

Basiskarakteristieken van het proefvlak Brasschaat, domeinbos De Inslag.

Overloop, S., Meiresonne, L.
Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Gaverstraat 4, B-9500 Geraardsbergen

Samenvatting

In 1995 werd in het proefvlak van het domeinbos 'De Inslag' te Brasschaat een meettoeren opgetrokken. De meettoeren is uitgerust met meteorologische sensoren en apparatuur voor gasanalyse. Sindsdien is deze wetenschappelijke zone plaats van tal van onderzoeken inzake boomfysiologie, cycli van nutriënten, CO₂ en water, bosvitaliteit en luchtvervuiling. Het betreft een 69 jaar oud Grove dennenbestand met ijle kronen en zonder onderetage. Het is gelegen in een zone met 767 mm neerslaggemiddelde per jaar en een gemiddelde temperatuur van 9.8 °C. De bodem is een matig natte zandgrond met een duidelijke humus en/of ijzer B-horizont, een podzol die door menselijke tussenkomst is verbrokkeld. Op variabele diepte bevindt zich een kleisubstraat.

De minerale bodem is gekenmerkt door een lage pH (3.6 - 4.1). De vitaliteit van dit dennenbestand is duidelijk minder goed ten opzichte van andere dennenbestanden in Vlaanderen.

Summary

Basic characteristics of the permanent plot Brasschaat, state forest De Inslag

In 1995 a measuring tower was constructed in the experimental plot of the state forest 'De Inslag'. The tower is equipped with meteorological sensors and gas analyzers. Since then a lot of research activities such as tree physiology, cycles of nutrients, CO₂ and water, forest vitality and air pollution monitoring took place in the scientific zone. It is a 69 year old Scots pine stand, with sparse crowns and without an understorey. The long term annual precipitation is 767 mm and the mean temperature 9.8 °C. The moderately wet sandy soil is characterized by a distinct humic and/or iron B-horizon, a podzol which has been destroyed manmade. On variable depth one can find a clay substrate. The mineral soil has a low pH (3.6 - 4.1). The stand is less vital than other pine stands in Flanders.

1. Inleiding

Onderstaand artikel is het resultaat van onderzoek uitgevoerd in de loop van de periode 1988-1998. Gedurende deze periode werd basisinformatie ingewonnen over het boscysteem, waarover werd gerapporteerd in Van Den Berge et al (1992) en Roskams et al (1997). Voortbouwend op deze kennis werden diepgaandere studies aangevat, waarvan neerslag in dit volume, rond pools en fluxen van nutriënten (Neiryck et al, Roskams), koolstof (Janssens et al) en water (Meiresonne & Overloop), bewortelingspatronen (Van Langenhove et al.), meteorologische correlaties met luchtvervuiling (De Temmerman et al, Overloop). Doel van dit artikel is het samenbrengen van deze gegevens specifiek voor de site Brasschaat.

2. Beschrijving locatie

Het onderzoek beschreven in deze Mededelingen werd uitgevoerd op een Grove dennen (*Pinus sylvestris*) aanplanting in Brasschaat. De aanplanting is gelegen in de Kempische regio in de provincie Antwerpen, 16 m boven zeeniveau. Het terrein binnen de wetenschappelijke zone vertoont geen helling. Niveaunderschillen tot maximum 33 cm werden opgemeten met een niveaumeter (Tecomat 32, Theis, Duitsland). Geografische coördinaten zijn: 51°18'33" N en 4°31'14" O. Dit perceel maakt deel uit van het domeinbos De Inslag, 15 km ten noordoosten van Antwerpen.

Het studiegebied is opgedeeld in meerdere zones. Een cirkelvormige zone van 25 are vormt een permanent proefvlak. Binnen het proefvlak loopt een lange termijn bewakingsprogramma naar de oorzaak-gevolg relaties inzake de invloed van de luchtverontreiniging op de bosvitaliteit.

