 6% van deze exoten t.o.v. de referentiesituatie (in dit geval grotendeels bepaald door de IFBL-archiefgewens daterend uit de relatief recente periode 1945-1952).

<i>Tabel 1.9. Indigeniteit (werkdokument IN).</i>							
	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
A	20	4	18	6	4	1	4,50
I	403	87	270	84	345	93	0,78
I/A	16	3	16	5	7	2	2,29
N & N/A	24	5	18	6	16	4	1,13
som	463	100	322	100	372	100	0,87

**Authenticiteit** (op basis van de socio-ecologische groepen en indigeniteit) (Tabel 1.10., legenda zie bijlagen 3 & 4)

Authenticiteit wordt hier gedefinieerd als functie van de voor het duingebied meer of minder specifiek beschouwde socio-ecologische groepen en de indigeniteit van de soorten. Vooral de ecosystemen welke indigene soorten bevatten van de groepen 2c, 3a, 3c, 4b, 6b, 6c, 6f, 7a, 7b, 7c, 7f, 8c en 8d kunnen als kenmerkend voor het jonge en middeljonge duingebied worden beschouwd en worden als zeer waardevol geëvalueerd. Duidelijk is dat de veranderingen in de flora van de Doornpanne gepaard zijn gegaan met een beduidend verlies aan authenticiteit van het gebied als duinecosysteem.

<i>Tabel 1.10. Authenticiteit (STIEPERAERE&amp; FRANSEN 1982, werkdocument IN).</i>							
	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
Auth.	154	33	105	33	137	37	0,77
nAuth.	309	67	217	67	235	63	0,92
som	463	100	322	100	372	100	0,87

**Zeldzaamheid** (Tabel 1.11., legenda zie bijlage 3):

Bij gebrek aan een uitgewerkte Vlaamse Rode Lijst van de Hogere Planten (gebaseerd op een combinatie van actuele zeldzaamheid en verspreidingsdynamiek) die als criterium voor de kwetsbaarheid en de mate van bedreiging van de flora kan gelden, wordt hiervoor verder enkel met de actuele zeldzaamheid gewerkt.

Van de huidige flora van de Doornpanne s.l. kunnen 72 soorten Hogere Planten (22%) als zeldzaam tot uiterst zeldzaam (zeldzaamheidsklassen 1-4) in Vlaanderen worden beschouwd; 64 van deze soorten behoren tot de oorspronkelijk inheemse flora. Dit is een, naar Vlaamse normen, hoog aantal, dat enkel in de belangrijkste natuurgebieden wordt overtroffen. 10 indigene soorten (3%), allen gevonden in de Doornpanne s.str., zijn uiterst zeldzaam tot marginaal in Vlaanderen (zeldzaamheidsklassen 1-2, 1 à 7 recente groeiplaatsen in Vlaanderen). Het voortbestaan van deze soorten in Vlaanderen is direct mede afhankelijk van hun overlevingskansen in dit gebied.

*Tabel 1.11. Zeldzaamheid in Vlaanderen (werkdokument IN).*

	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
-	20	4	18	6	4	1	4,50
1-2	28	6	10	3	24	6	0,42
3-4	98	21	62	19	83	22	0,75
5-6	95	21	53	16	80	22	0,66
7-8	110	24	75	23	82	22	0,91
9-10	112	24	104	32	99	27	1,05
som	463	100	322	100	372	100	0,87

Zowel in absolute als in relatieve cijfers was de groep van (naar de huidige normen) zeldzame soorten in de referentieperiode veel uitgebreider: 107 soorten (28%), waarvan 103 soorten behorend tot de indigene flora. 24 soorten (6% van de totale toenmalige flora) hiervan behoren tot de momenteel hoog gewaardeerde, uiterst zeldzame soorten. 55 (slechts iets meer dan de helft dus) van de zeldzame soorten, waaronder slechts 7 (minder dan een derde) van de uiterst zeldzame soorten uit de referentieperiode werden na 1970 nog teruggevonden. Dit is opnieuw een duidelijke aanwijzing dat, hoewel de zeldzaamheidswaarde van het gebied nog steeds hoog is, de authenticiteit op het vlak van de bijzondere flora sterk is aangetast; vermoedelijk mogen wij hieruit hetzelfde besluiten voor de authenticiteit op het vlak van de vegetatie en het ecosysteem als geheel.

Voor verdere analyse van de kwetsbaarheid en de potenties van het gebied op soortsniveau wordt de groep van zeldzame, indigene soorten nu verder apart behandeld.

*Ecologische evaluatie van de groep van indicatorsoorten* (Tabel 1.12., legenda zie bijlagen 3 & 4; Tabel 1.13. in bijlage 2)

Voor deze analyse werden alle zeldzame indigene soorten uitgeselecteerd. Het betreft een groep van 117 soorten, behorend tot de zeldzaamheidsklassen 1 t.e.m. 4.

Het is duidelijk dat belangrijkste floristische waarden van de Doornpanne momenteel schuilen in de habitat van de halfnatuurlijke mesofiele schraallanden en dwergstruikenvegetaties (6c7cef). Van de 10 uiterst zeldzame soorten horen er zelfs 6 thuis in het duinkalkgrasland (6c: Wit hongerbloempje, Kalkbedstro, Gevinde kortsteel, Aarddistel, Voorjaarsganzerik en Liggend bergvlas), terwijl 2 andere (Duinroosje en Knopbies) in het gebied ook in deze begroeiing te vinden zijn. Diverse van deze soorten zijn momenteel echter ook binnen het gebied zeer zeldzaam. In de referentiesituatie was het aantal zeldzame soorten uit dit milieu nog een derde groter en waren de meeste soorten hoogstwaarschijnlijk ook veel algemener in het gebied. De verdwenen soorten zijn deels verdrogingsgevoelige taxa die in de duinen aan het grondwater zijn gebonden.

<i>Tabel 1.12. Socio-ecologische groep van de zeldzame indigene soorten (STIEPERAERE&amp; FRANSEN 1982, werkdocument IN).</i>							
	x	%	pr	%	pa	%	pr/pa
1bef	7	6	3	5	4	4	0,75
3c	5	4	1	2	5	5	0,20
4abd7ab	19	16	4	6	19	19	0,21
2bc	8	7	3	5	7	6	0,43
3a6be	24	21	18	28	20	19	0,90
2a5ab	9	8	3	5	8	8	0,38
6c7cef	30	26	18	28	28	27	0,64
4e8bed	14	12	13	20	10	10	1,30
9g	1	1	1	2	0	0	-
som	117	100	64	100	101	100	0,63

De mesofiele schraallanden en dwergstruwelen zijn, via begrazing door konijnen en vee, door bodemvorming, lichte verdroging of overstuiving ontstaan uit natte pioniervegetaties of duinkalkmoerassen. Zij kunnen zich, in soortenarmere vorm, handhaven bij verdroging indien de begrazingsdruk gunstig blijft en de bodemstructuur intact wordt gelaten. Onderbegrazing leidt tot vergrassing en verruiging, overbegrazing tot het ontstaan van mosvegetaties arm aan kruidachtige planten. Vanwege hun ontstaansgeschiedenis kunnen deze vegetaties zich niet langer of niet opnieuw vormen in uitgedroogde duingebieden. Sterke bodemverstoring of algehele vergraving leidt in dergelijke gevallen tot xerofiele, niet zelden ook nitrofiële duinecosystemen en meermaals ook tot invasie van Duindoorn. Lichtere vormen van bodemverstoring zoals vergraving door konijnen leiden dikwijls tot soortenarme duinroosheiden. Na een verstruwelingsfase blijft meestal slechts een vegetatie waaruit alle zeldzame soorten verdwenen zijn. **Tot op heden is echter in de Doornpanne, in vergelijking met b.v. het Westhoekreservaat, een vrij grote oppervlakte actueel of potentieel duinkalkgrasland onverstruweeld gebleven (zie vegetatiekaart). Het is duidelijk dat deze vegetatietypes afhankelijk zijn van een bijna onwaarschijnlijke evenwichtssituatie tussen humusopbouw en kalkrijkdom in een van nature zeer dynamisch landschap. Het duinkalkgrasland en de mesofiele duinvalleigraslanden en -kruipwilgvegetaties behoren tot de sterkst bedreigde ecotopen van het duingebied en van Vlaanderen. Een verhoging van de grondwaterstand kan, in combinatie met een graas- of eventueel maaibeheer, de momenteel verarmde flora van deze habitat terug herstellen. Ook een ontwikkeling van nieuwe duinkalkgraslanden en mesofiele duinvalleivegetaties is in dat geval in principe mogelijk.** Dit vergt echter een combinatie van jonge, tot op het grondwater uitgestoven duinvalleien, begrazing en/of het tegengaan van verstruweling, langzame en lichte overstuiving en veel tijd. De herstelmogelijkheden van dit ecosysteemtype worden verder sterk gehypothecerd doordat de soorten in meerderheid geen persistente zaadbank hebben en in de meeste gevallen over slechts zeer beperkte dispersiemogelijkheden beschikken (vnl. via mieren).

Zeldzame soorten zijn ook goed vertegenwoordigd in de xerofiele pioniervegetaties en open duingraslanden (3a6be). In dit geval betreft het echter uitsluitend soorten uit de zeldzaamheidsklassen 3 en 4: dit zijn ten dele soorten die in de resterende duingebieden langs de Belgische kust regelmatig of zelfs algemeen voorkomen (b.v. Helm of Zanddoddegras) maar beperkt zijn tot het duingebied. Hun aantal is ten opzichte van de referentiesituatie nauwelijks afgenomen, een aantal van de 'verdwenen' soorten betreft trouwens planten van de zeereepduinen.

De zeldzaamheid van de xerofiele open duinvegetaties is te wijten aan de zeldzaamheid van het extreme kustmilieu in Vlaamse context. Deze vegetaties en hun soorten worden op korte termijn niet direct bedreigd maar kunnen op termijn te lijden hebben van het wegvallen van milieudynamiek en de tempering van het extreme microclimaat (vastleggen van het duin, vergrassing, verstruweling). Door hun aard zijn zij echter vrij goed bestand en soms zelfs afhankelijk van een meer of minder grote mate van veranderlijkheid van hun habitat, zoals overstuiving en bodemverstoring. De soorten van het helmduin (3a) zijn wat dit betreft heel wat meer tolerant dan de soorten van het mosduin (6b), die gevoelig kunnen zijn voor vergraving.

Een relatief hoog aantal zeldzame soorten (13), waaronder 2 in Vlaanderen uiterst zeldzame taxa (Duinroosje en Zuurbes), tellen ook de halfnatuurlijke ruigten, zomen en duinstruwelen van de Doornpanne (4e8abcd). Deze soorten zijn vrijwel uitsluitend afkomstig uit de groepen van zoomvegetaties en kalkstruwelen en hun aantal en vrijwel zeker ook hun abundantie in het terrein, vertonen een toename t.o.v. de referentiesituatie. In het terrein komen met name de soorten van zomen (8c) veelal voor in direct contact met de mesofiele schraallanden en dwergstruwelen.

De uitbreiding van ruigten, zomen en struwelen is waarschijnlijk een gevolg van de, sinds het interbellum, verminderde agropastorale druk op het duinecosysteem. Voor de zeldzamere soorten betreft dit vooral de verminderde begrazingsdruk (enkel nog de regelmatig gedecimeerde konijnen) op de mesofiele schraallanden. Hoewel hun uitbreiding dus in de eerste plaats ten koste gaat van andere hooggewaardeerde soorten en vegetaties, lijkt een nieuwe evenwichtstoestand in de mesosfeer met een grotere soorten- en structuurdiversiteit zeer wel mogelijk.

Hoewel de grootschalige struweelvorming voornamelijk in de voormalig natte pannen heeft plaatsgevonden, betreft het hier maar voor een beperkt deel vegetaties met zeldzame en waardevolle soorten. Een herstel van de oorspronkelijke hydrologie, zelfs gepaard met herstel van de natte duinvalleivegetaties door natuurtechnisch beheer, levert dus nauwelijks gevaar op voor de bijzondere soorten uit deze groep. De ecosystemen van soortenrijke zomen en kalkstruwelen zijn echter even gevoelig voor vergraving als deze van de mesofiele schraallanden waaruit zij zijn voortgekomen en waarmee zij meestal in mozaiek voorkomen.

Van de zeldzame soorten van open water en duinmoerassen (4abcd7ab) komen nog slechts 3 soorten voor in het Doornpannegebied, waarvan één soort (Padderus) in de periferie van de waterwinningsinvloed in een pannetje bij Oostduinkerke-Bad en twee relatief verdrogingstolerante soorten (de uiterst zeldzame Knobbies en verder nog Drienerfzegge) in halfnatuurlijke vegetaties in de Doornpanne zelf. Slechts de eerste van deze soorten werd in 1992 nog waargenomen, in alle gevallen zijn of waren het overigens zeer marginale groeiplaatsen. In de referentiesituatie was het aantal (zeer) zeldzame soorten van deze milieu's veel hoger: 19, waarvan niet minder dan 8 volgens de huidige normen uiterst zeldzame taxa.

Tussen 1945 en 1950 waren veel van deze verdwenen soorten nog aanwezig, maar na 1952 zijn er geen waarnemingen meer bekend. Het ligt voor de hand dat de waterstandsval als gevolg van het opstarten van de IWVA-waterwinning, verantwoordelijk is voor het verdwijnen van de soorten van de natte habitats. Afgezien van de grondwaterstand (in principe herstelbaar) en de huidige duinvalleivegetaties (veelal struwelen, maar door natuurtechnisch beheer vrij gemakkelijk om te vormen), bleven de belangrijke parameters voor deze vegetaties tot nog toe echter grotendeels intact (kalkrijkdom, nutriëntenarmoede, waterkwaliteit). De soorten van deze habitats beschikken daarenboven dikwijls over goede dispersiemogelijkheden en zijn in een aantal gevallen nog in de omgeving aanwezig (Westhoekreservaat, Ter Yde). De toestand uit de referentiesituatie blijft dus in potentie op relatief korte termijn herstelbaar. De meeste soorten van water- of vijverbodemvegetaties (4a, 4b en 4d) waren in het Doornpannegebied waarschijnlijk altijd al gebonden aan gegraven plassen, e.d. Kleinschalige uitgraving tot onder het grondwaterpeil of de creatie van gegraven infiltratiebekkens, kan dus bijdragen tot een verrijking van het gebied, uiteraard indien de benodigde waterkwaliteit en -fluctuaties voor de soorten van authentieke duinplassen en -moerassen geschikt blijft.

De soortengroep van natte tot vochtige pioniervegetaties (2bc) komt nog slechts met enkele soorten voor, telkens in marginale hoeveelheden of op marginale standplaatsen (b.v. Kruipe moerasscherm op de oevers van een gegraven put op het IWVA-terrein). De meeste zeldzame soorten uit de referentiesituatie zijn echter verdwenen.

De soorten van deze groep zijn in meerderheid afhankelijk van tot op het grondwater uitgestoven, jonge duinvalleien. De verdroging van het gebied is oorzaak van hun achteruitgang. Hun zaden behouden echter langdurig hun kiemkracht en zij beschikken meestal over goede dispersiemogelijkheden (vandaar dat enkele soorten af en toe toch nog opduiken in het gebied). Herstel is dus mogelijk, mits spontane uitstuiwingsprocessen in een hydrologisch hersteld ecosysteem blijvende kansen krijgen. Ook artificiële pioniermilieu's in natte situaties bieden ontwikkelingsmogelijkheden, alhoewel vrijwel ooit de graad van milieudiversiteit kan bereikt worden van een natuurlijke situatie.



Van de groep van matig droge tot (periodiek) natte voedselrijkere graslanden (2a5ab) resteren momenteel nog een drietal soorten. De verdwenen soorten uit de referentiesituatie behoren voornamelijk tot de grondwaterafhankelijke en verdrogingsgevoelige taxa.

De waardevolle vertegenwoordigers van deze groep in de Doornpanne vormen een vrij heterogeen stel. De ecologische positie van de belangrijkste soorten uit deze groep sloot waarschijnlijk eerder aan bij die van andere socio-ecologische groepen (duinkalkmoerassen en vochtige tot mesofiele schraallanden). Ook wat herstelmogelijkheden en kwetsbaarheid betreft sluiten zij dus aan bij deze soortengroepen.

De soorten van zilte graslanden en contactsituaties tussen zoete en zoute milieu's (3bc) is en was zwak vertegenwoordigd in de Doornpanne. Momenteel komt nog 1 soort voor, tegenover 5 in de referentiesituatie.

Het betreft soorten uit de tweede ecologische categorie van de soortengroep ('contactsituaties') die in meerderheid waarschijnlijk in natte duinvalleivegetaties stonden. Herstelmogelijkheden hangen dus samen met deze van die groep, maar zijn waarschijnlijk klein. Hertshoornweegbree en Engels lepelblad zijn eerder soorten van al dan niet gestoorde plaatsen in de omgeving van de zee waarvan het lot waarschijnlijk weinig wordt beïnvloed door vernatting of vergraving.

Ondanks het feit dat de bossoorten (9abcdefg) in de totaliteit van de actuele Doornpanneflora een niet onbelangrijke plaats innemen (10%), is het aantal zeldzame bossoorten zeer gering (1). Het betreft dan nog een soort (Tongvaren) die in Vlaanderen niet zozeer in ravijnbossen maar voornamelijk in andere luchtvochtige milieu's wordt aangetroffen (waterputten, ...). In de Doornpanne werd trouwens slechts één populatie gevonden in soortenrijk struweel aan de voet van een steile noordhelling.

Hoewel de spontane berkenbossen vanuit vegetatiekundig, ornithologisch en natuurontwikkelingsoogpunt belangwekkend zijn, is het duidelijk dat zij nog veel te jong, te klein en te geïsoleerd zijn om reeds een grote floristische eigenheid en waarde te bezitten. Wat dit betreft is er overigens geen verschil met de verschillende types van bosaanplant. Het is trouwens bekend dat het geïsoleerde bossen minstens 200 jaar kost om op dit vlak een 'Oud Bos'-karakter te verkrijgen (HERMY 1985).

Het aantal bijzondere soorten uit de groep van anthropogene pioniervegetaties en ruigten (1abcdefg) is beperkt.

Het gaat meestal om van nature efemere soorten uit de omgeving van de mens, waarbij het trouwens de vraag is in hoeverre zij ooit in de Doornpanne s.str. voorkwamen. Zij zijn niet relevant voor ons onderzoek.

## 1.4.2. VEGETATIE

### 1.4.2.1. materiaal en methode

#### *Vegetatiekundig onderzoek*

Vanwege de tijdsbeperking en de ongunstige veldwerkperiode (half oktober tot eind december) was een gedegen voorbereidend vegetatiekundig basisonderzoek onmogelijk. Het bleek uiteindelijk niet mogelijk om meer dan 22 vegetatie-opnamen (Tansley-schaal) te maken (bijlagen 8 en 9). Vrijwel alle vegetatiekundige informatie volgt dus rechtstreeks uit de vegetatiekaart. In het tweede luik van deze studie ('Beheer van de Doornpanne') zal alsnog getracht worden een betere vegetatiebeschrijving te realiseren en daarmee enkele tekortkomingen van de vegetatiekaart te corrigeren.

#### *Vegetatiekartering*

Gezien de beperkingen qua tijd en veldwerkperiode werd een ad hoc vegetatietynologie ontworpen, oorspronkelijk vertrekkende van de landschapsecologische karteringseenheden van DOING (1988), maar al spoedig uitgewerkt tot een volkomen nieuwe, aan de situatie aangepaste typologie. Evenmin was er tijd om de beschikbare 'false-colour'-luchtfoto's (1/5.000, opgenomen in juni 1989 door EUROSENSE) grondig te analyseren. De uitgangspunten waren aldus de volgende:

- + de basiskaart werd vervaardigd aan de hand van een directe afbakening van met het blote oog onderscheidbare eenheden op een luchtfoto-montage;
- + de karteringseenheden zijn niet gebaseerd op zuivere plantengemeenschappen (cf. Braun-Blanquet), maar op complexen van vegetatietypen, -fragmenten, -complexen, enz. in combinatie met soortspatronen en - in de mate van het mogelijke - geomorfologische en bodemkundige aspecten;
- + de vegetatietynologie werd in de mate van het mogelijk direct afgesteld op de specifieke noden van het onderzoek;
- + de karteringseenheden zijn samengesteld uit een deels neven-, deels onderschikende combinatie van ecologisch indicatieve soorten, soortengroepen of milieu-elementen;
- + als basis en veelal naamgevend element van de hoofdtypen worden voornamelijk de belangrijkste structuurvormende soorten gebruikt: Helm, Kruiwilg, Duindoorn, Duinroosje, Prunetalia-struweelsoorten, bomen, mossen, e.d., voor de ondergeschikte codering deels aangevuld met belangrijke inslag-, ondergroei- of dominantie-elementen als: Gewone Vlier, Wilde liguster, varens, nitrofiële elementen, relictuele freatofyten, enz.

Het concept van de vegetatiekaart is dan ook eerder gebaseerd op de structuur- en systeemvormende sleutelsoorten in het gebied dan op de gebruikelijke hiërarchische vegetatiekundige niveaus (verbond, associatie, ...) of op de, in de Belgische duinen overigens nauwelijks te herkennen, landschapstypologie van DOING (1988). Hoewel vormelijk het lettercode-systeem van de DOING-landschapseenheden werd overgenomen, vertonen de hier ontworpen karteringstypes nog weinig overeen-

komt met de eenheden van deze auteur. De 'hoofdlandschappen' sensu DOING of sensu LETEN (1992) kunnen eventueel later wel worden gesuperponeerd op de hier gebruikte karteringseenheden.

De vegetatie-eenheden zijn dus opgebouwd uit:

+ een hoofdletter (*O, A, K, S, I, R, H, P, B*) voor de structuurvormende soort of soortengroep

+ één of meer kleine letters voor (een) indicatieve soortengroep(en) of milieu-element(en) voor verdere typering van het hoofdtype en/of één of meer ruimtelijk gescheiden ondergeschikte elementen.

In tegenstelling tot de DOING-typologie worden geen 'typische' subtypes (b.v. *Hh* of *Aa*) onderscheiden. Zwak ontwikkelde elementen werden aangeduid met een accent, vergraste types werden onderscheiden door de soortengroep waartoe de verviltende soort behoort te onderstrepen (op de kaart om technische redenen vervangen door een uitroepteken na de elementcode, b.v. *Id!t*).

Een overzicht van de karteringscodes is te vinden in bijlage 7.

#### 1.4.2.2. kort overzicht van de belangrijkste vegetatietypes

Voor een uitgebreide behandeling van de vegetatie van de Doornpanne wordt verwezen naar het tweede luik (beheer) van het Doornpanne-rapport.

##### *(Vrijwel) onbegroeid zand (O)*

*Oa*: Deflatiezone van meestal natuurlijke verstuiwingskernen in paraboolduinen of stuifkuilen, soms van vergraven duinzones.

*Ok*: meer gestabiliseerd zand met verspreide eenjarige kruiden of met Zandzegge.

*Ot*: meestal kleinschalige, door recreatie of vergraving gestoorde zandplekken of stroken, veelal met wat nitrofiele éénjarigen als Kleine brandnetel.

Kwetsbaarheid:

\* hydrologisch: meestal (ver) boven het natuurlijke grondwaterniveau en dus weinig beïnvloedbaar door hydrologische veranderingen. Grote stuifkuilen of paraboolduinen stuiven in natuurlijke omstandigheden wel uit tot op het grondwater en het behoud van ongestoorde, vrij grootschalige verstuiwingsprocessen zijn van groot belang voor de ecologische herstelpotenties van een gebied.

\* geomorfologisch: deze dynamische duinelementen kunnen zich in principe goed herstellen van diverse vormen van vergraving of bodemverstoring. Afgraving of vastlegging van het zand betekenen echter het einde van de stuifduincomplexen; sterke recreatie veroorzaakt dikwijls ruderalisatie. Ook de geomorfologische waarde aan sich van een natuurlijk patroon van paraboolduinen en stuifkuilen wordt uiteraard aangetast door alle menselijke ingrepen.

\* biologisch: van belang voor diverse gespecialiseerde, dikwijls verstoringsgevoelige organismen, zoals Zandloopkevers.

### *Helmvegetaties (A)*

Helm is, buiten de zeereep, de belangrijkste natuurlijke stabilisator van sterk stuivende duinen aan de Belgische kust. Door het sterk uitgebouwde rhizoomstelsel is de soort in staat om zich zowel verticaal als horizontaal aan sterke zandverplaatsingen aan te passen. Buiten de zeereep is de soort voor haar kieming echter afhankelijk van grondwaterbeïnvloede zones, voedselrijkere oude humushorizonten, enz. in het kale stuifduin. Bij stabilisatie van het duin gaat de soort achteruit, o.a. door voedselgebrek en aantasting door pathogene aaltjes.

*Ao*: typisch stuivend helmduin.

*Ak*: meer gestabiliseerd helmduin met verspreide mosduinelementen.

*Ah* en *As*: Helmvegetatie met relictten van Duindoorn- of Kruipwilvegetatie.

Kwetsbaarheid:

\* hydrologisch: gezien de ligging is er geen effect van een verhoging van de grondwaterstand te verwachten. In stuifduingebieden met een natuurlijke grondwaterstand vormen de zgn. parasitaire helmduintjes in jonge natte uitstuiwingsvalleien wel een belangrijke bron van bodem- en reliëfdifferentiatie. In natuurlijke stuifduinen is nieuwvestiging van Helm dikwijls wel afhankelijk van de grondwaterbeïnvloede situaties. Daartegenover staat dat de hoeveelheid zand die beschikbaar is voor verstuiwing in verdroogde duinen groter is dan in gebieden met een natuurlijke waterstand.

\* geomorfologisch: in principe herstelbaar (zie onder *O*), maar Helm kiemt niet gemakkelijk in droge, voedselarme stuifzanden en vergraving riskeert dus grotere oppervlakten kaal stuivend zand te creëren. Aanplant van Helm is mogelijk en kan gebruikt worden om hele zones te stabiliseren maar veroorzaakt gemakkelijk onnatuurlijke situaties met nitrofielen en is niet wenselijk waar men een natuurlijke duinontwikkeling vooropstelt.

\* biologisch: van belang voor o.a. diverse gespecialiseerde insecten en enkele bijzondere paddestoelen.

### *Mosduinen (K)*

Ontstaan door stabilisatie van Helmduin (*A*) of kaal zand (*O*), met oppervlakkige en beperkte bodemvorming. Structuurvormende elementen zijn het nog vrij overstuivingstolerante Duinsterretje in de jonge fases en deze met een extremer microclimaat, en meer gevoelige soorten als lichenen, Klauwtjesmos, e.a. in de sterker gestabiliseerde zones. In niet verstruweelde landschappen blijven zij lang stabiel, kunnen zij evolueren naar meer gesloten droge duingraslanden of naar zeer kwetsbare korstmossteppen. Momenteel worden zij meestal door Duindoornstruweel (*H<sub>1</sub>K* en *H<sub>1</sub>t*) overwoekerd.

*Ko*: typische open Duinsterretjesvegetatie met verspreide open plekken.

*Ka*: id., met relictten van Helmvegetatie.

*Kc*: oudere, meer beschutte mosduinen, dikwijls op humeuze bodems, met lichenen,

Klauwtjesmos en elementen van het droog duingrasland. Ontstaan uit open Duinsterretjesvegetatie op meer beschutte plaatsen of door overbegrazing, verdroging of degradatie uit mesofiele duingraslanden. Een verwant type is door overbetreding verdwenen uit de Doornpanne: het betrof het oppervlakkig verzuurde, vrijwel uitsluitend uit (bijzondere) lichenen bestaande eindstadium van de ontwikkeling van de Duinsterretjesvegetatie.

*Kf*: mosduin met nitrofiele inslag, dikwijls op sterk betreden of vergraven plaatsen.

Kwetsbaarheid:

\* hydrologisch: vernatting of verdroging heeft in de meeste gevallen geen invloed op deze types. De *Kc*-vegetaties uit verdroogde valleien vormen bij een herstel van een natuurlijke grondwaterstand vermoedelijk wel een zeer goed uitgangspunt voor de ontwikkeling van mesofiele tot natte duinvalleivegetaties. Hoewel dit het einde betekent van de mosduinvegetatie op zich, is in elk geval de waarde van deze nieuwgevormde duinvalleivegetaties veel groter dan die van wat verloren gaat.

\* geomorfologisch: in principe zijn deze vegetaties, op *Kc* na, herstelbaar na vergraving of sterke bodemverstoring, al is dit niet vanzelfsprekend. In dergelijke gevallen of bij kunstmatige fixatie met takkebossen e.d. treden wel gemakkelijk nitrofiele invloeden op; herstel gebeurt dus best via een hernieuwde verstuivingsfase. *Kc* is niet (op de oude bodems van gedegradeerde graslanden) of veel moeilijker herstelbaar en vergt in elk geval een lange ongestoorde ontwikkelingstijd. Het verdwenen maar in principe herstelbare, aan *Kc* verwant type van sinds lang gestabiliseerde, licht verzuurde en absoluut onverstoorde mosduinen, is uiterst betredingsgevoelig en verdraagt geen enkele vorm van bodemverstoring.

\* biologisch: diverse, veelal in de duinen minder maar in Vlaanderen als geheel wel zeldzame en typische plantensoorten zijn gebonden aan dit milieu. De (uit de Doornpanne verdwenen) lichenensteppen bevatten een aantal zeer kwetsbare en bijzondere terrestrische lichenen. Vooral op faunistisch vlak zijn deze begroeiingen zeer belangrijk en kwetsbaar (vele zeer typische insecten, Tapuit, ...).

### *Kruipwilgvegetaties (S)*

De *S*-vegetaties zijn alle ontstaan in de jonge, vochtige tot natte duinvalleien van een actief stuivend duinlandschap. Diversificatie treedt op door de mate en de duur van de overstuiving, door bodemvorming, begrazingsintensiteit, -aard en -duur, enz. Kruipwilg speelt een essentiële rol in de bodemopbouw en het behoud van een minder extreem microklimaat van deze types. Zij bestaan dikwijls uit een mozaïek van Kruipwilgeilandjes en grasland of mosduin. Een apart grasland-hoofdtype (*D*) wordt echter in de Doornpanne nog niet onderscheiden al is het aandeel van Kruipwilg in dit type soms nog slechts relictueel (*S'*). De grazige, gesloten duinkalkgraslandvegetaties (*Dm*) en andere graslandtypes uit het zgn. *vroeg-middeleeuwse kopjesduinlandschap* (LETEN 1992) zijn vermoedelijk door meer langdurige en intensievere begrazing met vee uit de *S*-vegetaties ontstaan.

*So*: in stuivende duinen, met weinig of geen ondergroei.

*Sa*: id., met Helm.

*Sk*: droge Kruiwilgvegetaties in min of meer gestabiliseerde, veelal kleinschalige stuifduingebieden, met mosduinelementen.

*Sd*: met de basiselementen van de duingraslanden, zonder bijzondere soorten. Meestal enigszins gedegradeerd of nog onvoldoende ontwikkeld duinkalkgrasland (*Sm*), dikwijls gedomineerd door grassen.

*Su*: id., met bloemrijke droge duingraslandvegetaties die typisch zijn voor licht overstuivende milieus.

*Sm*: id. met soorten van het duinkalkgrasland.

*Se*: id. met duin(kalk)graslandelementen die typisch zijn voor het zgn. 'zeedorpenland-schap', d.i. het sinds lange tijd intensiever door de mens beïnvloede duinlandschap in de buurt van oude bewoning.

*Sg*: Kruiwilgvegetatie met dominantie van Duinriet of Zandzegge, vnl. in uitgedroogde valleien.

*St*: nitrofiële Kruiwilgvegetaties, met mineraliserende bodem t.g.v. bodemverstoring, verdroging, e.d.

#### Kwetsbaarheid:

\* hydrologisch: deze types danken hun ontstaan (soms reeds zeer lang geleden) aan vochtige, jonge duinvalleien en een meer of minder grote mate van natuurlijke overstuiving. Kruiwilg kiemt vrijwel uitsluitend in vochtige pionierssituaties. Tot voor de waterwinning stonden een deel van deze types ook nog direct onder grondwaterinvloed (een deel van *Sd* en *Sm*, sommige *St*, veel van *Sg*, ...). Voor deze betekent een stijging van de grondwaterstand tot een natuurlijk niveau dus een terugkeer naar de vroegere situatie; op de andere heeft de hydrologie weinig of geen invloed. Waterstandsstijging (tot een zeker niveau) stimuleert de groei van Kruiwilg en heeft ongetwijfeld ook een invloed op de bodemprocessen en beschikbaarheid van nutriënten. Het valt dus te verwachten dat, indien deze vegetaties momenteel weer onder invloed van het grondwater komen, de produktie zal toenemen, waarschijnlijk ten koste van de floristische diversiteit en de zeldzaamste soorten. Een natuurtechnisch omschakelingsbeheer (begrazen, maaien) zal in dit geval dus noodzakelijk zijn. Vooral sterke grondwaterschommelingen kunnen de huidige of potentiële waarde van deze types sterk hypothekeren. Gezien de, op zijn minst historische band met het grondwater, zal een verdere verdroging op lange termijn resulteren in het verlies van veel van de momenteel dikwijls nog slechts als relict aanwezige ecologische waarden. Op korte termijn stellen zich op dit vlak echter geen problemen.

\* geomorfologisch: vanwege het belang van de dikwijls op een zeer specifieke manier en gedurende een lange tijd opgebouwde bodem van vele van de *S*-types, is elke bodemverstoring of vergraving een zware aantasting van deze types en hun ecologische waarde. Kleinschalige vergraving (b.v. door konijnen, ...) kan leiden tot Duinroosheiden (soms nog met relictten van de duinkalkgraslandflora), meestal betekent het echter een algehele mineralisatie van de organische bodemcomponent met als resultaat een nitrofiële en uiteindelijk Kruiwilgvrije storingsvegetatie, al dan niet gevolgd door relatief soortenarme mosvegetaties (*Kc*, b.v.). Voor de instandhouding van sommige droge types (*So*, *Sk*, *Su*) is een zekere mate van overstuiving met kalkrijk zand noodzakelijk. Ook in de ontwikkelingsgeschiedenis van de mesofiële tot vochtige types (vnl. *Sm* en de door wateronttrekking verdwenen *Sj*) speelt lichte overstuiving een rol. Zowel voor het behoud van de actuele diversiteit als voor het

opnieuw ontwikkelen en het herstellen van de vroeger aanwezige, nog veel grotere diversiteit binnen de Kruipwilgvegetaties, is een natuurlijke verstuiwingsdynamiek dus noodzakelijk.

\* biologisch: deze Kruipwilg-mozaiekvegetaties bevatten de grootste mate van zeldzame tot uiterst zeldzame plantensoorten van de Doornpanne (zie Flora: mesofiele schraallanden). Ook veel van de verdwenen soorten uit het duinkalkmoeras stonden waarschijnlijk in Kruipwilgvegetaties (*Sj*). Op botanisch vlak vertegenwoordigen zij zeker de grootste waarde van het Doornpannegebied. Ook voor diverse specifieke en kwetsbare insectensoorten is de gevarieerde vegetatiestructuur van deze mozaïeken van het grootste belang.

### *Duinroosjesheiden (I)*

De duinroosjesheiden zijn waarschijnlijk voortgekomen uit door degradatie en lichte verzuring gedegradeerde Kruipwilg/grasland-mozaïeken of ontstaan na een verstruwelingsfase in oorspronkelijk Kruipwilg-landschap. In een aantal gevallen kan de soort ook vegetatief andere types (*K*, ...) zijn binnengedrongen. Duinroos geeft met haar ondergronds rhizomennet en stekelige stengels een zekere stabiliteit aan de vegetatie maar kan waarschijnlijk veel minder bodemkundige stabiliteit, laat staan opbouw, garanderen dan de *S*-types.

*Id*: met de basiselementen van de duingraslanden, zonder bijzondere soorten. Meestal gedegradeerde of onvoldoende ontwikkelde vorm van duinkalkgraslandvegetaties (*Im*), soms vergrast.

*Im*: id., met duinkalkgraslandelementen, waarschijnlijk ontstaan uit *Sm*.

*Ie*: id., met duinkalkgraslandelementen uit het 'zeedorpenlandschap'.

*Ik*: met mosduinelementen. Ontstaan door extreme degradatie van Kruipwilgvegetaties of door vegetatieve uitbreiding van Duinroos in *Kc*-vegetaties.

*It*: nitrofiële duinroosvegetatie, vermoedelijk ontstaan door sterke mineralisatie van de organische bodemcomponenten na een verstruwelingsfase of na degradatie van Kruipwilg/grasland-mozaïeken.

Kwetsbaarheid:

\*hydrologisch: steeds boven de natuurlijke invloedssfeer van het grondwater gelegen en daarom niet rechtstreeks beïnvloed door veranderingen in de hydrologie. Onrechtstreeks is dit, op zeer lange termijn, vermoedelijk wel het geval, gezien hun band met de Kruipwilgtypes.

\* geomorfologisch: de Duinroosheiden kunnen worden beschouwd als oudere stadia van het mesofiele tot droge Kruipwilg/graslandcomplex op humeuze, licht ontkalkte bodem. Vooral na een zekere vorm van bodemverstoring kan Duinroosje in deze omstandigheden tot dominantie komen en de vegetatie behoeden voor algehele degradatie. Ook na een verstruwelingsfase (Duindoorn, Liguster, ...) in het Kruipwilg/grasland-complex kan deze evolutie zich voordoen. Duinroosheiden zijn vermoedelijk minder gevoelig voor bodemdegradatie en verstoring dan de equivalenten Kruipwilgtypes, maar grootschalige vergraving is even nefast.

\* biologisch: Naast Duinroosje zelf (meestal dominant aanwezig in de *I*-types)

zijn soms nog enkele bijzondere duinkalkgrasland-soorten aanwezig. Overigens zijn de *I*-types dikwijls soortenarmer en banaler dan de *S*-types. Ook de insectenfauna is, gezien de veel meer eenvormige structuur, waarschijnlijk minder specifiek.

### *Anthropogene ruigten (R)*

Vegetaties van eenjarige of overblijvende nitrofiële planten, ontstaan door anthropogene aanrijking, vergraving, ... Alle ruigten zijn nitrofiel: de *t*-code is inbegrepen in het hoofdtype. In diverse vormen, van belang is enkel:

*Re*: ruigte met Bastaardkweek op sinds lang extensief menselijk beïnvloede droge duinen ('zeedorpenlandschap').

Kwetsbaarheid: -

### *Duindoornstruwelen (H)*

Duindoorn is een relatief kortlevende struiksoort met uitgesproken mogelijkheden voor horizontale vegetatieve uitbreiding via rhizomen en met een symbiotische relatie met een stikstofbindende bacterie. Het is de belangrijkste en minst standplaats specifieke struweelpionierssoort van kalkrijke standplaatsen in de duinen. Alle Duindoornstruwelen zijn nitrofiel: de *t*-code is inbegrepen in het hoofdtype.

*H*<sub>1</sub>: jonge Duindoornstruwelen, vaak een zoom vormend naast oudere struwelen door vegetatieve vermenigvuldiging.

*H*<sub>2</sub>: Vlierstruweel.

*H*<sub>(1)</sub>: soortenarme Duindoornstruwelen, veelal in relatief jonge droge situaties.

*H*<sub>(1)</sub>*o*: in stuivende duincomplexen. Ontstaan door sterke overstuiving van bestaande struwelen of door vegetatieve uitbreiding van Duindoorn in kale verstuiwingszones.

*H*<sub>(1)</sub>*k*: jonge droge Duindoornstruwelen met mosduinrelicten.

*Hd*: met een aantal van de gewone duingraslandelementen en een veelal open structuur.

*H*<sub>(2)</sub>*g*: met Duinriet en/of Zandzegge; vnl. in uitgedroogde oude duinvalleien.

*H*<sub>(2)</sub>*y*: hoog, voldoende gesloten en luchtvochtig Duindoorn/Vlierstruweel met varens en/of bramen. Ouderdomsstadium op beschutte noord- en westhellingen, voormalige stuifkuilen e.d. waar een voortdurende aanvoer van nutriënten (langs de hellingen naar beneden) plaatsgrijpt; soms gevolgd door algehele degradatie van het struweel, soms met een ontwikkeling naar spontaan bos of gemengd struweel.

Kwetsbaarheid:

\* hydrologisch: verdere verdroging heeft zeker geen enkel effect. In de door een herstel (stijging) van een natuurlijker grondwaterregime gecreëerde situatie kunnen de Duindoorn types zeer verdeeld reageren. De hooggelegen types ondervinden geen enkele last of nut hiervan. Duindoorn reageert wel positief op een grondwaterstijging in de mesofiele zones die niet gedurende langere tijd onder water komen te staan. Zijn vitaliteit zal hier allicht nog toenemen, vermoedelijk zonder een specifieke toename van ecologische waarde, tenzij eventueel een evolutie naar type *H<sub>y</sub>*. In de sterkst vernattende zones (juist in die zones heeft Duindoorn een sterke uitbreiding genomen) zal zijn vitaliteit eerder achteruitgaan en kunnen vochtsoorten



zich vestigen (*Hj*). Verdwijnen doet de soort slechts wanneer het water echt regelmatig zeer lang boven het maaiveld blijft staan. Dan wordt hij waarschijnlijk vervangen door ruige Duinriet-, Padderus- of Hennegrasvegetaties (cf. Westhoek), eventueel ook door Grauwe wilg-struwelen. Zowel in de meso- als de hygrofeer liggen de potentiële waarden van vernattende duinvalleien echter niet in een spontane ontwikkeling van de aanwezige Duindoornstruwelen maar in door radicaal natuurtechnisch beheer (plaggen, maaien, ...) herstelde laaggestructureerde 'klassieke' duinvalleivegetaties.

\* geomorfologisch: Duindoorn koloniseert meestal vrij gemakkelijk gebieden met een gestoorde of vergraven bodem. Na een tussenfase van b.v. *Ot* evolueren dergelijke kleinschalige vergravingen vermoedelijk al vrij snel terug naar  $H_{(1)}$  of *Hg*. Minder waarschijnlijk is dat vegetaties van de types *Hd* of *Hy* zich even snel zullen kunnen herstellen. Type *Hy* is daarenboven aangewezen op een relatief hoge luchtvochtigheid en een constante aanvoer van nieuwe nutriënten. Nivellering van het reliëf of openingen in het vegetatiedek maken de ontwikkeling van dit type onmogelijk.

\* biologisch: hoewel Duindoorn bij ons niet buiten de duinen voorkomt en Duindoornstruwelen in West-Europees verband zeker tot de zeldzame vegetatietypes behoren, kunne zij binnen onze duingebieden zeker niet tot de meest bedreigde of kwetsbare vegetatietypes gerekend worden. Een specifieke waarde van de oudere struwelen (vnl.  $H_{2y}$ ) betreft de rijkdom aan epifytische lichenen en mossen op Vlierstammetjes. Ook ornithologisch hebben zij een zekere waarde, vnl. voor doortrekkende vogels. Daarnaast kunnen de Duindoornstruwelen in de (voormalig natte) valleien het voorstadium vormen voor spontane berkenbosontwikkeling ( $B_1$ ).

### *Gemengde duinstruwelen (P)*

De structuurvormende soorten van het oudere, min of meer gemengde duinstruweel zijn Eenstijlige meidoorn, Wilde liguster, Egelantier enz., naast Duindoorn en Vlier en verspreide spontane boomopslag. Zij hebben hun optimum in geomorfologisch oudere en gediversifieerde landschappen en in van oorsprong matig vochtige tot droge valleien en duinruggen. Alle types zijn in meer of mindere mate nitrofiel: de t-code is inbegrepen in het hoofdtype.

*P*: soortenrijke gemengde struwelen.

*P*<sub>2</sub>: door Wilde liguster gedomineerde struwelen, meestal geëvolueerd uit oude mesofiele Kruipwilg/grasland-types of Duinroosvegetaties. Meestal nog met oude, humeuze graslandbodems en elementen van de vroegere types in de randen.

*P*<sub>3</sub>: Eglantier-struwelen. Waarschijnlijk ontstaan uit gunstig gelegen Duindoornstruwelen, dikwijls op hellingen.

*P*<sub>4-6</sub>: aangeplante struwelen (Grauwe wilg, Seringen, Rimpelroos). De eerste twee op walletjes van voormalig akkerland.

Kwetsbaarheid:

\* hydrologisch: goed ontwikkelde gemengde struwelen lijken vnl. te liggen in voormalig matig vochtige terreindelen, soms aan de rand van de vroegere vochtige pannen. Een herstel van een natuurlijke grondwaterstand zal deze types wel be-

invloeden maar waarschijnlijk enkel ten goede. In elk geval is er geen reden om deze struwelen in een dergelijk geval specifiek te gaan beheren of te vervangen door laaggestructureerde duinvalleivegetaties. Verdere daling van de grondwatertafel heeft geen verdere invloed meer op hun samenstelling of ontwikkeling.

\* geomorfologisch: de rijkere en niet aangeplante struwelen van het *P*-type zijn steeds te vinden in geomorfologisch ongestoorde zones van de Doornpanne. Hoogstwaarschijnlijk worden zij ook gekenmerkt door specifieke 'oudere' bodems, soms misschien nog door de oorspronkelijke Kruipwilg/grasland-bodems. Vergravingen zijn hier dus uit den boze.

\* biologisch: de spontane gemengde struwelen herbergen een aantal zeer zeldzame kalkminnende plantensoorten en zijn overigens wat dit betreft nog in volle ontwikkeling. Zij zijn soms ook zeer structuurrijk wat voor diverse insekten en vogelsoorten van groot belang is. Zij behoren mee tot de waardevolle vegetatietypes van de Doornpanne.

### *Spontane struweelbossen met berken (B<sub>1</sub>)*

Open en dikwijls kleine bestanden van Ruwe en Zachte berk vormen samen met Eenstijlige meidoorn en spontane opslag van Amerikaanse vogelkers het enige natuurlijke bostype van de Doornpanne. Zij zijn waarschijnlijk voornamelijk ontstaan uit oude Duindoorn/Vlierstruwelen in voormalig vochtige tot natte valleien met goede bodemvorming. Steeds met enige nitrofiële elementen (alhoewel veel minder dan b.v. Duindoornstruwelen) en elementen van gemengde struwelen. De *t*- en *p*-codes zijn inbegrepen in het hoofdtype.

*B<sub>1</sub>*: spontane Berkenbossen in voormalig vochtige valleien, soms nog met relictten van grondwaterafhankelijke flora.

*B<sub>1d</sub>*: id., met graslandelementen

*B<sub>1g</sub>*: id., met Duinriet en/of Zandzegge en dikwijls nog relictten van het Duindoornstruweel.

#### Kwetsbaarheid:

\* hydrologisch: alhoewel er een nat equivalent van de spontane duinberkenbossen beschreven wordt in de Nederlandse literatuur, is het vrijwel zeker dat de huidige berkenbossen een (abrupte) stijging van het grondwater niet zullen overleven. In dergelijke gevallen wordt het bos vervangen door monotone Duinrietvegetaties (tenzij door natuurtechnisch beheer wordt ingegrepen). Een vernatting maakt elders of, mits ingrepen tegen de Duinrietdominantie, op dezelfde plaats nieuwe berkenbosontwikkeling nog wel mogelijk en is misschien zelfs gunstig.

\* geomorfologisch: vergravingen vernielen onherroepelijk de bosbodem-ontwikkeling en ten dele ook het specifiek bos-microklimaat. Elke vorm van vergraving of ernstige bodemverstoring zet de ontwikkelingen dus minstens een halve eeuw terug. Zeker in blijvend verdroogde omstandigheden is het zelfs waarschijnlijk dat hiermee de spontane bosvorming voor nog veel langere tijd wordt teruggezet.

\* biologisch: dit bostype bevat weinig zeldzame of op Vlaamse schaal kwetsbare plantensoorten. Als vegetatietype is het echter wel het enige voorbeeld van spontaan duinberkenbos (*Crataego-Betuletum*) in België, met hoge potenties voor

verdere natuurontwikkeling.

### ***Bosaanplantingen (B<sub>2.9</sub>)***

Aangeplante bomen of, in enkele gevallen, spontane vegetatieve opslag vanuit aanplantingen bepalen de structuur van dit hoofdtype. Deze aanplantingen staan ecologisch grotendeels los van het (half-)natuurlijke duinlandschap van de Doornpanne. Steeds met nitrofiële elementen (veel meer dan in de natuurlijke berkenbossen). De *t*-code is inbegrepen in het hoofdtype.

*B<sub>2.9</sub>*: diverse types met dominantie van één of meer aangeplante boomsoorten. Ten dele op voormalige akkertjes, ten dele in voormalig (matig) vochtige valleien, minder op droge duinruggen. Samenstelling en ondergroei zeer variabel, afhankelijk van de aangeplante boomsoort en de uitgangssituatie.

*B<sub>2</sub>*: betreft ten dele ook door vegetatieve opslag vanuit aangeplante bomen ontstane bosjes van Grauwe abeel. Zij vertonen enige overeenkomsten met de natuurlijke berkenbossen.

Kwetsbaarheid:

- \* hydrologisch: deze plantages bevinden zich meestal te hoog boven het natuurlijke grondwaterniveau om enige serieuze invloed van hydrologische veranderingen te ondervinden. Waar zij zich in voormalige valleien bevinden kan sterfte van bomen worden verwacht bij stijgen van de grondwatertafel.

- \* geomorfologisch: vergravingen vernielen de bosbodem-in-ontwikkeling en ten dele ook het specifiek bos-microklimaat. In een deel van de gevallen betreft het echter al plantages op vergraven bodems (voormalig akkerland) en mogelijk werd er elders ook geploegd bij de aanleg. Vergravingen zijn in elk geval door hernieuwde aanplant beter herstelbaar dan bij de min of meer natuurlijke berkenbossen.

- \* biologisch: de natuurwaarde en de biologische kwetsbaarheid van deze plantages is relatief beperkt en in elk geval bijna steeds herstelbaar of opnieuw te creëren. In enkele gevallen (van de types *B<sub>2.7</sub>*) zijn er wel potenties voor natuurontwikkeling naarmate meer natuurlijke processen en patronen zich ontwikkelen. Ornithologisch kan de actuele waarde en kwetsbaarheid groter zijn, o.a. vanwege de broedgelegenheid in holten van oude bomen (Draaihals, ...) of in afgesloten bosgedeelten (Ransuil, Torenavalk, ...).

### 1.4.2.3. samenvattend overzicht

Bovenstaande analyse en bespreking van vegetatietypes zal naar het beheer toe verdere uitwerking krijgen in de tweede fase van dit project. Tabel 1.14 geeft een globaal overzicht van twee belangrijke parameters (kwetsbaarheid en biologische waardering) die als criteria voor de inschatting van effecten van infiltratie en bijhorende werkzaamheden bruikbaar zijn.

<i>Tabel 1.14. Overzicht van de belangrijkste vegetatietypes in de Doornpanne met relatieve biologische waardering en indicatie voor vergravingsgevoeligheid.</i>			
vegetatietype	code	vergravings- gevoeligheid	biologische waardering
<b>Vrijwel onbegroeid zand</b> -verstuivingszones -zwak gestabiliseerd -nitrofiële éénjarigen	<b>O</b> Oa Ok Ot	- - -	- - -
<b>Helmvegetaties</b> -stuivend -meer gestabiliseerd -met Duindoorn -met Kruiwilg	<b>A</b> Ao Ak Ah As	- - - ++	- - - +
<b>Mosduinen</b> -typische Duinsterretjes- vegetatie -id. met Helm -mosduin op humeuze bodem -nitrofiel	<b>K</b> Ko  Ka Kc Kt	- - ++ -	+ - ++ -
<b>Kruiwilgvegetaties</b> -in stuivend duin -in stuifduin met Helm -met mosduinelementen -met duingrasland- elementen -id. overstuivend -id. met duinkalk- grasland-elementen -id. met 'zeedorpen'- elementen -met dominantie van Duinriet of Zandzegge -nitrofiel	<b>S</b> So Sa Sk Sd  Su Sm  Se Sg St	+++ +++ +++ +++  +++ +++  +++ +++ +++	+ + ++ ++  ++ +++  + + +

<i>Tabel 1.14. Overzicht van de belangrijkste vegetatietypes in de Doornpanne met relatieve biologische waardering en indicatie voor vergravingsgevoeligheid.</i>			
<b>Duinroosjesheiden</b>	<b>I</b>		
-met mosduinelementen	I <sub>k</sub>	+	+
-met graslandelementen	I <sub>d</sub>	++	++
-id. met duinkalk-grasland-elementen	I <sub>m</sub>	+++	+++
-id. met 'zeedorpen'-elementen	I <sub>e</sub>	++	++
-nitrofiel	I <sub>t</sub>	+	-
<b>Anthropogene ruigten</b>	<b>R</b>	-	-
<b>Duindoornstruwelen</b>	<b>H</b>		
-jong	H <sub>1</sub>	-	-
-nitrofiel (typisch)	H	-	-
-in stuivend duin	H <sub>o</sub>	-	-
-met mosduinelementen	H <sub>k</sub>	-	-
-met graslandelementen	H <sub>d</sub>	+	+
-met Duinriet en/of Zandzegge	H <sub>g</sub>	-	-
-oud, luchtvochtig met varens/bramen	H <sub>y</sub>	++	++
-Vlierstruweel	H <sub>2</sub>	++	++
<b>Gemengde struwelen</b>	<b>P</b>		
-soortenrijk	P	++	++
-Liguster dominant	P <sub>2</sub>	++	+
-Eglantier dominant	P <sub>3</sub>	++	+
-aanplant	P <sub>4-6</sub>	++	-
<b>Spontane struweelbossen met Berken</b>	<b>B<sub>1</sub></b>		
-met graslandelementen	B <sub>d</sub>	++	++
-met Duinriet en/of Zandzegge	B <sub>g</sub>	++	++
<b>Bosaanplantingen</b>	<b>B<sub>2-9</sub></b>	++	-

### 1.4.3. FAUNA

#### 1.4.3.1. inleiding

Het zelf verzamelen van gedetailleerde gegevens over de fauna van De Doornpanne was niet direct relevant voor deze studie. Veel diergroepen werden in het gebied niet bestudeerd zodat referentiekaders ontbreken. De hieronder vermelde gegevens zijn dan ook eerder een illustratie voor de resterende waarden van het terrein.

#### 1.4.3.2. invertebraten

De studie van de invertebratenfauna van de duinen situeert zich vooral op het inventariserend vlak (MAELFAIT et al. 1991 : 18). De Doornpanne in het bijzonder is voor veel taxa nog vrijwel onontgonnen studieterrein. SLOSSE (1991 a & b) inventariseerde vlinders (Lepidoptera), kevers (Coleoptera) en hooiwagens (Opiliones) van de Doornpanne. De meest waardevolle duinbiotopen voor invertebraten zijn lage kruiden- of mosvegetaties en open begroeiingen met thermofiel karakter. Meer gedetailleerde inventarisatie en ecologisch gericht onderzoek zouden een ruime bijdrage kunnen leveren tot de wetenschappelijke kennis over het gebied. Dergelijke gegevens zijn ook zeer interessant bij het opstellen van een gedetailleerd beheersplan.

De kustduinen zijn door hun warm microklimaat potentieel rijk aan sprinkhanen. De meeste soorten hebben een zeer specifieke biotoopvoorkeur en kunnen als indicatoren worden aangewend bij de beheersplannen van de duinen. Doordat deze organismen warme en droge omstandigheden prefereren hebben ze in de Belgische duingebieden nog relatief goed stand gehouden. Een grote variatie aan vegetatietypes (van open mosduin over kortgrazig naar meer verruigd of verstruweeld grasland) zal voor de meeste sprinkhanenpopulaties wellicht voordelig zijn. Knopsprietje en Blauwvleugelsprinkhaan, zeldzame soorten van open of schaars begroeide plekken en Duinsabelsprinkhaan, een eerder specifieke duinsoort, werden in de Doornpanne aangetroffen (DECLLEER & DEVRIESE 1992 : 11-37).

Van de meeste invertebraten is echter weinig kennis over hun biotoopkeuze. De direct bruikbare ecologische indicatorwaarde van planten ligt dan ook veel hoger dan bij deze organismen.

#### 1.3.2.3. avifauna

De Doornpanne is voor avifauna een interessant gebied wat blijkt uit de aanwijzing als "speciale beschermingszone" in uitvoering van de EG-vogelrichtlijn 79/409 (BVE 17.10.88). Voornamelijk door leden van de lokale afdeling van natuurvereniging "De Wielewaal" worden reeds jarenlang nauwgezet inventarisatie- en ringgegevens bijgehouden. Tabel 1.15. werd opgemaakt aan de hand van waarnemingen van DRIES BONTE (Jeugdbond voor Natuurstudie en Milieubescherming Westhoek). Verdere aanvulling gebeurden met jaarverslagen 1978 en 1979 van de Wielewaal (opgemaakt door JOSÉ GAYTANT) en de vogelbrochure van DEMAREY (1973).

broedvogels		doortrekkers/ overwintersaars	
Barmsijs *	A	Beflijster *	C
Bergeend	A	Blauwe kiekendief	A
Boomkruiper	A	Buizerd	A
Braamsluiper	A	Europese kanarie *	A
Ekster	C	Groenlandse tapuit *	C
Fazant	B	Havik	A
Fitis	C	Houtsnip	B
Gekraagde roodstaart *	A	Keep	B
Grasmus	C	Kleine bonte specht	A!
Graspieper	A	Koperwiek	C
Grauwe vliegenvanger	A	Kramsvogel	C
Groene specht *	A	Kuifmees	A!
Groenling	A	Mandarijneend	B!
Grote bonte specht	A	Paapje *	B
Grote lijster	A	Rode wouw *	A
Heggemus	C	Slechtvalk *	A
Holeduif	A	Sperwer	A!
Houtduif	C	Staartmees	A
Kauw	C	Velduil *	A
Kneu	B	Vink	C
Koekoek	B	Vuurgoudhaantje	A
Koolmees	C	Wespendief	A
Matkopmees	A	Zwarte mees	A!
Merel	C		
Nachtegaal *	C		
Patrijs	A		
Pimpelmees	C		
Putter *	A		
Ransuil	B		
Rietgors	A		
Ringmus	A		
Roodborst	A		
Roodborsttapuit *	A		
Spotvogel	A		
Spreeuw	C		
Sprinkhaanrietzanger *	A		
Steenuil	A		
Tapuit *	A		
Tjiftjaf	B		
Torenvalk	A		
Tortelduif	B		
Tuinfluitier	A		
Turkse tortel	C		
Vlaamse gaai	A		
Waterhoen	A		
Wielewaal *	A		
Wilde eend	A		
Winterkoning	C		
Witte kwikstaart	A		
Zwarte kraai	C		
Zwarte roodstaart	A		
Zwartkop	B		
Zwartkopgrasmus	A		
Zanglijster	A		

Tabel 1.15.

*Vogelwaarnemingen in de Doornpanne*

*A* zeer zeldzaam (1-3 individuen), *B* zeldzaam (3-10 individuen), *C* algemeen (> 10 individuen), \* ecologisch belangrijk in Vlaams verband, ! mogelijk broedgeval (BONTE 1993, GAYTANT 1978 & 1979, DEMAREY 1973).

Recent werden 54 broedvogels en 23 overwinteraars of doortrekkers in het gebied waargenomen.

Een aantal interessante soorten zoals Boompieper, Draaihals, Geelgors, Kuifleeuwerik, Veldleeuwerik en Hop broedden enkele jaren geleden nog in de Doornpanne. Voor de Vlaamse avifauna belangrijke soorten werden op de tabel aangeduid. Vooral de Tapuiten verdienen enige aandacht door de bedreiging van hun broedgebied. De dieren maken namelijk nesten in open vegetaties (in oude konijnepijpen bijvoorbeeld) waarbij zij vaak door rekreanten sterk worden gestoord. Blauwe kiekendief, Slechtvalk, Velduil en Wespendif zijn soorten die ook op de Annex I lijst van de EG-vogelrichtlijn opgenomen werden.

## 1.5. BESLUIT

De geomorfologische en biologische waarden van alle duingebieden, ook deze in de omgeving van de Doornpanne, zijn sedert het begin van deze eeuw sterk afgenomen. De aanleg van wegen en woongebieden of recreatieparken heeft het grootste deel van de duinen in beslag genomen en versnipperde de overblijvende levensgemeenschappen van planten en dieren. Het gradueel wegvallen van contacten met de zeereep leidde tot verminderde dynamiek van abiotische factoren.

De voornaamste oorzaak voor de floristische achteruitgang van de Doornpanne is ongetwijfeld de waterwinning waarmee in 1947 van start werd gegaan. Daardoor is het belangrijkste deel van de oorspronkelijke freatofytenflora uit het gebied verdwenen. De overige vegetatie is mede door betreding en gebrek aan beheer steeds meer verruigd.

Botanisch gezien bevat het duinkalkgrasland de meest belangrijke resterende waarden. Daarnaast behoren ook Kruiwilg- en Duinroosvegetaties, mosbegroeiingen op humeuze bodems, open duinberkenbos en gemengde struwelen tot de kwetsbare vegetatietypes.

Evoluties in de fauna zijn door gebrek aan kwantitatieve gegevens uit het verleden moeilijk waar te nemen, waar het verdwijnen van enkele kritische vogelsoorten zoals Hop en Draaihals eveneens de afname van natuurwaarden illustreert.

De aanduiding van de Doornpanne en andere nog overblijvende duinterreinen als reservaatgebied op het gewestplan is ten volle verantwoord. Een beleid gericht op natuurherstel en -ontwikkeling moet hier nieuwe kansen bieden aan eertijds aanwezige of nieuwe levensgemeenschappen. Hiertoe zal met name een herziening van het beleid inzake drinkwaterwinning noodzakelijk zijn, naast een stringente aanpak van woon- en recreatiefuncties.

De hier gepresenteerde vegetatiekaart van de Doornpanne (schaal 1 : 2500) moet ons in staat stellen de voorkomende vegetatietypen te localiseren en hun kwetsbaarheid te bepalen. Op die manier kunnen ingrepen in het gebied beter gepland worden en kan naar de toekomst toe aan een beheersplan worden gewerkt.

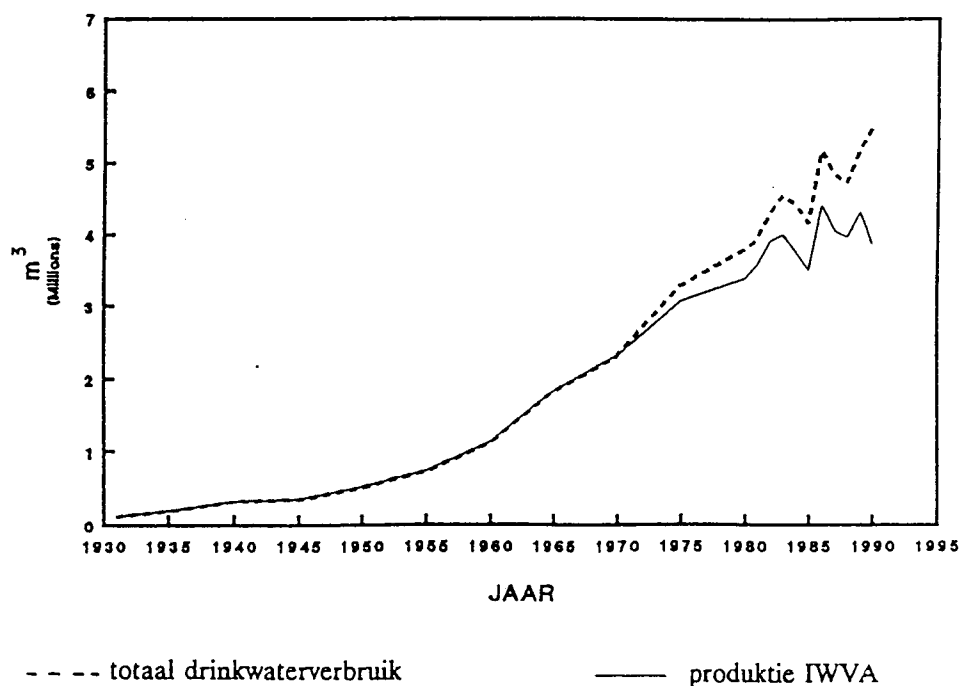


## Hoofdstuk 2 PROJECTEN VOOR DRINKWATERVOORZIENING

### 2.1. DE DRINKWATERPROBLEMATIEK AAN DE WESTKUST

#### 2.1.1. INLEIDING

De drinkwatervoorziening aan de Westkust is voor het grootste deel afhankelijk van grondwaterwinning in de duinen. In 1991 bedroeg het waterverbruik in het leveringsgebied van de Intercommunale Waterleidingsmaatschappij Veurne-Ambacht 5501532 m<sup>3</sup>. In de voorbije tien jaar kende dit een gemiddelde jaarlijkse stijging van 4% (Fig. 2.1.). Als deze trend aanhoudt kan men voor het jaar 2000 een drinkwaterverbruik van meer dan 7 miljoen m<sup>3</sup> met een maximaal dagverbruik van bijna 38000 m<sup>3</sup> verwachten. Die enorme toename van het waterverbruik heeft de IWVA ertoe aangezet nieuwe wingebieden in gebruik te nemen en de produktie op te drijven. De huidige wingebieden worden echter reeds maximaal geëxploiteerd (3,865 miljoen m<sup>3</sup> in 1990). Sedert 1975 ziet de IWVA zich dan ook genoodzaakt drinkwater aan te kopen. In 1990 werd bijna 30 % van het geleverde water bij de Tussengemeentelijke Maatschappij Voor Watervoorziening (T.M.V.W.) en de Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening (V.M.W.) aangekocht (IWVA 1990a & b). Er blijven echter problemen met het piekverbruik tijdens de zomermaanden omdat de aansluiting met de andere waterleidingsmaatschappijen op het einde van hun net gelegen is. Daardoor kan de druk in het droge seizoen te laag zijn om de watervoorziening optimaal te laten verlopen.



Figuur 2.1. Evolutie van het waterverbruik aan de Westkust.

### 2.1.2. WATERWINNING VERSUS NATUURBEHOUD

In de beginperiode van de waterwinning waren aan de kust nog relatief grote hoeveelheden open ruimte aanwezig en was de interesse vanuit natuurbescherming eerder gering. Tegelijk werd de aanspraak op de natuurlijke hulpbronnen inzake drinkwater door de groeiende toeristische industrie steeds groter. Duurzame instandhouding vergt respect voor de natuurlijke draagkracht van de duingebieden. Zoniet dreigen vormen van irreversiebele rooibouw te blijven bestaan.

De tendens tot bescherming van de nog resterende natuurgebieden aan onze kust wordt echter steeds groter. Bij de totstandkoming van de gewestplannen werd destijds onvoldoende ingezien dat de bestemming "waterwinning" in de duinen in wezen niet te verenigen is met "natuur- of reservaatgebied" (KUIJKEN 1978 : 9-11). Maatschappelijke ontwikkelingen in de laatste decennia hebben wel geleid tot een grotere bezorgdheid inzake fundamentele natuur- en milieuwaarden maar hebben in de praktijk nog te weinig tot de noodzakelijke correcties van het beleid aanleiding gegeven. Bij het opstellen van het structuurplan voor de Kustzone wordt een ecologisch gefundeerde bijstelling van functies en bestemmingen nagestreefd (KUIJKEN & LETEN 1991). Dit plan kan een bijdrage leveren tot de realisatie van de Groene Hoofdstructuur voor Vlaanderen. Recent werd door een gewestplanwijziging trouwens ook een betere planologische bescherming van een aantal duingebieden te Oostduinkerke gerealiseerd (omzetting van woonuitbreidingsgebied tot reservaat, schrappen van de waterwinningsfunctie voor Ter Yde en omgeving). Bovendien wordt gewerkt aan wetgevende initiatieven voor meer samenhangende bescherming van de duinen (HERRIER, LETEN & KUIJKEN 1991). Zo is ook het besluit van de Vlaamse executieve tot instelling van een vergunningsplicht voor vegetatiewijzigingen (4 december 1991, N92-954) op de duinen van toepassing. Wettelijk gezien worden verstoringen van de duinvegetaties op die manier door een vergunningsplicht gereguleerd.

Toch zal er nog een ingrijpende mentaliteitsverandering nodig zijn vooraleer natuurbehoud als hoofd- of nevenfunctie voor de duingebieden concreet wordt geaccepteerd. Vanuit de waterwinningsbranche bijvoorbeeld spelen een aantal grote voordelen van het duinwater daarbij een belangrijke rol. Temperatuur en chemische samenstelling blijven nagenoeg constant. Verder voldoet het water (met uitzondering voor ijzer) van nature aan de drinkwaternormen. Duinzand is een uitstekende bacteriologische en virologische filter. Dit betekent ook dat de produktiekosten, in vergelijking met de kosten voor zuivering van oppervlaktewater, zeer beperkt zijn. De zoetwatervoorraad in de duinen kan voor de regio van levensbelang zijn als het oppervlaktewater bij een grootschalige ramp (nucleair ongeval in Noord Frankrijk bijvoorbeeld) ondrinkbaar wordt (JANSSEN & SLINGS 1991 : 7). Deze laatste maatschappelijke functie pleit ook voor de afbouw van de exploitatie van de natuurlijke zoetwaterbel waardoor zich een grotere reserve kan vormen.

### 2.1.3. TOEKOMSTPERSPECTIEVEN

De hogervermelde beperkingen voor grondwaterexploitatie en de behoefte aan uitbreiding van de eigen capaciteit dwingen de waterleidingsmaatschappij naar alternatieven te zoeken. Op korte termijn wil de IWVA grondwater winnen uit de ongeveer 150 m diep gelegen Landeniaanafzettingen (onder de Ieperiaanklei). De kwaliteit van dit water voldoet echter niet aan de drinkwaternormen en kan enkel aangelengd met duinwater gedistribueerd worden.

Het kunstmatig bevoeien van de duinen maakt het in principe mogelijk vrij grote hoeveelheden drinkwater te produceren met duinwaterkwaliteit. In Nederland wordt op grote schaal oppervlakte-infiltratie en recent in kleinere hoeveelheden ook diepinfiltratie in de duinen toegepast. In die optiek heeft de IWVA het oppervlakte-infiltratieproject voor de Doornpanne opgestart. Het water moet verkregen worden door bijkomende grondwaterwinning of (indirecte) oppervlaktewaterwinning.

Door grondwaterwinning op het militair vliegveld van Koksijde kan waarschijnlijk op relatief korte termijn infiltratiewater worden verkregen (zie 2.3.).

Op middellange termijn denkt de IWVA aan de winning van oppervlaktewater uit de Waterloop Zonder Naam (Oostduinkerke). Deze beek voert duinwater af via de IJzermunding. Dit water is echter verontreinigd en kan zonder voorzuivering niet gebruikt worden. Verder kan het waterpeil van de beek om ecologische redenen niet worden verlaagd. Dit is immers van belang voor het staatsnatuurreserveaat "Hannecartbos" en het nabijgelegen natuurgebied "Monobloc" in Oostduinkerke (nu reserveaatzone op het gewestplan).