Dit proefvlak maakt deel uit van het Bosbodemeetnet, een meetnet van 12 permanente proefvlakken in Vlaanderen. Het onderzoek wordt gecoördineerd door het IBW en uitgevoerd door de partners van de Werkgroep ad hoc bodemonderzoek van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Het Bosbodemeetnet maakt deel uit van een paneuropees meetnet voor de intensieve monitoring van de invloed van de luchtverontreiniging op de bosvitaliteit, onder coördinatie van het ICP-Forests (International Cooperative Programme on the assessment and monitoring of air pollution effects on Forests). Hiervoor wordt verwezen naar Roskams et al (1997). Het permanente proefvlak is omgeven door een ringvormige bufferzone met een breedte van 20 m. Beide zones bevinden zich binnen een omheinde rechthoekige zone, 2 ha groot, hier genoemd wetenschappelijke zone. Binnen deze omheining genieten experimentele opstellingen bescherming tegen storende menselijke invloeden. De bufferzone is voorzien voor destructieve metingen in het bovenvernoemde kader. De overige ruimte binnen de wetenschappelijke zone wordt ter beschikking gesteld voor wetenschappelijk onderzoek door derden.

3. Bosbouwkundige en fytosociologische karakterisatie

Zowel het proefvlak als de wetenschappelijke zone maken deel uit van een homogeen Grove dennenbestand (*Pinus sylvestris*). Het bestand werd geplant in 1929. Tot 1980 werd er relatief weinig gedund. De laatste twee decennia is een regelmatig dunningsbeheer uitgevoerd. Over een zone ruimer dan de wetenschappelijke zone bedroeg het stamtal 1390 bomen per ha in 1980, 899 in 1987, 743 in 1990, 716 in 1993 en na windval in 1994 nog 672 (Cermak et al, 1998). Tabel 1 geeft de voornaamste dendrometrische karakteristieken weer. Figuur 1 geeft de evolutie van het stamtal volgens diameterklassen weer tussen 1995 en 1997.

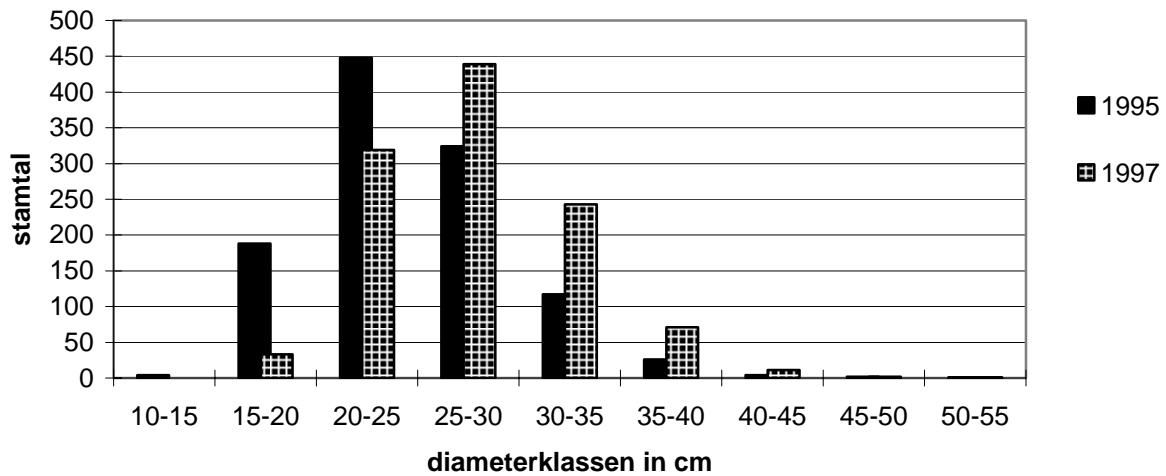
TABEL 1

datum opname	einde 1997
oppervlakte (ha)	2
stamtal/ha	558
diameter 1m30 (cm)	27.8
grondvlak (m ² /ha)	33.87
kroondiepte (m)	3.7 *
hoogte (m)	20.6 *
volume (m ³ /ha)	307.9
volume aanwas (m ³ /ha.jr)	5.3 à 8.0 (1995-1997)

Tabel 1. Dendrometrische eigenschappen van het bestand in de wetenschappelijke zone.
Table 1: Dendrometric characteristics of the scientific zone

bron: * Cermak et al., 1998

FIGUUR 1



Figuur 1: Evolutie van het stamtal volgens diameterklassen in de wetenschappelijke zone.
Figure 1: Evolution of the diameter distribution in the scientific zone