Een andere mogelijkheid voor aanvoer van infiltratiewater ziet de maatschappij op iets langere termijn in de kreekrug van Avekapelle. Tussen de Kromme gracht en de Oude Aa-vaart kan een kanaal gegraven worden waarlangs een aantal winningsputten worden geboord. Op deze wijze wordt uit het kanaal doorheen de oevers zoet water gewonnen. De bodempassage brengt een sterke voorzuivering van het water met zich mee. Diepere winningsputten voeren het zout water uit de diepere delen van de watervoerende laag af om opwaartse instroming in de zoetwaterlagen te vermijden. Men hoopt op die manier elke winter 2 miljoen m<sup>3</sup> water te winnen.

Verder worden de mogelijkheden voor open infiltratie en Landeniaanwinning in Cabour en het Calmeynbos onderzocht. Ook wordt voor Cabour nagegaan of het wegpompen van zout water in een watervoerende laag op langere termijn een uitbreiding van de zoetwatervoorraad in de Moeren met zich mee kan brengen. Op termijn streeft de maatschappij naar afbouw van de grondwaterwinning (IWVA 1993).

In dit hoofdstuk wordt enkel de ecologische weerslag van oppervlakte-infiltratie in de Doornpanne en grondwaterwinning onder het militair vliegveld te Koksijde nagegaan.

## **2.2. DRINKWATERPRODUCTIE IN DE NEDERLANDSE DUINEN**

### **2.2.1. INLEIDING**

#### **2.2.1.1. beknopte historiek**

Reeds in 1845 werd voor de drinkwatervoorziening van Amsterdam water uit de duinen gebruikt. Aanvankelijk werd water gewonnen uit open plassen of kanalen. Doordat de grondwatertafel aanzienlijk daalde besloot men dieper gelegen grondwater aan te boren.

Door de verdere verdroging van de waterwinningsgebieden werd in 1940 te Katwijk het eerste oppervlakte-infiltratieproject opgestart. Daarbij wordt het terrein bevoeid met een hoeveelheid gebiedsvreemd water. Dit gebeurt in kunstmatig gegraven kanalen of via de natuurlijke duinvalleien. Vooraleer dit water terug wordt opgepompt heeft het een aantal natuurlijke fysico-biochemische zuiveringsprocessen ondergaan. Door een periode in het duinzand te verblijven worden kwaliteits- en temperatuursvariatie sterk afgevlakt (LOUWE KOOIJMANS 1990 : 15). De meeste infiltratiesystemen werden aangelegd tussen 1955 en 1960.

In 1990 werd 16% van de totale watervoorziening van Nederland door duinwaterleidingsbedrijven geleverd. 180 miljoen m<sup>3</sup> werd door oppervlakte-infiltratie geproduceerd en 30 miljoen m<sup>3</sup> kwam van grondwaterpompings (VEWIN 1992 : 19). Rijn, Maas en IJsselmeer verzekeren daarbij een haast ongelimiteerd aanbod van zoet infiltratiewater.

#### **2.2.1.2. verruiging van de infiltratiegebieden**

Aanvankelijk kwam in de Nederlandse infiltratiebekkens vrijwel ongezuiverd rivierwater terecht. Het daardoor sterk verruigen van kanaaloevers en kwelplassen werd onder meer door BOERBOOM (1958) en LONDO (1966a, 1966b) uitvoerig beschreven.

Natuurlijke duinvalleivegetaties gedijen in voedselarme situaties. Ze worden gekenmerkt door een lage, soortenrijke begroeiing. Toename van de voedselrijkdom door de overmaat aan nutriënten in het geïnfiltreerde water biedt ontwikkelingsmogelijkheden aan grotere en sneller groeiende planten. Deze kruiden verhinderen de vestiging van planten uit natuurlijke duinmilieus doordat zij in de strijd om het licht veel concurrentiekrachtiger zijn. Het verhoogd nutriëntenaanbod blijkt bij de verdwijning van de oorspronkelijke duinvegetatie eerder een indirecte rol te spelen (VAN DIJK 1984 : 117). Onder andere Ruige zegge, Riet, Fioringras, Duinriet, Grote brandnetel, Wolfspoot, Vijfvingerkruid, Bitterzoet en Akkerdistel werden als zeer abundante soorten genoteerd. De natuurwaarde van het duin wordt door de nitrofiële vegetaties dus sterk verminderd.

In de zeventiger jaren ging men over tot voorzuivering van het infiltratiewater. Daar werd niet alleen vanuit ecologische hoek op aangedrongen want ook het productieproces heeft baat bij nutriëntenarm infiltratiewater. Dit vermindert immers het dichtslibben van de infiltratieplassen.

### 2.2.1.3. duinbeleid

Het Nederlandse natuurbeleid op middellange termijn (tot 2020) wordt geconcretiseerd in zogenaamde "ecosysteemvisies". Zij vormen de uitwerking van de ecologische hoofdstructuur en kaders in het natuurbeleidsplan van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (1990). De ecosysteemvisie voor de duinen werd door de STICHTING DUINBEHOUD uitgewerkt in "Duinen voor de wind" (1992). Het streefbeeld werd opgesteld aan de hand van het historisch referentiekader (vegetatiegegevens, agrarisch gebruik,...). Dit werd echter aangepast aan de actuele situatie met oog op rekreatief medegebruik en waterwinning.

-De afbouw van de grondwaterwinning en de uitbouw van diep-infiltratie worden bepleit. Open infiltratie wordt geoptimaliseerd (o.a. Noord-Hollands duinreservaat, infiltratiegebied Castricum) of afgebouwd (onder meer in Heemskerk, Zandvoort, Wassenaarse slag en Goeree). Als milieu-vriendelijker alternatief wordt diep-infiltratie vooropgesteld. Daarbij worden hoeveelheden water in dieper gelegen lagen geïnjecteerd en een eind verder weer opgepompt. Als dit gebeurt onder moeilijk doorlatende afzettingen dan wordt de hydrologie in de bovenliggende lagen niet beïnvloed.

- Ingrepen in natuurgebieden zouden in de toekomst op reversiebele wijze moeten gebeuren. Bestaande gebouwen worden indien mogelijk afgebroken. Nieuwe infrastructuur voor waterwinning wordt zoveel mogelijk buiten het duingebied gerealiseerd. Vergravingen die een storende invloed hebben op de natuurlijke geomorfologie worden door milieu-technische natuurbouw hersteld.

-Rekreatie wordt niet uit de duinen verdreven maar moet op een ecologisch verantwoorde manier ingepast worden. Natuurbehoud primeert. Voor meer actieve vormen van rekreatie moeten voorzieningen geschapen worden buiten het duingebied.

-Voor flora- en faunabeheer worden concreet een aantal "natuurdoeltypen" in een aantal natuurontwikkelingsprojecten aangepakt. Rond onder meer verstuiving en natte duinvalleien worden een aantal projecten opgestart (STICHTING DUINBEHOUD 1992, SCHELVIS 1992 : 7-9, VAN DER MEULEN & WANDERS 1984 : 211-212).

De Nederlandse grondwaterwet verplicht de provinciebesturen een grondwaterplan op te stellen waar alle belangen bij afgewogen worden. Zo bepleit het provinciaal grondwaterplan van Noord-Holland het herstel van het vochtige duinvallei-ecosysteem. Grondwater mag alleen gewonnen worden als het op niet gelijkaardige manier uit oppervlaktewater kan gewonnen worden en als het geen schade toebrengt aan het natuurlijk milieu (NIEUWENHUIS & VEEL 1990 : 7).

De meeste punten van de ecosysteemvisie worden ook door de waterwinningsbedrijven onderschreven (VEWIN 1992). De verschillende instanties (Stichting Duinbehoud als vertegenwoordiger van het Natuurbehoud, provinciale en nationale overheden en waterleidingsbedrijven) blijken dus op een groot aantal punten tot overeenstemming te komen.

## **2.2.2. DE SITUATIE IN EEN AANTAL NEDERLANDSE DUINWATERLEIDINGBEDRIJVEN**

### **2.2.2.1. inleiding**

Nederland is ongeveer 40 000 ha duingebied rijk. Een groot deel daarvan wordt voor de produktie van drinkwater gebruikt en beheerd door duinwaterleidingbedrijven. Jaarlijks spenderen zij per hectare gemiddeld meer dan 1000 gulden aan duinbeheer. Daaronder vallen naast het eigenlijke natuurbeheer onder meer ook onderzoek, voorlichting en infrastructuurwerken voor recreatie (VEWIN 1992 : 52).

2200 ha van de Nederlandse duinen worden door oppervlakte-infiltratie beïnvloed. De produktie van 1 miljoen m<sup>3</sup> drinkwater neemt een oppervlak van 5 tot 25 ha duingebied in beslag (gemiddeld 12 ha). Gemiddeld 1,4 ha daarvan bestaat uit open water. De absolute cijfers zijn sterk afhankelijk van de lokale situaties (VEWIN 1992 : 20).

Hydrologisch geïsoleerde infiltratiesystemen zijn aan de rand voorzien van een reeks pompen (de randbronnering). Daardoor is er theoretisch gezien geen afvloeiing van infiltratiewater in het omliggende duin mogelijk. Open terugwinningssystemen hebben geen randbronnering en laten menging van natuurlijk en gebiedsvreemd water toe.

In januari 1993 werden drie Nederlandse duinwaterwinningsbedrijven bezocht : het Duinwaterleidingbedrijf Zuid-Holland (DZH), Gemeentewaterleidingen Amsterdam (GWA) en het Provinciaal waterleidingsbedrijf Noord-Holland (PWN). De drinkwaterproducenten hebben een aantal verschilpunten in het produktieproces maar toch is er in grote trekken eensgezindheid over de toekomst van waterwinning in de duinen. Natuur en waterwinning moeten evenwaardige partners worden. In sommige bedrijven (PWN bijvoorbeeld) is dit principe reeds geldig.

### **2.2.2.2. Duinwaterleidingbedrijf Zuid-Holland**

In Mijndel (het duingebied nabij Den Haag) werd in 1874 het eerste grondwater gewonnen. Oppervlakte-infiltratie werd vanaf 1955 toegepast. Het nauwelijks voorgezuiverde Rijnwater bevloede de natuurlijke duinpannen waardoor het reliëf min of meer intact werd gelaten en grillig verlopende plassen ontstonden. Terugwinning gebeurde hoofdzakelijk via één centraal open kanaal dat later werd vervangen door een ondergrondse drain.

Het infiltratiesysteem is dus niet geïsoleerd waardoor de trofiegraad in het gehele duingebied Mijndel sterk is toegenomen. Als frappant resultaat hiervan heeft riet zich in alle pannen sterk uitgebreid. Sedert 1976 worden de pannen bevoeid met voorgezuiverd Maaswater. Momenteel wordt uitspoeling van opgestapelde nutriënten vastgesteld. De biologische waarde van de infiltratiepannen wordt verhoogd door uitslibben en herinrichting van de oevers.

In 1989 werd 51,8 miljoen m<sup>3</sup> rivierwater geïnfiltreerd en werd 48,2 miljoen m<sup>3</sup> teruggewonnen. Deze cijfers vertonen jaarlijkse schommelingen waardoor netto bijna geen grondwaterwinning gebeurt. Het water heeft een gemiddelde bodemverblijftijd van 6 weken in een minimale bodempassage van 40 m. Door de onregelmatigheid van de pannen en de menging van de verschillende watersoorten is de efficiëntie van het systeem moeilijk na te gaan.

De duinen nabij Den Haag en Wassenaar beslaan een oppervlakte van ongeveer 2200 ha. Daarvan worden 1550 ha door het DWZ beheerd. In 1990 is het eerste diep-infiltratieproject gestart. Daarbij werd 4 miljoen m<sup>3</sup> water geproduceerd (DUINWATERLEIDING VAN 'S-GRAVENHAGE 1989, VEWIN 1992).

### **2.2.2.3. Gemeentewaterleidingen Amsterdam**

De eerste duinwaterwinning (1845) gebeurde in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Daarvoor werd aanvankelijk een grote plas gegraven. Later volgden twee open winkanalen die in 1903 werden aangevuld met een reeks pompputten.

De eerste oppervlakte-infiltratie (1957) gebeurde met ongezuiverd Rijnwater in ongeveer parallel gegraven kanalen. De winningsputten liggen tussen en rond de kanalen (geïsoleerd systeem). Het sterk voorgezuiverde water dat tegenwoordig wordt gebruikt, brengt uitspoeling van voordien opgehoopte nutriënten met zich mee.

In 1991 werd 9,7 miljoen m<sup>3</sup> grondwater opgepompt. 57,0 miljoen m<sup>3</sup> werden door oppervlakte-infiltratie geproduceerd. Daarbij kwamen 55 miljoen m<sup>3</sup> uit de Rijn en 22 miljoen m<sup>3</sup> uit de Loosdrechtse Plassen. De bodempassage bedraagt gemiddeld 80 m en duurt gemiddeld 2 maanden. De efficiëntie van het systeem bereikt de gemiddelde Nederlandse norm.

De totale oppervlakte van de Amsterdamse Waterleidingduinen bedraagt ongeveer 3600 ha waarvan ongeveer één vijfde voor infiltratie wordt gebruikt (VEWIN 1992 : 21, LONDO 1966 a : 121-122, VAN DIJK 1989 : 9).

### **2.2.2.4. Provinciaal waterleidingbedrijf Noord-Holland**

Tot 1956 bestond de waterproductie in de duinen nabij Castricum enkel uit grondwaterwinning. Daarna kwam er oppervlakte-infiltratie bij. In 1991 werd 4,8 miljoen m<sup>3</sup> grondwater opgepompt en werd 32,2 miljoen m<sup>3</sup> drinkwater door oppervlakte infiltratie bereid. Het infiltratiewater wordt uit het IJsselmeer gewonnen.

Het terrein van het PWN beslaat een oppervlakte van 5380 ha. 210 ha, opgesplitst in een noordelijk gelegen (Castricum) en een zuidelijk gelegen gebied (Kieflak), worden voor infiltratie gebruikt. De efficiëntie van het systeem is groter dan het Nederlands gemiddelde.

Infiltratiegebied Kieflak heeft ongeveer een produktie van 16 miljoen m<sup>3</sup>/jaar op 15 ha open water (1.07 miljoen m<sup>3</sup> per ha). De kanalen zijn rechthoekig (met een vrij constante breedte van ongeveer 15 m en een diepte minder dan 25 cm) en zeer regelmatig ingeplant. De afstand van de oevers tot de winningsputten is ongeveer 38 m waarmee het water gemiddeld 48 dagen in de bodem verblijft. Het infiltratiesysteem is op een efficiënte produktie gericht en heeft met uitzondering van de zwak hellende oevers geen specifieke ecologische inrichting.

Infiltratiegebied Castricum kende in 1991 en 1992 een aantal grondige aanpassingen die gericht zijn op een ecologische waardevermeerdering maar die tevens een grotere produktiecapaciteit inhouden. Men hoopt de winning van 22 miljoen m<sup>3</sup>/jaar (met ongeveer 25 ha open water) op te drijven tot meer dan 28 miljoen. Daardoor zou de efficiëntie van Kieflak worden overtroffen. De breedte van de kanalen werd gemiddeld van 30 op 40 m gebracht. De waterdiepte varieert nu tussen 0 tot 2,5 m. De minimale afstand tussen kanalen en winningsputten bedraagt 40 à 50 m wat ontworpen is voor een minimale verblijftijd van 21 dagen.

Een diepinfiltratieproject met een produktiecapaciteit van 5 miljoen m<sup>3</sup>/jaar werd in 1990 opgestart. Het water wordt daarbij onder een halfdoorlatende laag geïnjecteerd.

### **2.2.3. SLEUTELASPECTEN BIJ OPPERVLAKTE-INFILTRATIE MET VOORGEZUIVERD WATER**

#### **2.2.3.1. nutriëntenaanbod**

Limiterende macro-nutriënten bij de ontwikkeling van natuurlijke duinvalleivegetaties zijn kalium, nitraat en orthofosfaat (MELTZER & VAN DIJK 1985 : 1-3). Blijkbaar speelt deze laatste stof bij infiltratie met ongezuiverd water de doorslaggevende rol bij het verruigen van vegetaties. Kalium en nitraat respectievelijk, zijn in dit verband van ondergeschikt belang. Ruigtkruiden bedekken samen bijna altijd de volledige bodem als de orthofosfaattoevoer groter is dan 0,2 g/dag (VAN DIJK 1984, VAN OOSTERHOUD et al. 1982). Het feit dat nitraatconcentraties bij infiltratie niet duidelijk gecorreleerd zijn met concentraties van andere voedingsstoffen zou kunnen te wijten zijn aan biologische denitrificatie en stikstoffixatie (MELTZER & VAN DIJK 1985 : 59). Voorzuivering is derhalve vooral op vermindering van de fosfaatconcentratie gericht (Tabel 2.1.).



In vegetaties door ongezuiverd infiltratiewater beïnvloed (in Mijndel en de Amsterdamse waterleidingduinen bijvoorbeeld) stelt men een N:P verhouding van 7 à 15 vast. Vegetaties met N:P < 15 zijn N-gelimiteerd, wat betekent dat fosfaat in relatief overaanbod aanwezig is en de nitraatconcentratie een optimale groei verhindert. N:P > 27 betekent P-limitatie. De voor plantengroei optimale N:P verhouding wordt op 20 geschat.

Het sterk verlagen van de orthofosfaatconcentraties resulteert in N:P verhoudingen groter dan 27 en dus P-gelimiteerde vegetaties. Stikstof is in relatief overaanbod aanwezig. Deze situatie is enkel geldig indien kalium geen groeiregulerende rol speelt. Dit is in natuurlijke duinvegetaties en zeker bij infiltratie nooit het geval (Tabel 2.1., KOERSELMAN 1993 :84-86).

Van een groot aantal stoffen is nog weinig gekend over de ecologische impact bij infiltratie. Chloride-, sulfaat- en natriumconcentraties bijvoorbeeld zijn in infiltratiewater veel groter dan in natuurlijk duingrondwater (zie Tabel 2.1.). Het is van groot belang de stoffenconcentraties in de bodem en het grondwater nauwgezet te volgen.

parameter	natuurlijk duingrond- water	ongezuiverd Lekwater	voorgezui- verd Lek- water	voorgezui- verd Maas- water
pH	7,1-7,6	8	7,8	7,6
EGV (mS- /m)	58-89	91	90	55
	30-115	168	167	63
Cl <sup>-</sup>	13-33	73	75	55
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,1-12	20,5	21,9	3,31
No <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,07-0,71	0,46	0,02	0,03
ortho PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		0,62	0,03	0,06
totaal PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>				
N:P	1-137	33	710	55
Na <sup>+</sup>	17-68	89	91	38
Ca <sup>2+</sup>	73-112	84	84	74
Mg <sup>2+</sup>	6-14	11	11	8,78
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,05-0,85	1,21	<0,04	0,05
K <sup>+</sup>	0,8-3,6	6,6	6,4	5,1

Tabel 2.1. Concentraties van enkele belangrijke chemische stoffen in ondiep natuurlijk duingrondwater in Nederland, in infiltratiewater uit het Lekkanaal voor en na zuivering en in voorgezuiverd Maaswater in het Duinwaterleidingbedrijf Zuid-Holland. Concentraties worden uitgedrukt in mg/l (KOERSELMAN 1993 : 84, D UINWATERLEIDING VAN 'S GRAVENHAGE 1989 : 60).

Toen in de zeventiger jaren voorgezuiverd water werd geïnfiltrerd, gebeurde dit meestal in de bestaande infiltratiebekkens. Een belangrijk gevolg daarvan is de nalevering van onder andere fosfaat. Dit kan gebeuren vanuit de sliblaag van de infiltratieplassen (HOEKSTRA & VAN DER HAGEN 1990) maar ook vanuit de bodem. Het duinzand is rijk aan calcium en kan onder meer daardoor heel wat fosfaat binden. De rol van ijzer blijkt in dit verband ondergeschikt te zijn (VAN OOSTERHOUD et al. 1982 : 500). Na beheersexperimenten in Meyendel (Amsterdamse Waterleidingduinen) voorspellen MEIJER en medewerkers (1991 : 30) een nalevering van orthofosfaat die nog tientallen jaren kan duren. De concentraties liggen tot 10 maal hoger in het teruggewonnen water.

Infiltratie van eutroof water legt dus minstens gedurende enkele decennia een zware hypotheek op het gebied. Vooral de schade die aan het biotisch milieu werd toegebracht is vaak zeer moeilijk te herstellen (VAN DIJK 1989 : 171).

Verhoogde stroomsnelheden in het grondwater leiden eveneens tot een verhoogd nutriëntenaanbod in de bodem. In de duinen stroomt het grondwater in natuurlijke omstandigheden niet sneller dan 30 cm per dag. Infiltratiesnelheden bedragen 50 tot 150 cm/dag (BAKKER 1981 : 48, VAN DIJK 1985 : 151).

In een natuurlijk duinmilieu in Nederland is de fosfaatconcentratie van het bodemwater kleiner dan 0.07 mg/l. Het fosfaataanbod is derhalve kleiner dan 0.025 g/m<sup>2</sup>/dag (0.3 m/dag x 0.07 g/m<sup>3</sup>). De mineralisatie van organisch materiaal is de grootste component in de voedingsstoffentoevoer. In infiltratiesystemen, waar grondwatersnelheden groter dan 1 m/dag optreden, benadert de fosfaataanvoer bij natuurlijk duinwater 0.1 g/m<sup>2</sup>/dag. Dit zou reeds leiden tot dominantie van ruigkruiden (zie 2.2.1.).

Verminderen van de flux verlaagt het fosfaataanbod maar gaat ten koste van de produktie. Voorzuivering is derhalve een betere oplossing. Dit gebeurt door uitvloeking en snelfiltratie. In Nederland streeft men voor de fosfaatconcentratie van het infiltratiewater algemeen naar 0.02 mg/l (Tabel 2.1., KOERSELMAN 1993, MELTZER & VAN DIJK 1985 : 7-8, VAN DIJK 1984 : 118, VAN DIJK & MELTZER 1981, VAN DER MEULEN 1982 : 312, HOEKSTRA & VAN DER HAGEN 1990 : 72).

Bepalen van het chlorophylgehalte van het water in de infiltratiebekkens geeft een idee van de trofiegraad. Een laag chlorophylgehalte en geringe pH-schommelingen zijn kenmerkend voor oligotrofe, ecologisch stabiele waters.

Een recent uitgeslibde pan in Zuid-Holland bijvoorbeeld, heeft nu constant chlorophylgehaltes lager dan 10 µg/l waar vroeger pieken tot 500 µg/l voorkwamen. pH-schommelingen tussen 7 en 10,5 werden teruggebracht tot een fluctuatie tussen 7 en 8,6 (HOEKSTRA & VAN DER HAGEN 1990 : 83-84).

### 2.2.3.2. microverontreiniging

De meeste verontreinigende stoffen in het infiltratiewater komen gebonden aan slibdeeltjes voor. Het uitvlokken van deze partikels lost dus veel van de problemen met microvervuiling op. Onder praktijkomstandigheden van oppervlakte-infiltratie (meestal lichte anaërobie) kan echter geen volledige verwijdering van veel organische verbindingen verwacht worden. Ook de vorming van schadelijke reactietussenproducten kan men niet uitsluiten.

Veel natuurlijke afbraakprocessen gaan door in de anaërobie van de infiltratieplassen. Verwacht wordt echter dat het reducerend vermogen van die laag na enkele tientallen jaren uitgeput is. Daardoor zouden zuiveringsprocessen zoals denitrificatie in veel mindere mate doorgaan wat de waterkwaliteit doet afnemen. Sterk voorgezuiverd infiltratiewater zal minder slibvorming veroorzaken maar vermindert ook de noodzaak voor het optreden van de reducerende processen.

Nikkel-, arseen-, zink- en vanadiumconcentraties van het teruggewonnen water worden soms tot de helft gereduceerd. Op korte termijn betekent dit voor het drinkwater een kwaliteitsverbetering. Ophoping van giftige elementen zal op lange termijn de waterproductie echter belemmeren en natuurontwikkeling op het terrein moeilijk maken. Hoewel microverontreinigers bij oppervlakte-infiltratie in Nederland nog geen noemenswaardige problemen opleveren is nauwgezette aandacht voor deze stoffen in het waterproductieproces meer dan wenselijk. Indien normen overschreden worden, moet overgegaan worden tot nazuivering van het opgepompte water door actieve kool- of nanofiltratie. Chemische zuivering (onder meer met ozon) blijkt in veel gevallen schadelijke nevenproducten (bromaat bijvoorbeeld) te vormen (EHRENBURG 1991, HOEKSTRA & VAN DER HAGEN 1990 : 83, HRUBEC et al. 1988, NATUURBESCHERMINGSRAAD 1987 : 20).

### 2.2.3.3. stijging en fluctuatie van de grondwatertafel

In niet geïsoleerde infiltratiesystemen (zoals bij DZH) worden effecten op de vegetatie waargenomen tot ver buiten het eigenlijke infiltratiegebied. Op lager gelegen terreindelen kunnen zich kwelplassen vormen waarbij vegetaties onder water komen te staan. Meestal sterft de plantengroei daar af.

In veel gevallen werd bovenop het afstromende infiltratiewater een regenwaterlens aangetoond. Dit water is veel zuurder (Ph ongeveer 4) dan het grondwater (Ph ongeveer 8) waardoor een verstoring van de natuurlijke vegetatie optreedt. Dergelijke situaties manifesteren zich vooral boven traagstromend water; bijvoorbeeld bij de ondergrondse stockage van gebiedsvreemd water of bij het afvloeien van infiltratiewater uit niet geïsoleerde systemen (STUYFZAND & STUURMAN 1985 : 425, VAN DIJK 1984 : 50, JANSSEN & SLINGS 1991 : 7-8).

Naast het directe eutrofiërende effect van grondwaterfluxstijging kunnen ook de indirecte verschijnselen die bij vernatten van de bodem optreden beschouwd worden. Met uitzondering van de eigenlijke kanalen en hun oevers zullen natte situaties binnen het infiltratiegebied zelden voorkomen. Als de bodem vochtig wordt komt de vegetatie echter ook onder invloed van het grondwater te staan. In dat geval zijn de gevolgen moeilijk voorspelbaar. Meer vocht betekent in het algemeen een grotere mineralisatie van humus. Daarbij komen meer voedingsstoffen in de bodem vrij en gaan ruigkruiden zich massaal uitbreiden. In Nederlandse duingebieden werd in dergelijke situaties een weelderige groei van onder andere Dauwbraam, Duinriet en Bitterzoet vastgesteld. Bij toenemende vochtigheid wordt een vermindering van de biologische stikstofmineralisatie vastgesteld en kan een verhoging van de fosfaatconcentratie optreden. Dit laatste kan verklaard worden door een vermindering van de bindingscapaciteiten van ijzer door reductieverschijnselen.

Kruipwilg en Duindoorn blijken door de vernatting in hun groei gestimuleerd te worden. Voor de eerstvermelde soort wordt langsheen de oevers van de infiltratiekanalen weer kieming mogelijk (enkel in pionierssituaties met open zand). In de uitgedroogde duinen kan Kruipwilg zich enkel vegetatief voortplanten. Duindoorn kan zowel vegetatief als generatief van de nieuwe situatie gebruik maken om zich uit te breiden.

Als de watertafel aanzienlijk stijgt gaan oudere bomen afsterven. Door de diepe beworteling komen de planten in ademnood (BOERBOOM 1958 : 26-31, LONDO 1966a : 123-125, LOUMAN 1990 : 30).

Onnatuurlijk hoge fluctuaties van de grondwatertafel blijken echter ook de ontwikkeling van stikstofminnende planten te bevoordelen. Een combinatie van hogere accumulatie van organisch materiaal in de natte en een verhoogde mineralisatie in de droge periode zou hiervoor verantwoordelijk zijn (VAN BECKHOVEN & ERNST 1990 : 243). Natuurlijke seizoenale schommelingen liggen tussen 40 en 70 cm. In de loop van een decennium bedraagt de totale grondwaterschommeling 1 à 1,5 m (BAKKER 1981 : 23).

Processen van verdroging en vernatting die de natuurlijke schommelingen overschrijden zijn voor veel planten van natuurlijke duinvalleien fataal.

#### **2.2.3.4. inrichting en beheer van het infiltratiegebied**

De hoge concentratie van een aantal stoffen in het ingebrachte water maken isolatie van het infiltratiesysteem wenselijk. Daardoor wordt het omringende duingebied niet door de infiltratie beïnvloed. Hydrologische isolatie kan verkregen worden door een daartoe afgestelde randbebronning. Die is er op gericht zo weinig mogelijk water uit het omliggende gebied te pompen en het afstromende infiltratiewater volledig op te vangen.

De infiltratiepanden kunnen mits een zekere inrichting als vrij stabiele biotopen beheerd worden. Deze stabiliteit biedt naast zijn intrinsieke natuurwaarde ook grote voordelen voor de waterproductie. Infecties moeten uit hygiënisch oogpunt vermeden worden. Bepaalde algenbloei kan leiden tot biogene ontharding waarbij de plas door kalkneerslag volledig dichtslibt. Een ecologisch evenwichtig systeem kan dergelijke voorvallen verhinderen door haar bufferende werking (HOEKSTRA & VAN DER HAGEN 1990). Stabiliteit van het waterpeil, een evenwichtige vispopulatie en compartementen van het infiltratiegebied zijn daarbij van groot belang. Deze laatste factor zorgt ervoor dat bij het droogleggen van één van de plassen (voor onderhoudswerken bijvoorbeeld) voldoende uitwijkmogelijkheden zijn voor fauna en flora (SLINGS & SCHEKKERMAN 1990 : 100). Oevervegetaties hebben alle baat bij zacht hellende taluds. Daardoor wordt de nat-droog gradiënt breder en hebben planten bij veranderingen van het waterpeil meer uitwijkmogelijkheden.

In paragraaf 2.2.3.1. werd de nutriëntentoevoer bij infiltratie van voorgezuiverd water belicht. Ook vergraven en vernatten van het terrein tussen de infiltratiepanden vergroot het voedselaanbod door verhoogde mineralisatie in de bodem. Daardoor veroorzaakte verruiging kan een ernstige belemmering zijn voor de ontwikkeling van interessante vochtminnende vegetaties.

In de meeste infiltratiegebieden wordt dan ook een maaibeheer gevoerd ten einde het nutriëntenaanbod voor de planten te verminderen. Maaien met afvoeren van strooisel is een beheersmaatregel die vooral het kalium- en fosfaatgehalte vermindert. Zoals in 2.2.3.1. werd aangehaald zou het beheer ook op vermindering van nitraat moeten gericht zijn. Bij infiltratiesystemen waarbij sterk op orthofosfaat is voorgezuiverd zou daardoor een meer optimale N:P verhouding kunnen bekomen worden. Daarvoor zou maaien in duinsystemen weinig geschikt zijn omdat de stikstofaanvoer door depositie de afvoer met strooisel evenaart. Bij teveel aan stikstof zou plaggen betere resultaten opleveren (KOERSELMAN 1993 : 86). Maaien veroorzaakt wel een gunstig lichtklimaat voor duinvalleivegetaties.

Het beheer naar nutriënten is afhankelijk van het aanbod en dus variabel naar gelang het infiltratiesysteem. Kennis van de limiterende elementen en stoffenconcentraties in bodem en water zijn hierbij van groot belang.

Rondom een aantal plassen van het Duinwaterleidingbedrijf Zuid-Holland wordt het terrein door Noorse Fjordepaarden en Galloway-runderen begraaasd. Een aantal waterleidingbedrijven (DWA bijvoorbeeld) hebben hygiënische bezwaren bij begrazing rondom de infiltratiepanden. Het water ondergaat echter een grondige bacteriële zuivering door het infiltreren. De beheersmaatregel laat zich vooral in de vegetatiestructuur merken. De afvoer van nutriënten is gering (KOERSELMAN 1993 : 86).

### 2.2.3.5. biologische potenties van infiltratieplassen

Een aantal infiltratiebekkens, vooral van het Provinciaal Waterleidingbedrijf - Noord-Holland (PWN) en het Duinwaterleidingbedrijf Zuid-Holland (DZH) zijn recent heringericht tot biologisch waardevolle plassen.

Waterplantenvegetaties zijn over het algemeen structuurarm maar groeien weelderig. Ze behoren vooral tot het verbond der kleine fonteinkruiden met onder meer Schedefontijnkruid, Tenger, Klein, Gekroesd, Dichtbladig fonteinkruid, Aarvederkruid, Smalle waterpest, Stijve waterranonkel en Zannichellia. In zeer helder water komen diverse Chara soorten, Bronmos en Ongedoornd hoornblad voor. De fytoplanktonflora is vrij rijk. Zo werden in een plas van het DZH 106 soorten diatomeeën geteld.

De randen van de plassen zijn meestal omzoomd door Kruipwilg en Duinriet, planten die in vrij hoge mate schommelingen van de watertafel tolereren. De vochtige oevers worden meestal gekoloniseerd door planten van de Associatie van Strandduizendguldenkruid en Krielparnassia, verder gekenmerkt door Waterpunge, Bleekgele droogbloem en Zeegroene zegge. Op een aantal plaatsen werd binnen een periode van 10 jaar een successie naar de Knopbiesassociatie waargenomen. Onder meer Duindwergzegge, Drienervige zegge, Duinrus, Rietorchis, Parnassia en Melkkruid zijn typerende soorten. Als de vegetatie zich hoger ontwikkelt zijn Riet, Grote lisdodde en Mattenbies de structuurbepalende oeverplanten. Het vochtig milieu tussen de infiltratiepanden heeft grote potenties voor de ontwikkeling van waardevolle duinvegetaties.

Baars, Snoekbaars, Blankvoorn en Pos zijn vissoorten die vermoedelijk op natuurlijke wijze in de infiltratiepannen terecht gekomen zijn (via eieren aan de poten van watervogels). Vispopulaties zijn in natuurlijke duinmeren van het Zeelt-Snoektype (met onder meer Tiendoornige stekelbaars). Karper en Snoek werden geïntroduceerd. De Karper woelt in de bodem en brengt zo slib en nutriënten in het milieu. Dit veroorzaakt troebel, voedselrijker water wat dan weer tot algenbloei kan leiden. Snoeken zijn bestandsregulerende roofvissen. Water met snoek is dan ook gekenmerkt door een grote helderheid en een rijke helofytenflora.

Van 30 onderzochte insectentaxa rond de plassen van het DZH waren de helft toxiciteitsgevoelig.

Voor een rijke avifauna is een zekere inrichting van bedding en oevers van de infiltratiebekkens noodzakelijk. Grote oppervlakken open water zijn in het algemeen interessant voor vogels. Rietvelden, die eventueel als zuiveringsmoeras kunnen gebruikt worden bieden een niche aan bijvoorbeeld Snor, Baardmannetje, Blauwborst, Waterral en Bruine Kiekendief. Brede oevers met een flauwe helling worden door Slobeend, Bergeend en Wintertaling geapprecieerd. Vegetaties met een natuurlijk duinvalleikarakter zijn voor onder meer Kleine karekiet, Bosrietzanger, Rietgors, Paapje, Tafeleend, Kuifeend, en Krakeend geschikt als broedzone. Ondiepten aan de oevers zijn ook uitstekende paaiplassen voor een aantal vissoorten.

Een natuurlijk aandoende afwisseling in waterdiepte scheidt mogelijkheden voor verschillende watervogels. Zo verkiezen bijvoorbeeld Bergeend en Grondeenden dieper water dan steltlopers. Dodaars, Geoorde fuut en Waterral zijn eerder zeldzame vogels die bij het DZH werden aangetroffen (HOEKSTRA & VAN DER HAGEN 1990 : 73-82, SLINGS EN SCHEKKERMAN 1990 : 98-99, PETERS et al. 1992).