Uit deze inventarissen blijkt dat het dennenbestand een hoog stamtal heeft. Het laattijdig starten van regelmatige dunningen leidde tot bomen met kleine, hoog opgeschoven kronen. In 1988 werd de overschermingsgraad bepaald op 65 % (Van Den Berge et al., 1992). De LAI (Leaf Area Index) werd bepaald op 3.1 in 1995 (Cermak et al., 1998). Gond (mondelijke mededeling) bepaalde de LAI op 1.9 met een LAI-2000 (Plant Canopy Analyser, LI-COR, USA). Het ijle kronendak laat een onderbegroeiing toe die vóór 1993 voornamelijk bestond uit *Rhododendron ponticum* en *Prunus serotina*. Tussen 1993 en 1995 werd de struikvegetatie volledig verwijderd binnen de wetenschappelijke zone. De kruidachtige vegetatie wordt sindsdien gedomineerd door Pijpestrootje (*Molinia caerulea*). Mossen, waaronder Klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*) en Gewoon haarmos (*Polytrichum commune*), bedekken een groot deel van de bodem.

Uit vegetatieopnames (De Keersmaecker et al., 1997) blijkt dat de oorspronkelijke climaxvegetatie op deze standplaats bestond uit een eiken-berkenbos (*Querco-Betuletum typicum*). Deze associatie is van nature soortenarm: ze wordt negatief gekenmerkt door het ontbreken van soorten die wijzen op een rijkere bodem. Het *Querco-Betuletum* (Noirfalise, 1984) komt voor op leemarme, gepodsoliseerde zandgronden.

De wetenschappelijke zone maakt deel uit van het domeinbos De Inslag. Dit bosgebied, 147 ha groot, bestaat voor ongeveer 50 % uit naaldbossen en verder uit loofbossen en weiland.

4. De meettoren

In 1995 werd een toren gebouwd op de grens van de bufferzone, binnen de wetenschappelijke zone. De 39 m hoge toren rijst 18 m boven het kronendak uit. De toren bestaat uit een zelfdragend gelast vakwerk met een vierkant grondvlak. Werkplatformen zijn gelegen op 9, 15, 18, 23, 31 en 39 m met elk een oppervlakte van 9 m². Voor de constructie van de toren werden vijf dennen geveld.

Een uitgebreide set meteorologische variabelen wordt gemeten op de toren. Dit omvat verticale profielen van luchttemperatuur (40, 32, 24, 10 en 2 m), relatieve luchtvochtigheid (40, 32, 24, 10 en 2 m) en windsnelheid (40, 32 en 24 m). Op 40 m hoogte wordt de inkomende kortegolfstraling, de korte- en langegolfstralingsbalans, de windrichting, de neerslag en de fotosynthetisch actieve straling (PAR) gemeten. Op grondniveau (2 m) wordt ook de luchtdruk gemeten. De bodemwarmtefluks wordt gevolgd op 9 cm diepte met twee bodemwarmtefluksplaatjes, juist onder de organische laag. Temperatuursondes zijn geplaatst op 2 en 9 cm diepte om de warmteopslag in de organische laag te begroten. Alle meteorologische sensoren zijn verbonden met een datalogger (Campbell CR10, UK). Tevens op 42 m wordt de windsnelheid en -richting in drie dimensies bepaald met een sonische anemometer. Gegevens worden geregistreerd elke 10 seconden en opgeslagen als halfuurgemiddelden. Halfuurwaarden worden uitgemiddeld in dag- en jaargemiddelden. Daggemiddelden worden uitgemiddeld in maandgemiddelden. Ontbrekende waarden werden ingevuld met gegevens van het KMI-weerstation te Melle voor wat betreft inkomende kortegolfstraling en van het weerstation Antwerpen Luchtbal van de Vlaamse Milieumaatschappij voor wat betreft luchttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid en neerslag. Een overzicht van de meteorologische apparatuur is weergegeven in tabel 2.

TABEL 2

VARIABELEVARIBEL	Positie	SENSOR TYPE	Meetprincipe
neerslag	39 m	Didcot DRG-51	tipping bucket 0,1 mm
lucht temperatuur	2, 10, 24, 32 en 40 m	Didcot DTS-5A	psychrometer (PT100) met geforceerde ventilatie
relatieve luchtvochtigheid	2, 10, 24, 32 en 40 m	Didcot DTS-5A	psychrometer (PT100) met geforceerde ventilatie
horizontale wind- snelheid	24, 32 en 40 m	Didcot DWR-205G	cup anemometer
windrichting	40 m	Didcot DWD-105	windvaan
3-D windsnelheid en -richting	42 m	Gill Instruments Solent Research Ultrasonic Anemometer.	
kortegolfstraling	40 m	Kipp & Zonen CM6B	pyranometer
stralingsbalans	40 m	Didcot DRN-305	net radiometer
bodemwarmtefluks	-0.09m	Campbell HFT-3	bodemwarmtefluksplaatje
bodemtemperatuur	-0,02 en -0.09 m	Didcot DPS-404	PT100
luchtdruk	2 m	Didcot DBP-4	barometer

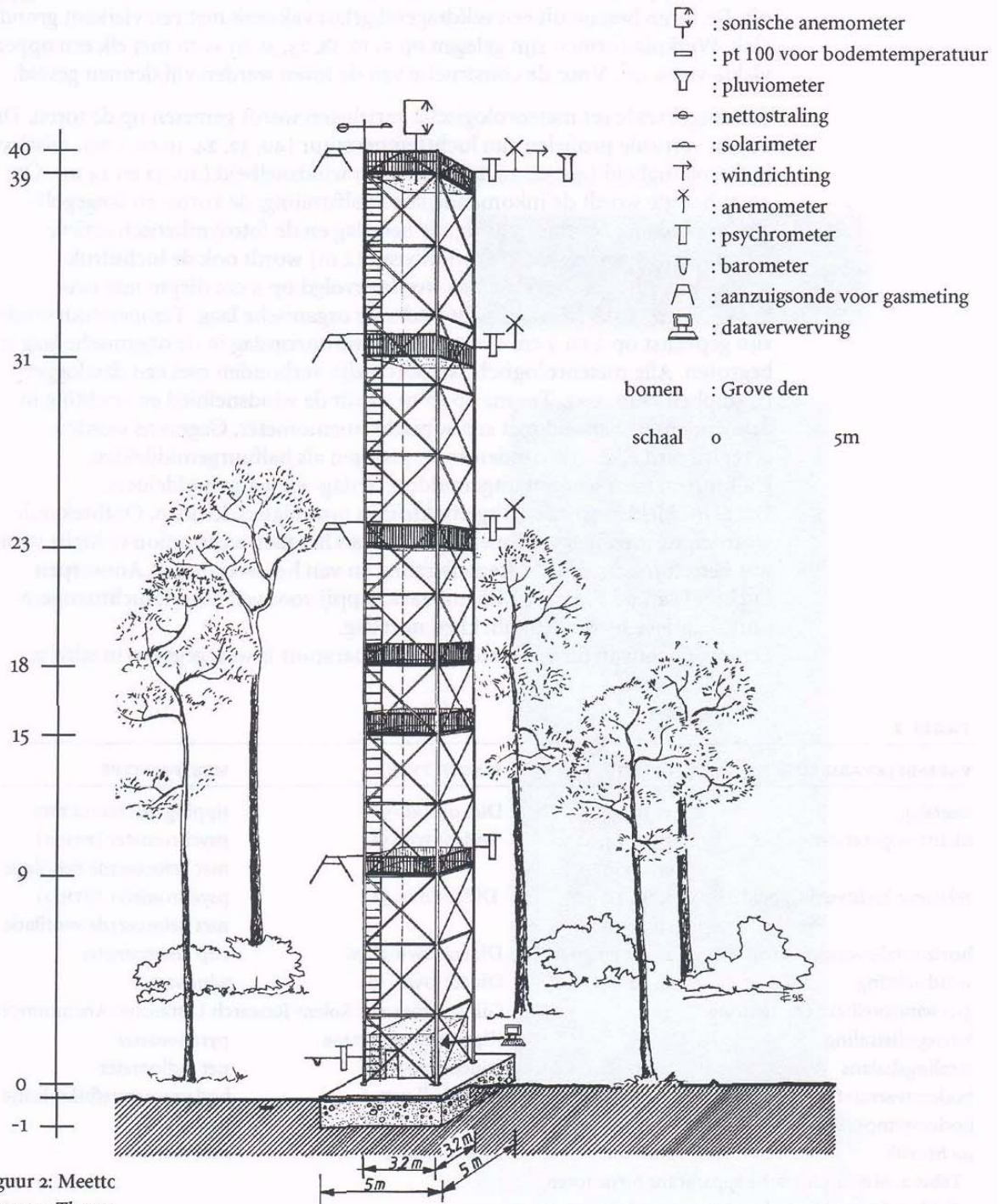
Tabel 2: Meteorologische apparatuur op de toren.
Table 2: Meteorological equipment on the measuring tower