Voor vogelpopulaties is een rustige omgeving vrij belangrijk. Het is daarom aan te raden geen werken te verrichten in het broedseizoen. De mogelijkheden voor een rustige omgeving zijn echter mede afhankelijk van de oppervlakte van het terrein en de recreatiedruk.

## **2.3. WATERWINNING OP HET MILITAIR VLEGVELD VAN KOKSIJDE**

### **2.3.1. INLEIDING**

In een eerste fase zou het infiltratiegebied in de Doornpanne kunnen gevoed worden met grondwater opgepompt van onder het militair vliegveld van Koksijde (zie 2.1.3., Figuur 2.2.). Geohydrologische gegevens werden door de IWVA (1992) verstrekt. Zij zijn gebaseerd op een studie uitgevoerd door VAN HOUTTE, LEBBE & DE BREUCK (1992) aan het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrologie van de Universiteit Gent. In het tijdsbestek van deze studie was het niet mogelijk gedetailleerd onderzoek naar de ecologische implicaties van deze plannen te verrichten. Wegens tijdsgebrek en ongeschiktheid van het seizoen werd hier geen systematische planteninventarisatie verricht. We beperken ons hier dan ook tot enkele algemene aspecten.

### **2.3.2. HYDROGEOLOGIE**

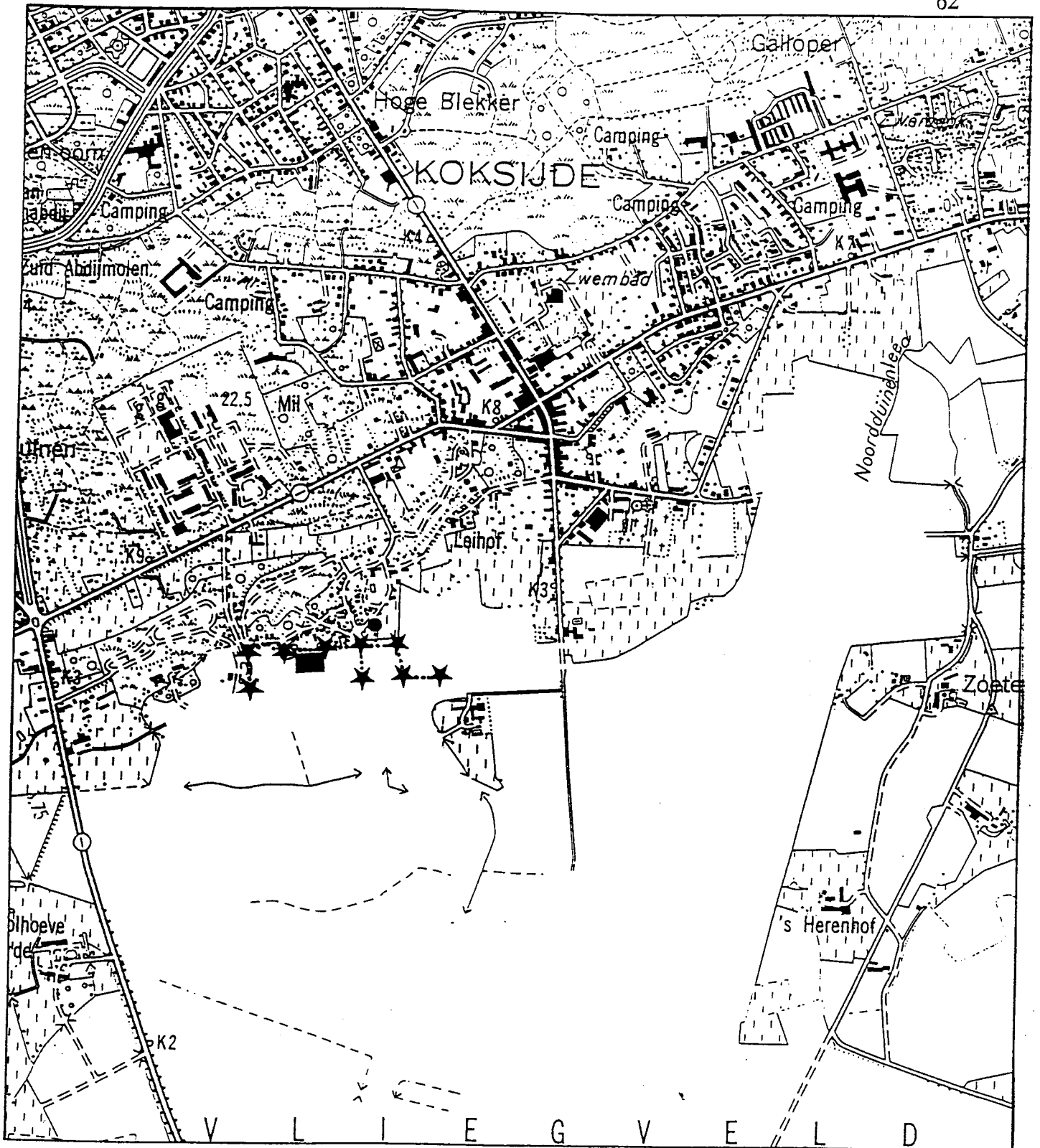
Drinkwater zou onder het vliegveld gewonnen kunnen worden uit een pakket middelmatig tot grof, sterk schelphoudend zand (D) met een dikte van ongeveer 10 m (ca. -14 tot -24 m TAW). De laag ligt bovenop de ondoordringbare Ieperiaanklei en neemt in dikte af in oostelijke en zuidelijke richting. Daarboven ligt een moeilijk doorlatende laag leem, zandhoudend leem en/of leemhoudend zand (C) die met brak water gevuld is. Deze afzettingen hebben een dikte van 8 à 10 m en worden zandiger naar het zuiden, oosten en westen toe. Op de C laag ligt een laag fijn schelphoudend zand dat plaatselijk leemhoudend kan zijn (B). Dit watervoerend pakket is ongeveer 7 m dik en wordt dikker in westelijke en oostelijke richting. De bovenste afzettingen (A) bestaan uit half-stijve klei, leem en/of leemhoudend zand en zijn ongeveer 2 m dik (Figuur 2.3.).

De twee watervoerende zandlagen (B en D) zijn ter hoogte van de geplande waterwinning met zoet water gevuld, met uitzondering van de dunne onderste strook van de zandlaag op de Ieperiaanklei, die brak water bevat. Naar het zuiden toe neemt het zoutgehalte in de zandlagen toe tot de gehele watervoerende laag met zout water gevuld is. In deze lagen werd een grondwaterstroming vanuit de duinen naar de polders vastgesteld (IWVA 1992).

### **2.3.3. GRONDWATERWINNING**

In de omgeving van de noordelijk gelegen helicopterloods (Figuur 2.2.) zouden 9 winningsputten worden geboord. Die kunnen volgens de studie van het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie van de Universiteit Gent een dagelijks debiet van 2520 m<sup>3</sup> leveren.

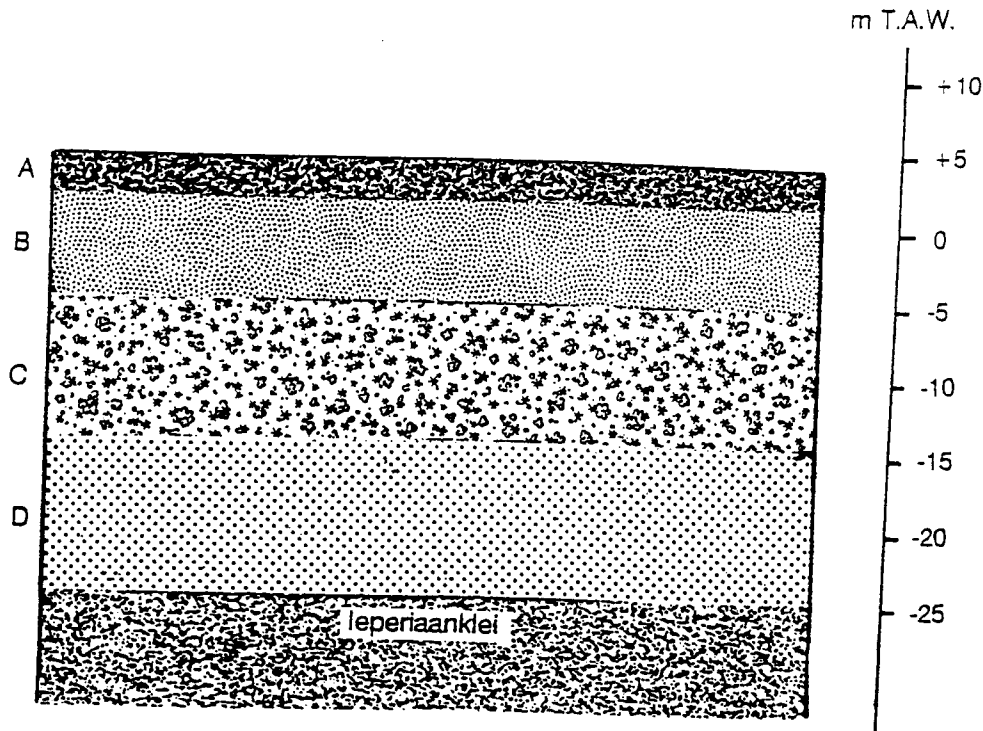




- ★ geplande inplanting van de putten
- ..... hevelleiding
- zuigput

Figuur 2.2.

Situering van de geplande waterwinning op het militair vliegveld van Koksijde (topografische kaart 1:10000, Nationaal Geografisch Instituut 1985).



- A klei en/of leem, soms zandhoudend
- B fijn schelphoudend zand, lokaal weinig leem- en/of veenhoudend
- C weinig tot sterk leemhoudend fijn zand tot zandhoudend leem en leem
- D heterogeen middelmatig tot grof zand met schelpen

*Figuur 2.3. Schets van de kwartaire litologische eenheden ter hoogte van de geplande waterwinning op het militair vliegveld van Koksijde (IWVA 1992).*

Een simulatieproef met dergelijke pompegegevens wijst op een relatief traag verloop van de grondwaterdaling. Na 2 jaar bedraagt de maximale daling van de watertafel lokaal iets meer dan 0,4 m. Op een afstand van 500 m van de waterwinning wordt die daling ongeveer 0,2 m.

Met uitzondering van ijzer voldoet het water uit de onderste watervoerende laag aan de drinkwaternormen (IWVA 1992).

#### 2.3.4. ECOLOGISCHE EFFECTEN

Wegpompen van het in diepere waterlagen naar de polder afstromende grondwater uit de duinen zal wellicht weinig effect hebben op de ecohydrologie van het huidige systeem. Het eigenlijke duingebied kent in een straal van meer dan 500 m van het geplande winningsgebied weinig natuurlijke grondwaterafhankelijke vegetaties die door de voorspelde daling van de grondwatertafel nadelig kunnen beïnvloed worden.

In zoverre deze ooit aanwezig waren in de pannen van dit duingebied (wat meer dan waarschijnlijk is) zijn zij momenteel grotendeels verdwenen door ontginning van de duinvalleien, door drainage van de polders en door verhoogde evapotranspiratie door de sterk toegenomen begroeiing. Ondanks het reeds volledig vergraven karakter van die ontgonnen valleien blijft het echter uitermate geschikt voor natuurontwikkeling van vochtige en natte duinecosystemen via natuurtechnische milieubouw. In het duin-polder overgangsgebied wijzen enkele indicatoren als Holpijp (*Equisetum fluviatile*) en Geoord helmkruid (*Scrophularia auriculata*) op hoge potenties voor dergelijke ontwikkeling.

### 2.3.5. BESLUIT

1. Gebrek aan concrete gegevens over de hydrologische aspecten op langere termijn van de geplande waterwinning maakt het onmogelijk dieper in te gaan op eventuele ecologische consequenties. Meer verfijnde voorspelling van grondwaterdalingen kunnen belangrijk zijn om hierover uitspraken te doen.
2. De effecten van het pompen zullen het wellicht onmogelijk maken om de natuurlijke hydrologische omstandigheden ter hoogte van de duin-polderovergang te herstellen. Hoewel waarschijnlijk weinig effecten op de huidige vegetatie zullen merkbaar zijn, wordt natuurontwikkeling in het invloedsgebied van de geplande waterwinning sterk gehypothekeerd.
3. Waterwinning op het vliegveld kan enkel verantwoord zijn als dit bijdraagt tot een vermindering van de grondwaterwinning in het centrale duingebied (de Westhoek en de Doornpanne), wat inderdaad door de IWVA bij het infiltratieproject wordt vooropgesteld. Indien op lange termijn aan een herstel van de ecohydrologie van de duin-polderovergang wordt gewerkt (met een verhoging van het polderpeil) dan moet die grondwaterwinning worden herzien.
4. Ecologische informatie voor natuurontwikkeling en -herstel aan de binnenduinrand vergt meer uitgebreide floristisch en vegetatiekundig onderzoek in het optimale seizoen.

## **2.4. OPPERVLAKTE-INFILTRATIE IN DE DOORNPANNE**

### **2.4.1. INLEIDING**

#### **2.4.1.1. het projectvoorstel**

De aanleiding tot het infiltratie-project in de Doornpanne werd in 2.1. geschetst. In het gebied zouden drie kanalen worden gegraven met een breedte van 14 m en een totale lengte van 1300 m (Figuur 2.4.). Dergelijk infiltratiesysteem maakt een drinkwaterproduktie van ongeveer 1,5 miljoen m<sup>3</sup>/jaar mogelijk als daarbij de situatie in het Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland als voorbeeld gebruikt wordt. De inplanting van de kanalen zou gebeuren langs de bestaande paden. Zij kunnen vanuit het centrale pompstation door natuurlijk verval gevoed worden (IWVA 1992). Het infiltratiewater wordt verkregen door grondwaterwinning op het vliegveld van Koksijde en in een latere fase door (indirecte) oppervlaktewaterwinning (zie 2.1. en 2.3.).

#### **2.4.1.2. ecologische voorwaarden**

In de reeds zwaar gedegradeerde duingebieden is het meer dan wenselijk elke activiteit of functie en de toekomstige ontwikkelingen ervan op de ecologische inpasbaarheid te testen. Voor de Doornpanne, als natuurgebied en natuurreservaat met waterwinningsfunctie op het gewestplan ingekleurd, betekent dit het nastreven van een optimale samengang tussen waterwinning en natuurbehoud. Beide functies moeten zonder overschrijden van de wederzijdse randvoorwaarden kunnen plaatsvinden. Een aantal lijnrecht tegenover elkaar staande ecologische eisen en waterwinningsbelangen maken die verweving echter niet gemakkelijk. Een natuurlijke grondwaterstand is voor een duinecosysteem van zeer groot belang, terwijl grondwaterwinning dit in principe onmogelijk maakt. De ecologische (rand)voorwaarden worden hier dus al overschreden (zie 2.1.2.).

Drinkwaterproduktie door oppervlakte-infiltratie in de duinen kan de kwaliteit van het grondwater evenaren en laat, mits een aangepast infiltratiesysteem, een natuurlijke ecohydrologie in het omringende gebied toe. Het eigenlijke productietierrein blijft echter wel een aanslag op de natuurlijkheid van het gebied.

Vanuit het natuurbehoud kan oppervlakte-infiltratie in de Doornpanne slechts mogelijk worden geacht onder een aantal ecologische voorwaarden. Deze kaderen in een visie op het duinbeleid in zake waterwinning die gebaseerd is op het Nederlandse model. De ecosysteemvisie van Stichting Duinbehoud "Duinen voor de wind", de VEWIN jaarbrochure 1992 "Duinen en drinkwater - doordacht en duurzaam" en vooral de praktijksituatie in het duingebied van de Provinciale Waterleidingsmaatschappij Noord-Holland waren daarbij belangrijke referenties (zie 2.2.1.3. en 2.2.2.4.).

1. Bij de inrichting van een infiltratiegebied dient als globale doelstelling de winning van natuurlijk grondwater in de duinen op middellange termijn afgebouwd te worden. Een aantal pompinstallaties kunnen nog operationeel gehouden worden om in geval

van ernstige calamiteiten in de regio het nodige drinkbaar water te kunnen leveren. Dit mag echter de mogelijkheden voor natuurontwikkeling niet in het gedrang brengen. De afbouw heeft in volgorde van dalende prioriteit betrekking op de Westhoek (Calmeynbos) de Doornpanne en Cabour.

2. Infiltratie van gebiedsvreemd water is -los van strenge kwaliteitseisen- enkel verantwoord in een hydrologisch zo goed mogelijk geïsoleerd systeem (zie 2.2.2.1. en 2.2.3.4.). De inplanting van de pompputten aan de rand van het infiltratiegebied (Figuur 2.7.) moet dus gebeuren in functie van deze isolatie en het pompdebiet van die randbebronning wordt door louter ecologische motieven bepaald. De isolatie van het infiltratiesysteem is slechts van belang als de mogelijkheid bestaat dat het infiltratiewater een invloed uitoefent op het omringende duinsysteem. De actuele pompdebieten (zie 1.3.3., Figuur 1.9.) zijn echter van die aard dat afstromend infiltratiewater als het ware rechtstreeks in de vrij stijle pompkegel zou terecht komen en opgepompt worden (Figuur 2.8. & 2.9.). De infiltratie kan niet worden gezien als stockage van drinkwater waarbij de watervoorraad, aangevuld tijdens de winter, gedurende de zomermaanden weer volledig wordt weggepompt. Dit zou zeer grote schommelingen van het freatische vlak met zich meebrengen wat, na eventueel herstel van een natuurlijke hydrologie in het omringende duingebied de vestiging van oorspronkelijke duinvalleivegetaties onmogelijk maakt.

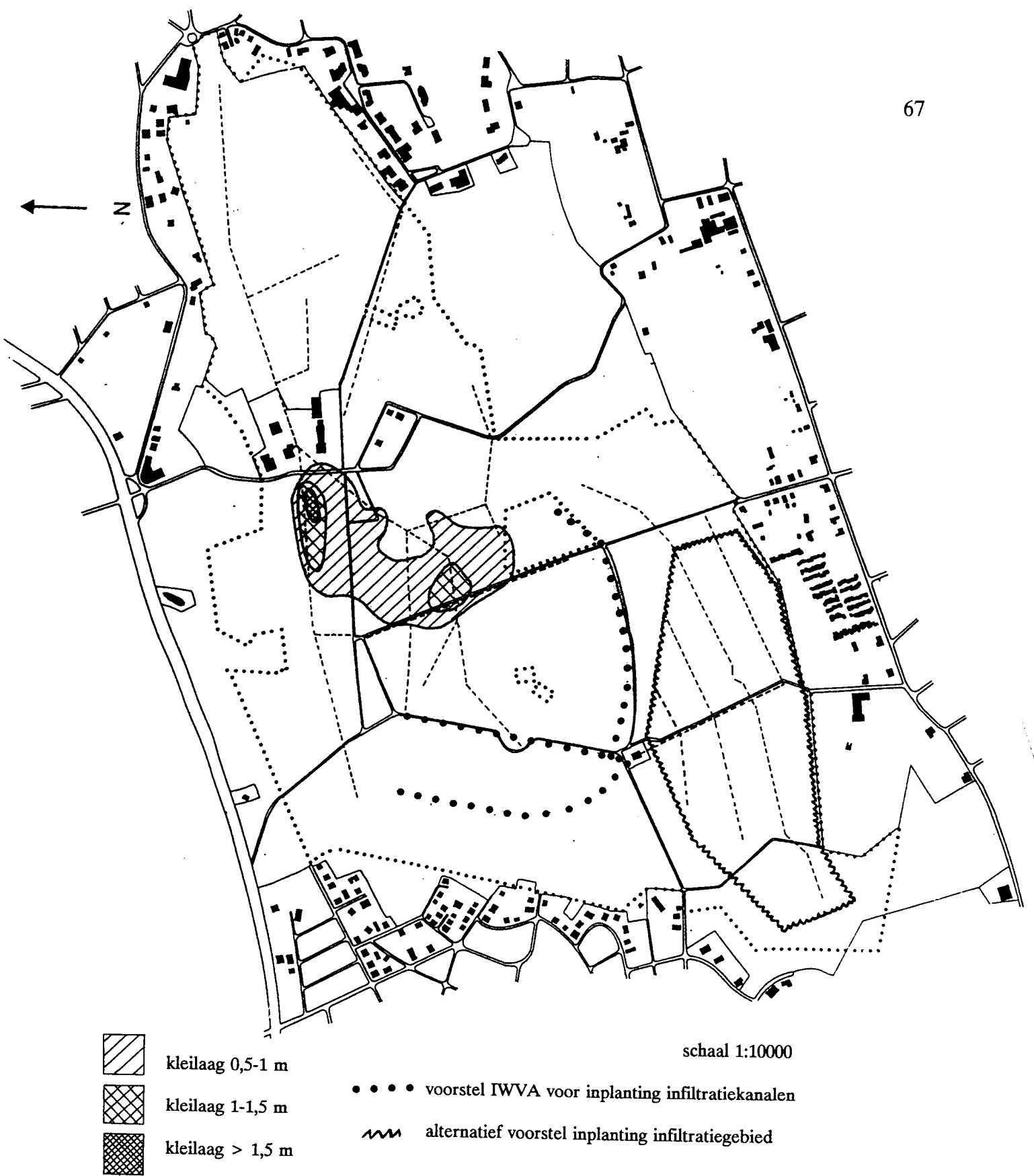
3. De kwaliteit van het geïnfiltreerde water moet voldoen aan de drinkwaternormen voor onder andere ijzer, nitraat en kalium en laat slechts een zeer laag orthofosfaatgehalte toe ( $< 0,02$  mg/l).

4. Graafwerkzaamheden kunnen niet in geomorfologisch intacte gebieden. Voorheen vergraven terrein zoals voormalig akkerland kan daarvoor wel in aanmerking komen. Ook de bestaande paden kunnen in principe vergraven worden maar voor de aanleg van infiltratiekanalen zijn deze te smal. Daardoor zou steeds een groot gedeelte van het omliggende, ongeschonden duinterrein mee op de schop moeten. De impact van de werkzaamheden op het natuurlijk duinmilieu moet minimaal gehouden worden.

5. De afwerking van het infiltratiegebied is belangrijk voor haar biologische waarde. Een consensus tussen produktiviteit en ecologie moet worden nagestreefd. De waterstand in de infiltratiebekkens moet zo constant mogelijk gehouden worden. Jaarlijkse fluctuaties moeten een min of meer natuurlijk karakter hebben.

6. De IWVA staat in voor het optimaal natuurbeheer van haar terreinen. Daarbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan afbraak van een aantal hinderlijke constructies, natuurtechnisch beheer (kap-, plag- of maai-beheer), plaatsen van afrasteringen en dergelijke meer. Ook voor een ecologisch verantwoord recreatiebeleid (bijvoorbeeld het instellen van ontoegankelijke zones of de aanleg en het onderhoud van natuur-educatieve paden) moet de maatschappij haar verantwoordelijkheden opnemen. Het beheersplan dat men daarvoor als leidraad kan gebruiken, wordt in een tweede fase van dit onderzoek opgesteld.

7. Het project dient te kaderen in een integraal waterbeleidsplan voor de Westkust dat door hogere instanties moet worden opgesteld.



Figuur 2.4. 1. Voorstel van de IWVA voor aanleg van de infiltratiekanalen (IWVA 1992).  
 2. Situering van de kleilaag in de ondergrond (IWVA 1992).  
 3. Voorstel voor een ecologisch te verantwoorden inplanting van een infiltratiegebied in de Doornpanne.

### **2.4.1.3. geografisch-maatschappelijke context**

Het is een uitdaging de voorheen besproken wenselijkheden en mogelijkheden voor oppervlakte-infiltratie, gekoppeld aan de ecologische randvoorwaarden concreet uit te werken voor de Doornpanne. Het Nederlandse voorbeeld kan echter niet zomaar op een Vlaams duingebied overgeënt worden. Enerzijds zijn de oppervlakten van de duingebieden in Nederland meestal veel groter dan de Belgische (zie 2.2.2.). De duinresten van onze regio dienen dan ook met de grootste urgentie beter beschermd te worden. De hiervoor in ontwerp zijnde decreten en uitvoeringsbesluiten zullen helaas niet tegemoetkomen aan de gestelde verwachtingen, gezien zoveel ingrepen reeds een irreversiebele afbraak betekenen.

Anderzijds heeft het natuurbehoud in Vlaanderen, ondanks de sterk toegenomen belangstelling, nog niet hetzelfde niveau van maatschappelijk draagvlak bereikt. Hierdoor is bij het afwegen van belangen met economische sectoren de natuur nog al te vaak "de weg met de minste weerstand". Het cultuurverschil met onze noorderburen dat daaraan ten grondslag ligt brengt ook een andere ingesteldheid tegenover bepaalde maatregelen (respecteren van afsluitingen, interesse voor didactische voorzieningen,...) met zich mee. De wijze waarop planning en infrastructuurwerken worden verricht gebeurt in ons land ook nog met te weinig respect voor natuur en landschap.

## **2.4.2. MOGELIJKE LOCATIE VAN HET INFILTRATIEGEBIED**



### **2.4.2.1. vergravingsgevoeligheid van het terrein**

Bijkomende vergravingen in de Doornpanne moeten met de grootste voorzichtigheid plaatsvinden. De gevoeligheid van het terrein wordt grotendeels bepaald door regeneratiemogelijkheden van de vegetatie en de mate van natuurlijkheid van de geomorfologie. Reeds vergraven gedeelten van het gebied zijn meestal uit gebruik genomen genivelleerde landbouwterreinen, wegen of de stroken rond aangelegde waterwinningsinfrastructuur (Figuur 2.5.). Deze terreinen komen eerder voor infiltratie in aanmerking.

Figuur 2.6. geeft een idee van de meest vergravingsgevoelige vegetaties in de Doornpanne. De verschillende types werden in 1.4.2. meer uitvoerig besproken.

1. Het mesofiele duinkalkgrasland, waarvan er in de Doornpanne nog ongeveer 4,5 ha rest (in min of meer gestoorde vorm), is vanuit natuurbehoudsoogpunt het meest waardevol vegetatietype van het gebied. Het komt er meestal voor in mozaïek met Kruiwilg of geassocieerd met Duinroos. Aangenomen wordt dat diverse dergelijke vegetaties ontstaan zijn uit of in direct contact met overstuivende, in oorsprong vochtige Kruiwilgstruwelen. Deze vegetatietypes vertegenwoordigen de meest vergravingsgevoelige zones.



-  vergraven terrein
-  opslag- en werkterrein IWVA

schaal 1:10000

*Figuur 2.5. Situering van de vergraven terreinen in de Doornpanne.*



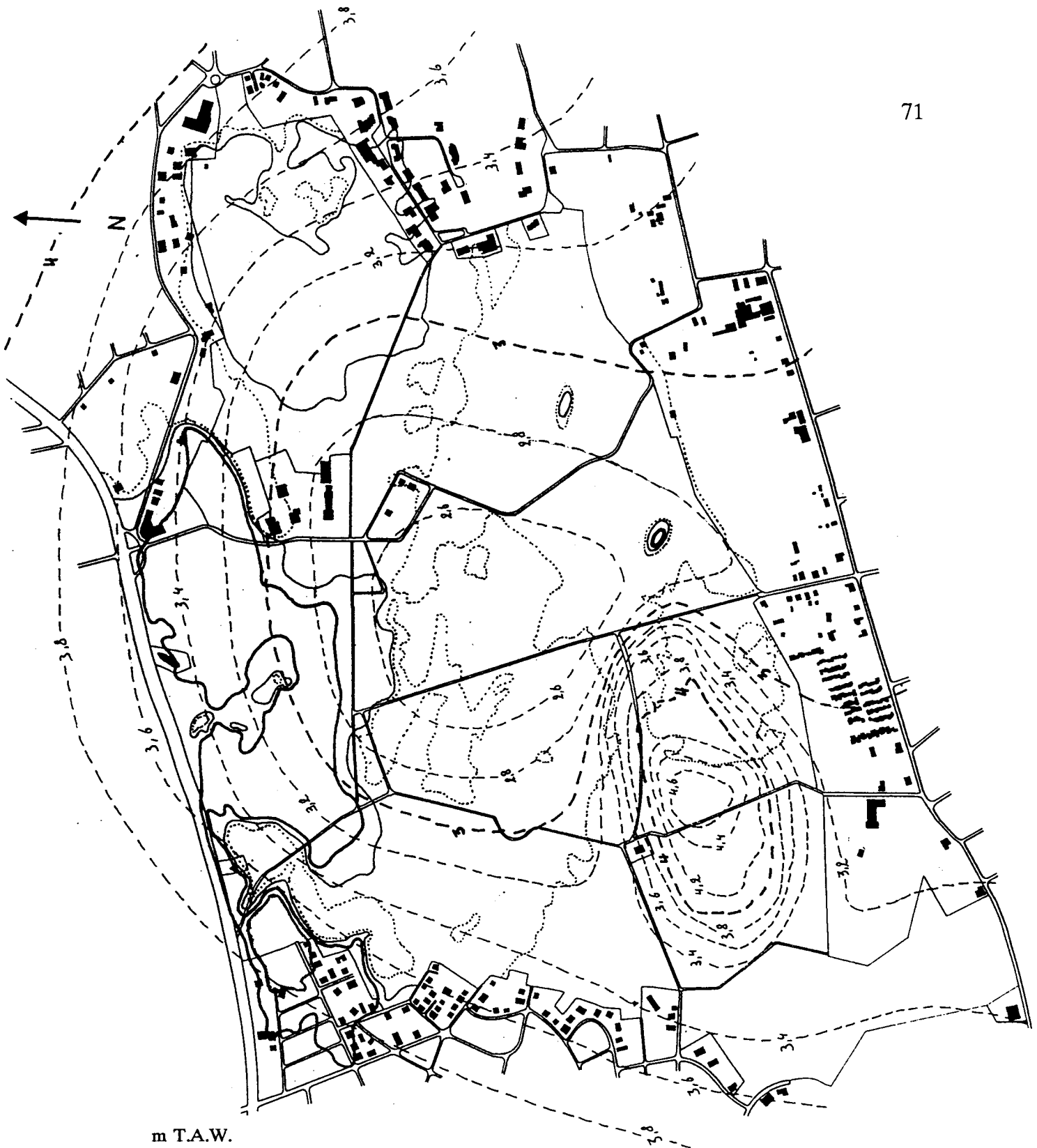
2. Kruipwilgvegetaties kunnen zich niet herstellen in droge omstandigheden. De soort is immers afhankelijk van vocht voor de kieming. Vegetatieve regeneratie kan enkel op kleine oppervlakten en wordt in vergraven omstandigheden door concurrentie van Duindoorn meestal zeer moeilijk gemaakt. Kenmerkend voor de ontwikkeling van de waardevolle Kruipwilgstruwelen en hun specifieke bodemeigenschappen is ook de mate van overstuiving vanuit actieve Helmduinen. Gezien de schaal en versnippering van het huidige duingebied tussen Oostduinkerke en Koksijde is dit eveneens een steeds zeldzamer wordend element.

3. Mos- en korstmosvegetaties op humeuze bodems kunnen een interessante flora herbergen. Vaak betreft het overbegraasde graslanden of vrij oude mosduinen. Na verstoring hebben deze vegetaties (indien herstel uberhaupt mogelijk) een zeer lange regeneratietijd nodig.

4. Verdere aandacht gaat uit naar de gemengde struwelen en de spontane berkenopslag. Ingrepen in deze milieus zijn waarschijnlijk niet irreversibel maar schakelen de klok van de successie minstens 20 tot 50 jaar terug. Bij bosvegetaties betekent een plotse stijging van de grondwatertafel een bijkomende complicatie. Meer dan waarschijnlijk sterven de oudere bomen daardoor af. Spontane verjonging van het Berkenbestand is mogelijk maar uitspraken in dit verband zijn zeer speculatief. Grote oppervlakten struweel zijn voor veel vogels interessant als rustgebied. Rekreanten gaan zich er zelden een weg door banen. Het is daarom niet wenselijk dergelijke vegetaties te verstoren of voor de aanleg van paden of leidingen te doorkruisen.

Jonge helm- en mosvegetaties of duindoornstruwelen kunnen zich na vergraving vrij vlug herstellen. Samen met boomaanplant komen ze dus eerder voor graafwerkzaamheden in aanmerking. Het is immers in functie van een natuurgericht duinbeheer wenselijk om aangeplante boomsoorten zoals Populier, Abeel, Amerikaanse vogelkers en Den selectief te kappen.

Als conclusie kan gesteld worden dat het tracé van de infiltratiekanalen dat door de IWVA wordt voorgesteld (Figuur 2.4.) grote schade zou toebrengen aan het duingebied. De kanalen, met een breedte van 14 m, beslaan een oppervlakte van ongeveer 18000 m<sup>2</sup>. Meer dan twee derde daarvan is ongeschonden duingebied. Daarbij komt echter nog een groot oppervlak platgereden, omwoelde of met zand bedolven vegetatie rond de kanalen en ter hoogte van de aanleg van nieuwe pompputten. In dit deel van het gebied is de natuurlijke geomorfologie nog grotendeels intact en moet de vegetatie als ecologisch zeer waardevol beschouwd worden (grote oppervlakten duingrasland en Kruipwilgstruweel en interessante Berkenbosontwikkeling). Deze gegevens kunnen uit de vegetatie- en topografische kaart (Figuur 1.6.) worden afgeleid. Dit terrein is door het grootste gedeelte niet voor de vroegere aanleg van pompbatterijen vergraven (Figuur 1.2.).



**Figuur 2.7.** Stijghoogtelijnen van het grondwater in de bovenste zandlagen van de Doornpanne na 5 jaar infiltratie (1 miljoen  $m^3$ /jaar) ter hoogte van de huidige zuidelijke pompbatterijen. Via de zuidelijke zuigput ( $Z_2$ ) wordt 1,5 miljoen, via de noordelijke ( $Z_1$ ) 1 miljoen  $m^3$ /jaar teruggewonnen (IWVA 1993).



Figuur 2.8. Stijghoogtelijnen van het grondwater in de bovenste zandlagen van de Doornpanne na 5 jaar infiltratie (2 miljoen m<sup>3</sup>/jaar) ter hoogte van de huidige zuidelijke pompbatterijen. Via de zuidelijke zuigput (Z<sub>2</sub>) wordt 2,5 miljoen, via de noordelijke (Z<sub>1</sub>) 1 miljoen m<sup>3</sup>/jaar teruggewonnen (IWVA 1993).

### **2.4.2.2. geologische beperkingen**

In de ondergrond van de Doornpanne komen tussen ongeveer 2 en 5 m TAW slecht doorlatende lagen voor (zie 1.2.1., LEBBE & DE BREUCK 1980 : 35-36). In het centrale gedeelte van het gebied komt een kleilaag voor met een dikte tot meer dan 1,5 m (IWVA 1992, Figuur 2.4.). Voor open infiltratie lijkt ons dit laatste terrein ook vanuit dit oogpunt niet geschikt.

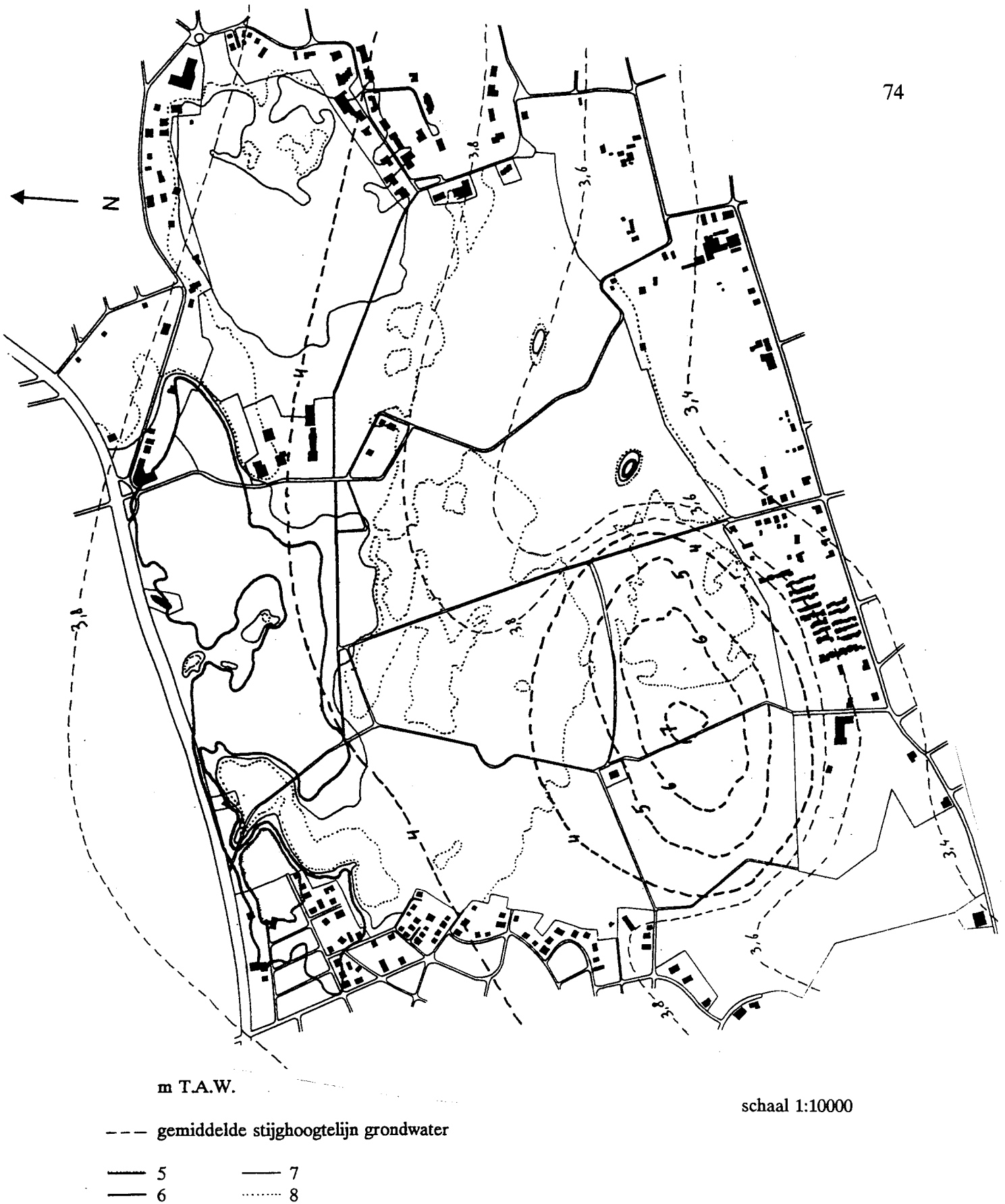
### **2.4.2.3. besluit**

Voorgaande discussie in acht genomen adviseren wij met aandrang dat slechts één locatie met een zekere omvang (ongeveer 19 ha) eventueel voor de aanleg van een infiltratiegebied in de Doornpanne in aanmerking zou genomen worden (Figuur 2.4.). Een groot deel ervan was vroeger in gebruik als akkerland waarvoor het sterk werd afgevlakt (Figuur 1.10.). Een aantal hectaren werd met bomen (vooral Canada-populier en Abeel) beplant. Deze vegetaties hebben niet tot ecologisch waardevolle systemen geleid. Nitrofiele mosvegetaties en enkele ruigten beslaan het grootste oppervlak van de voormalige landbouwgrond. Een aantal perceelsgrenzen zijn nog terug te vinden als walletjes beplant met Grauwe wilg. Een aantal Kruiwilg-eilandjes, Duinroos- en mosduinvegetaties herbergen wel een waardevolle plantengroei die bij de aanleg van de infrastructuur moet kunnen ontzien worden van irreversiebele verstoring (zie vegetatiekaart). De avifaunistische betekenis van dit potentiële infiltratieterrein berust vooral bij de Tapuiten die er geregeld waargenomen worden. De meeste komen er door verstoring evenwel niet tot broeden (zie 1.4.2.3.). Een ecologisch verantwoorde inrichting van het infiltratiegebied kan die verloren waarde echter ruimschoots compenseren (zie 2.2.3.5.).

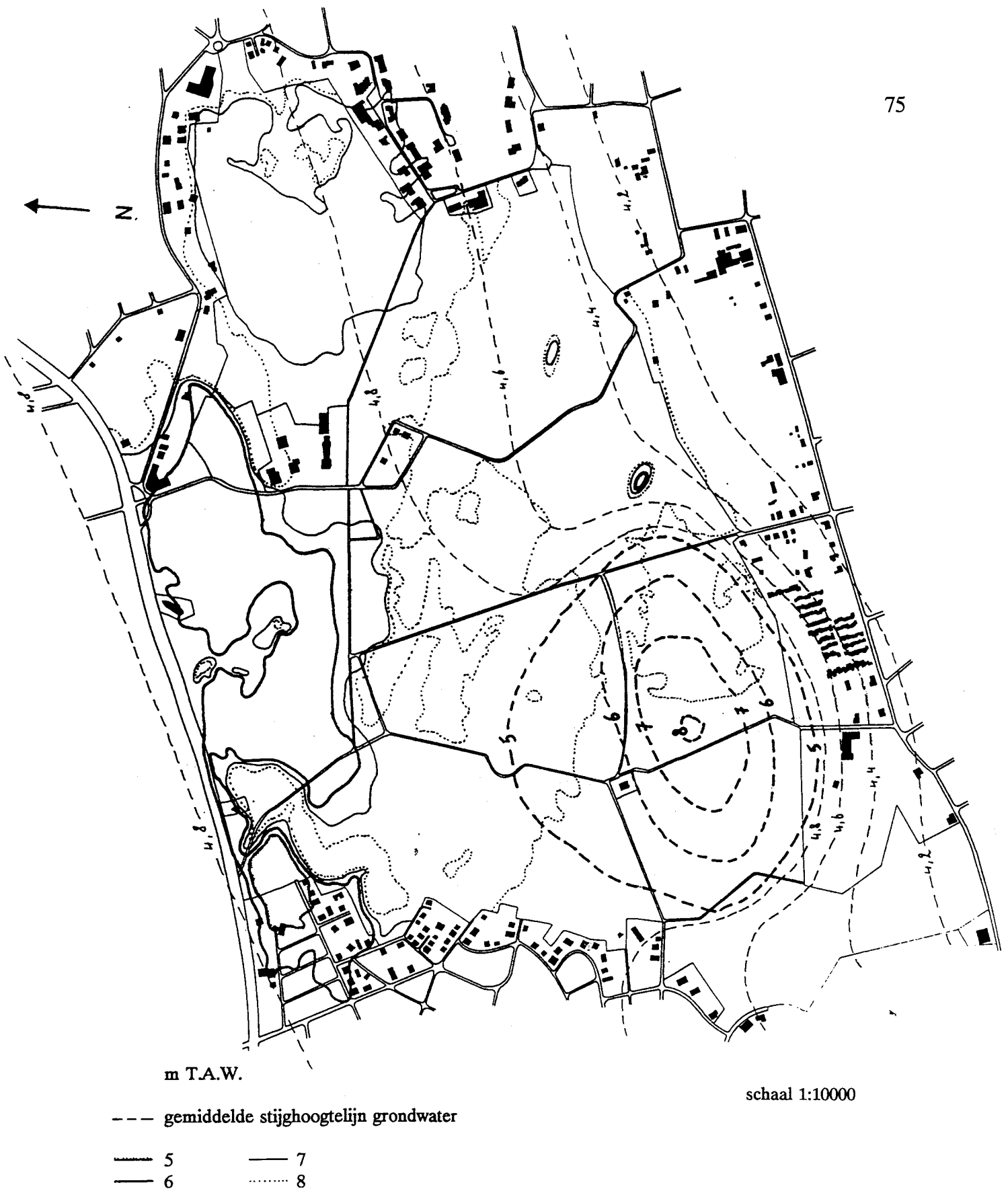
## **2.4.3. HET PRODUKTIEPROCES**

### **2.4.3.1. inrichting en capaciteit van het infiltratiegebied**

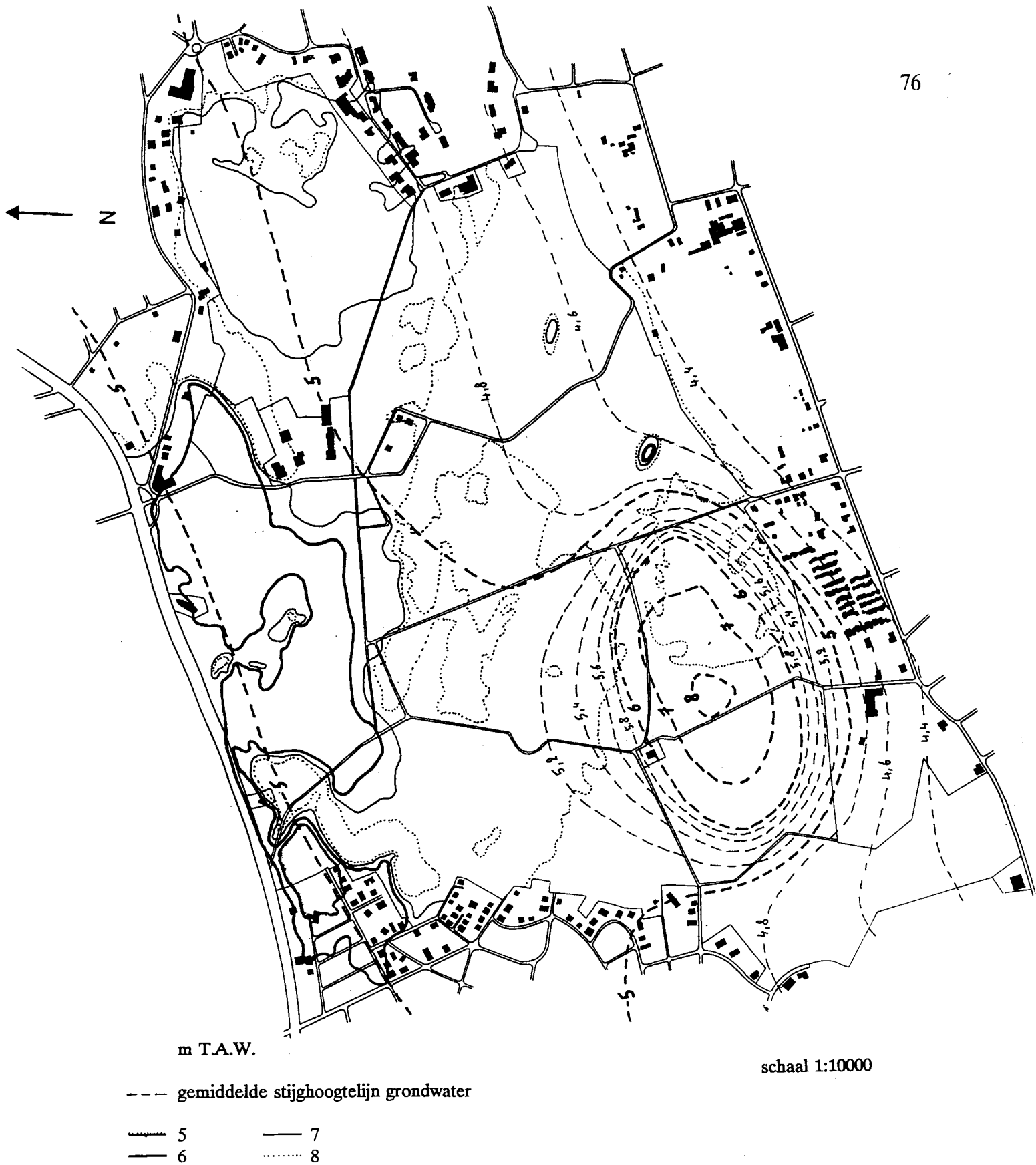
In paragraaf 2.4.1.2. werd reeds gepleit voor een hydrologisch geïsoleerd infiltratiesysteem. Figuren 2.7. en 2.8. geven een beeld van de stijghoogtelijnen van het grondwater in de bovenste zandlagen bij infiltratie met respectievelijk 1 en 2 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Daarbij wordt er van uitgegaan dat zuigput 2 (ter hoogte van de infiltratie) respectievelijk 1,5 en 2,5 miljoen m<sup>3</sup>/jaar en zuigput 1 (die de noordelijke pompbatterijen bedient) 1 miljoen m<sup>3</sup>/jaar pompt. De isohypsen wijzen op een sterk verval net buiten het infiltratiegebied waardoor wegstromen van infiltratiewater mogelijk is. Doordat in deze actuele situatie geen vegetaties door grondwater worden beïnvloed kan dit infiltratiewater geen negatieve gevolgen hebben op de plantengroei van het gebied. Een hogere waterstand rondom het infiltratiegebied (Figuren 2.9.-2.11.) laat wel de mogelijkheid van beïnvloeding van het omringende duin door gebiedsvreemd water toe. De gecreëerde watermassa stroomt af tot buiten het vooropgestelde infiltratiegebied. Hier dringt een efficiënt beheerde randbronnering zich dus op.



**Figuur 2.9.** Stijghoogtelijnen van het grondwater in de bovenste zandlagen van de Doornpanne na 1 jaar infiltratie (2 miljoen  $m^3$ /jaar) ter hoogte van de huidige zuidelijke pompbatterijen. Via de zuidelijke zuigput ( $Z_2$ ) wordt 2,5 miljoen  $m^3$ /jaar, via de noordelijke ( $Z_1$ ) niets teruggewonnen (IWVA 1993).



**Figuur 2.10.** *Stijghoogtelijnen van het grondwater in de bovenste zandlagen van de Doornpanne na 3 jaar infiltratie (2 miljoen m<sup>3</sup>/jaar) ter hoogte van de huidige zuidelijke pompbatterijen. Via de zuidelijke zuigput (Z<sub>2</sub>) wordt 2,5 miljoen m<sup>3</sup>/jaar, via de noordelijke (Z<sub>1</sub>) niets teruggewonnen (IWVA 1993).*



**Figuur 2.11.** Stijghoogtelijnen van het grondwater in de bovenste zandlagen van de Doornpanne na 10 jaar infiltratie (2 miljoen  $m^3$ /jaar) ter hoogte van de huidige zuidelijke pompbatterijen. Via de zuidelijke zuigput ( $Z_2$ ) wordt 2,5 miljoen  $m^3$ /jaar, via de noordelijke ( $Z_1$ ) niets teruggewonnen (IWVA 1993).

Figuren 2.7. en 2.8. wijzen op een sterke stijging van de grondwatertafel bij grotere hoeveelheden geïnfiltreerd water. Om de produktiecapaciteit verder op te drijven moet een groter oppervlak aan open water worden gecreëerd. In het vooropgestelde gebied kunnen bijvoorbeeld twee oost-west georiënteerde kanalen worden aangelegd met een breedte van 40 à 50 m. Op die manier wordt een wateroppervlak van ongeveer 4,3 ha gecreëerd wat naar Nederlands voorbeeld een drinkwaterproduktie van bijna 4 miljoen m<sup>3</sup>/jaar mogelijk zou kunnen maken (zie 2.2.2.4., Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland).

De minimum afstand tussen kanalen en winningsputten moet op ongeveer 40 m gehouden worden. Uit een schatting van de potentiële capaciteit van het door ons als alternatief voorgestelde infiltratieterrein blijkt dat een drastische vermindering van grondwaterwinning elders mogelijk moet zijn.

De concrete inrichting van de kanalen (exacte ligging, oeverstructuur, diepte,...) kan in het kader van deze studie niet meer worden behandeld. Na het verkrijgen van de vergunning kan dit in samenspraak met de IWVA uitgewerkt worden in een globaal beheersplan voor de Doornpanne.

#### **2.4.3.2. waterkwaliteit**

Tabel 2.2. geeft een overzicht van de waterkwaliteit van natuurlijk duinwater in Nederland en in de Doornpanne, van het grondwater onder het vliegveld van Koksijde en van water in twee Nederlandse infiltratiesystemen. Het grondwater van het vliegveld van Koksijde (wat in een eerste fase als infiltratiewater zou worden gebruikt) vertoont vrij lage sulfaat- en nitraatgehalten in vergelijking met het infiltratiewater dat in de onderzochte Nederlandse bedrijven wordt gebruikt. Anderzijds blijken de totaal fosfaat-, ammonium en kaliumgehalten vrij hoog te zijn. Ammonium- en kaliumconcentraties zijn significant groter dan in het grondwater van de Doornpanne. Of daar ook enige merkbare ecologische gevolgen aan verbonden zijn is niet bekend. De totale fosfaatconcentratie van het grondwater van het vliegveld blijkt veel lager te zijn dan van het grondwater van de Doornpanne. Als dit ook voor de orthofosfaatconcentratie geldt, kan weinig eutrofiërende werking van deze stof verwacht worden.

Een meer uitgebreid onderzoek naar de kwaliteit van het geïnfiltreerde water dringt zich zeker op als daartoe ook water uit de Avekapellekreek zou worden aangewend. Hoge kwaliteitseisen komen zowel de waterproduktie als de ecohydrologie ten goede.



parameter	natuurlijk duinwater Nederland	grondwater Doornpanne	voorgezuiverd Lekwater	voorgezuiverd Maaswater	grondwater vliegveld Koksijde
pH	7,1-7,6	7,52	7,8	7,6	7,04
EGV (mS/m)	58-89	88,1*	90	55	54,7
Cl <sup>-</sup>	30-115	61,0	167	63	52,55
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	13-33	60,0	75	55	9,67
No <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,1-12	0,84	21,9	3,31	1,10
ortho PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,07-0,71	0,09	0,02	0,03	-
totaal PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-	1,14	0,03	0,06	0,19
N:P	1-137	1,2	710	55	5,8
Na <sup>+</sup>	17-68	38,5	91	38	42,2
Ca <sup>2+</sup>	73-112	109,2	84	74	80,14
Mg <sup>2+</sup>	6-14	5,2	11	8,78	10,45
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,05-0,85	0,55	<0,04	0,05	1,18
K <sup>+</sup>	0,8-3,6	3,7	6,4	5,1	12,5

Tabel 2.2. *Gemiddelde waterkwaliteit van natuurlijk duinwater in Nederland, het grondwater in de Doornpanne (\* gemiddeld bij drinkwater door IWVA geleverd), het grondwater van het vliegveld te Koksijde, het infiltratiewater uit de Maas (Duinwaterleidingbedrijf Zuid-Holland) en uit het Lekkanaal (concentraties : mg/l, KOERSELMAN 1993 : 84, DUINWATERLEIDING VAN 'S-GRAVENHAGE 1989 : 60, IWVA 1990b : 15, IWVA 1993).*

#### 2.4.4. BESLUIT

Infiltratie in de Doornpanne wordt slechts mogelijk geacht onder een aantal strikte ecologische voorwaarden. Deze hebben betrekking op de lokatie en op de wijze waarop eventuele infiltratie moet gebeuren, maar ook op het herzien van de huidige drinkwaterwinningen in de duinen.

Gebrek aan voldoende gedetailleerde kennis en gegevens maken ecologische voorspellingen moeilijk. Over het effect van een verandering in grondwaterkwaliteit en -regime op de vegetatie kon daarom geen precieze informatie worden verstrekt. Wel wordt de kwetsbaarheid van en aantal vegetaties -zoals in voorgaand hoofdstuk beschreven- als signaal gegeven om bepaalde activiteiten (zoals vergraving) ecologisch inpasbaar te houden. Met name moet worden aangedrongen bij het gebruik van rollend materiaal de grootste voorzichtigheid in acht te nemen en kwetsbare terreindelen duidelijk af te spannen. Dan nog is strikt toezicht gewenst.

## **Hoofdstuk 3      SAMENVATTENDE SLOTBESCHOUWINGEN**

### **1. NAAR EEN NATUURGERICHT DRINKWATERBELEID**

De argumentatie voor uitbreiding van de drinkwaterproductie op subregionale of lokale schaal vindt zijn oorsprong in de enorme verbruikspiek gedurende de zomermaanden, die vooral veroorzaakt wordt door de expansie in de toeristische sector. Daarom moet dit probleem niet alleen door de regionale waterleidingsmaatschappij worden opgelost maar ook op Vlaams niveau worden gedragen. Dit vergt een globaal beleidsplan op ecologische grondslag dat uitgaat van draagkracht en niet van steeds toenemende consumptie van resterende duinen (KUIJKEN 1992). Dergelijke principes worden trouwens ook gehuldigd bij het momenteel in ontwerp zijnde "Structuurplan voor de Kustzone (Provincie West-Vlaanderen)".

De (over)exploitatie van de natuurlijke zoetwaterbel heeft verre gaande gevolgen voor het duinecosysteem. De winningsgebieden van de IWVA staan tegelijk als natuurgebied of natuurreservaat op de gewestplannen ingetekend en genieten vaak van bijkomende beschermingen als landschap of als EG vogelrichtlijngebied. Een aantal ecologische voorwaarden die we aan die bestemmingen kunnen koppelen, worden bij de huidige wateronttrekking overschreden. Verder wordt de strategische watervoorraad in de duinen door de hogere pompdebieten steeds kleiner. Aanvulling van die hoeveelheden is alleen al om veiligheidsredenen dan ook wenselijk. Dit betekent dat infiltratie niet als motief mag hebben een loutere meerproductie te realiseren.

In de regio moet naar milieuvriendelijke alternatieven voor grondwaterwinning worden gezocht omwille van draagkracht en duurzaamheid. Onder bepaalde voorwaarden kan infiltratie als overgangsstrategie worden uitgebouwd.

1. Winning van grondwater uit Landeniaanafzettingen oefent geen directe invloed uit op de ecohydrologische situatie aan de oppervlakte. Volgens deze methode kan op korte termijn een uitbreiding van de waterproductie gerealiseerd worden. Zowel kwantitatief als kwalitatief zijn er echter beperkingen. Het Landeniaanwater is in Vlaanderen al overgeëxploiteerd; negatieve invloeden op de nabijgelegen industriële winningsputten in Veurne moet worden vermeden. Uit de evolutie van deze watervoorraden zou kunnen blijken dat hier geen lange-termijn oplossing op kan steunen (DE BREUCK, LEBBE & VAN HOUTTE 1993). Anderzijds voldoet het water niet aan de drinkwaternormen en kan het dus enkel verdund met duinwater worden geleverd.

Het aanleggen van diepe pompputten en verbindingsleidingen gaat evenwel gepaard met verstoring van de omgevende, vaak kwetsbare duinvegetatie. De invloed

van zware machines en het lozen van "systeemvreemd" (kleihoudend en/of geëutrofiëerd) water is voor onder meer schrale mos- of graslandvegetaties fataal en dus niet te verzoenen met de bestemming als natuurreservaat op het gewestplan, tenzij de nodige voorzorgsmaatregelen worden genomen. Verder lijkt ons de aanleg van dergelijke diepe putten technisch even goed mogelijk op plaatsen buiten het natuurgebied. Daarom dient voor de Landeniaanwinning in de toekomst actief naar dergelijke alternatieve lokaties gezocht, wat eventueel bijkomende pompproeven en aangepaste modellen vergt.

2. Diepinfiltratie vormt op middellange termijn een alternatief voor de huidige waterwinning. Daarbij wordt in dieper gelegen zandlagen sterk voorgezuiverd water geïnjecteerd en een eind verder op dezelfde hoogte teruggewonnen. Het gecreëerde gebiedsvreemde hydrosoma heeft op die manier een zeer gering effect op de waterkwaliteit aan de oppervlakte. Enkel een lichte stijging van de watertafel, over een relatief groot oppervlak uitgespreid, kan worden verwacht. Ook hier moeten vergravingen liefst buiten het natuurgebied gebeuren.

Het probleem bij infiltratie is het aanbod van in te brengen (gebiedsvreemd) water. Dit moet aan strenge kwalitatieve eisen voldoen. Oppervlaktewater afkomstig uit de polders van Veurne-Ambacht zal daarvoor zeer sterk moeten voorgezuiverd worden. Wat betreft aanvoerdebiet van infiltratiewater zijn er grote beperkingen te verwachten. Ook hier dringt een meer globale aanpak van de drinkwaterproblematiek zich op.

## **2. HET INFILTRATIEPROJECT**

Onder een aantal strikte ecologische voorwaarden wordt oppervlakte-infiltratie voor de winning van drinkwater binnen een door ons voorgestelde zone van de Doornpanne mogelijk geacht. In een eerste fase kan het systeem gevoed worden met grondwater dat onder het vliegveld van Koksijde wordt opgepompt. Deze winning moet van tijdelijke aard zijn om natuurontwikkelingsmogelijkheden in het duin-polder overgangsbied in de toekomst mogelijk te maken.

De belangrijkste voorwaarde die aan het infiltratie-project gekoppeld wordt is de afbouw van de exploitatie van de natuurlijke zoetwatervoorraad in een aantal duincomplexen. Dit is voor herstel van de natuurwaarden in de sterk verdroogde duinen een prioritaire vereiste. De ervaring die bij het bezoek aan een aantal Nederlandse duinwaterleidingbedrijven werd opgedaan leert ons dat het -althans in grote gebieden- technisch mogelijk is om van waterwinning en natuurbehoud gelijkwaardige functies van bepaalde duinterreinen te maken. Basisvoorwaarden daarbij zijn dat eventueel te gebruiken gebiedsvreemd water extreem voorgezuiverd wordt (op bacteriële aspecten na tot drinkwaternorm) en dat het systeem hydrologisch zoveel mogelijk wordt geïsoleerd. Een belangrijke bijkomende voorwaarde is dat zeldzame of kwetsbare duingedeelten niet vergraven of met voertuigen bereden worden bij aanleg of onderhoud.

### 3. DUINBEHEER

De waterleidingsmaatschappij dient borg te staan voor een ecologisch verantwoord beheer van haar terreinen. Naar gemiddelde Nederlandse normen (VEWIN 1992 : 52) zou in de Doornpanne jaarlijks zo'n 3 miljoen Belgische frank besteed worden aan natuurbeheer, aanleg en onderhoud van recreatieve infrastructuur, voorlichting, e.d. De IWVA heeft in haar MEWAR-plan het voornemen geuit werk te zullen maken van een concreet beleid inzake beheer van de onder haar regime vallende duingebieden.

In een tweede fase zullen in opdracht van de IWVA de hier gepresenteerde en nog aan te vullen vegetatiekundige gegevens tot ecologisch gefundeerde beheersrichtlijnen voor de Doornpanne uitgewerkt worden. Gehoopt wordt dat een afbouw van de waterwinning in het Calmeynbos zo spoedig mogelijk wordt gestart, zodat een gradueel herstel van het momenteel zwaar verdroogde staatsnatuureservaat De Westhoek kan nagestreefd worden. Enkel door een op continuïteit gericht ecologisch beheer kunnen de resterende duincomplexen van de Westkust hun natuurbehoudsfunctie vervullen. De actuele en potentiële biodiversiteit van de Vlaamse duinen moet daarbij ook op Westeuropees niveau worden gesitueerd, wat de grote verantwoordelijkheid van de betrokken overheden aangeeft.

## LITERATUURLIJST

- BAKKER, T.M.W. (1981). Nederlandse kustduinen. Geohydrologie. Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie, Wageningen.
- BAKKER, T.W.M., KLIJN, J.A. & VAN ZADELHOFF, F.J. (1979). Duinen en duinvalleien. Een landschapsecologische studie van het Nederlandse duingebied. Pudoc, Wageningen. 210 p. + bijlagen.
- BEECKMAN, H. (1989). Mathematische verwerking van phytosociologische gegevens. Groene Band 76 : 1-36.
- BOERBOOM, J.H.A. (1958). Wijzigingen in flora en vegetatie der Haagse duinen ten gevolge van de bevoeiing met rivierwater. De Levende Natuur 61 : 25-31.
- DE BREUCK, W., LEBBE, L. & VAN HOUTTE, E. (1993). Interpretatie van de pompproof in het Landenaan en berekening van de waterwinningscapaciteit in het waterwinningsgebied van de IWVA te Oostduinkerke. Laboratorium voor toegepaste geologie en hydrogeologie, Universiteit Gent, 45 p.
- DE CEUNYNCK, R. (1992). Het duinlandschap : ontstaan en evolutie. In : Tussen land en zee, het duingebied van Nieuwpoort tot De Panne. Lannoo, Tielt : 18-45.
- DECLER, K. & DEVRIESE, H. (1992). De sprinkhanenfauna van de Belgische kust. Duinen 1 : 11-37.
- DEMAREY, A. (1973). Koksijde, van Zilvermeeuw tot Wielewaal. V.V.V. Koksijde, 25 p.
- DE RAEVE, F. & LEBBE, L. (1984). Duinen. In : Water voor groen, vierde wetenschappelijk congres voor groenvoorziening, Vereniging voor groenvoorziening : 409-431.
- DE RAEVE, F., LETEN, M. & RAPPÉ, G. (1983). Flora en vegetatie van de duinen tussen Oostduinkerke en Nieuwpoort. 1. Tekst. Nationale Plantentuin van België, Meise (intern rapport), 176 p.
- DIRIKEN, P. & CARLIER, W.P. (1987). Geo-gids Koksijde. De Blauwe vogel Geogidsen, Sint-Truiden, 112 p.
- DOING, H. (1988). Landschapsoecologie van de Nederlandse kust - een landschapskartering op vegetatiekundige grondslag. Stichting duinbehoud, Stichting publicatiefonds duinen, Leiden, 229 p. + 3 kaarten
- DUINWATERLEIDING VAN 'S-GRAVENHAGE (1989). Jaarverslag 1989. Duinwaterleiding van 's-Gravenhage, Den Haag, 79 p.

EHRENBURG, A. (1990). Stofbalansen van de Amsterdamse Waterleidingduinen 1983-1989 : fosfor, stikstof, lood en koper. Gemeentewaterleidingen Amsterdam, Vogelenzang, 55 p.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Erich Goltze KG, Göttingen.

HERMY, M. Ecologie en Fytosociologie van oude jonge bossen in Vlaanderen. Doctoraatsproefschrift R.U.Gent, 755 p.

HOEKSTRA, A.C., VAN DER HAGEN, H.G.J.M. (1990). Infiltratiepannen in Mijndel en de slibverwijdering in pan 13.

In : Natuurwaarden en waterwinning in de duinen. Mededeling nr 114, KIWA, Nieuwegein : 65-88.

HRUBEC, J., DEN BOER, A.C., 'T HART, M.J. (1988). Onderzoek in een proefinstallatie naar het gedrag van organische microverontreiniging tijdens infiltratie met voorgezuiverd water. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven, 39 p.

IWVA (1990a). Water en natuur : partners in de duinen. Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne-Ambacht, Koksijde, 24 p.

IWVA (1990b). Jaarverslag 1990. Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne-Ambacht, Koksijde, 41 p.

IWVA (1992 & 1993). Niet gepubliceerde gegevens van de Intercommunale Waterwinningsmaatschappij van Veurne-Ambacht.

JANSSEN, M. & SLINGS, R. (1991). Optimalisatie van de waterwinning. Duin 1 : 7-9.

KOERSELMAN, W. (1993). Op zoek naar de sleutel tot het herstel van voedselarme duinvalleien in infiltratiegebieden. De levende natuur 2 : 83-88.

KUIJKEN, E. (1978). Waterwinning en natuurreservaten. Contactblad van de Belgische natuur- en vogelreservaten 4 : 9-11.

KUIJKEN, E. (1992). Naar een ecologisch gefundeerd beleid voor de Westkust. In : Tussen land en zee, het duingebied van Nieuwpoort tot De Panne. Lannoo, Tielt : 248-249.

KUIJKEN, E. & LETEN, M. (1993). Structuurplan kustzone. Gebiedsgerichte functie-toekenning "natuurbehoud" (ontwerp op basis van de Groene Hoofdstructuur van Vlaanderen). Studie in opdracht van het Westvlaams Economisch Studiebureau. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt, 45 p.

LEBBE, L & DE BREUCK, W. (1980). Hydrologie van het duingebied tussen Koksijde en Oostduinkerke. Tijdschr. Becewa 55 : 33-45.

LETEN, M. (1992). De vegetatie- en landschapontwikkeling in de duinen van de Westkust. In : Tussen land en zee, het duingebied van Nieuwpoort tot De Panne. Lannoo, Tielt : 158-189.

LONDO, G. (1966a). De huidige flora van het infiltratiegebied bij Zandvoort in vergelijking met andere natte duinvalleien in heden en verleden. De Levende Natuur 69 (7,8) : 145-151.

LONDO, G. (1966b). Veranderingen in flora en vegetatie van het Lekwater-infiltratiegebied in de duinen bij Zandvoort. De Levende Natuur 69 (6) : 121-129.

LONDO, G. (1975). Infiltreren is nivelleren. De Levende Natuur 78 : 74-79.

LONDO, G. (1988). Nederlandse freatofyten. Pudoc, Wageningen, 108 p., auflage, 258 p.

LOUMAN, E.G.M. (1990). Effecten van vernatting in het duingebied van Zuid-Kennemerland. In : Regeneratie van vochtige duinvalleien in het duingebied van Zuid-Kennemerland. Waterleidingbedrijf Zuid-Kennemerland & Stichting Het nationale park De Kennemerduinen : 141-164.

LOUWE KOOIJMANS, J. (1990). Beleidsuitgangspunten en achtergronden met betrekking tot grondwaterwinning in de Kennemerduinen. In Regeneratie van vochtige duinvalleien in het duingebied van Zuid-Kennemerland. Waterleidingbedrijf Zuid-Kennemerland & Stichting het nationale park De Kennemerduinen : 11-20.

MALFAIT, J.-P., DESENDER, K., BAERT, L. & POLLET, M. (1991). Duinbeheer en ongewervelden. Duinen 1 : 18-27.

MASSART, J. (1908). Les districts littoraux et alluviaux de la Belgique. In : Bommer, C. & J. Massart. Les aspects de la végétation en Belgique, vol. I, foto's.

MASSART, J. (1923). De duinen der kust. Strand en kust tusschen Coxyde en Oostduinkerke. Maandelijks bulletijn der vereeniging tot behoud van Natuur- en stedschoon 6 : 83-88.

MEIJER, J.A., DEN HOED, M.A., KOERSELMAN, W., VAN DER HAGEN, H. & VAN DER MEULEN, F. (1991). Het effect van maaien op de verruigde vegetaties in West Meyendel. KIWA, Nieuwegein, 35 p.

MELTZER, J.A. & VAN DIJK, H.W.J. (1985). Effects of dissolved macro-nutrients on herbaceous vegetations around dune pools. Vegetatio 65 : 53-61.

NATUURBESCHERMINGSRAAD 1987 : Gebiedsvreemd water : advies over de ecologische effecten van de aanvoer van rivierwater. Natuurbeschermingsraad, Utrecht, 43 p.

NIEUWENHUIS, J.W. & VEEL, P.W. (1990). Een eeuw grondwaterbeheer in perspectief. In Regeneratie van vochtige duinvalleien in het duingebied van Zuid-Kennemerland. Waterleidingbedrijf Zuid-Holland & Stichting het nationaal park De Kennemerduinen : 7-10.

PETERS, J.H., SLINGS, Q.L. & STAKELBEEK, A. (1992). Open infiltratie nieuwe stijl. Integrale ontwikkeling van natuur en techniek bij renovatie van een open infiltratiesysteem. H2O 19 : 532-537.

SCHELVIS, L. (1992). Een impressie van een symposium. Duin 2 : 7-9.

SLINGS, Q.L. & SCHEKKERMAN, H. (1990). Vogels van de infiltratiegebieden in het Noordhollands Duinreservaat. In : Natuurwaarden en waterwinning in de duinen. Mededeling nr 114, KIWA, Nieuwegein : 89-102.