FIGUUR 2

hoogte
in m

MEETTOREN BRASSCHAAT

LEGENDE



Figuur 2: Meettc
Figure 2: The me

Figuur 2: Meettoren Brasschaat met posities van instrumenten.
Figure 2: The measuring tower of Brasschaat: position of the sensors

Voor de bepaling van de gasvormige luchtvervuiling door zwaveldioxide, stikstofoxides, ozon en ammoniak zijn monitoren geplaatst in een grondkabine. Deze staan in verbinding met aanzuigpunten op vier hoogtes, zodat het verticaal profiel kan bepaald worden. Een verdere beschrijving is gegeven in Overloop (1999). De positie van de sensoren is afgebeeld in figuur 2.

5. Klimaat en meteorologische situatie 1997

De klimaatgemiddelden werden bepaald uit metingen over 28 jaar op het KMI-station van Mol. De jaargemiddelde temperatuur over deze periode bedraagt 9.8 °C. De gemiddelde jaarlijkse neerslag bedraagt 767 mm. De gemiddelde jaarlijkse potentiële evapotranspiratie bedraagt 670 mm (Cermak et al., 1998). Een vergelijking tussen de klimaatgemiddelden en de jaargemiddelden in 1997 is weergegeven in tabel 3.

TABEL 3

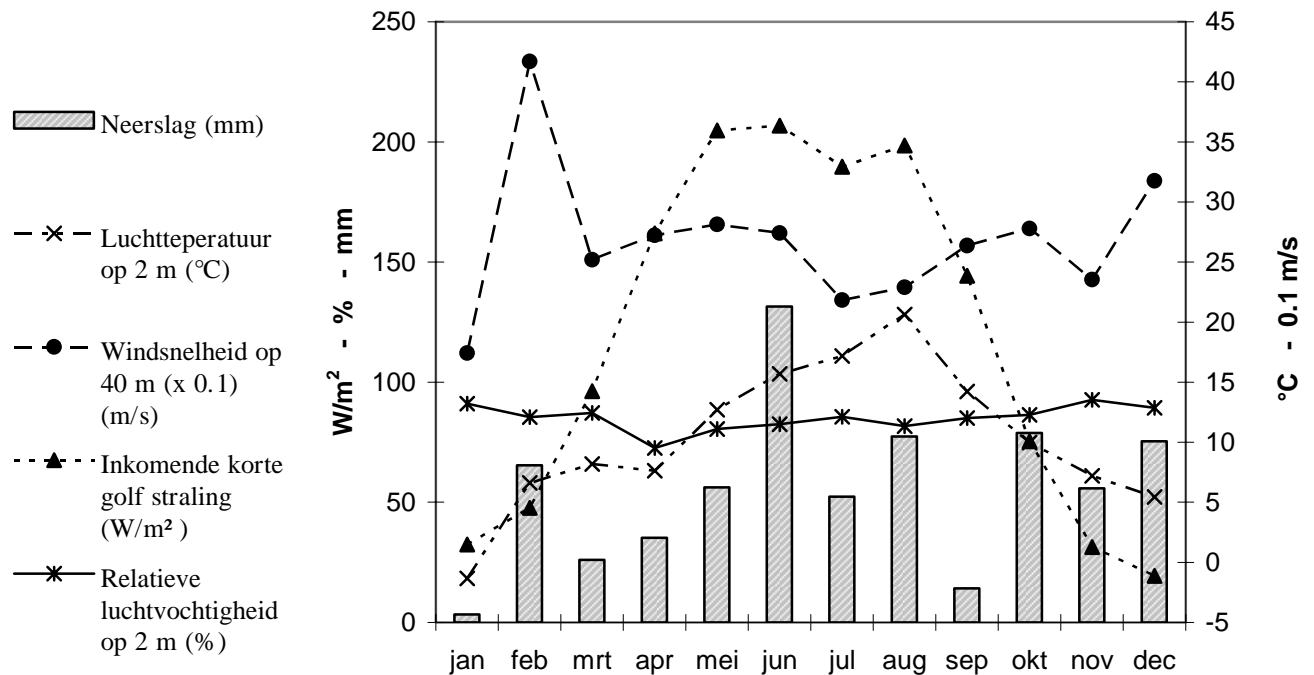
	1997	klimaatgemiddelden over 28 jaar
neerslag	672 mm	767 mm
lucht temperatuur	10.4 °C	9.8 °C
koudste maand	-1.4 °C	3 °C
warmste maand	20.6 °C	18 °C
relatieve luchtvochtigheid	84.8 %	
horizontale windsnelheid	2.7 m.s-1	
kortegolf inkomende straling	117.7 W.m ⁻²	

Tabel 3: Klimaatgemiddelden en jaargemiddelden (1997) van de belangrijkste weervariabelen.

Table 3: Climatological means of some meteorological variables in comparison with 1997.

Aan de hand van de metingen in 1997 werd een meteorologisch jaaroverzicht samengesteld. Het jaar startte met een strenge vorstperiode, wat leidde tot de koudste eerste tien dagen van januari sinds 1883 (KMI, website). Late nachtvorsten kwamen voor in april en mei. De maand augustus was uitzonderlijk warm, met een maandgemiddelde temperatuur van 20.6 °C. De jaargemiddelde temperatuur was tamelijk hoog (10.4 °C), vergeleken met het lange termijn gemiddelde van 9.8 °C. De maand januari was extreem droog met slechts 3.3 mm neerslag. September was tevens een droge maand (14.2 mm). Februari en juni waren relatief natte maanden (65.4 and 131.5 mm). Augustus en september werden gekenmerkt door twee relatief lange periodes zonder neerslag (17 dagen). De jaarlijkse neerslagsom bedroeg 672 mm en lag onder het lange termijn gemiddelde van 767 mm. De jaargemiddelde horizontale windsnelheid op 40 m hoogte bedroeg 2.7 m.s-1. Hogere maandgemiddelde windsnelheden werden genoteerd in februari (4.2 m.s-1) en december (3.2 m.s-1), terwijl in januari de gemiddelde windsnelheid slechts 1.7 m.s-1 bedroeg. De dominante windrichtingen waren zuidwest, west en oost-noord-oost (Overloop & Roskams, 1998). Figuur 3 geeft het seizoensverloop weer van de weervariabelen in 1997.

FIGUUR 3



Figuur 3: Seizoensverloop van inkomende korte golf straling (Rs), luchttemperatuur op 2 m (T), relatieve luchtvochtigheid op 2 m (RV), windsnelheid op 40 m (W) en neerslag (N) in 1997: maandgemiddelde waarden.
Figure 3: Incoming short wave radiation (Rs), air temperature (T) at 2 m, relative humidity (RV) at 2 m, wind velocity (W) at 40 m and precipitation (N) in 1997: monthly means.

6. Bodembeschrijving (Van Slycken et al, 1997)

De bodem wordt volgens de Belgische classificatie omschreven als Zdg(o): matig natte zandgronden met een duidelijke humus en/of ijzer B-horizont, met antropogene invloed. Volgens de Amerikaanse classificatie werd de bodem bepaald als Psammentic Haplumbrept (Soil Survey Staff, 1991), volgens de FAO classificatie als Umbric Regosol (FAO, 1988).

Deze bodem is opgebouwd uit materiaal van pleistocene of jongere ouderdom op een substraat bestaande uit een heterogeen mengsel van klei en grof zand. De overgang tussen de twee materialen is zeer onregelmatig of zelfs onderbroken: delen van het substraat zijn vermengd in het onderste gedeelte van de zandlaag. De volgende horizonten werden onderscheiden: O1, Of, Oh, A1, A2 of beter Ap, A/E/Cg, Cg, 2CBhg.

Deze eigenaardige horizontenopvolging is het gevolg van de genetische processen. Verschillende stadia kunnen hierbij onderscheiden worden:

1) Een uitgesproken oxido-reductieproces, waarbij de waterophoudende kleihoudende ondergrond een belangrijke rol gespeeld heeft.

De wortels en dus de organische stof waren gedurende dit stadium geconcentreerd juist onder het maaiveld en boven de kleihoudende ondergrond. Hierdoor ontstonden twee zones die overwegend gebleekt waren:

- a) de bovengrond;
- b) de zone in contact met het substraat.

De Cg-horizont is een overblijfsel van dit proces. In de bleke gedeelten van deze Cg-horizont komen grote humeuze vlekken voor, ten gevolge van *in situ* afbraak van wortels.

2) Een proces van illuviatie van organische verbindingen; deze organische verbindingen accumuleerden gedeeltelijk op kleine diepte en gedeeltelijk boven en in het bovenste gedeelte van het substraat. Deze laatste accumulatie gebeurde onder vorm van min of meer donkere humeuze banden, tussen blekere Cg banden en ijzeraccumulaties. Dit legt de samenstelling van de 2CBhg-horizont uit: donkere humeuze aanrijking van organische verbindingen (Bh), bleke banden en roestvlekken (Cg).

3) Menselijke bewerking, met twee opeenvolgende substadia: eerst een diepspitting tot 50 à 60 cm, waarbij een onvolledige vermenging van verschillende horizonten gebeurde, waaronder ook de oorspronkelijke podzol (Bh-horizont), tot een A/E/Cg-horizont. Daarna een min of meer regelmatige bewerking tot 30 à 40 cm, met insluitselen van de oorspronkelijke horizonten: E materiaal, Fe accumulatie, A materiaal, Bh vlekken. Deze horizont is aangeduid als A2 (\cong Ap). Baksteen- en houtskoolfragmenten wijzen op de menselijke bewerking.

De textuur is zand tot in de Cg-horizont, er is geen duidelijke structuur en de consistentie is los en niet weerstandig in de humeuze en bleke horizonten, iets vaster en weerstandig in de roestige delen en in de humeuze banden onderaan. Het substraat bestaat uit gedeelten zandige klei en grof zand. De beworteling is overwegend beperkt tot de bovenste humeuze horizonten.

Recent onderzoek naar de korrelgrootteverdeling toont de grote heterogeniteit aan van het profiel op een onderlinge afstand van slechts 40 m (Meiresonne en Overloop, 1999). De ene locatie vertoont een lemig zandige textuur bovenaan (tot 70 cm), overgaand in een zandige horizont tot 125 cm, waar de laag zware klei (41 % klei) reeds begint. De andere locatie is zeer zandig (95-99 %) over het volledig profiel, waarbij zelfs op een diepte van 2.5 m geen klei kon vastgesteld worden.

Voor de regio werd de kritische last voor verzuring en vermesting (nutriëntstikstof) bepaald op respectievelijk 700 en 540 equivalenten/ha en jaar (Craenen & Van Ranst).

7. Bodemchemische beschrijving (Van Ongeval et al, 1997)

De minerale bodem wordt gekenmerkt door een lage pH-H₂O, tussen de 3.6 en 4.1. De bodem wordt minder zuur met toenemende diepte. Dit is het gevolg van zuurvorming door wortelademhaling, microbiële afbraak, nitrificatie en verzurende depositie. Op basis van de pH blijkt deze bodem tot een diepte van 105 cm in het aluminiumbufferbereik te liggen.

De kationenuitwisselingscapaciteit (CEC) is laag op alle dieptes, gezien de lage gehalten aan klei en humus in de bodem. De basenverzadiging in de minerale bodemlagen is laag, onder de 20% van de CEC. De mineralengehaltes in de tot 10 cm dikke strooisellaag zijn hoog. De C/N verhouding bedraagt er 34.9, en is een indicator voor het humustype mor. In de onderliggende minerale horizonten zijn de gehalten aan mineralen zeer laag. Stikstof, koolstof, fosfor en calcium nemen af met de diepte. Tabel 4 geeft een overzicht van de belangrijkste bodemchemische parameters te Brasschaat.

Diepte cm	pH CaCl ₂	pH H ₂ O	Koolstof (%)	P mg/100 g	K mg/100 g	Ca mg/100 g	Mg mg/100 g	Na mg/100 g
S*	3.3	3.9	45.4	44.6	42.0	186.0	31.0	9.0
0-5 cm	3.0	3.6	3.0	6.2	20.4	9.2	12.4	4.0
5-30 cm	3.3	3.8	0.8	3.4	16.4	5.2	11.1	2.3
40-65 cm	3.7	4.1	0.3	2.0	23.9	5.7	13.1	2.3
65-105 cm	3.8	4.1	0.3	2.0	95.4	3.3	44.0	3.2

Diepte cm	Al ppm	Fe ppm	Kjel-N mg/100g	Eff. CEC meq/100g	%Basen- verzad.	S mg/100g	schijnbaar soortelijk gewicht
S*	1030	3140	1300.1	17.87	66.82	153.52	0.176
0-5 cm	1527	2669	102.1	2.71	17.71	3.00	
5-30 cm	1586	2355	45.7	1.64	9.76	3.00	
40-65 cm	1826	5288	16.4	1.75	6.86	3.34	
65-105 cm	4527	6918	16.7	3.28	5.79	6.67	

* Strooisellaag

Tabel 4: Resultaten van de bodemchemische analyse, proefvlak Brasschaat
Table 4: Soil chemical analysis at the monitoring plot Brasschaat.

8. Boomvitaliteit

De vitaliteit van het dennenbestand bepaald aan 40 bomen in een 25 are groot proefvlak is beschreven sinds 1988. Het aandeel beschadigde bomen (meer dan 25% naaldverlies) varieert van 1990 tot 1997 tussen 38 en 59 % (Roskams et al., 1997; Roskams, ongepubliceerde data). Ten opzichte van de gemiddelde situatie voor Grove den op basis van een vitaliteitsinventaris over heel Vlaanderen, is de vitaliteit duidelijk minder goed. Voor Vlaanderen varieert het gemiddeld aandeel beschadigde bomen tussen 9 en 28 % over dezelfde periode (Sioen & Roskams, 1998).

9. Literatuur

Cermak, J., Riguzzi, F., Ceulemans, R., 1998. Scaling up from the individual tree to the stand level in Scots pine. I. Needle distribution, overall crown and root geometry. *Annales des Sciences Forestières* 55, 63-88.

De Keersmaeker, L., Neiryck, J., Sioen, G., 1997. Bosbouwkundige en fyto-sociologische inventaris. In: Roskams, P., Sioen, G., Overloop, S., (eds), Meetnet voor de intensieve monitoring van het boscossysteem in het Vlaamse Gewest, resultaten 1991-1992. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer.

Janssens, I.A., Sampson, D.A., Cermak, J., Meiresonne, L., Riguzzi, F., Overloop, S., Ceulemans, R., 1998. Above- and below-ground phytomass and carbon storage in a Belgian Scots pine stand. *Annales des Sciences Forestières* 1999, in druk.

Meiresonne, L., Overloop, S., 1999. Transpiratiebegroting van een Grove dennenbestand: een eerste modelmatige benadering. Mededelingen van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, dit volume.

Overloop, S., Roskams, P., 1998. Meetstation voor luchtverontreiniging Brasschaat. Jaarverslag 1997. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, IBW Bb R 98.001.

Sioen, G., Roskams, P., 1998. Bosvitaliteitsinventaris 1997. Resultaten van het level I meetnet. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer.

Van Den Berge K., Maddelein, D., De Vos, B., Roskams, P., 1992. Analyse van de luchtverontreiniging en de gevolgen daarvan op het boscossysteem. Werkgroep SEB, rapport nr. 19.

Van Ongeval, L., Vandendriessche, H., Geypens, M., 1997. Bodemchemische beschrijving. In: Roskams, P., Sioen, G., Overloop, S., (eds), Meetnet voor de intensieve monitoring van het boscossysteem in het Vlaamse Gewest, resultaten 1991-1992. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer.

Van Slycken, J., Van Ranst, E., De Coninck, F., 1997. Profielbeschrijving en textuur. In: Roskams, P., Sioen, G., Overloop, S., (eds), Meetnet voor de intensieve monitoring van het boscossysteem in het Vlaamse Gewest, resultaten 1991-1992. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer.