SLOSSE, W. (1991 a). Inventarisatie van Vlinders en Kevers in de Doornpanne te Koksijde. Duinen 1 : 9-17.

SLOSSE, W. (1991 b). Onderzoek invertebratenfauna in de Doornpanne te Koksijde. Duinen 1 : 32-56.

STICHTING DUINBEHOUD (1992). Duinen voor de wind. Een toekomstvisie op het gebruik en het beheer van de Nederlandse duinen. Stichting Duinbehoud, Leiden, 134 p.

STIEPERAERE, H. (1980). The species-area relation of the belgian flora of vascular plants and its use for evaluation. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 112 : 193-200.

STIEPERAERE, H. & K. FRANSEN. 1982. Standaardlijst van de Belgische vaatplanten met aanduiding van hun zeldzaamheid en socio-ecologische groep. Dumortiera 22 : 1-41.

STUYFZAND, P.J. & STUURMAN, P.J. (1985). Experimenteel bewijs van een zoetwaterlens op kunstmatig geïnfiltreerd water. H2O 18 : 408-415.

TERMOTE, J. (1992). Wonen op het duin : de bewoningsgeschiedenis van het duingebied tot aan de Franse revolutie. In : Tussen land en zee : het duingebied van Nieuwpoort tot De Panne. Lannoo, Tielt : 46-87.

VAN BECKHOVEN, K. & ERNST, W.H.O. (1990). Bodemactiviteit en bodemschimmels in een vochtgradient in een kustduin. In : Natuurwaarden en waterwinning in de duinen. Mededeling nr 114, KIWA Nieuwegein : 225-244.

VAN AERSCHOT - VAN HAEVERBEECK, S., DALLE, G. & TERMOTE, J. (1992). De verdere evolutie van de bestaande duinnederzettingen vanaf de Franse revolutie. In : Tussen land en zee : het duingebied van Nieuwpoort tot De Panne. Lannoo, Tielt :



88-109.

VAN DER MEULEN, F. (1982). Vegetation changes and water catchment in a Dutch coastal dune area. *Biol. Conserv.* 24 : 305-316.

VAN DER MEULEN, F. & WANDERS, E.A.J. (1984). Coastal dunes of Mijndel, The Netherlands : utilization and conservation of land in densely populated environs. In : Miyawaki, A., Bogenrieder, A., Okuda, S. & White, J. eds. *Vegetation ecology and creation of new environments. Proceedings of the international symposium in Tokyo an Phytogeographical excursion through central Honshu.* Tokai university press : 205-214.

VAN DIJK, H.W.J. (1984). Invloeden van oppervlakte-infiltratie ten behoeve van duinwaterwinning op kruidachtige oevervegetaties. PhD thesis, University of Agricultural Sciences, Wageningen.

VAN DIJK, H.W.J. (1985). The impact of artificial dune infiltration on the nutrient content of ground and surface water. *Biol. Conserv.* 34 : 149-167.

VAN DIJK, H.W.J. (1989). Effecten van de infiltratie op de vegetatie en bodem in duingebieden. In : *Aanvoer van gebiedsvreemd water : omvang en effecten op oecosystemen.* J.G.M. Roelofs. Faculteit Natuurwetenschappen, Katholieke Universiteit Nijmegen : 8-31.

VAN DIJK, H.W.J. & MELTZER, J.A. (1981). Hydrobiologie van natuurlijke duinmeren : een commentaar. *H2O* 14 : 564-567.

VAN OOSTERHOUD, E., JANZE, G.C., DE GROOT, W.T. & VAN DIJK, H.W.J. (1982). Fosfaat en duinfiltratie : een experimentele benadering. *H2O* 15 : 497-515.

VEWIN (1992). Duinen en drinkwater : doordacht en duurzaam. Jaarbrochure grondstoffen 1992. Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland, Rijswijk, 55 p.

## **DANKWOORD**

Wij zijn de IWVA erkentelijk voor de gelegenheid die werd geboden dit onderzoek uit te voeren. De nu reeds verzamelde en verwerkte gegevens overstijgen in ruime mate het volume dat kon gefinancierd worden door vrijwel voltijdse inschakeling van eigen personeel van het Instituut voor Natuurbehoud. Gehoopt wordt dat ook vanuit de gewestelijke overheid (o.m. AMINAL, dienst water en bodem) mogelijkheden kunnen aangebracht worden om het verder verloop van deze studie naar behoren af te werken. Speciale dank gaat naar Ing. F. Vanlerberghe, directeur-generaal van de IWVA en lic. E. Van Houtte voor de geleverde informatie en verhelderende gesprekken. Dank ook aan alle anderen die diverse gegevens ter beschikking hebben gesteld.

## **BIJLAGEN**

Bijlage 1: Soortenlijst van de vaatplanten van de Doornpanne s.l.

Wetenschappelijke naam	pr	pa	ELLENBERG-waarde						LONDO	V	S	E	status	Nederlandse naam
			AFK	L	F	R	N							
<i>Acer negundo</i> L.	1			5	6	7	7						A	Vederesdoorn
<i>Acer platanoides</i> L.	1			4	x	x	x			9	G		A	Noorse esdoorn
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	1		9	4	6	x	7	A		9	G		N/A	Gewoon esdoorn
<i>Achillea millefolium</i> L.	1	1	10	8	4	x	5	A		5	A		I	Gewoon duizendblad
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	1	1	10	5	6	7	8	A		8	B		I	Zevenblad
<i>Aethusa cynapium</i> L.	1		8	6	5	8	6	A		1	A		I	Hondspeterselie
<i>Agrostis capillaris</i> L.	1	1	9	7	x	4	4	A		6	E		I	Gewoon struisgras
<i>Agrostis gigantea</i> Roth.	1		7	7	8	7	6	V		1	F		I	Hoog struisgras
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	1	1	9	8	7	x	5	P		2	A		I	Fioringras
<i>Aira praecox</i> L.	1		6	9	2	2	1	A		6	E		I	Vroege haver
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.		1	8	7	10	x	8	W	3	4	D		I	Grote waterweegbree
<i>Alliaria petiolata</i> (Bieb.) Cav. et Grand	1		7	5	5	7	9	A		8	B		I	Look-zonder-look
<i>Allium vineale</i> L.	1	1	7	5	4	x	7	A		8	B		I	Kraailook
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	1	1	10	5	9	6	x	K	1	9	A		I/A	Zwarte els
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.		1	8	6	5	7	6	A		1	A		I	Duist
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	1		8	6	6	6	7	P		5	A		I	Grote vossestaart
<i>Althaea officinalis</i> L.		1	3	6	7	8	4	F		4	E		I	Echte heemst
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		1	6	8	4	7	7	A		1	C		N	Papegaaienkruid
<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link	1	1	4	9	4	7	5	A		3	A		I	Helm
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) L.C.M. Rich.	1	1	2	8	3	9	2	P	2	6	C		I	Hondskruid
<i>Anagallis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	1	1	7	6	5	x	6	A		1	A		I	Rood guichelheil
<i>Anagallis tenella</i> (L.) L.		1	3	8	9	x	2	W	3	7	B		I	Teer guichelheil
<i>Anchusa officinalis</i> L.	1	1	3	9	3	7	5	A		1	F		N	Gewone ossetong
<i>Anthemis cotula</i> L.		1	3	7	4	x	5	A		1	E		I	Stinkende kamille
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1	1	9	x	x	5	x	A		5	A		I	Gewoon reukgras
<i>Anthriscus caucalis</i> Bieb.	1	1	4	8	5	6	6	A		8	D		I	Fijne kervel
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	1	1	9	7	5	x	8	A		8	B		I	Fluiterkruid
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.		1	3	8	3	7	2	A		6	C		I	Wondklaver
<i>Apera spica-venti</i> (L.) Beauv.		1	8	6	6	5	x	A		1	C		I	Grote windhalm
<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.	1		7	7	10	x	6	W	3	4	D		I	Groot moerascherm
<i>Apium repens</i> (Jacq.) Lag.	1		2	9	7	7	7	W	3	2	B		I	Kruipend moerascherm
<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.		1	8	6	4	4	4	A		6	B		I	Zandraket
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop. subsp. <i>hirsuta</i>	1	1	3	7	4	8	x	A		6	C		I	Ruige scheefkelk
<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	1	1	7	9	5	x	8	A		1	G		I	Kleine klit
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	1	1	8	8	4	7	x	A		6	B		I	Zandmuur
<i>Armoracia rusticana</i> Gaertn., B. Mey et S.		1	4	8	5	x	9	A		1	G		N	Mierikswortel
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Beauv.	1	1	10	8	x	7	7	A		5	A		I	Glanshaver
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	1	1	10	7	6	x	8	A		1	G		I	Bijvoet
<i>Asparagus officinalis</i> L. subsp. <i>officina</i>	1	1	6	6	3	x	4	A		8	D		I?	Tuinasperge
<i>Asperula cynanchica</i> L.	1	1	2	7	3	8	3	A		6	C		I	Kalkbedstro
<i>Asplenium scolopendrium</i> L.	1		4	4	5	8	4	A		9	G		I	Tongvaren
<i>Atriplex patula</i> L.		1	8	6	5	7	7	A		1	E		I	Uitstaande melde
<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC	1	1	8	8	6	x	9	A		1	E		I	Spiesmelde
<i>Avenula pubescens</i> (Huds.) Dum.	1	1	4	5	3	x	4	A		6	C		I	Zachte haver
<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl.		1	3	8	10	x	2	W	3	4	B		I	Stijve moerasweegbree
<i>Ballota nigra</i> L.	1	1	7	8	5	x	8	A		1	G		I	Stinkende ballote
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.		1	6	8	6	x	6	P	2	4	E		I	Gewoon barbarakruid
<i>Bellis perennis</i> L.	1	1	10	8	5	x	6	D		5	A		I	Madeliefje
<i>Berberis vulgaris</i> L.	1		1	7	4	8	3	A		8	D		I	Zuurbes
<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville		1	6	8	10	8	6	W	3	4	D		I	Kleine watereppe
<i>Betula pendula</i> Roth	1	1	9	7	x	x	x	A		9	E		I/A	Ruwe berk
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	1		7	7	8	3	3	P	1	9	E		I	Zachte berk
<i>Bidens tripartita</i> L.		1	8	8	9	x	8	F	3	2	B		I	Veerdelig tanzaad
<i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Hds.	1		2	8	7	9	4	D	3	2	C		I	Zomerbitterling
<i>Blysmus compressus</i> (L.) Panzer ex Link		1	1	8	8	8	3	F	3	7	B		I	Platte bies
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv.	1	1	2	6	4	7	4	A	1	6	C		I	Gevinde kortsteel
<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch	1	1	4	8	8	8	7	A		4	E		I	Zwarte mosterd
<i>Briza media</i> L.	1	1	3	8	x	x	2	D	2	6	C		I	Bevertjes
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	1	1	9	7	x	x	3	A		5	A		I	Zachte dravik
<i>Bromus sterilis</i> L.	1	1	8	7	4	x	5	A		8	B		I	Ijle dravik
<i>Bromus tectorum</i> L.		1	6	8	3	8	4	A		1	F		I	Zwenkdravik
<i>Bromus thominei</i> Hardouin	1	1	3	8	4	4	2	A		6	B		I	Duindravik
<i>Bryonia dioica</i> Jacq.	1	1	7	7	5	8	6	A		8	D		I	Heggerank
<i>Cakile maritima</i> Scop.	1	1	3	9	6	x	8	Z		3	A		I	Zeeraket
<i>Calamagrostis canescens</i> (Web.) Roth	1		6	6	9	6	5	V	1	4	C		I	Hennegras
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	1	1	7	7	x	x	6	A		8	A		I	Duinriet
<i>Calamintha clinopodium</i> Spenner	1		4	7	4	7	3	A		8	C		I	Borstekrans
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop.		1	6	6	10	6	4	H	3	4	D		I	Gevleugeld sterrekroo
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br.	1	1	10	8	6	7	9	P		4	E		I	Haagwinde
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) R.Br.	1	1	3	8	4	7	5	A		3	A		I	Zeevinde
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	1	1	10	7	5	x	6	A		1	D		I	Gewoon herderstasje
<i>Cardamine hirsuta</i> L.	1		8	6	5	5	7	A		6	B		I	Kleine veldkers
<i>Cardamine pratensis</i> L.		1	9	4	6	x	x	V	3	5	A		I	Pinksterbloem
<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.		1	6	8	3	8	4	A		1	E		N	Pijlkruikers
<i>Carduus crispus</i> L.	1		7	7	6	7	9	A		1	G		I	Kruildistel
<i>Carduus nutans</i> L.	1		3	8	4	8	6	A		1	F		I	Knikkende distel
<i>Carduus tenuiflorus</i> Curt.		1	2					A		1	F		I	Tengere distel
<i>Carex arenaria</i> L.	1	1	6	7	3	2	2	A		6	B		I	Zandzegge
<i>Carex cuprina</i> (Sandor ex Heuffel) Nendvi	1		6	6	8	7	6	F	3	2	A		I	Valse voszegge
<i>Carex distans</i> L.		1	3	9	6	8	x	Z		3	C		I	Zilte zegge
<i>Carex disticha</i> Huds.	1	1	7	8	9	8	5	W	1	5	B		I	Tweerijige zegge
<i>Carex elata</i> All.		1	5	8	10	x	5	W	3	4	C		I	Stijve zegge
<i>Carex extensa</i> Good.	1		1	9	7	x	4	Z		3	C		I	Kwelderzegge

Carex flacca Schreb.	1	1	5	7	6	8	4	K	2	6	C	I	Zeegroene zegge
Carex hirta L.	1	1	8	7	6	x	5	A		2	A	I	Ruige zegge
Carex nigra (L.) Reichard	1	1	6	8	8	3	2	F	2	7	A	I	Zwarte zegge
Carex panicea L.	1	1	5	8	8	x	4	V	1	7	C	I	Blauwe zegge
Carex pseudocyperus L.	1	1	6	7	9	6	5	W	2	4	C	I	Hoge cyperzegge
Carex riparia Curt.	1	1	6	7	9	7	4	W	1	4	C	I	Oeverzegge
Carex spicata Huds.	1	1	5	7	4	6	4	A		8	B	I	Gewone bermzegge
Carex trinervis Degl.	1	1	3	9	9	3	2	V	1	7	B	I	Drienvervige zegge
Carex viridula Michaux s.l.	1	1	4	8	9	x	2	W	3	7	C	I	Dwergzegge
Carlina vulgaris L.	1	1	3	7	4	7	3	A		6	C	I	Driedistel
Centaurea subg. Jacea	1	1	10	7	5	6	3	A		5	A	I	Knoopkruid
Centaureum erythraea Rafn	1	1	6	8	5	6	6	D	2	8	A	I	Echt duizendguldenkru
Centaureum minus Moench	1	1	3	9	7	8	3	F	3	2	C	I	Strandduizendguldenkr
Centaureum pulchellum (Sw.) Druce	1	1	4	9	x	9	4	F	3	2	C	I	Fraai duizendguldenkr
Cerastium arvense L.	1	1	7	8	4	6	4	A		6	B	I	Akkerhoornbloem
Cerastium diffusum Pers.	1	1	3	8	4	4	2	A	3	4	A	I	Scheve hoornbloem
Cerastium fontanum Baumg.	1	1	10	6	5	5	5	A		5	A	I	Gewone hoornbloem
Cerastium glomeratum Thuill.	1	1	8	7	5	5	5	A		1	E	I	Kluwenhoornbloem
Cerastium semidecandrum L.	1	1	6	8	3	6	x	A		6	B	I	Zandhoornbloem
Cerastium tomentosum L.	1											A	Viltige hoornbloem
Chaerophyllum temulum L.	1		8	5	5	x	8	A		8	B	I	Dolle kervel
Chelidonium majus L.	1		9	6	5	x	8	A		8	B	I	Stinkende gouwe
Chenopodium album L.	1	1	10	x	4	x	7	A		1	E	I	Melganzevoet
Chenopodium rubrum L.	1	1	6	8	6	x	9	D		2	B	I	Rode ganzevoet
Cirsium acaule Scop.	1	1	2	9	3	8	2	A	1	6	C	I	Aarddistel
Cirsium arvense (L.) Scop.	1	1	10	8	x	x	7	A		1	G	I	Akkerdistel
Cirsium palustre (L.) Scop.	1	1	9	7	8	4	3	V	1	5	B	I	Kale jonker
Cirsium vulgare (Savi) Ten.	1	1	10	8	5	7	8	A		1	E	I	Speerdistel
Claytonia perfoliata Donn ex Willd.	1	1	5	6	5	7	7	A		8	B	N	Witte winterpostelein
Clematis vitalba L.	1		6	7	5	7	7	A		8	D	I	Bosrank
Cochlearia danica L.	1	1	3	9	8	8	5	A		3	C	I	Deens lepelblad
Colchicum autumnale L.	1	1	4	6	6	7	x	V		5	B	I	Herfsttijloos
Colutea cf. arborescens L.	1	1		5	3	8	2					A	Blazenstruik
Convolvulus arvensis L.	1	1	9	7	4	7	x	A		1	E	I	Akkerwinde
Conyza canadensis (L.) Cronq.	1	1	9	8	4	x	5	A		1	D	N	Canadese fijnstraal
Corispermum leptopterum (Aschers.) Lljin	1	1	4	8	3	7	6	A		1	F	N	Snal vlieszaad
Corynephorus canescens (L.) Beauv.	1	1	6	8	2	3	2	A		6	E	I	Buntgras
Cotoneaster simonsii Baker	1											A	-
Crataegus monogyna Jacq.	1	1	10	7	4	8	4	A		8	D	I/A	Eenstijlige meidoorn
Crepis capillaris (L.) Wallr.	1	1	10	7	5	6	4	A		1	E	I	Klein streepzaad
Crepis polymorpha Pourr.	1	1	4	9	4	8	5	A		5	A	I	Paardebloemstreepzaad
Cuscuta epithymum (L.) L.	1	1	4	x	x	x	2	A		7	E	I	Klein warkruid
Cynoglossum officinale L.	1	1	4	8	4	7	7	A		1	F	I	Veldhondstong
Dactylis glomerata L.	1	1	10	7	5	x	6	A		5	A	I	Gewone kropaar
Dactylorhiza incarnata (L.) Soo	1	1	3	8	8	7	2	F	3	7	B	I	Vleeskleurige orchis
Dactylorhiza maculata (L.) Soo s.l.	1	1	4	7	8	x	2	K	3	7	C	I	Gevlekte orchis
Dactylorhiza majalis (Reichenb.) P.F. Hu	1	1	4	8	8	7	3	V	3	5	B	I	Brede orchis
Datura stramonium L.	1		6	8	4	7	8	A		1	E	N	Doornappel
Daucus carota L.	1	1	10	8	4	x	4	A		5	A	I	Peen
Descurainia sophia (L.) Webb ex Prantl	1	1	3	8	4	x	6	A		1	F	N	Sofiekruid
Digitalis purpurea L.	1	1	6	7	5	3	6	A		8	A	I/N	Gewoon vingerhoedskru
Diplotaxis muralis (L.) DC	1	1	5	8	4	8	5	A		1	F	I	Kleine zandkool
Diplotaxis tenuifolia (L.) DC	1	1	6	8	3	x	6	A		1	F	I	Grote zandkool
Draba muralis L.	1		1	7	5	8	6	A		6	C	I	Wit hongerbloempje
Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P. Fuch	1		8	5	x	4	3	D	2	9	E	I	Smalle stekelvaren
Dryopteris dilatata (Hoffn.) A. Gray	1		8	4	6	x	7	A	1	9	E	I	Brede stekelvaren
Dryopteris filix-mas (L.) Schott	1		9	3	5	5	6	A		9	F	I	Mannetjesvaren
Echium vulgare L.	1	1	6	9	4	8	4	A		1	F	I	Slangekruid
Eleagnus cf. angustifolius L.	1											A	Olijfwilg
Eleocharis acicularis (L.) Roem. et Schu	1	1	4	7	10	x	2	W	3	4	B	I	Naaldwaterbies
Eleocharis palustris (L.) Roem. et Schul	1	1	6	8	10	x	?	W	3	4	D	I	Gewone waterbies
Elymus arenarius L.	1	1	4	9	6	7	6	A		3	A	I	Zandhaver
Elymus athericus (Link) Kerguelen (incl.	1	1	4	9	5	7	5	A		3	A	I	Strandkweek
Elymus farctus (Viv.) Runemark ex Melder	1	1	3	9	6	7	7	A		3	A	I	Biestarwegras
Elymus repens (L.) Gould	1	1	10	7	x	x	7	A		1	E	I	Kweekgras
Epilobium angustifolium L.	1	1	9	8	5	5	8	A		8	A	I	Wilgeroosje
Epilobium ciliatum Rafin.	1		9	7	5	7	8	V		1	G	N	Beklierde basterdwede
Epilobium hirsutum L.	1	1	9	7	8	8	8	K	2	4	E	I	Harig wilgeroosje
Epilobium montanum L.	1		7	4	5	6	6	A		8	B	I	Bergbasterdwederik
Epilobium parviflorum Schreb.	1	1	7	7	9	8	6	K	2	4	E	I	Viltige basterdwederi
Epipactis helleborine (L.) Crantz.	1		8	3	5	7	5	A		9	E	I	Brede wespenorchis
Epipactis palustris (L.) Crantz	1	1	3	8	9	8	2	F	3	7	B	I	Moeraswespenorchis
Equisetum arvense L.	1	1	10	6	x	x	3	D		1	E	I	Heermoes
Equisetum palustre L.	1	1	9	7	8	x	3	W	2	2	A	I	Lidrus
Equisetum variegatum Schleich.	1	1	1	8	9	8	2	F	3	7	B	I	Bonte paardestaart
Erigeron acer L.	1	1	5	9	4	8	2	A		6	B	I	Scherpe fijnstraal
Erodium cicutarium (L.) L'Herit.	1	1	8	8	4	x	x	A		6	B	I	Gewone reigersbek
Erodium lebelii Jord.	1		3	8	4	7	2	A		6	B	I	Kleverige reigersbek
Erophila verna (L.) Chevall.	1	1	7	8	x	x	2	A		6	B	I	Vroegeling
Eryngium maritimum L.	1		3	9	4	7	4	A		3	A	I	Blauwe zeedistel
Eupatorium cannabinum L.	1	1	8	7	7	7	8	K	2	4	E	I	Koninginnekruid
Euphorbia helioscopia L.	1	1	9	6	5	7	7	A		1	A	I	Kroontjeskruid
Euphorbia lathyris L.	1											A	Kruisbladige wolfsmel
Euphorbia paralias L.	1	1	3					A		3	A	I	Zeewolfsmelk
Euphorbia peplus L.	1	1	8	6	4	x	7	A		1	A	I	Tuinwolfsmelk
Euphrasia rostkoviana Hayne	1	1	1	6	x	x	4	A	2	6	C	I	Beklierde ogentroost
Euphrasia stricta Wolff ex Lehm.	1	1	4	8	4	x	2	D	2	6	C	I	Stijve ogentroost
Evonymus europaeus L.	1		5	6	5	8	5	A		8	D	I	Wilde kardinaalsmuts
Fagus sylvatica L.	1		6	3	5	x	x	A		9	F	I/A	Beuk
Festuca arundinacea Schreb.	1	1	8	8	7	7	5	V	2	2	A	I	Rietzwenkgras
Festuca filiformis Pourret	1	1	7	7	4	3	2	A		6	E	I	Fijn schapegras

<i>Festuca juncifolia</i> St-Amans	1	1	3	8	4	5	3	A	3	A	I	Duinzwengkras		
<i>Festuca rubra</i> L.	1	1	10	x	6	6	x	A	5	A	I	Rood zwenkras		
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.		1							1	F	A	Venkel		
<i>Fragaria vesca</i> L.	1		7	7	5	x	6	A	8	A	I	Bosaardbei		
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	1	1	9	4	x	7	7	K	2	9	F	I/A	Gewone es	
<i>Fumaria officinalis</i> L.	1	1	7	6	5	6	7	A	1	A	I	Gewone duivekervel		
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	1	1	9	7	5	x	6	A	8	B	I	Gewone hennepnetel		
<i>Galium aparine</i> L.	1	1	10	7	x	6	8	A	8	B	I	Kleefkruid		
<i>Galium mollugo</i> L.	1	1	9	7	5	7	5	A	5	A	I	Glad walstro		
<i>Galium palustre</i> L.	1	1	8	6	9	x	4	W	2	7	A	I	Moeraswalstro	
<i>Galium uliginosum</i> L.	1	1	6	6	8	x	2	W	1	7	A	I	Ruw walstro	
<i>Galium verum</i> L.	1	1	6	7	4	7	3	A	6	B	I	I	Geel walstro	
<i>Galium x pomeranicum</i> Retz.	1											A	-	
<i>Gentianella amarella</i> (L.) Börner		1	2	8	6	7	2	F	3	7	B	I	Slanke gentiaan	
<i>Geranium dissectum</i> L.	1	1	8	6	5	8	5	A	1	A	I	I	Slipbladige ooievaars	
<i>Geranium molle</i> L.	1	1	9	7	4	5	4	A	1	E	I	I	Zachte ooievaarsbek	
<i>Geranium pusillum</i> L.	1	1	7	7	4	x	7	A	1	E	I	I	Kleine ooievaarsbek	
<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm. f.	1	1	5	8	5	7	8	A	1	G	N	N	Bermooievaarsbek	
<i>Geranium robertianum</i> L.	1		8	5	x	x	7	A	8	B	I	I	Robertskruid	
<i>Geum urbanum</i> L.	1	1	8	4	5	x	7	A	8	B	I	I	Geel nagelkruid	
<i>Glechoma hederacea</i> L.	1	1	10	6	6	x	7	A	8	B	I	I	Hondsdrif	
<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L.		1	5	7	7	5	3	V	3	2	C	I	I	Bleekgele droogbloem
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R.Br.		1	2	7	7	8	3	K	3	6	C	I	I	Grote muggenorchis
<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.	1	1	3	8	3	9	2	A	6	C	I	I	I	Geel zonneroosje
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	1	1	10	7	5	x	8	A	8	B	I	I	I	Gewone bereklauw
<i>Herminium monorchis</i> (L.) R. Br.	1	1	2	7	5	8	2	K	3	6	C	I	I	Honingorchis
<i>Hesperis matronalis</i> L.	1			6	7	7	7		1	F	A	A	A	Damastbloem
<i>Hieracium lachenalii</i> C.C. Gmel.		1	6	5	4	4	2	A	9	E	I	I	I	Dicht havikskruid
<i>Hieracium pilosella</i> L.	1	1	8	7	4	x	2	A	6	B	I	I	I	Muizeoor
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	1	1	8	6	4	4	2	A	7	F	I	I	I	Schermhavikskruid
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	1	1	4	9	4	8	3	A	8	D	I	I	I	Duindoorn
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	1	1	4	7	10	8	x	H	3	4	D	I	I	Lidsteng
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat	1	1	4	8	3	7	5	A	1	E	N	N	N	Grijze mosterd
<i>Holcus lanatus</i> L.	1	1	10	7	6	x	5	P	5	A	I	I	I	Geestrepte witbol
<i>Honckenya peploides</i> (L.) Ehrh.	1	1	3	9	6	7	7	Z	3	A	I	I	I	Zeepestelein
<i>Hordeum murinum</i> L.		1	9	8	4	7	5	A	1	D	I	I	I	Kruipertje
<i>Humulus lupulus</i> L.	1		9	7	8	6	8	P	1	4	E	I	I	Hop
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.		1	5	7	11	7	6	F	3	4	A	I	I	Kikkerbeet
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> L.	1	1	6	7	9	3	2	H	3	7	A	I	I	Waternavel
<i>Hypericum dubium</i> Leers	1	1	8	8	6	3	2	K	7	C	I	I	I	Kantig hertshooi
<i>Hypericum perforatum</i> L.	1	1	10	7	4	6	4	A	6	E	I	I	I	Sint-Janskruid
<i>Hypericum quadrangulum</i> L.	1		7	7	8	7	5	W	2	5	B	I	I	Gevleugeld hertshooi
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	1	1	10	8	5	4	3	A	6	B	I	I	I	Gewoon biggekruid
<i>Inula conyzae</i> (Griesselich) Meikle	1	1	4	6	4	7	3	A	8	C	I	I	I	Donderkruid
<i>Iris pseudacorus</i> L.	1	1	9	7	9	x	7	W	1	4	C	I	I	Gele lis
<i>Jasione montana</i> L.	1	1	7	7	3	3	2	A	6	E	I	I	I	Zandblauwtje
<i>Juncus articulatus</i> L.	1	1	7	8	9	x	2	V	3	2	A	I	I	Zomprus
<i>Juncus bufonius</i> L. subsp. <i>bufonius</i>	1	1	8	7	7	3	4	V	2	2	B	I	I	Greppelrus
<i>Juncus inflexus</i> L.	1	1	8	8	7	8	4	V	2	2	A	I	I	Zeegroene rus
<i>Juncus maritimus</i> L.	1	1	1	9	7	7	6	Z	3	3	C	I	I	Zeerus
<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank	1	1	3	8	8	9	3	W	2	7	B	I	I	Padderus
<i>Koeleria albescens</i> DC.	1	1	3	9	4	5	3	A	6	B	I	I	I	Duinfakkelgras
<i>Lactuca serriola</i> L.	1	1	6	9	4	x	4	A	1	F	I	I	I	Kompassla
<i>Lamium album</i> L.	1	1	10	7	5	x	9	A	8	B	I	I	I	Witte dovenetel
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	1	1	7	6	4	7	7	A	1	A	I	I	I	Hoenderbeet
<i>Lamium hybridum</i> Vill.	1		5	7	5	7	7	A	1	A	I	I	I	Ingesneden dovenetel
<i>Lamium purpureum</i> L.	1	1	10	7	5	7	7	A	1	A	I	I	I	Paarse dovenetel
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	1	1	8	7	6	7	6	A	1	5	A	I	I	Veldlathyrus
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	1		4	7	4	8	4	A	5	A	I	I	I	Aardaker
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	1		9	7	5	5	5	A	2	2	A	I	I	Vertakte leeuwetand
<i>Leontodon saxatilis</i> Lam.	1	1	6	8	6	6	5	*A	6	B	I	I	I	Kleine leeuwetand
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	1	1	9	7	4	x	3	A	1	5	A	I	I	Margriet
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	1	1	5	7	4	8	3	A	8	D	I	I	I	Wilde liguster
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	1	1	9	8	4	7	5	A	1	E	I	I	I	Vlasbekje
<i>Linum catharticum</i> L.	1	1	3	7	x	7	2	D	1	6	C	I	I	Geelhartje
<i>Liparis loeselii</i> (L.) L.C.M. Rich.	1	1	1	8	9	9	2	W	3	7	B	I	I	Groenkolorchis
<i>Listera ovata</i> (L.) R. Brown	1		6	6	6	7	7	P	1	9	F	I	I	Grote keverorchis
<i>Lithospermum officinale</i> L.	1	1	3	6	5	8	5	A	8	D	I	I	I	Glad parelzaad
<i>Littorella uniflora</i> (L.) Aschers.	1		3	7	10	7	2	W	3	4	B	I	I	Oeverkruid
<i>Lolium perenne</i> L.	1	1	10	8	5	7	7	A	1	D	I	I	I	Engels raagrass
<i>Lonicera periclymenum</i> L.	1		9	6	x	3	4	A	9	E	I	I	I	Wilde kamperfoelie
<i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>corniculatus</i>	1	1	8	7	4	7	3	A	6	B	I	I	I	Gewone rolklaver
<i>Lunaria annua</i> L.	1											A	A	Tuinjudaspenning
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	1	1	8	7	4	3	3	A	6	E	I	I	I	Gewone veldbies
<i>Luzula multiflora</i> (Retz.) Lej.	1	1	7	7	5	5	3	V	1	7	F	I	I	Veelbloemige veldbies
<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.	1		8	7	7	x	x	F	2	5	B	I	I	Echte koekoeksbloem
<i>Lycium barbarum</i> L.	1	1	4	9	5	7	4	A	8	D	N	N	N	Boksdoorn
<i>Lycopsis arvensis</i> L.	1	1	5	7	4	x	4	A	1	C	I	I	I	Kromhals
<i>Lycopus europeus</i> L.	1	1	9	7	9	7	7	W	1	4	C	I	I	Wolfspoot
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1		8	4	6	x	x	V	3	2	A	I	I	Penningkruid
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1	1	8	6	8	x	x	V	2	5	B	I	I	Grote wederik
<i>Lythrum salicaria</i> L.	1	1	9	7	8	6	x	F	2	4	E	I	I	Grote kattestaart
<i>Mahonia aquifolia</i> (Pursh) Nutt.	1		4					A				N	N	Mahonia
<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill. s.l.	1		5	7	5	7	5	A	9	F	I/N	I/N	I/N	Appel (wild + gekweek
<i>Malva moschata</i> L.	1	1	3	8	4	7	4	A	8	B	I	I	I	Muskuskaasjeskruid
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	1		8	8	5	7	9	A	1	E	I	I	I	Klein kaasjeskruid
<i>Malva sylvestris</i> L.	1		8	8	4	7	8	A	1	E	I	I	I	Groot kaasjeskruid
<i>Matricaria discoidea</i> DC.	1	1	10	8	5	7	8	A	1	D	N	N	N	Schijfkamille
<i>Matricaria maritima</i> L.	1	1	8	9	6	7	8	A	3	A	I	I	I	Reukeuze kamille
<i>Matricaria recucita</i> L.	1	1	10	7	5	5	5	A	1	A	N	N	N	Echte kamille
<i>Medicago lupulina</i> L.	1	1	9	7	4	8	x	A	5	A	I	I	I	Hopklaver

Melandrium album (Mill.) Garcke	1	1	7	8	4	x	7	A	1	E	I	Avondkoekoeksbloem	
Melandrium dioicum (L.) Coss. et Germ.	1		7	x	6	7	8	A	8	B	I	Dagkoekoeksbloem	
Melilotus alba Med.	1	1	6	9	3	7	4	A	1	E	I?	Witte honingklover	
Melilotus officinalis (L.) Pallas	1	1	7	8	3	8	3	A	1	E	I	Citroengele honingklover	
Mentha aquatica L.	1	1	9	7	9	7	5	F	2	4	C	Watermunt	
Mentha arvensis L.	1	1	7	7	7	x	x	P	2	2	A	Aktermunt	
Mentha suaveolens Ehrh. (+ x villosa Hud)	1	1	6	8	8	6	5	P	1	2	A	I/N	Witte munt + hybriden
Mercurialis annua L.	1	1	9	7	4	7	8	A	1	1	A	I	Tuinbingelkruid
Milium effusum L.	1		6	4	5	5	5	A		9	F	I	Bosgiestgras
Monotropa hypopitys L.	1	1	2	4	5	3	2	D	1	7	F	I	Stofzaad
Muscari botryoides (L.) Mill.	1		7	7	5	x	x			9	D	A	Blauwe druifjes
Myosotis cespitosa C.F. Schultz	1	1	7	7	9	4	7	W	3	2	A	I	Zompvergeet-mij-nietj
Myosotis ramosissima Rochel ex Schultes	1	1	6	9	2	7	1	A		6	B	I	Ruw vergeet-mij-nietj
Myosotis scorpioides L.	1	1	7	7	8	x	5	W	3	4	D	I	Moerasvergeet-mij-nie
Nasturtium officinale R. Brown s.l.	1	1	6	7	10	7	7	W	3	4	D	I	Witte waterkers
Odontites vernus (Bellardi) Dum. subsp.	1	1	7	6	5	7	5	A		2	A	I	Rode ogentroost
Oenothera biennis L.	1	1	6	9	4	x	4	A		1	F	N	Middelste teunisbloem
Oenothera erythrosepala Borbas	1	1	5					A		1	F	N	Grote teunisbloem
Ononis repens L.	1	1	4	8	4	7	2	A		6	B	I	Kruipend stalkruid
Onopordum acanthium L.	1	1	3	9	4	7	8	A		1	F	I	Wegdistel
Ophioglossum vulgatum L.	1	1	4	7	7	7	2	F	2	7	C	I	Addertong
Orobanche caryophyllacea Smith	1	1	3	8	3	9	2	A		6	B	I	Walstrobrema
Orobanche minor Smith	1	1	3	6	5	7	5	A		5	A	I	Klavervreter
Papaver dubium L.	1	1	6	6	4	5	5	A		1	C	I	Bleke klaproos
Papaver rhoeas L.	1	1	9	6	5	7	6	A		1	A	I	Grote klaproos
Papaver somniferum L.	1											A	Slaapbol
Parnassia palustris L.	1	1	2	8	8	7	2	K	3	7	B	I	Parnassia
Pastinaca sativa L. subsp. sativa	1	1	6	8	4	8	5	A		5	A	I	Gewone pastinaak
Phalaris arundinacea L.	1		9	7	8	7	7	V	2	4	D	I	Rietgras
Phleum arenarium L.	1	1	4	9	3	7	3	A		6	B	I	Zanddoddegras
Phleum pratense L.	1	1	8	7	5	x	7	A		5	A	I	Timoteegras s.s.
Phragmites australis (Cav.) Steud.	1	1	9	7	10	7	7	W	1	4	C	I	Riet
Picris echinoides L.	1	1	5	7	5	8	6	A		1	F	I	Dubbelkelk
Pimpinella saxifraga L.	1	1	6	7	3	x	2	A		6	B	I	Kleine bevernel
Plantago coronopus L.	1	1	4	8	7	7	4	A		3	C	I	Hertshoornweegbree
Plantago lanceolata L.	1	1	10	6	x	x	x	A		5	A	I	Smalle weegbree
Plantago major L. subsp. major	1	1	10	8	5	x	6	A		1	D	I	Grote weegbree
Poa annua L.	1	1	10	7	6	x	8	A		1	D	I	Straatgras
Poa bulbosa L.	1		3	8	3	5	2	A		6	B	I	Knolbeemdgras
Poa compressa L.	1	1	6	9	3	9	3	A		6	C	I	Plat beemdgras
Poa nemoralis L.	1		8	5	5	5	4	A		9	F	I	Schaduwgras
Poa pratensis L.	1	1	10	9	5	6	3	A		5	A	I	Veldbeemdgras
Poa trivialis L.	1	1	9	6	7	x	7	A		2	A	I	Ruw beemdgras
Polygala vulgaris L.	1	1	4	7	4	3	2	A		6	C	I	Gewone vleugeltjesblo
Polygonum amphibium L.	1	1	8	7	11	6	4	V	1	2	A	I	Veenwortel
Polygonum aubertii L. Henry	1											A	Bruidsluier
Polygonum aviculare L.	1	1	10	7	4	x	6	A		1	D	I	Varkensgras
Polygonum convolvulus L.	1	1	9	7	5	x	6	A		1	A	I	Zwaluw tong
Polygonum lapathifolium L.	1	1	9	6	8	x	8	P	2	2	B	I	Beklierde duizendknoo
Polygonum persicaria L.	1	1	10	6	5	7	7	A		1	A	I	Perzikkruid
Polypodium vulgare L.	1		7	5	4	2	2			9	E	I	Eikvaren
Populus alba L.	1			5	7	8	6					A	Witte abeel
Populus canescens (Ait.) Smith	1		6					A				I?	Grauwe abeel
Populus tremula L.	1	1	8	6	5	x	x	A		9	E	I/A	Ratelpopulier
Potamogeton alpinus Balb.	1	1	2	7	12	6	6	H	3	4	B	I	Rossig fonteinkruid
Potamogeton densus L.	1	1	3	8	12	8	5	H	3	4	A	I	Paarbladig fonteinkru
Potamogeton gramineus L.	1	1	2	8	12	5	5	H	3	4	B	I	Ongelijkbladig fontei
Potamogeton natans L.	1	1	6	6	11	7	5	H	3	4	A	I	Drijvend fonteinkruid
Potentilla anserina L.	1	1	10	7	6	x	7	P	2	2	A	I	Zilver schoon
Potentilla erecta (L.) Rauschel	1	1	7	6	x	x	2	P	1	7	F	I	Tormentil
Potentilla neumanniana Reichenb.	1		2	8	3	7	2	A		6	C	I	Voorjaarsganzerik
Potentilla reptans L.	1	1	8	6	6	7	5	A		2	A	I	Vijfvingerkruid
Primula veris L.	1	1	5	7	4	8	3	A	1	6	C	I	Gulden sleutelbloem
Prunella vulgaris L.	1	1	9	7	5	7	x	D	1	5	A	I	Gewone brunel
Prunus cerasifera Ehrh.	1		3					A				N	Kerspruim
Prunus padus L.	1		5	5	8	7	6	P		9	C	I/A	Vogelkers
Prunus serotina Ehrh.	1		8	6	5	x	?	A		9	E	N	Amerikaanse vogelkers
Prunus spinosa L.	1	1	9	7	4	7	x	A		8	D	I	Sleedoorn
Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.	1		8	8	7	7	5	V	3	2	A	I	Heelblaadjes
Pyrola rotundifolia L.	1	1	3	4	6	5	3	P	1	7	F	I	Rond wintergroen
Quercus robur L.	1		9	7	x	x	x	A		9	E	I/A	Zomereik
Radiola linoides Roth	1	1	2	8	7	3	2	V	3	2	C	I	Dwergglas
Ranunculus acris L.	1	1	10	7	6	x	x	D	1	5	A	I	Scherpe boterbloem
Ranunculus aquatilis L.	1	1	6	7	11	6	6	H	3	4	A	I	Fijne watterranonkel
Ranunculus bulbosus L.	1	1	7	8	3	7	3	A		6	B	I	Knolboterbloem
Ranunculus flammula L.	1	1	6	7	9	3	2	W	3	7	A	I	Egelboterbloem
Ranunculus hederaceus L.	1	1	4	8	9	3	x	H	3	4	D	I	Klimopwatterranonkel
Ranunculus repens L.	1	1	10	6	7	x	7	P	2	2	A	I	Kruipende boterbloem
Ranunculus trichophyllus Chaix	1	1	6	7	12	8	7	H	3	4	A	I	Kleine watterranonkel
Raphanus raphanistrum L.	1		8	6	5	4	6	A		1	C	I	Knopherik
Reseda lutea L.	1		6	7	3	8	5	A		1	F	I	Wilde reseda
Reseda luteola L.	1	1	6	8	4	9	6	A		1	F	I	Wouw
Rhamnus catharticus L.	1		3	7	4	8	4	A		8	D	I	Wegedoorn
Rhinanthus angustifolius C.C. Gmel.	1	1	5	7	6	7	2	P	2	5	B	I	Grote ratelaar
Rhinanthus minor L.	1	1	4	7	4	x	3	P	1	5	A	I	Kleine ratelaar
Ribes alpinum L.	1			5	x	8	7			8	D	A	Alpenbes
Ribes nigrum L.	1		5	4	9	6	5	F	1	9	A	I/N	Zwarte bes
Ribes rubrum L.	1		7	4	8	6	6	V		9	C	I/N	Aalbes
Ribes uva-crispa L.	1		6	4	x	x	6	P		8	D	I/N	Kruisbes
Robinia pseudacacia L.	1		7	5	4	x	8	A		9	E	N/A	Robinia
Rosa canina L. s.l.	1	1	8	8	4	x	x	A		8	D	I	Hondsroos

<i>Rosa pimpinellifolia</i> L.	1	1	2	8	4	8	3	A	8	C	I	Duinroosje	
<i>Rosa rubiginosa</i> L.	1	1	4	7	3	8	3	A	8	D	I	Egelantier	
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	1								8	D	A	Rimpelroos	
<i>Rubus caesius</i> L.	1	1	9	6	x	8	7	A	8	D	I	Dauwbraam	
<i>Rubus fruticosus</i> coll.	1		9					A	8	D	I	Gewone braam	
<i>Rubus idaeus</i> L.	1		8	7	x	x	6	A	8	A	I	Framboos	
<i>Rumex acetosa</i> L.	1	1	10	8	x	x	6	A	1	5	A	I	Veldzuring
<i>Rumex acetosella</i> L.	1	1	10	8	3	2	2	A	6	E	I	Schapezuring	
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	1	1	8	8	7	x	8	P	2	A	I	Kluwenzuring	
<i>Rumex crispus</i> L.	1	1	9	7	7	x	6	A	2	A	I	Krulzuring	
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	1	1	7	7	10	7	7	W	2	4	C	I	Waterzuring
<i>Rumex maritimus</i> L.	1	1	4	8	9	8	9	W	3	2	B	I	Goudzuring
<i>Rumex obtusifolius</i> L. subsp. obtusifolii	1	1	10	7	6	x	9	A	1	G	I	Ridderzuring	
<i>Sagina nodosa</i> (L.) Fenzl	1	1	3	8	8	8	5	V	3	2	C	I	Sierlijke vetmuur
<i>Sagina procumbens</i> L.	1	1	8	7	5	7	6	D	1	D	I	Liggende vetmuur	
<i>Salix alba</i> L.	1		8	5	8	8	7	W	1	9	A	I/A	Schietwilg
<i>Salix aurita</i> L.	1	1	8	7	8	4	3	F	2	9	A	I	Geoorde wilg
<i>Salix caprea</i> L.	1	1	9	7	6	7	7	A	9	F	I	Boswilg	
<i>Salix cinerea</i> L. (incl. S. x multinervis)	1	1	8	7	9	5	4	F	1	9	A	I	Grauwe wilg
<i>Salix repens</i> L.	1	1	6	9	6	7	3	F	1	7	C	I	Kruiwilg
<i>Salsola kali</i> L. subsp. kali	1	1	3	9	x	7	8	A	3	A	I	Stekend loogkruid	
<i>Salsola kali</i> L. subsp. ruthenica (Iljin)	1	1	3	9	4	8	5	A	3	A	I	Zacht loogkruid	
<i>Sambucus nigra</i> L.	1	1	10	7	5	x	9	A	8	B	I	Gewone vlier	
<i>Samolus valerandi</i> L.	1	1	4	8	8	7	5	W	3	2	C	I	Waterpunge
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	1	1	4	7	3	8	2	A	6	C	I	Kleine pimpernel	
<i>Saponaria officinalis</i> L.	1	1	6	7	5	7	5	A	1	F	I	Zeepekruid	
<i>Saxifraga tridactylites</i> L.	1	1	5	8	2	7	1	A	6	B	I	Kandelaartje	
<i>Schoenus nigricans</i> L.	1	1	2	9	9	9	2	W	2	7	B	I	Knopbies
<i>Scrophularia auriculata</i> L.	1	1	7	8	9	6	7	W	2	4	D	I	Geoord helmkruid
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	1		9	4	6	6	7	A	9	F	I	Knopig helmkruid	
<i>Sedum acre</i> L.	1	1	6	8	2	x	1	A	6	B	I	Muurpeper	
<i>Sedum album</i> L.	1	1	4	9	2	x	1	A	6	C	I	Wit vetkruid	
<i>Senecio erucifolius</i> L.	1	1	5	8	3	8	4	A	5	A	I	Viltig kruiskruid	
<i>Senecio inaequidens</i> DC.	1	1	4	8	3	7	3	A	1	E	N	Bezemkruiskruid	
<i>Senecio jacobaea</i> L.	1	1	9	8	4	7	5	A	6	B	I	Jakobskruiskruid	
<i>Senecio sylvaticus</i> L.	1	1	6	8	5	5	8	A	8	A	I	Boskruiskruid	
<i>Senecio viscosus</i> L.	1	1	6	8	3	x	4	A	1	E	I	Kleverig kruiskruid	
<i>Senecio vulgaris</i> L.	1	1	10	7	5	x	8	A	1	A	I	Klein kruiskruid	
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	1	1	5	7	4	x	7	A	1	C	I	Groene naalbaar	
<i>Sherardia arvensis</i> L.	1		4	6	4	7	5	A	1	B	I	Blauw walstro	
<i>Sieglingia decumbens</i> (L.) Bernh.	1		7	8	x	3	2	D	1	7	F	I	Tandjesgras
<i>Silene conica</i> L.	1	1	3	9	2	5	2	A	6	B	I	Kegelsilene	
<i>Silene nutans</i> L.	1	1	3	7	3	7	3	A	8	C	I	Nachtsilene	
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	1	1	5	8	4	7	4	A	6	C	I	Blaasilene	
<i>Sinapis arvensis</i> L.	1	1	8	7	x	8	6	A	1	A	I	Herik	
<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	1	1	5	8	4	7	4	A	1	F	N	Hongaarse raket	
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	1	1	10	8	4	x	7	A	1	E	I	Gewone raket	
<i>Solanum dulcamara</i> L.	1	1	8	7	8	x	8	P	1	4	E	I	Bitterzoet
<i>Solanum nigrum</i> L.	1	1	9	7	5	7	8	A	1	A	I	Zwarte nachtschade	
<i>Sonchus arvensis</i> L.	1	1	8	7	5	7	x	A	1	A	I	Akkermelkdistel	
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	1	1	10	7	6	7	7	A	1	A	I	Gekroesde melkdistel	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1	1	10	7	4	8	8	A	1	A	I	Gewone melkdistel	
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	1		8	6	x	4	x	A	9	E	I/A	Wilde lijsterbes	
<i>Sparganium emersum</i> Rehm.	1	1	5	7	10	6	7	W	3	4	D	I	Kleine egelskop
<i>Sparganium erectum</i> L.	1	1	7	7	10	7	7	W	3	4	C	I	Grote egelskop
<i>Stellaria graminea</i> L.	1	1	9	6	5	4	3	A	5	A	I	Grasmuur	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. s.l.	1	1	10	6	x	7	8	A	1	A	I	Vogelmuur	
<i>Symphoricarpos x chenaultii</i> Rehder	1										A	Sneeuwbes	
<i>Symphytum officinale</i> L.	1	1	9	7	7	x	8	V	2	4	E	I	Gewone smeewortel
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	1		10	8	5	8	5	A	1	G	I	Boerenwormkruid	
<i>Taraxacum s. Erythrosperma</i>	1	1	5	8	3	7	2	A	6	B	I	Duinpaardebloem	
<i>Taraxacum s. Palustria</i>	1	1	3	8	8	8	2	F	5	B	I	Moeraspaardebloem	
<i>Taraxacum s. Taraxacum</i>	1	1	10	7	5	x	8	A	5	A	I	Paardebloem	
<i>Teucrium scordium</i> L.	1	1	1	7	8	8	4	W	3	2	A	I	Moerasgamander
<i>Teucrium scorodonia</i> L.	1		8	6	4	2	3	A	9	E	I	Valse salie	
<i>Thalictrum flavum</i> L.	1	1	5	7	8	8	5	F	3	4	E	I	Poelruit
<i>Thalictrum minus</i> L. subsp. dunense (Dum.	1	1	3	6	3	8	3	A	6	C	I	Kleine ruit	
<i>Thesium humifusum</i> DC.	1	1	2					A	6	C	I	Liggend bergglas	
<i>Thlaspi arvense</i> L.	1	1	7	6	5	7	6	A	1	A	I	Witte krodde	
<i>Thymus pulegioides</i> L.	1	1	6	8	4	x	1	A	6	B	I	Grote tijm	
<i>Tragopogon pratensis</i> L. subsp. pratensis	1	1	7	7	4	7	6	A	5	A	I	Gele morgenster	
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	1	1	6	8	4	6	3	A	6	B	I	Liggende klaver	
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	1	1	9	6	4	6	4	A	5	A	I	Kleine klaver	
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	1	1	5	8	7	8	7	V	3	2	A	I	Aarbeiklaver
<i>Trifolium micranthum</i> Viv.	1	1	3	9	7	x	x	D	3	2	A	I	Draadklaver
<i>Trifolium pratense</i> L.	1	1	10	7	5	x	x	A	5	A	I	Rode klaver	
<i>Trifolium repens</i> L.	1	1	10	8	5	6	6	A	2	A	I	Witte klaver	
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) Beauv.	1	1	6	7	x	x	5	A	5	A	I	Goudhaver	
<i>Ulmus minor</i> Mill.	1	1	7	5	x	8	x	A	9	C	I	Gladde iep	
<i>Urtica dioica</i> L.	1	1	10	x	6	7	9	A	8	B	I	Grote brandnetel	
<i>Urtica urens</i> L.	1	1	9	7	5	x	8	A	1	A	I	Kleine brandnetel	
<i>Valeriana dioica</i> L.	1	1	4	7	8	5	2	F	7	C	I	Kleine valeriaan	
<i>Valeriana repens</i> Host.	1	1	9	7	8	6	6	V	1	5	B	I	Echte valeriaan
<i>Valerianella locusta</i> (L.) Latter.	1	1	5	7	5	7	6	A	1	B	I	Gewone veldsla	
<i>Verbascum blattaria</i> L.	1	1	3	8	3	7	6	A	1	F	I	Mottenkruid	
<i>Verbascum thapsus</i> L.	1	1	6	8	4	7	7	A	1	F	I	Koningskaars	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. subsp. aq	1	1	6	8	9	7	7	W	3	4	D	I	Rode waterereprijs
<i>Veronica arvensis</i> L.	1	1	8	7	x	6	x	A	6	B	I	Veldereprijs	
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	1	1	9	6	5	x	x	A	5	A	I	Gewone erprijs	
<i>Veronica hederifolia</i> L.	1	1	8	6	5	7	7	A	1	C	I	Klimopereprijs	
<i>Veronica officinalis</i> L.	1	1	6	6	4	3	4	A	7	F	I	Mannetje erprijs	



<i>Veronica persica</i> Poir.	1	1	8	6	5	7	7	A		1	A	I	Grote ereprijs
<i>Veronica scutellata</i> L.		1	5	8	9	3	3	W	3	7	A	I	Schildereprijs
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	1		6	x	5	5	5	D		2	A	I	Tijmeprijs
<i>Viburnum lantana</i> L.	1			7	4	8	4			8	D	A	Wollige sneeuwbal
<i>Viburnum opulus</i> L.	1	1	8	6	x	7	6	V	2	9	F	I	Gelderse roos
<i>Vicia cracca</i> L.	1	1	9	7	6	x	x	A	1	5	A	I	Vogelwikke
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	1	1	8	7	4	x	4	A		1	A	I	Ringelwikke
<i>Vicia lathyroides</i> L.	1	1	4	8	2	3	2	A		6	B	I	Lathyruswikke
<i>Vicia sativa</i> L. subsp. <i>nigra</i> (L.) Ehrh.	1	1	9	5	x	x	x	A		6	B	I	Smalle wikke s.s.
<i>Vinca major</i> L.	1	1								8	B	A	Grote maagdepalm
<i>Viola arvensis</i> Murray		1	8	6	x	x	x	A		1	C	I	Akkerviooltje
<i>Viola canina</i> L.	1	1	4	7	4	3	2	P		7	F	I	Hondsviooltje
<i>Viola curtisii</i> E. Forster	1	1	3	8	3	6	3	A		6	B	I	Duinviooltje
<i>Viola hirta</i> L.	1		3	6	3	8	3	A		8	C	I	Ruig viooltje
<i>Vulpia bromoides</i> (L.) S.F. Gray		1	3	9	3	4	1	A		6	E	I	Eekhoorngras
<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmel.		1	5	8	2	5	1	A		1	E	I	Gewoon langbaardgras

Bijlage 2: Lijst van zeldzame indigene Hogere Planten van de Doornpanne s.l.

Wetenschappelijke naam	pr	pa	ELLENBERG-waarde					LONDO	V	S	E	status	Nederlandse naam
			AFK	L	F	R	N						
Sherardia arvensis L.	1		4	6	4	7	5	A		1	B	I	Blauw walstro
Anthemis cotula L.		1	3	7	4	x	5	A		1	E	I	Stinkende kamille
Onopordum acanthium L.		1	3	9	4	7	8	A		1	F	I	Wegdistel
Carduus tenuiflorus Curt.		1	2					A		1	F	I	Tengere distel
Carduus nutans L.	1		3	8	4	8	6	A		1	F	I	Knikkende distel
Verbascum blattaria L.		1	3	8	3	7	6	A		1	F	I	Mottenkruid
Cynoglossum officinale L.	1	1	4	8	4	7	7	A		1	F	I	Veldhondstong
Teucrium scordium L.		1	1	7	8	8	4	W	3	2	A	I	Moerasgamander
Trifolium micranthum Viv.		1	3	9	7	x	x	D	3	2	A	I	Draadklaver
Apium repens (Jacq.) Lag.	1		2	9	7	7	7	W	3	2	B	I	Kruipend moeras scherm
Rumex maritimus L.		1	4	8	9	8	9	W	3	2	B	I	Goudzuring
Radiola linoides Roth		1	2	8	7	3	2	V	3	2	C	I	Dwergvlas
Sagina nodosa (L.) Fenzl	1	1	3	8	8	8	5	V	3	2	C	I	Sierlijke vetmuur
Blackstonia perfoliata (L.) Hds.		1	2	8	7	9	4	D	3	2	C	I	Zomerbitterling
Centaurium pulchellum (Sw.) Druce		1	4	9	x	9	4	F	3	2	C	I	Fraai duizendguldenkr
Samolus valerandi L.		1	4	8	8	7	5	W	3	2	C	I	Waterpung
Centaurium minus Moench	1	1	3	9	7	8	3	F	3	2	C	I	Strandduizendguldenkr
Euphorbia paralias L.	1	1	3					A		3	A	I	Zeewolfsmelk
Salsola kali L. subsp. ruthenica (Iljin)		1	3	9	4	8	5	A		3	A	I	Zacht loogkruid
Festuca juncifolia St-Amans	1	1	3	8	4	5	3	A		3	A	I	Duinzwengkras
Salsola kali L. subsp. kali		1	3	9	x	7	8	A		3	A	I	Stekend loogkruid
Cerastium diffusum Pers.		1	3	8	4	4	2	A		3	A	I	Scheve hoornbloem
Honckeynia peploides (L.) Ehrh.	1		3	9	6	7	7	Z		3	A	I	Zeepostelein
Elymus farctus (Viv.) Runemark ex Melder	1	1	3	9	6	7	7	A		3	A	I	Biestarwegras
Ammophila arenaria (L.) Link	1	1	4	9	4	7	5	A		3	A	I	Helm
Calystegia soldanella (L.) R.Br.	1	1	3	8	4	7	5	A		3	A	I	Zeewinde
Elymus athericus (Link) Kerguelen (incl.	1		4	9	5	7	5	A		3	A	I	Strandkweek
Eryngium maritimum L.		1	3	9	4	7	4	A		3	A	I	Blauwe zeedistel
Elymus arenarius L.	1	1	4	9	6	7	6	A		3	A	I	Zandhaver
Cakile maritima Scop.	1	1	3	9	6	x	8	Z		3	A	I	Zeeraket
Plantago coronopus L.	1	1	4	8	7	7	4	A		3	C	I	Hertshoornweegbree
Juncus maritimus L.		1	1	9	7	7	6	Z		3	C	I	Zeerus
Carex distans L.		1	3	9	6	8	x	Z		3	C	I	Zilte zegge
Cochlearia danica L.		1	3	9	8	8	5	A		3	C	I	Deens lepelblad
Carex extensa Good.		1	1	9	7	x	4	Z		3	C	I	Kwelderzegge
Potamogeton densus L.		1	3	8	12	8	5	H	3	4	A	I	Paarbladig fonteinkru
Littorella uniflora (L.) Aschers.		1	3	7	10	7	2	W	3	4	B	I	Oeverkruid
Potamogeton alpinus Balb.		1	2	7	12	6	6	H	3	4	B	I	Rosig fonteinkruid
Eleocharis acicularis (L.) Roem. et Schu		1	4	7	10	x	2	W	3	4	B	I	Naaldwaterbies
Potamogeton gramineus L.		1	2	8	12	5	5	H	3	4	B	I	Ongelijkbladig fontei
Baldellia ranunculoides (L.) Parl.		1	3	8	10	x	2	W	3	4	B	I	Stijve moerasweegbree
Hippuris vulgaris L.	1	1	4	7	10	8	x	H	3	4	D	I	Lidsteng
Ranunculus hederaceus L.		1	4	8	9	3	x	H	3	4	D	I	Klimpworterranonkel
Brassica nigra (L.) Koch	1	1	4	8	8	8	7	A		4	E	I	Zwarte mosterd
Althaea officinalis L.		1	3	6	7	8	4	F		4	E	I	Echte heemst
Orobanche minor Smith		1	3	6	5	7	5	A		5	A	I	Klavervreter
Rhinanthus minor L.	1	1	4	7	4	x	3	P	1	5	A	I	Kleine ratelaar
Crepis polymorpha Pourr.		1	4	9	4	8	5	A		5	A	I	Paardebloemstreekzaad
Lathyrus tuberosus L.	1	1	4	7	4	8	4	A		5	A	I	Aardaker
Colchicum autumnale L.	1	1	4	6	6	7	x	V		5	B	I	Herfsttijloos
Taraxacum s. Palustria		1	3	8	8	8	2	F		5	B	I	Moeraspaardebloem
Dactylorhiza majalis (Reichenb.) P.F. Hu		1	4	8	8	7	3	V	3	5	B	I	Brede orchis
Koeleria albenscens DC.	1	1	3	9	4	5	3	A		6	B	I	Duinfakkelgras
Poa bulbosa L.		1	3	8	3	5	2	A		6	B	I	Knolbeemdgras
Ononis repens L.	1	1	4	8	4	7	2	A		6	B	I	Kruipend stalkruid
Viola curtisii E. Forster	1	1	3	8	3	6	3	A		6	B	I	Duinviooltje
Silene conica L.		1	3	9	2	5	2	A		6	B	I	Kegelsilene
Phleum arenarium L.	1	1	4	9	3	7	3	A		6	B	I	Zanddoddegras
Vicia lathyroides L.	1	1	4	8	2	3	2	A		6	B	I	Lathyruswikke
Erodium lebelii Jord.		1	3	8	4	7	2	A		6	B	I	Kleverige reigersbek
Bromus thominei Hardouin	1	1	3	8	4	4	2	A		6	B	I	Duindravik
Orobanche caryophyllacea Smith	1	1	3	8	3	9	2	A		6	B	I	Walstrobreemraap
Brachypodium pinnatum (L.) Beauv.	1	1	2	6	4	7	4	A	1	6	C	I	Gevinde kortsteel
Potentilla neumanniana Reichenb.		1	2	8	3	7	2	A		6	C	I	Voorjaarsganzerik
Asperula cynanchica L.	1	1	2	7	3	8	3	A		6	C	I	Kalkbedstro
Gymnadenia conopsea (L.) R.Br.		1	2	7	7	8	3	K	3	6	C	I	Grote muggenorchis
Cirsium acaule Scop.	1	1	2	9	3	8	2	A	1	6	C	I	Aarddistel
Herminium monorchis (L.) R. Br.		1	2	7	5	8	2	K	3	6	C	I	Honingorchis
Draba muralis L.		1	1	7	5	8	6	A		6	C	I	Wit hongerbloempje
Polygala vulgaris L.	1	1	4	7	4	3	2	A		6	C	I	Gewone vleugeltjesblo
Euphrasia stricta Wolff ex Lehm.	1	1	4	8	4	x	2	D	2	6	C	I	Stijve ogentroot
Euphrasia rostkoviana Hayne		1	1	6	x	x	4	A	2	6	C	I	Beklierde ogentroot
Sanguisorba minor Scop.		1	4	7	3	8	2	A		6	C	I	Kleine pimpernel
Thalictrum minus L. subsp. dunense (Dum.	1	1	3	6	3	8	3	A		6	C	I	Kleine ruit
Briza media L.	1	1	3	8	x	x	2	D	2	6	C	I	Beventjes
Linum catharticum L.	1	1	3	7	x	7	2	D	1	6	C	I	Geelhartje
Sedum album L.		1	4	9	2	x	1	A		6	C	I	Wit vetkruid
Thesium humifusum DC.	1	1	2					A		6	C	I	Liggend bergvlas
Anacamptis pyramidalis (L.) L.C.M. Rich.		1	2	8	3	9	2	P	2	6	C	I	Hondskruid
Arabis hirsuta (L.) Scop. subsp. hirsuta	1	1	3	7	4	8	x	A		6	C	I	Ruige scheefkelk
Carlina vulgaris L.	1	1	3	7	4	7	3	A		6	C	I	Driedistel

<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.	1	1	3	8	3	9	2	A	6	C	I	Geel zonneroosje	
<i>Avenula pubescens</i> (Huds.) Dum.	1	1	4	5	3	x	4	A	6	C	I	Zachte haver	
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	1	1	3	8	3	7	2	A	6	C	I	Wondklaver	
<i>Vulpia bromoides</i> (L.) S.F. Gray	1	1	3	9	3	4	1	A	6	E	I	Eekhoorngras	
<i>Anagallis tenella</i> (L.) L.	1	1	3	8	9	x	2	W	3	7	B	I	Teer guichelheil
<i>Carex trinervis</i> Degl.	1	1	3	9	9	3	2	V	1	7	B	I	Drienvrige zegge
<i>Blysmus compressus</i> (L.) Panzer ex Link	1	1	1	8	8	8	3	F	3	7	B	I	Platte bies
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	1	1	3	8	9	8	2	F	3	7	B	I	Moeraswespenorchis
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soo	1	1	3	8	8	7	2	F	3	7	B	I	Vleeskleurige orchis
<i>Liparis loeselii</i> (L.) L.C.M. Rich.	1	1	1	8	9	9	2	W	3	7	B	I	Groenknolorchis
<i>Gentianella amarella</i> (L.) Börner	1	1	2	8	6	7	2	F	3	7	B	I	Slanke gentiaan
<i>Parnassia palustris</i> L.	1	1	2	8	8	7	2	K	3	7	B	I	Parnassia
<i>Schoenus nigricans</i> L.	1	1	2	9	9	9	2	W	2	7	B	I	Knopbies
<i>Equisetum variegatum</i> Schleich.	1	1	1	8	9	8	2	F	3	7	B	I	Bonte paardestaart
<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank	1	1	3	8	8	9	3	W	2	7	B	I	Padderus
<i>Valeriana dioica</i> L.	1	1	4	7	8	5	2	F	7	C	I	Kleine valeriaan	
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.	1	1	4	7	7	7	2	F	2	7	C	I	Addertong
<i>Carex viridula</i> Michaux s.l.	1	1	4	8	9	x	2	W	3	7	C	I	Dwergzegge
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soo s.l.	1	1	4	7	8	x	2	K	3	7	C	I	Gevlekte orchis
<i>Cuscuta epithymum</i> (L.) L.	1	1	4	x	x	x	2	A	7	E	I	Klein warkruid	
<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	1	1	3	4	6	5	3	P	1	7	F	I	Rond wintergroen
<i>Monotropa hypopitys</i> L.	1	1	2	4	5	3	2	D	1	7	F	I	Stofzaad
<i>Viola canina</i> L.	1	1	4	7	4	3	2	P	7	F	I	Hondsviooltje	
<i>Malva moschata</i> L.	1	1	3	8	4	7	4	A	8	B	I	Muskuskaasjeskruid	
<i>Viola hirta</i> L.	1	1	3	6	3	8	3	A	8	C	I	Ruig viooltje	
<i>Silene nutans</i> L.	1	1	3	7	3	7	3	A	8	C	I	Nachtsilene	
<i>Rosa pimpinellifolia</i> L.	1	1	2	8	4	8	3	A	8	C	I	Duinroosje	
<i>Calamintha clinopodium</i> Spenner	1	1	4	7	4	7	3	A	8	C	I	Borstelkrans	
<i>Inula conyzae</i> (Griesselich) Meikle	1	1	4	6	4	7	3	A	8	C	I	Donderkruid	
<i>Rosa rubiginosa</i> L.	1	1	4	7	3	8	3	A	8	D	I	Egelantier	
<i>Rhamnus catharticus</i> L.	1	1	3	7	4	8	4	A	8	D	I	Wegedoorn	
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	1	1	4	9	4	8	3	A	8	D	I	Duindoorn	
<i>Berberis vulgaris</i> L.	1	1	1	7	4	8	3	A	8	D	I	Zuurbes	
<i>Anthriscus caucalis</i> Bieb.	1	1	4	8	5	6	6	A	8	D	I	Fijne kervel	
<i>Lithospermum officinale</i> L.	1	1	3	6	5	8	5	A	8	D	I	Glad parelzaad	
<i>Asplenium scolopendrium</i> L.	1	1	4	4	5	8	4	A	9	G	I	Tongvaren	

Bijlage 3: Legenda 1

Nomenclatuur:

**Wetenschappelijke naam en Nederlandse naam:** DE LANGHE et al. (1989)

Aanwezigheid:

**pr:** 1970-1993

**pa:** 1850-1952

Zeldzaamheid in Vlaanderen:

**AFK:** op basis van werkdocumenten voor de Vlaamse Standaardlijst (IN, in voorb.)

- 1 extreem zeldzaam
- 2 uiterst zeldzaam
- 3 zeer zeldzaam
- 4 zeldzaam
- 5 vrij zeldzaam
- 6 weinig algemeen
- 7 vrij algemeen
- 8 algemeen
- 9 zeer algemeen
- 10 ubiquist

Milieu-indicatie:

**ELLENBERG-waarden:** uit ELLENBERG et al. (1992)

- L** Lichtzahl (1 = Tiefschattenpflanze; 9 = Volllichtpflanze; x = indifferent)
- F** Feuchtezahl (1 = Starktrocknischeiger; 12 = Unterwasserpflanze; x = indifferent)
- R** Reaktionszahl (1 = Starke Säurezeiger; 9 = Basen- und Kalkzeiger; x = indifferent)
- N** Stickstoffzahl (1 = Stickstoffärmste Standorte anzeigend; 9 = an übermassig stickstoffreichen Standorten; x = indifferent)

**LONDO:** uit LONDO (1988), "Nederlandse Freatofyten"

- H = hydrofyten of waterplanten  
W = natte freatofyten  
F = obligate freatofyten  
V = soorten van meestal vochtige bodem  
K = kalk-afreatofyten  
P = plaatselijke freatofyten  
D = duinfreatofyten  
A = afreatofyten  
Z = halofyten of zoutplanten

zie verder: legenda 2 in bijlage 4

Socio-ecologische groepen

**S E** uit STIEPERAERE & FRANSSEN (1982)

opnieuw samengevat tot:

1abcdef = antropogene pioniervegetaties en ruigten

3bc = zilte schorren en graslanden

4abcd7ab = water- en moerasvegetaties

2bc = (half-) natuurlijke pioniervegetaties van vochtige tot natte bodem

3a6bde = (half-) natuurlijke pioniervegetaties en

open graslanden van (zeer) droge minerale bodems  
2a5ab = halfnatuurlijke gralsanden en cultuurgras-  
landen van voedselrijke, vochthoudende tot periodiek  
natte bodems  
6c7cdef = (half-) natuurlijke schraallanden van  
matig droge tot vochtige, humeuze bodems  
4e8abcd = droge tot natte (half-) natuurlijke ruig-  
ten, zomen en struwelen  
9abcdefg = (half-) natuurlijke bossen en cultuurbos-  
sen

zie verder: legenda 2 in bijlage 4

Indigeniteit

**status:** op basis van werkdocumenten voor de Vlaamse  
Standaardlijst (IN, in voorb.)

## Bijlage 4 : legenda 2

### a) Ecologische indicatorwaarden (ELLENBERG et al. 1992).

Vorkommen im Gefälle der Umweltfaktoren unter Freilandbedingungen, d.h. bei starker natürlicher Konkurrenz. Die Zeigerwerte sagen also nichts über die ‚Ansprüche‘ (das physiologische Verhalten) aus. Ausführlichere Erläuterung in Abschnitt 1.1!

Allgemein gilt bei den Zeigerwerten (in den Zahlenkolonnen) folgendes:

- × *indifferentes* Verhalten,  
d.h. weite Amplitude oder ungleiches Verhalten in verschiedenen Gegenden.
- ? *ungeklärtes* Verhalten, über das selbst Mutmaßungen noch nicht möglich sind.

*Klein* gedruckte Ziffern deuten auf unsichere Einstufungen.

Sämtliche Angaben beziehen sich auf das westliche Mitteleuropa, insbesondere auf Westdeutschland, einschließlich der angrenzenden Alpen.

#### L = Lichtzahl

Vorkommen in Beziehung zur relativen Beleuchtungsstärke (= r.B.; nach eigenen Messungen sowie Angaben von OBERDORFER et al. 1990). Maßgebend ist für alle Arten die r.B., die an ihrem Wuchsort zur Zeit der vollen Belaubung der sommergrünen Pflanzen (also etwa von Juli bis September) bei diffuser Beleuchtung (d.h. bei Nebel oder gleichmäßig bedecktem Himmel) herrscht.

- 1 *Tiefschattenpflanze*,  
noch bei weniger als 1%, selten bei mehr als 30% r.B. vorkommend
  - 2 zwischen 1 und 3 stehend
  - 3 *Schattenpflanze*, meist bei weniger als 5% r.B., doch auch an helleren Stellen
  - 4 zwischen 3 und 5 stehend
  - 5 *Halbschattenpflanze*,  
nur ausnahmsweise im vollen Licht, meist aber bei mehr als 10% r.B.
  - 6 zwischen 5 und 7 stehend; selten bei weniger als 20% r.B.
  - 7 *Halblichtpflanze*, meist bei vollem Licht, aber auch im Schatten bis etwa 30% r.B.
  - 8 *Lichtpflanze*, nur ausnahmsweise bei weniger als 40 r.B.
  - 9 *Volllichtpflanze*, nur an voll bestrahlten Plätzen, nicht bei weniger als 50% r.B.
- (eingeklammerte Ziffern beziehen sich auf Baumjungwuchs im Walde)

#### F = Feuchtezahl

Vorkommen im Gefälle der Bodenfeuchtigkeit vom flachgründig-trockenen Felshang bis zum Sumpfboden sowie vom seichten bis zum tiefen Wasser (Nach eigenen Beobachtungen und Angaben von OBERDORFER et al. 1990).

- 1 *Starktrockniszeiger*,  
an oftmals austrocknenden Stellen lebensfähig und auf trockene Böden beschränkt
  - 2 zwischen 1 und 3 stehend
  - 3 *Trockniszeiger*, auf trockenen Böden häufiger vorkommend als auf frischen;  
auf feuchten Böden fehlend
  - 4 zwischen 3 und 5 stehend
  - 5 *Frischezeiger*, Schwergewicht auf mittelfeuchten Böden,  
auf nassen sowie auf öfter austrocknenden Böden fehlend
  - 6 zwischen 5 und 7 stehend
  - 7 *Feuchtezeiger*, Schwergewicht auf gut durchfeuchteten, aber nicht nassen Böden
  - 8 zwischen 7 und 9 stehend
  - 9 *Nässezeiger*, Schwergewicht auf oft durchnässen (luftarmen) Böden
  - 10 *Wechselwasserzeiger*,  
Wasserpflanze, die längere Zeiten ohne Wasserbedeckung des Bodens erträgt
  - 11 *Wasserpflanze*, die unter Wasser wurzelt,  
aber zumindest zeitweilig mit Blättern über dessen Oberfläche aufragt,  
oder Schwimmpflanze, die an der Wasseroberfläche flottiert
  - 12 *Unterswasserpflanze*, ständig oder fast dauernd untergetaucht
- ~ Zeiger für starken *Wechsel* (z.B. 3~: Wechsel-trockenheit,  
7~: Wechselfeuchte oder 9~: Wechsellnässe zeigend)
- = *Überschwemmungszeiger*,  
auf mehr oder minder regelmäßig überschwemmten Böden

R = Reaktionszahl

Vorkommen im Gefälle der Bodenreaktion und des Kalkgehaltes (Nach zahlreichen eigenen Messungen und der umfangreichen Literatuur sowie nach den Punktrasterkarten im Atlas von HAEUPLER u. SCHÖNFELDER 1989).

- 1 *Starksäurezeiger*, niemals auf schwachsauren bis alkalischen Böden voorkomend
- 2 *zwischen 1 und 3 stehend*
- 3 *Säurezeiger*,  
Schwergewicht auf sauren Böden, ausnahmsweise bis in den neutralen Bereich
- 4 *zwischen 3 und 5 stehend*
- 5 *Mäßigsäurezeiger*, auf sterk sauren wie auf neutralen bis alkalischen Böden selten
- 6 *zwischen 5 und 7 stehend*
- 7 *Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger*, niemals auf sterk sauren Böden
- 8 *zwischen 7 und 9 stehend*, d.h. meist auf Kalk weisend
- 9 *Basen- und Kalkzeiger*, stets auf kalkreichen Böden

N = Stickstoffzahl, Nährstoffzahl

Vorkommen im Gefälle der Mineralstickstoffversorgung während der Vegetationszeit (Nach eigenen Messungen und Angaben in der Literatuur, die sich auf die Zeit vor 1970 beziehen, d.h. vor der gesteigerten Mineralstickstoffimmission, sowie nach Düngungsversuchen und Vegetationsvergleichen).

- 1 *Stickstoffärmste* Standorte anzeigend
- 2 *zwischen 1 und 3 stehend*
- 3 *auf stickstoffarmen* Standorten häufiger  
als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf reicheren
- 4 *zwischen 3 und 5 stehend*
- 5 *mäßig stickstoffreiche* Standorte anzeigend, auf armen und reichen seltener
- 6 *zwischen 5 und 7 stehend*
- 7 *an stickstoffreichen* Standorten häufiger  
als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf ärmeren
- 8 *ausgesprochener Stickstoffzeiger*
- 9 *an übermäßig stickstoffreichen* Standorten konzentriert  
(Viehlägerpflanze, Verschmutzungszeiger)

## b) De verschillende categorieën hydrofyten, freatofyten en afreatofyten (LONDO 1988).

De verschillende categorieën zijn hier met een hoofdletter aangeduid. De hiervoor gekozen letters kunnen als een ezelsbruggetje worden gebruikt, zodat de symbolen beter te onthouden zijn. Daartoe lenen letters zich beter dan cijfers. Met cijfers loopt men trouwens ook het gevaar dat er onjuiste berekeningen mee worden uitgevoerd, als bijvoorbeeld de symbolen als waarden worden geïnterpreteerd. De categorieën zijn grotendeels gelijk aan die van de oude lijst uit 1975. Alleen categorie (f) was dermate heterogeen dat die is opgesplitst in K en P. Verder zijn de vroegere categorieën f en a hier respectievelijk als V en D aangeduid.

**H (< hydrofyt).** Hydrofyten of waterplanten, plantesoorten waarvan de vegetatieve delen zich in normale omstandigheden onder water en/of drijvend op het wateroppervlak bevinden. Deze soorten vereisen permanent water, hoewel diverse een korte periode van droogvallen kunnen overleven. Alleen de generatieve delen (bloemen, vruchten) steken bij vele soorten boven het wateroppervlak uit.

**W (< water).** Natte freatofyten, soorten die in Nederland voor een goede ontwikkeling en voltooiing van hun levenscyclus (o.a. kieming) vereisen dat het (grond)water gedurende een deel van het jaar, ofwel min of meer permanent, ongeveer even hoog als of hoger dan het maaiveld staat in jaren met normale waterstanden. Tot deze categorie behoren onder meer vele moerasplanten – soorten die onder water wortelen, maar waarvan de stengels met bladeren grotendeels boven water uitsteken – , amfibische soorten – die meestal een deel van het jaar ondergedoken zijn en daarna droogvallen – en allerlei eenjarige soorten waarvan het kiemingsmilieu gebonden is aan een recent drooggevalle bodem. Enkele tot W behorende soorten kunnen incidenteel ook wel eens buiten de invloedssfeer van het grondwater groeien, maar daar niet kiemen. Behoudens deze uitzonderingen kunnen we alle soorten van categorie W rekenen tot de obligate freatofyten.

**F (<freatofyt).** Obligate freatofyten van meestal vochtige bodem, in Nederland uitsluitend groeiend binnen de invloedssfeer van het grondwater, dat zich in de regel onder het maaiveld bevindt.

**V (<vochtig).** Soorten van meestal vochtige bodem die in Nederland hoofdzakelijk of vrijwel uitsluitend groeien binnen de invloedssfeer van het grondwater, dat zich in de regel onder het maaiveld bevindt. De soorten van deze categorie, alsmede die van de categorieën K, P en D, zijn over geheel Nederland gezien niet-obligate freatofyten.

**K (<kalk).** Kalk-afreatofyten, soorten die in Nederland binnen de invloedssfeer van het grondwater groeien, dat zich in de regel onder het maaiveld bevindt, maar – alleen op kalkrijke bodem in Zuid-Limburg – ook ‘droog’ kunnen groeien.

**P (<plaatselijk).** Plaatselijke freatofyten, soorten die in een groot deel van hun verspreidingsgebied in Nederland (ook buiten Zuid-Limburg) buiten de invloedssfeer van het grondwater kunnen groeien, dat zich in de regel onder maaiveld bevindt, maar die in bepaalde gebieden of op bepaalde plaatsen wél aan deze invloedssfeer gebonden zijn ofwel voornamelijk daarbinnen voorkomen. Voor zover deze soorten op kalkrijke bodem in Zuid-Limburg voorkomen, zijn ze evenals die van groep K, daar afreatofyt.

**D (<duin).** Duinfreatofyten, soorten die in vele milieus in Nederland niet aan de invloedssfeer van het grondwater gebonden zijn (dus afreatofyt zijn), maar die in duin- of andere zandgebieden wél uitsluitend of voornamelijk aan deze invloedssfeer gebonden zijn.

**A (<afreatofyt).** Afreatofyten, soorten die in hun verspreiding binnen Nederland niet aan de invloedssfeer van het grondwater gebonden zijn. Vele soorten kunnen echter wél binnen deze invloedssfeer aangetroffen worden, vaak zelfs in grote aantallen.

**Z (<zout).** Halofyten of zoutplanten, soorten die alleen in zilte milieus aangetroffen worden. Soorten die behalve in zilte milieus ook (soms incidenteel) in milieus met zoet grondwater voorkomen, zijn bij één der bovenstaande categorieën ingedeeld.

Een vet cursief gedrukte letter *H*, *W*, *F*, *V*, *K*, *P* of *D* duidt aan dat de soort kenmerkend is voor de meer constante (minder dynamische) en/of relatief oligotrofe (voedselarme) en/of uitwendig kwetsbare milieus of dat het een relatief zeldzame soort is van meer dynamische en/of voedselrijkere milieus.

### c) Socio-ecologische groepen (STIEPERAERE & FRANSEN 1982).

Overzicht van de sociologisch-ecologische groepen gebruikt voor de standaardlijst van de Belgische flora met aanduiding van de corresponderende syntaxa met hun code volgens WESTHOFF & DEN HELD (1969) en de mediane indicatiewaarde volgens ELLENBERG (1979). F = vochtgetal (1 : extreem droge bodem; 3 : droge bodem; 5 : « frisse » bodem; 7 : vochtige bodem; 9 : natte bodem; 10 : regelmatig overstroomde bodem; 11 : waterplant met drijvende bladen; 12 : ondergedoken waterplant); R = zuurtegraad van het substraat (1 : enkel op zeer zure bodem; 3 : vooral op zure bodem; 5 : vooral op licht zure bodem; 7 : vooral op neutrale bodem; 9 : enkel op neutrale of basische bodem); N = stikstofgetal (1 : enkel op zeer stikstofarme bodem; 3 : vooral op arme bodem; 5 : vooral op intermediaire bodem; 7 : vooral op nitraatrijke bodem; 8 : stikstofindicator; 9 : enkel op zeer stikstofrijke bodem); alle niet gedefinieerde waarden zijn tussenliggend.

code	omschrijving sociologisch-ecologische groepen	corresponderende syntaxa syntaxa correspondants	mediane waarden valeurs médianes			définition des groupes socio-écologiques	
			F	R	N		
1	<b>Pioniers van sterk antropogeen gestoorde plaatsen: akkers, wegranden en droge ruijten</b>					<b>Pioniers de milieux artificiels perturbés, anthropogènes: champs, bords de chemins, terrains vagues secs</b>	
1a	akkers op voedselrijke kalkhoudende maar niet kalkrijke grond	12 Aa' 13 Ca	<i>Eu-Polygono-Chenopodion</i> <i>Lolio-Linion</i>	5	7	7	champs sur sol eutrophe, non calcaire
1b	akkers op kalkrijke grond	13 Ab 13 Ba	<i>Aphanion</i> p.p. <i>Caucalidion lappulae</i>	3	8	4	champs sur sol calcaire
1c	akkers op relatief voedselarme, kalkarme grond	12 Aa" 13 Aa 13 Ab	<i>Panico-Setarion</i> <i>Arnosericidion</i> <i>Aphanion</i> p.p.	4	4	5	champs sur sol mésotrophe, siliceux



code	omschrijving sociologisch- oecologische groepen	corresponderende syntaxa syntaxa correspondants	mediane waarden valeurs médianes			définition des groupes socio-écologiques	
			F	R	N		
1d	regelmatig betreden plaatsen op voedselrijke grond (tredplanten)	16 Aa 12 Bb	<i>Lolio-Plantaginion</i> p.p. <i>Polygono-Coronopion</i>	5	-	5-6	endroits régulièrement piétinés sur sol eutrophe
1e	ruigten op betreden, voedselrijke, niet humeuze, kalkhoudende maar niet kalkrijke, droge grond	12 Ba 16 Aa	<i>Sisymbriion</i> p.p. <i>Lolio-Plantaginion</i> p.p.	4	7	5	terrains vagues sur sol minéral non calcaire, sec, piétiné
1f	ruigten op weinig betreden, kalkrijke, niet humeuze, droge grond	12 Ba 12 Bd 12 Bc	<i>Sisymbriion</i> p.p. <i>Onopordion acanthii</i> <i>Helminthion echioideis</i>	3	8	5	terrains vagues sur sol minéral calcai- re, sec, peu piétiné
1g	ruigten op weinig betreden, voedsel- rijke, humeuze, matige droge grond	17 Aa	<i>Arction</i>	5	8	8	terrains vagues sur sol eutrophe, hu- mifère, frais, non piétiné
2	<b>Pioniers van meer natuurlijke ge- stoorde plaatsen, op open, vochtige tot natte, humusarme grond</b>						<b>Pionniers des milieux semi-naturels perturbés, sur sol minéral ouvert, humide à mouillé</b>
2a	relatief voedselrijke plaatsen met wis- selende waterstand of anderszins sterk fluctuerende milieu-omstandig- heden	16 Ab	<i>Agropyro-Rumicion crispi</i> p.p.	7	7	5	milieux relativement eutrophes, à nappe phréatique fluctuante ou dans des conditions très variables au cours du temps
2b	open, voedsel- (speciaal stikstof-) rij- ke, natte grond	11	<i>Bidentetea tripartiti</i>	9	-	8	sol ouvert, mouillé, eutrophe (surtout riche en azote)
2c	open, matig voedselrijke tot voedsel- arme, vochtige grond	10	<i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	7	-	4	sol ouvert, humide, mésotrophe à oli- gotrophe
3	<b>Planten van sterk tot matig zoute mi- lieus: zeeduinen, zoute wateren, schorren en contactsituaties tussen zout en zoet milieu</b>						<b>Plantes de milieux salés ou saumâ- tres: dunes maritimes, eaux salées, prés salés et contacts</b>
3a	stranden, zeeduinen en zandige vloedmerken	9 15	<i>Cakiletea maritima</i> <i>Ammophiletea</i>	6	7	7	plages, dunes maritimes et laisses de marées
3b	zoute tot sterk brakke wateren, slik- ken en lage schorren	3 8 14 24 Aa 24 Ac 24 Ad	<i>Ruppiaetea</i> <i>Thero-Salicornetea</i> <i>Spartinetea</i> <i>Puccinellion maritima</i> <i>Puccinellio-Spergularion salinae</i> <i>Halo-Scirpion</i>	7	7	7	eaux salées ou très saumâtres, slikkes et parties basses des prés salés
3c	hoge schorren en contactsituaties tus- sen zout en zoet milieu	16 Ab 17 Bb 23 24 Ab	<i>Agropyro-Rumicion crispi</i> p.p. <i>Angelicion litoralis</i> <i>Saginetetea maritima</i> <i>Armerion maritima</i>	7	-	4	parties hautes des prés salés et con- tacts entre milieux salés et non salés
4	<b>Planten van zoete tot zwak brakke waters en oevers</b>						<b>Plantes des eaux douces à peu sau- mâtres et de leurs berges</b>
4a	zoete tot matig brakke, (matig) voed- selrijke wateren (overwegend obligate waterplanten)	1 4 5 A 5 B	<i>Lemnetea</i> <i>Charetea</i> <i>Magnopotametalia</i> <i>Paropotametalia</i> p.p.	12	7	6-7	eaux douces à peu saumâtres, méso- à eutrophes (hydrophytes)
4b	zoete, voedselarme wateren en de pe- riodiek droogvallende oevers daarvan	5 C 6	<i>Luronio-Potametalia</i> <i>Littorelletea</i>	10	-	2	eaux douces oligotrophes et leurs berges
4c	verlandingsvegetaties in zoete, matig voedselrijke, stagnerende of lichtstro- mende, ondiepe tot diepe wateren; dikwijls veenvormend	19 Ac 19 Ba 19 Ca	<i>Cicution virosae</i> <i>Phragmition</i> <i>Magnocaricion</i>	10	7	5	végétations d'atterrissement des eaux douces, mésotrophes, stagnantes ou peu courantes, peu profondes à pro- fondes, souvent turfigènes
4d	verlandingsvegetaties in zoute, voed- selrijke, stromende of periodiek droogvallende wateren; niet veenvor- mend	19 Aa 19 Ab 19 Bb	<i>Glycerio-Sparganion</i> <i>Apion nodiflori</i> <i>Oenanthion aquatica</i>	10	7	7	végétations d'atterrissement des eaux douces, eutrophes, courantes ou s'as- sèchant périodiquement, souvent sur sol minéral
4e	aanspoelingsgordels, natte ruigten en rivierbegeleidende wilgestruwelen van voedselrijk milieu	17 B 25 Ab 33	<i>Convolvuletalia sepium</i> <i>Filipendulion</i> <i>Salicetea purpureae</i>	8	7	7-8	laisses des eaux douces, mégaphor- baies sur sol mouillé et saulaies rive- raines de milieu eutrophe

code	omschrijving sociologisch- oecologische groepen		corresponderende syntaxa syntaxa correspondants	mediane waarden valeurs médianes			définition des groupes socio-écologiques
				F	R	N	
5	<b>Planten van (licht) bemeste graslanden op matig voedselrijke tot voedselrijke, vochtige tot natte grond</b>						<b>Plantes des pelouses (pas trop) fumées sur sol meso- à eutrophe, humide à mouillé</b>
5a	matig bemeste graslanden op (matig) vochtige grond	25 Ba	<i>Arrhenatherion</i>	5	7	5	pelouses fumées sur sol humide
5b	matig bemeste graslanden op natte grond	25 Aa 25 Ab	<i>Calthion palustris</i> <i>Filipendulion</i> p.p.	8	6-7	5	pelouses fumées sur sol mouillé
6	<b>Planten van (zeer) droge graslanden, muren en rotsen</b>						<b>Plantes de pelouses sur sol (très) sec, murs et rochers</b>
6a	muren en rotsen	7	<i>Asplenietea rupestris</i>	4	-	2	murs et rochers
6b	graslanden op droge, voedselarme tot matig voedselrijke, niet tot matig kalkhoudende, neutrale tot zwak basische grond	20 Bb 20 Bc 20 Ca	<i>Sedo-Cerastion</i> <i>Galio-Koelerion</i> <i>Alyssio-Sedion</i>	3	8	2	pelouses sur sol sec, oligo- à mésotrophe, non ou peu calcaire, à pH neutre à basique
6c	graslanden op droge, voedselarme, kalkrijke of zinkhoudende, neutrale tot basische grond	21 Aa 22	<i>Mesobromion</i> <i>Violetea calaminariae</i>	3	8	2	pelouses sur sol sec, oligotrophe, calcaire ou riche en zinc, à pH neutre à basique
6d	graslanden op zeer droge, voedselarme, kalkrijke grond, xerotherm		<i>Xerobromion</i>	3	8	2	pelouses sur sol calcaire très sec, oligotrophe, xérotherme
6e	graslanden op droge, voedselarme, kalkarme, zure grond	20 A 20 Ba	<i>Corynephoralia</i> <i>Thero-Airion</i>	3	3	2	pelouses sur sol silicieux, sec à pH acide
7	<b>Planten van heiden, venen, schraallanden en kalkmoerassen</b>						<b>Plantes des landes, tourbières hautes et basses, pelouses maigres et marais alcalins</b>
7a	matig voedselarme, kalkarme, zure laagveenmoerassen	27 A	<i>Caricetalia nigrae</i>	9	3	3	tourbières basses, acides, non calcaires, mésotrophes
7b	voedselarme, kalkrijke, basische laagveenmoerassen	27 B	<i>Tofieldietalia</i>	9	8	2	tourbières basses, basiques, calcaires, oligotrophes
7c	onbemeste graslanden op vochtige tot natte voedselarme, zwak zure grond	25 Ac	<i>Junco-Molinion</i>	7	7-8	2	pelouses non amendées sur sol humide à mouillé, oligotrophe, peu acide
7d	hoogvenen, natte heiden en onbemeste graslanden op natte zeer voedselarme, zure, humeuze grond	28 29 30 Aa 32 Aa	<i>Scheuchzerietea</i> <i>Oxycocco-Sphagnetea</i> <i>Violion caninae</i> p.p. <i>Salicion cinerea</i> p.p.	9	1-2	2	tourbières hautes, landes tourbeuses et pelouses non amendées sur sol humifère très oligotrophe et acide
7e	droge heiden op zeer voedselarme grond	30 B	<i>Vaccinio-Genistetalia</i>	5	2	2	landes sèches sur sol très oligotrophe
7f	onbemeste, heischrale graslanden op matig vochtige tot droge, voedselarme, zure, humeuze grond	30 Aa	<i>Violion caninae</i> p.p.	5	3	2	pelouses non amendées sur sol humifère peu humide à sec, oligotrophe, acide
8	<b>Planten van kaalslagen, zomen en struwelen</b>						<b>Plantes des coupes et lisières forestières (ourlets et manteaux)</b>
8a	kaalslagen op matig vochtige tot droge, matig voedselrijke tot voedselrijke grond	18 34 B	<i>Epilobietea angustifolii</i> <i>Sambucetalia</i>	5	5-6	6	coupes forestières sur sol humide à sec, méso- à eutrophe
8b	jonge aanplanten en zomen op voedsel- (vooral stikstof-) rijke, neutrale, humeuze matig vochtige grond	17 Ab 17 Ac 38 Aa"	<i>Galio-Alliarion</i> <i>Aegopodion podagrariae</i> <i>Urtion carpinifoliae</i> p.p.	5	7	7	plantations jeunes et ourlets sur sol humifère eutrophe (surtout riche en azote), neutre, modérément humide
8c	zomen op kalkhoudende, lemige, matig vochtige tot droge grond	31	<i>Trifolio-Geranieta</i>	3	8	3	ourlets sur sol calcaire, limoneux, peu humide à sec
8d	struwelen op matig vochtige tot droge, voedselarme tot matig voedselrijke grond	34 A	<i>Prunetalia spinosae</i> <i>Quercetalia pubescentis</i>	4	8	3	fouffrés sur sol oligo- à mésotrophe, peu humide à sec
9	<b>Bosplanten</b>						<b>Plantes forestières</b>
9a	bossen op relatief voedselrijke, vochtige tot natte grond en van brongebieden	26 32 Aa 35 38 Aa'	<i>Montio-Cardaminetea</i> <i>Salicion cinerea</i> p.p. <i>Alnetea glutinosae</i> <i>Circao-Alnion</i>	8	5	5	forêts sur sol mésotrophe, humide à mouillé et zones de sources
9b	bossen op voedselarme tot matig voedselrijke, neutrale tot kalkhoudende grond		<i>Cephalantero-Fagion</i> <i>Asperulo-Fagion</i>	5	7	5	forêts sur sol calcaire mésotrophe, neutre
9c	alluviale bossen, op min of meer hydromorfe grond	38 Aa	<i>Alno-Padion</i>	6	7	7	forêts alluviales, sur sol plus ou moins hydromorphe
9d	bossen op gerijpte, zwak zure tot kalkrijke, relatief droge grond	38 Ab	<i>Carpinion</i>	5	6	5	forêts sur sol développé, légèrement acide ou calcaire, relativement sec
9e	bossen op matig voedselarme, droge, zure grond	37 A 36 A	<i>Quercetalia robori-petraeae</i> <i>Vaccinio-Piceetalia</i>	5	3	3	forêts sur sol relativement oligotrophe, acide, sec
9f	bossen op gerijpte, matig voedselrijke tot voedselrijke, matig vochtige tot droge grond, samen voorkomend met 9b tot 9d	38	<i>Quercio-Fagetea</i>	5	7	7	forêts sur sol développé, méso- à eutrophe, peu humide à sec en compagnie des espèces des groupes 9b à 9d
9g	bossen op jonge, weinig stabiele, matig vochtige puinbodems (ravijnbossen)		<i>Acerion</i>	6	7	7	forêts sur sol jeune, peu stable, frais (forêts de ravins)

Bijlage 7: Overzicht van de karteringseenheden van de vegetatiekaart van de Doornpanne

code	omschrijving
A a	Helmduin (Ammophilion: <i>Ammophila arenaria</i> , <i>Festuca juncifolia</i> )
B b	bos (met spontane types B <sub>1,2,6</sub> en aanplant-types B <sub>2-9</sub> )
B <sub>1</sub>	spontaan struweelbos ( <i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Prunus serotina</i> , ...)
B <sub>2</sub>	<i>Populus canescens</i> , aanplant en spontane vegetatieve opslag
B <sub>3</sub>	<i>Populus x canadensis</i> , aanplant
B <sub>4</sub>	<i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , aanplant
B <sub>5</sub>	<i>Alnus glutinosa</i> , <i>A. incana</i> , aanplant
B <sub>6</sub>	<i>Quercus robur</i> , aanplant
B <sub>7</sub>	<i>Ulmus minor</i> , aanplant en spontane vegetatieve opslag
B <sub>8</sub>	<i>Pinus nigra</i> , aanplant
B <sub>9</sub>	<i>Prunus serotina</i> , aanplant
c	oppervlakkig verzuurd en lichenen-rijk ( <i>Cladonia</i> div. specs., <i>Polytrichum juniperinum</i> , <i>Hypnum cupressiforme</i> , <i>Dicranum scoparium</i> , in aanvulling op k)
D d	basiselementen van droog en mesofiel duin-grasland ( <i>Galium verum</i> , <i>Veronica chamaedrys</i> , <i>Cerastium fontanum</i> , <i>C. arvense</i> , <i>Polygala vulgaris</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Ranunculus bulbosus</i> , <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Luzula campestris</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Festuca rubra</i> , <i>Carex arenaria</i> , <i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Anthoxanthum odoratum</i> , <i>Avenula pubescens</i> , ...)
d!	vervilt met mesofiele grassen ( <i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Avenula pubescens</i> , ...)
e	elementen van door antropogene aanrijking (bemesting) ontstane graslanden ( <i>Elymus pycnanthus</i> , <i>E. x obtusiusculus</i> , <i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Dactylis glomerata</i> en/of veel <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Ranunculus bulbosus</i> , <i>Silene nutans</i> , ...; in nitrofiële situaties: <i>Lamium album</i> )
g	viltig en ruig grazig ( <i>Calamagrostis epigeios</i> / <i>Carex arenaria</i> )
H h	pionierstruwelen met Duindoorn en Gewone Vlier ( <i>Hippophae rhamnoides</i> , verder <i>Sambucus nigra</i> , <i>Ribes rubrum</i> , <i>Rosa rubiginosa</i> , <i>Bryonia dioica</i> , <i>Clematis vitalba</i> , ..., met dominantievormen H <sub>1</sub> en H <sub>2</sub> )
H <sub>1</sub>	jonge homogene <i>Hippophae rhamnoides</i>
H <sub>2</sub>	met veel <i>Sambucus nigra</i>
I i	Duinroosvegetatie ( <i>Rosa pimpinellifolia</i> )
j	inslag van freatofyten ( <i>Lysimachia vulgaris</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Mentha aquatica</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Galium uliginosum</i> , <i>G. palustre</i> , ( <i>Juncus subnodulosus</i> ), ...)
K k	Mosduin (Galio-Koelerion/Tortulo-Phleetum: <i>Tortula ruralis</i> var. <i>ruraliformis</i> , <i>Phleum arenarium</i> , <i>Erodium lebelii</i> , <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Viola curtisii</i> , <i>Myosotis ramossissima</i> , <i>Koeleria albescens</i> , <i>Hypnum cupressiforme</i> , <i>Brachythecium albicans</i> , <i>Vicia lathyroides</i> , <i>Cerastium semidecandrum</i> , ...)
m	duinkalkgrasland-elementen (Mesobromion: <i>Helianthemum nummularium</i> , <i>Potentilla neumanniana</i> , <i>Festuca filiformis</i> , <i>Hieracium pilosella</i> , <i>Pimpinella saxifraga</i> , <i>Asperula cynanchica</i> , <i>Thymus pulegioides</i> , <i>Centaurea sect. Jacea</i> , ..., in aanvulling op d)
n	niet gekarteerd

- O o            onbegroeid
- P p            gemengde struwelen (Prunetalia: *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa canina*, *Rosa rubiginosa*, *Rhamnus cathartica*, *Malus sylvestris* subsp. *mitis*, *Evonymus europaeus*, *Prunus spinosa*, *P. padus*, *P. serotina*, *Ribes alpinum*, *R. uva-crispa*, *Rubus ulmifolius* en soorten van H, ... met dominantievormen (P1-3) en aanplant-types P4-6
- P<sub>1</sub>            *Prunus spinosa*
- P<sub>2</sub>            *Ligustrum vulgare*
- P<sub>3</sub>            *Rosa rubiginosa*
- P<sub>4</sub>            *Salix cinerea*, aanplant
- P<sub>5</sub>            *Syringa vulgaris*, aanplant
- P<sub>6</sub>            *Rosa rugosa*, aanplant
- R r            diverse ruigten, ontstaan door menselijk ingrijpen
- S s            Kruiptwilgstruwelen (*Salicion arenariae*)
- t            nitrofiel, (meestal recent) sterk aangerijkt (*Urtica dioica*, *U. urens*, *Glechoma hederacea*, *Stellaria media*, *Claytonia perfoliata*, *Poa trivialis*, *Anthriscus caucalis*, ... of *Senecio jacobaea*, *Stellaria pallida*, *Taraxacum* sect. *Taraxacum*, *Erodium cicutarium*, *Lycopsis arvensis*, *Myosotis arvensis*, ...)
- v            elementen van matig vochtige graslanden (*Carex flacca*, *Prunella vulgaris*, *Trifolium repens*, *Ranunculus repens*, *Potentilla reptans*, *Holcus lanatus*, *Centaureum erythraea*, ..., in aanvulling op d)  
(voorlopig nog niet op de kaart onderscheiden)
- u            indicatoren van droog, nog enigszins overstuivend, (ver)jong(d) duingrasland en -dwergstruweel (soorten uit de groep van *Hieracium umbellatum*, *Galium mollugo*, *Carlina vulgaris*, *Inula conyza*, *Thalictrum minus*, *Pyrola rotundifolia*, *Epipactis helleborine*, *Viola canina*, *Erigeron acer*, *Pimpinella saxifraga*, *Arabis hirsuta*, *Rubus caesius*, ... in aanvulling op d en k)
- u'            structureel dit type maar slechts enkele kenmerkende soorten
- y            indicatoren van afbraak van grof organisch materiaal (*Dryopteris* div. specs., *Rubus fruticosus*, *Epilobium angustifolium*)
- z            afgeezand/vergraven





Bijlage 9: Aanvullende gegevens bij de opnamen van de Doornpanne

Localisatie en oppervlakte: zie kaart

Datum: november/december 1993

Auteurs: S. Provoost en M. Leten

Opname 1: kruipwilgstruweel; expositie N; helling ca. 15°  
bedekking: dwergstruiken 75%, kruiden 25%, mossen 10%  
hoogte: dwergstruiken 0,5-1 m.  
karteercode: Su

Opname 2: kruipwilgstruweel; expositie N; helling ca. 30°  
bedekking: dwergstruiken 75%, kruiden 70%, mossen 20%  
hoogte: dwergstruiken 0,5-1 m, kruiden 0,01-0,5 m.  
karteercode: Skd

Opname 3: vergrast kruipwilgstruweel; expositie (N); helling ca. vlak tot 15°  
bedekking: dwergstruiken 80%, kruiden 95%, mossen 5%  
hoogte: dwergstruiken 0,5-1,5 m, kruiden 0,01-0,7 m.  
karteercode: Sd

Opname 4: ouder duindoornstruweel, half open, verruigd; kom, vrij vlak  
bedekking: struiken 60%, kruiden 95%, mossen 10%  
hoogte: struiken 1,5-4 m, kruiden 0,01-0,7 m  
karteercode: Pd'ts

Opname 5: vrij jong duindoornstruweel; helling N  
bedekking: struiken 75%, kruiden 25%, mossen 1%  
hoogte: struiken 1,5-2 m  
karteercode: Ht

Opname 6: berkenbosje; vallei  
bedekking: bomen 60%, struiken 50%, kruiden 90%, mossen 1%  
hoogte: bomen 7 m, struiken 1,5-4 m  
karteercode: B<sub>1</sub>th<sub>2</sub>s

Opname 7: mozaiek van kruipwilgstruweel en mosduin; wisselend hellend en geëxposeerd  
bedekking: dwergstruiken 40%, kruiden 30%, mossen 50%  
hoogte: dwergstruiken 0,5-1 m  
karteercode: Sku

Opname 8: kruipwilgstruweel, in mozaiek met mos/grasland; oude verdroogde depressie  
bedekking: dwergstruiken 50%, kruiden 60%, mossen en lichenen 25%  
hoogte: dwergstruiken 1-1,5 (2,5) m  
karteercode: Sm!.Kc

Opname 9: open kruipwilgstruweel, in mozaiek met, lokaal wat opengekrabt, mos/grasland; lage, golvende meso- tot xerofiele duinen  
bedekking: dwergstruiken 50%, kruiden 50-60%, mossen en lichenen 50%

karteercode: Saku

Opname 20: arm klauwtjesmosduin met duindoornopslag en kruipwilgeilandjes

bedekking: dwergstruiken 10%, kruiden 50%, mossen 80%

hoogte: dwergstruiken 0,2-1 m, kruiden 0,01-0,04 (0,5) m

karteercode: Kmtsh

Opname 22: duindoornstruweel, vrij open, met grazige ondergroei en kruipwilgresten

bedekking: struiken 80%, kruiden 95%, mossen 30%

hoogte: struiken 0,5-1,5 m, kruiden 0,01-0,6 m

karteercode: Hd!ts

Opname 23: stuivend duin met helm, kruipwilg en open zand

bedekking: dwergstruiken 70%, kruiden 10%, mossen 1%

hoogte: dwergstruiken 0,2-1 m, kruiden 0,01-0,6 m

karteercode: