

BOSONTSLUITING

Rapport van de Werkgroep Bosontsluiting

Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp"

Wageningen

Intern rapport nr. 59

1974

Interne rapporten van het Bosbouwproefstation zijn geen officiële publikaties, maar interne communicatiemiddelen en onderzoekverslagen. In de meeste gevallen zullen conclusies van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

<u>INHOUD</u>	Blz.
1. Inleiding	5
1.1. Doel gespreksgroep	5
1.2. Werkwijze van de gespreksgroep	5
1.3. Evolutie van de bosweg in relatie met de exploitatie en recreatie	6
2. Recreatie	8
2.1. Zonering	8
2.2. Typen recreatiewegen	9
3. Exploitatie	13
3.1. Uitgangspunten voor de berekeningen	13
3.1.1. Produktie van het bos	13
3.1.2. Oogsttechniek	14
3.1.3. Wegen	14
3.1.4. Afschrijving, onderhoud en rentevoet	15
3.1.5. Optimaliseringsformule, kostenfactoren	16
3.2. Waarden van de gebruikte parameters	17
3.3. Berekeningsresultaten	19
3.4. Samenvatting, conclusies en aanbevelingen met betrek- king tot de exploitatie	21
4. Slotbeschouwing	24

1. INLEIDING

1.1. Doel gespreksgroep

De gespreksgroep Bosontsluiting is opgericht met het doel richtlijnen op te stellen voor de ontsluiting van bosgebieden met wegen gezien in het licht van de meerzijdige functie van bos, in het bijzonder met het oog op de houtproductieve en recreatieve functie van het bos. Hoewel van wezenlijk belang, zijn de cultuurhistorische, landschappelijke en natuurbeschermingsaspecten van invloed op de bosontsluiting buiten de benadering van dit rapport gebleven. Deze factoren vragen een nadere bestudering ten einde het bosontsluitingsmodel te kunnen completeren.

Echter kan reeds hier gesteld worden dat de in het model aangeduide wegpatronen flexibel zijn, zowel in ruimte -- het omleiden van wegen om bepaalde terreinen te sparen is altijd mogelijk -- als in tijd -- een weg kan gedurende enkele seizoenen of jaren worden afgesloten.

1.2. Werkwijze van de gespreksgroep

Van de gespreksgroep hebben in de loop der tijd deel uitgemaakt:

M. Bol (voorzitter), Th. de Haas, P. Hofschreuder, E.H.P. Juta, E.M. Lammerts van Bueren (secretaris), A.H. Schaafsma, A. Wijnbergen en J.W. Zaaijer.

De gespreksgroep is gesplitst in twee subgroepen: de subgroep Exploitatie en de subgroep Recreatie. Deze subgroepen hebben aanvankelijk onafhankelijk van elkaar gewerkt om een zo zuiver mogelijke inbreng vanuit de verschillende invalshoeken te verkrijgen.

De subgroep Exploitatie kreeg tot taak om, op basis van kostenberekeningen één of meer modellen op te stellen, teneinde aan te geven hoe de ontsluiting van een bosgebied met het oog op de exploitatie zou moeten zijn.

De subgroep Recreatie zou trachten op basis van de huidige kennis van het gedragspatroon van de bosrecreant, een programma van eisen op te stellen ten behoeve van de bosontsluiting, binnen het kader van de beheersdoelstelling.

De verslagen van beide subgroepen zijn bijeengebracht in dit rapport door N.A. Leek.

1.3. Evolutie van de bosweg in relatie met de exploitatie en recreatie

Naarmate de bevolking groeide en de landbouw zich verder ontwikkelde werden in vroeger eeuwen steeds meer natuurgebieden in cultuur gebracht. Er vormden zich kleine nederzettingen. De ontwikkelingen van de handel leidden tot het ontstaan van een net van handelswegen tussen de nederzettingen, waarvoor de tracering nauw verband hield met de bodemgesteldheid en het relief. De stuifzandbossen op de Veluwe en de terreinen in de duinstreek hebben een wegpatroon dat duidelijk is aangepast aan het relief, terwijl bij de jonge heideontginningsbossen de structuur opvalt door het regelmatige patroon, hoewel men toch ook hier een aantal van de oude historische wegen kan aantreffen.

Over het algemeen geldt echter dat het bosontsluitingsnet, hetzij geleidelijk gegroeid, hetzij bewust, ontworpen is met het oog op een zo economisch mogelijke bosexploitatie. Tegelijkertijd hebben de boswegen de mens ten dienste gestaan bij het zoeken naar ontspanning in het bos.

De bossen vervulden aanvankelijk een belangrijke functie voor de traditionele vormen van bosrecreatie, wandelen, fietsen, paardrijden, waarbij men gebruik kan maken van de daarvoor min of meer geschikte wegen.

De natuurminnende bosbezoeker kon kennis maken met de bosarbeid als ambacht en evenals de werkende landbouwer in het agrarisch bedrijf niet als storend is ervaren, heeft deze ontmoeting met de bosarbeid niet geleid tot conflicten.

In de loop der jaren hebben onder invloed van de voortschrijdende techniek zowel de bosexploitatiemethoden als de recreatievormen veranderingen ondergaan. Grotere hoeveelheden hout worden langs de bosweg gebracht om aldaar al dan niet geschild op zware trucks geladen te worden. De recreant komt niet slechts te voet, op de fiets of te paard, maar ook per auto naar en in het bos. Het zijn niet meer alleen natuurliefhebbers, maar ook openluchtrecreanten die in het bos verpozing zoeken en evenals de exploitatie het gehele jaar door plaats vindt, komt de recreant in alle jaargetijden naar het bos. Bij het opstellen van beheersplannen vormt de meerzijdige functie van het bos het belangrijkste uitgangspunt en in dat verband

staat de vraag of het huidige wegennet voldoende functioneert ter discussie.

De werkgroep meent op grond van in de praktijk opgedane ervaring en gesteund door onderzoekgegevens dat ontmenging van het recreatieverkeer en een ontsluitingspatroon dat is aangepast aan de wensen van de verschillende soorten weggebruikers, automobilist, (brom)fietsen, ruiter en wandelaar, het uitgangspunt kan zijn voor het te voeren toegankelijkheidsbeleid.

2. RECREATIE

2.1. Zonering

Wanneer het toegankelijkheidsbeleid in de beheersplanning op lange termijn, na afweging van alle ter zake dienende belangen is vastgesteld, is in vele gevallen het instellen van een zogenaamde zonering noodzakelijk om dat beleid operationeel te maken.

Onder zonering verstaat men het indelen van een natuurgebied in zônes die elk zodanig worden ontsloten en toegankelijk gesteld voor de bezoekers dat ze optimaal functioneren.

De situering van deze zônes en de inrichting daarvan voor recreatief gebruik hangt af van de aard en de functie van het gebied, het te verwachten bezoekersaantal en de bezoekerscapaciteit.

Door het ontsluitingspatroon en het voorzieningsniveau kunnen bepaalde zônes een grotere bezoekerscapaciteit krijgen dan andere zônes die voor de traditionele vormen van bosrecreatie worden bestemd. Het gehele bos kan op deze wijze meer worden afgestemd op de diversiteit van wensen van de bezoekers om zich te verpozen zonder anderen te hinderen of door anderen te worden gehinderd. Het instellen van een zonering kan worden bereikt door:

1. het plaatsen van borden;
2. het projecteren van een aangepast wegenpatroon.

Het plaatsen van borden en het handhaven van het huidige wegenpatroon leidt tot de onaanvaardbare consequenties van steeds meer borden en afsluitingen. Dit heeft weer tot gevolg dat de recreatiegeschiktheid van het gebied niet wordt verbeterd en de bezoekers de genomen maatregelen als niet-logisch ervaren.

De zoneringsgedachte kan ook worden toegepast in een gebied van grote omvang dat een gehele recreatiestreek of sociaal-geografische regio omvat. Op grond van de planologische bestemmingen en afhankelijk van de eigendomsverhoudingen kan door beheersafspraken er naar gestreefd worden recreatieterreinen met een bepaald voorzieningsniveau te handhaven of te creëren en elders binnen de regio natuurgebieden te bestemmen voor extensief recreatief gebruik.

2.2 Typen recreatiewegen

Afhankelijk van het gebruik kunnen voor de verschillende typen recreatiewegen programma's van eisen worden opgesteld, die kunnen worden samengevat als volgt:

2.2.1. Toeristische wegen

Een toeristische weg heeft primair een verkeersfunctie maar bovendien een zodanig karakter dat de weggebruiker een recreatief genoegen wordt verschaft. Deze weg is vrijwel altijd openbaar en in eigendom en beheer bij de overheid. Het wegdek is meestal verhard. Afhankelijk van het jaargetijde, de weersgesteldheid en het feit of het een werk-, zon- of feestdag is, kan de verkeersintensiteit sterk wisselen. Over de wegen beweegt zich dikwijls ook doelgericht recreatieverkeer naar de grote attractie- en concentratiepunten.

De boseigenaar ervaart dikwijls dat deze toeristische wegen die langs of door zijn eigendom lopen grote aantallen recreanten kunnen aanvoeren en hem daarbij kunnen dwingen tot het nemen van maatregelen op het gebied van de recreatiegeleiding, zodra de bezoekers deze toeristische weg verlaten. De eisen waaraan toeristische wegen moeten voldoen liggen in het vlak van de wegconstructie en de verkeersafwikkeling en zijn voor de boseigenaar van ondergeschikt belang.

2.2.2. Recreatieautowegen

De eisen die aan de voor autoverkeer opengestelde recreatiewegen kunnen worden gesteld worden samengevat als volgt:

1. De wegen dienen het gehele jaar goed berijdbaar te zijn, in droge perioden niet te stuiven en in natte perioden niet te veranderen in modderpoelen.
2. Er mogen geen rechtstanden in voorkomen die langer zijn dan 300 m. De bogen dienen een zodanige straal te hebben dat grote snelheden niet mogelijk zijn en het verrassingselement voor de bezoeker optimaal is.
3. Het landschap moet gevarieerd zijn, hetgeen wordt bereikt door afwisseling in het begroeiingsbeleid door leeftijdsopbouw, houtsoortenkeuze, kleinschalige open ruimten en de topografie.

4. De tracering moet zodanig zijn dat het gebruik van de recreatieweg voor woon-werkverkeer niet aantrekkelijk is.
5. Recreatiewegen moeten gesloten zijn voor militair verkeer en alleen als de constructie van het wegdek zulks toelaat kan tijdelijk gebruik ten behoeve van de bosexploitatie, bijvoorbeeld voor de afvoer van hout, mogelijk zijn.
6. De voor recreatie-autoverkeer bestemde wegen dienen een grote mate van verkeersveiligheid te bezitten om ook de bestuurder van het motorvoertuig te laten meegenieten van een mooie rit. Bij eenrichtingsverkeer wordt hieraan het best voldaan.
7. Bij een niet te druk gebruik is alleen bromfietsverkeer te combineren met recreatie-autoverkeer.
8. Door een goede bebording moet de gebruiker van de recreatieweg worden geïnformeerd en geleid.
9. Recreatiewegen dienen te zijn voorzien van bermen met afwisselende breedte om vrij parkeren mogelijk of onmogelijk te maken. In sommige gevallen zal het parkeren moeten worden beperkt tot de daarvoor aangewezen parkeerplaatsen en/of parkeerstroken. Dit in tegenstelling tot de toeristische wegen waar een geringe bermbreedte de weggebruiker dwingt tot doorrijden.

2.2.3. Fietspaden

De eisen die fietsers stellen aan de voor hen opengestelde wegen zijn als volgt:

1. Een fietspad dat tweerichtingsverkeer heeft en niet door bromfietsers wordt bereden heeft een breedte van 1 - 1.50 m.
2. Het fietspad is bij voorkeur vrijliggend. Een fietspad langs een weg is aanvaardbaar wanneer deze weg uitsluitend voor wandelaars is opengesteld of wanneer het gebruik van deze weg door automobilisten, bromfietsers en ruiters slechts gering is.
3. Een fietspad moet vlak zijn en bij regenweer vrij van plassen.
4. Wanneer de bodem voldoende stevig is behoeft geen verharding te worden aangebracht. Wanneer de ondergrond bestaat uit los wit zand kan een versteviging worden bereikt door opbrengen van 10 cm zwarte grond.
5. Wanneer verharding noodzakelijk is gebruike men daarvoor een leem/grind- of kleischelpen-verharding.

6. Zijdelingse belemmeringen door bomen, palen of bermplanken dienen zoveel mogelijk te worden voorkomen.
7. De vrije hoogte moet minstens 2.40 m boven het wegdek zijn.
8. Hellingen dienen zoveel mogelijk te worden vermeden. Een hoogteverschil van 3 m kan bij 3% stijging goed worden genomen.
Bij een groter hoogteverschil dan $5\frac{1}{2}$ m moet de helling worden afgewisseld met horizontale stukken.
9. De tracering dient zodanig te zijn dat voldoende afwisseling wordt geboden, onder andere langs bosranden vanwaar men in de luwte van het bos uitzicht heeft op het landschap.
10. Kruisingen met wegen die zijn opengesteld voor automobilisten en ruiters moeten zoveel mogelijk worden voorkomen. De kruising met een ruiterspad moet worden verhard.
11. Een fietspad moet bij voorkeur een rondroute vormen of daarvan deel uitmaken.

2.2.4. Wandelpaden

De eisen aan voor wandelaars opengestelde wegen kunnen worden samengevat als volgt:

1. Door de geringe mobiliteit van de wandelaar moet het wandelgebied veel afwisseling bieden in het begroeiingsbeeld, (zo mogelijk met kleinschalige open ruimten die vrij kunnen worden betreden) en uitzicht over grootschalige open ruimten.
2. Teneinde verdwalen te voorkomen dienen voor de wandelaar rondwandelingen te worden uitgezet, die dus steeds weer tot het uitgangspunt terugvoeren, en die zijn voorzien van een duidelijke markering.
3. Een rondwandeling moet interessante doelen met elkaar verbinden.
4. Het tracé kan liggen op wegen voor zover die aantrekkelijk zijn, bijvoorbeeld met laanbeplantingen. Voorts op trekker paden . en perceelsgrenzen.
5. Natuurwetenschappelijk belangrijke terreinen en/of terreinen met een kwetsbare bodembegroeiing moeten soms worden gemeden.
6. In een wandelroute moeten rustpunten zijn opgenomen in de vorm van banken. Ook buiten de wandelroute in een vrij toegankelijk wandelgebied moeten rustbanken worden geplaatst.

7. Wanneer een route start op een voor auto's bereikbare plaats moet bij het beginpunt een parkeerplaats worden gemaakt.
Door middel van bebording moet de lengte van de wandeling en de tijdsduur worden aangegeven.
8. Wandelpaden behoeven in het algemeen niet te worden verhard.
In kwetsbare terreinen is verharding het aangewezen middel om de wandelaars op het pad te houden. Zandwegen die over grote afstanden mul zijn worden echter door wandelaars meestal gemeden.

2.2.5. Ruiterpaden

De eisen die aan voor ruiters opengestelde wegen kunnen worden gesteld zijn de volgende:

1. De ruiter wenst een onverharde weg die echter stevig moet zijn en niet mul.
2. Het ruiterpad moet goed bereikbaar zijn en wanneer op de toevoerwegen ook andere weggebruikers worden toegelaten is een vrijliggend ruiterpad gewenst zodat het losmaken van de grond door de hoefslag niet hinderlijk is.
3. Een padbreedte van $1\frac{1}{2}$ - 2 m is voldoende, maar om elkaar te kunnen passeren is een eventueel plaatselijke breedte van $2\frac{1}{2}$ m gewenst.
4. Ruiters gaan dikwijls in groepsverband. Het plaatselijk kunnen gebruik maken van brede wegen of brandgangen waarop naast elkaar kan worden gereden en waar men in draf en/of galop kan rijden is gewenst.
5. De paden dienen vrij te zijn van stobben en overhangende takken moeten tot een hoogte van 2.75 tot 3.00 m worden verwijderd.
6. De paden moeten zodanig zijn getraceerd dat vanuit maneges tochten van een of twee uur mogelijk zijn (6 - 12 km).
In grote natuurgebieden bestaat behoefte aan dagtochten van zes tot zeven uur (30 - 40 km).
7. Ruiterpaden worden zodanig getraceerd dat ze zo weinig mogelijk de voor auto's en fietsen bestemde wegen kruisen.
Waar dit onvermijdelijk is moeten afhankelijk van de verkeersintensiteit veiligheidsmaatregelen worden getroffen.
8. Waar een ruiterpad een fietspad kruist moet het fietspad van een vaste verharding worden voorzien.

3. EXPLOITATIE

3.1. Uitgangspunten voor de berekeningen

De meest economische ontsluiting van het bos wordt enerzijds bepaald door grondsoort, aanwas per ha en methode van houtoogst, anderzijds door de eisen die door het beheer worden gesteld met betrekking tot de brandbestrijding en het verplaatsen van machines en personeel.

De subgroep Exploitatie heeft zich ertoe beperkt de ontsluiting afhankelijk te stellen van de grondsoort, de aanwas per ha en de methode van houtoogst. Bij de berekeningen wordt de bosontsluiting beperkt tot de hoofdontsluiting bestaande uit de hoofdexploitatiewegen en de verbindingswegen. Naar de hoofdexploitatiewegen wordt het hout gereden, gestapeld en met behulp van trucks afgevoerd. De invloeden van de detailontsluiting bestaande uit brandgangen en perceelsgrenzen en van de opstandsontsluiting (trekkerpaden) zijn buiten beschouwing gelaten. Het berekeningsresultaat bestaat uit de optimale afstand tussen parallel lopende hoofdexploitatiewegen.

In aansluiting op het werk van de subgroep Exploitatie zijn door K. Soels enige aspecten van de bosontsluiting verder uitgewerkt (Intern rapport Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", nr. 56, 1974). Hierbij zijn de relaties tussen de bosontsluiting en verschillende onderdelen van de kosten in het bosbedrijf nagegaan om inzicht te verkrijgen in de economische gevolgen voor het bosbedrijf indien wordt afgeweken van de optimale ontsluiting.

3.1.1. Produktie van het bos

In overleg met de afdeling Inrichting van het Staatsbosbeheer en de afdeling Groei- en Opbrengstonderzoek van het Bosbouwproefstation is besloten voor de berekeningen uit te gaan van een gemiddelde jaarlijkse werkhoutopbrengst van 5 m^3 per ha en van 15 m^3 per ha. Met deze twee getallen wordt enerzijds de opbrengst van onze huidige grovedennenbossen benaderd, anderzijds de te verwachten opbrengsten van nieuw aan te leggen bossen met snelgroeiende houtsoorten. Verondersteld wordt dat de opbrengsten regelmatig en duurzaam ter beschikking komen.

3.1.2. Oogsttechniek

Zowel de sortimenten-als de langhoutmethode zijn in beschouwing genomen. Overeenkomstig de trend in het buitenland is - naast het gebruik van meer conventionele uitsleepmiddelen - rekening gehouden met het gebruik van specialistische bosbouwvoertuigen.

Bij de sortimentenmethode wordt het hout in sortimenten over trekkerpaden met een "forwarder"¹⁾ uitgereden naar een voor zwaar vrachtverkeer te berijden hoofdexploitatieweg.

Bij de langhoutmethode wordt het langhout over trekkerpaden naar een voor zwaar vrachtverkeer berijdbare hoofdexploitatieweg gesleept. Hierbij zijn verschillende uitsleepmiddelen met elkaar vergeleken, te weten het paard, trekker met blad en de "skidder"¹⁾.

3.1.3. Wegen

De hoofdontsluiting wordt gevormd door wegen, die afhankelijk van de grond en wijze van aanleg berijdbaar zijn voor vrachtverkeer tot 40 of 25 ton totaal gewicht. De rijbaanbreedte is gesteld op 4 m, waarbij ervan wordt uitgegaan, dat de weg veilig te berijden is door een beladen vrachtauto met een gemiddelde snelheid van ± 20 km per uur.

Aan weerszijden wordt de rijbaan door bermen van 4 m breedte geflankeerd om ruimte te bieden aan het uit het bos aangevoerde hout.

Het wegvervoer maakt om economische redenen meer en meer gebruik van zware transportmiddelen. In aansluiting hierop is aanleg en onderhoud van boswegen, geschikt voor dit zware verkeer, wenselijk. Wanneer het kostenverschil tussen 25-tons en 40-tons wegen daar aanleiding toe geeft kan de aanleg van wegen die slechts geschikt zijn voor het lichte vrachtverkeer worden overwogen.

¹⁾"forwarder", is een bosbouwtrekker (4-wielaandrijving, geled chassis) met eigen laadcapaciteit en kraan. Hij rijdt het door de kraan in de "laadbak" gebrachte hout(sortimenten) uit.

¹⁾"skidder", is een bosbouwtrekker (4-wielaandrijving, geled chassis) met tang of lier. Hij sleept het hout als langhout uit.

Berekeningen zijn uitgevoerd voor de volgende wegen:

Zandgrond

- 1) onverharde weg, aangelegd door egaliseren;
bruikbaar zand aan de oppervlakte;
- 2) onverharde weg, aangelegd door bruikbaar zand
uit diepere lagen (< 50 cm) naar de oppervlakte
te brengen;
- 3) onverharde weg, bestaande uit een 50 cm diep cunet
opgevuld met aangevoerd zand;
- 4) verharde weg, bestaande uit een 50 cm diep cunet
opgevuld met aangevoerd zand en 12 cm asfalt.

Kleigrond

- 5) onverharde weg, bestaande uit een 50 cm diep cunet
opgevuld met aangevoerd zand;
- 6) verharde weg, bestaande uit een 50 cm diep cunet
opgevuld met aangevoerd zand en 12 cm asfalt.

Op de hoofdontsluiting komt de opstandsontsluiting uit. Deze wordt gevormd door trekkerpaden. Dit zijn 4 m brede doorgangen in de opstand, geschikt voor de transportwerkzaamheden van de uitrij- en uitsleepvoertuigen. De doorgangen moeten bij de sortimentenmethode[†] 20 m van elkaar liggen (Zie Ned. Bosb. Tijdschr. 41 (5) 1969 (116-126) "Oogst van industrieel sortiment met standaardlengte in het bos").

De meest economische wijze van ontsluiting wordt bereikt door in een bosgebied parallel verlopende hoofdexploitatiewegen te leggen met min of meer haaks daarop uitkomende trekkerpaden. De aanleg van verbindingswegen tussen de hoofdexploitatiewegen kan noodzakelijk zijn om een gesloten circuit te verkrijgen. Verbindingswegen mogen op grote afstand van elkaar liggen, bv. 1000 m. De hoofdexploitatiewegen of de verbindingswegen kunnen op het openbare wegennet aansluiting vinden.

Het is denkbaar dat voor het rationeel uitoefenen van het beheer behoefte bestaat aan een derde categorie wegen of doorgangen, de detail-ontsluiting, ten behoeve van brandbeveiliging en vervoer van machines en personeel.

3.1.4. Afschrijving, onderhoud en rentevoet

Bij een verantwoorde kostenberekening van wegaanleg en onderhoud moeten de afschrijvingsperiode en de mate van onderhoud aan elkaar gerelateerd zijn.

Afgezien van deze relatie lijkt een afschrijving over een zeer lange termijn niet verantwoord in verband met onvoorziene structurele veranderingen. Als afschrijvingstermijn is dertig jaar gekozen. De rentelast over het geïnvesteerde kapitaal is gesteld op 8%. Hierbij is met name gedacht aan wegen die in nieuwe bossen met overheids-gelden zullen worden aangelegd. Lang lopende leningen van de overheid worden op een koers uitgegeven die rond de 8% ligt. Het is bij de berekeningen gebleken, dat de verandering in de rentevoet een betrekkelijk geringe invloed heeft op de optimale wegafstand.

Gezien het feit dat bestaande boswachterijen momenteel veelal door een intensief wegennet zijn ontsloten is speciaal voor die gevallen de optimale wegenafstand berekend uitsluitend op basis van de onderhoudskosten en uitsleepkosten (tabel 1b). De in het verleden gemaakte aanlegkosten kunnen nu niet meer gevarieerd worden en hebben derhalve geen invloed op de optimale wegafstand, zolang deze groter is dan de huidige wegafstand.

3.1.5. Optimaliseringsformule, kostenfactoren

Uit de literatuur zijn verschillende formules bekend om de optimale wegafstand te berekenen (o.a. Larsson, Zweden, Matthews, Amerika, E. Strehlke, Duitsland). Welke formule men kiest hangt af van de relevant geachte parameters die in de formule gebruikt worden en van de mogelijkheid de waarden ervan te bepalen. Als uitgangspunt is gebruik gemaakt van een door W. Habsburg-Lothringen in het "Allgemeine Forstzeitschrift" (jaargang 25, dd. 20 juni 1970) gepubliceerde formule. In iets gewijzigde vorm is deze formule voor de berekening van de optimale wegafstand bij tweezijdig uitslepen in vlak terrein gebruikt. De oorspronkelijke formule, bestemd voor eenzijdig uitslepen, is hiertoe met $\sqrt{2}$ vermenigvuldigd. De formule bepaalt de optimale wegafstand tussen parallelle hoofdexploitatiewegen door minimaliseren van de kosten van wegaanleg, wegonderhoud, transport van het hout naar de hoofdexploitatieweg en het verlies aan houtproduktie a.g.v. wegaanleg. (Voor afleiding formule zie bijl. 1).

$$D = \sqrt{\frac{(U + r + B.V. (E-K)) v.L. P}{S.V.c.}}$$

D = optimale wegafstand tussen de hoofdexploitatiewegen in hm.

r = wegaanlegkosten per hm, in de vorm van jaarlijkse afschrijving en rente, in guldens.

U = wegonderhoudskosten, gemiddeld per jaar per hm in guldens.

~~B.V.(E-K)~~ = verlies van netto-opbrengsten. Door brede wegen treedt houtproduktieverlies op. In de literatuur wordt aangenomen dat pas sprake is van een houtproduktieverlies bij meer dan 5 m brede wegen.

B = breedte van de weg (incl. berm) minus 5 m, in hm.

V = werkhoutopbrengst, in m³ per jaar per ha.

E = opbrengst op stam per m³ werkhout, in guldens.

K = bebossingskosten en kosten van beheer per m³ werkhout.

v = gemiddelde snelheid van het uitrij- c.q. uitsleepmiddel in km per uur.

L = vrachtgrootte van het uitrij- c.q. uitsleepmiddel in m³ werkhout, gemiddeld voor kaalslagen en dunningen.

P = omrekeningsfactor van km naar hm, en van eenzijdig naar tweezijdig uitslepen.

S = machinekosten inclusief bedieningsman per uur, in guldens.

c = factor die van de terreinomstandigheden afhankelijk is.

Hierin wordt verdisconteerd het afwijken van de rechte lijn in het horizontale vlak. Met een afwijken in het verticale vlak is voor het uitrijden c.q. uitslepen onder Nederlandse omstandigheden geen rekening gehouden.

3.2. Waarden van de gebruikte parameters

Het toekennen van de waarden aan de parameters is tot stand gekomen met behulp van gegevens uit de praktijk, onder andere verstrekt door het Staatsbosbeheer¹⁾ en aanemers. De verstrekte gegevens hebben betrekking op de periode 1970-1972.

¹⁾ Bijzondere dank is in dit verband verschuldigd aan de houtvesters ir. A.W.J. Bosman, ir. C. de Lange en ir. A.F. ten Bruggencate

Voor het eerder in de tekst genoemde zestal wegen is uitgegaan van de volgende aanleg- en onderhoudskosten:

Wegtype	r ¹⁾	
	aanlegkosten per hm in stobbenvrij terrein	afschrijving (30 jaar) + rente 8%
1. Zandwegen zonder cunet, bruikbaar zand aan de oppervlakte	f 50	f 4,40
2. Zandwegen zonder cunet, zand uit de ondergrond	f 300	f 26,70
3. Zandwegen met cunet, aangevoerd zand	f 1200	f 106,60
4. Met asfalt verharde zandwegen	f 6000	f 533,--
5. Onverharde wegen op kleigrond met cunet, aangevoerd zand	f 1800	f 160,--
6. Asfaltwegen op kleigrond	f 7500	f 666,20

Wegtype	U	
	onderhoudskosten per hm per jaar	
Onverharde wegen (1, 2, 3, 5)	f	30
Verharde wegen (4, 6)	f	70

De onderhoudskosten zijn hiermee hoger gesteld dan wat het onderhoud thans gemiddeld per hm in de praktijk kost. Het bestaande wegennet in de boswachterijen is over het algemeen dichter dan het optimale wegennet. Er mag dan ook worden aangenomen dat thans de afgevoerde hoeveelheid m³ werkhout per hm geringer is dan die hoeveelheid welke per hm zal worden afgevoerd bij gebruikmaking van het optimale wegenpatroon. Het onderhoud per hm zal dus moeten worden geïntensiveerd. Het onderhoud bestaat voor onverharde wegen uit het jaarlijks losmaken van de ondergrond en egaliseren en voor verharde wegen uit het eens in de zeven jaar aanbrengen van een nieuwe slijtlaag van 1 cm dikte.

B = 0,07 hm.

V = 5 en 15 m³, berekeningen zijn voor beide produktiecijfers uitgevoerd.

E-K = f 10,--, berekeningen zijn tevens uitgevoerd voor de waarden f 0,-- en f 20,--. Gezien de geringe invloed van deze factor

¹⁾ r is bepaald op annuïteitsbasis

zijn de resultaten van deze berekeningen niet in het overzicht opgenomen.

v = 3 km per uur voor het paard en 4 km per uur voor de trekker, skidder en forwarder.

L = 3 m³ voor de "skidder", 1,5 m³ voor de trekker,
0,25 m³ voor het paard, 8 m³ voor de "forwarder".

P = 20 voor tweezijdig uitslepen ($P = 10$ voor eenzijdig uitslepen).

S = f 18,-- per uur voor het paard, f 25,-- per uur voor de trekker, $S = f$ 45,-- per uur voor de "skidder" en f 75,-- voor de "forwarder".

Het aandeel van arbeidsloon is f 15,-- per uur.

c = 1,1.

3.3. Berekeningsresultaten

Voor de vier wegtypen op zandgrond en de twee typen op klei-
grond is voor het uitslepen met de "skidder", de trekker, het
paard of de "forwarder" de optimale wegafstand berekend.

Daarbij is uitgegaan van een produktie van 5 m³ en 15 m³/
ha/jaar.

De in tabel 1 berekende optimale wegafstanden hangen van ver-
schillende factoren af. Deze zijn samengevat in de optimaliserings-
formule.

Het merendeel van de waarden der parameters kan bij een gege-
ven situatie als constant worden beschouwd. Stelt men

$E-K = 0$, $v = 4$, $L = 8$ ("forwarder") $P = 20$, $V = 5$, $c = 1,1$
dan krijgt de formule de volgende vorm:

$$D = \sqrt{\frac{U+r}{S} \cdot C} \quad C = 116,4.$$

Bepalend voor de optimale wegafstand is dan de verhouding tus-
sen de kosten van de weg (afschrijving, rente + onderhoud) en de
kosten van de "forwarder" inclusief bedieningsman.

Op welk wegtype de keuze valt, wordt voor een belangrijk deel
bepaald door een vergelijking tussen de gezamenlijke kosten van de
weg plus het uitslepen per m³ bij de optimale wegafstand van elk
wegtype.

Tabel 1a

Optimale afstand in m. tussen parallelle hoofdexploitatiewegen, berijdbaar voor 40-tons vrachtverkeer (afgrond op 50 m)

rekening houdende met: 1) Kosten uitsleepmiddel + man
2) Wegonderhoudskosten
3) Afschrijving + rente van wegaanlegkosten

zandgrond	5 m ³ /ha/jaar werkhoutproduktie				15 m ³ /ha/jaar werkhoutproduktie			
	paard	trekker + bord	skidder	forwarder	paard	trekker + bord	skidder	forwarder
1) onverhard	250 m	550 m	600 m	750 m	150 m	300 m	350 m	400 m
2) "	300	700	750	950	150	400	450	550
3) "	450	1100	1150	1450	250	650	650	850
4) verhard	950	2300	2400	3050	550	1350	1400	1750
klei- 5) onverhard	550	1300	1350	1700	300	750	800	1000
grond 6) verhard	1050	2550	2700	3400	600	1450	1550	1950

Tabel 1b

Optimale afstand tussen parallelle hoofdexploitatiewegen in m, berijdbaar voor 40-tons vrachtverkeer

rekening houdende met: 1) kosten uitsleepmiddel + man
2) wegonderhoudskosten

zandgrond	5 m ³ /ha/jaar werkhoutproduktie				15 m ³ /ha/jaar werkhoutproduktie			
	paard	trekker + bord	skidder	forwarder	paard	trekker + bord	skidder	forwarder
1) onverhard	200 m	500 m	550 m	700 m	100 m	300 m	300 m	400 m
2) "	200	500	550	700	100	300	300	400
3) "	200	500	550	700	100	300	300	400
4) verhard	300	800	800	1050	200	450	500	600
klei 5) onverhard	200	500	550	700	100	300	300	400
grond 6) verhard	300	800	800	1050	200	450	500	600

Gaat men uit van een bepaald wegtype dan zijn de totale uitsleepkosten van uitsleepmiddel, wegaanleg en wegonderhoud het laagst bij het gebruik van dat uitsleepmiddel, waarbij de optimale wegafstand het grootst is.

Wanneer men uitgaat van één bepaald uitsleepmiddel dan zijn de totale kosten van uitslepen, wegaanleg en -onderhoud het laagst bij het gebruik van dat wegtype, waarbij de optimale wegafstand het kleinst is. De beslissing om de sortimentenmethode ("forwarder") of de langhoutmethode (trekker, paard of "skidde") te gebruiken hangt af van de bestemming van het hout, en de mogelijkheid en de kosten om het hout elders (bijvoorbeeld fabriek) te korten.

3.4. Samenvatting, conclusies en aanbevelingen met betrekking tot de exploitatie

Een bosgebied dient ten behoeve van de exploitatie ontsloten te zijn. Wat de houtoogst betreft kan deze ontsluiting uit hoofdexploitatie-wegen, berijdbaar voor 40-tons vrachtverkeer en trekkerpaden bestaan. Verschillende wegtypen (verhard, onverhard) komen in aanmerking voor de hoofdontsluiting. De subgroep Exploitatie van de gespreksgroep bosontsluiting heeft in dit rapport de optimale wegafstand berekend tussen hoofdexploitatie-wegen voor verschillende wegtypen. Uitgegaan is van een parrallelontsluitingspatroon. Ten opzichte van andere ontsluitingspatronen is bij een parallelle ontsluiting, bij gelijke gemiddelde uitrij- of uitsleepafstand, de weglengte per ha minimaal.

Uit het overzicht van de berekende optimale wegafstanden in tabel 1 blijkt het volgende:

- de optimale wegafstand is kleiner naarmate het gemiddelde jaarlijks te oogsten werkhoutvolume per ha groter is;
- de optimale wegafstand is groter naarmate de kosten van wegaanleg en wegonderhoud groter zijn;
- het uitrij- of uitsleepmiddel met de geringste vrachtcapaciteit vereist de meest intensieve ontsluiting.

De invloed van verandering in de rentevoet en het produktieverlies als gevolg van de oppervlakte die door wegen wordt ingenomen is berekend, maar niet in de overzichtstabellen opgenomen. Beide factoren hebben een betrekkelijk geringe invloed. Wanneer de rentevoet met 1% wordt verhoogd neemt de wegafstand, afhankelijk van de hoogte van de investeringen, toe met 1/2% tot 4%. Een ver-

andering van f 10 in de waarde E-K brengt slechts een verandering in de optimale wegafstand te weeg van 10 tot 50 m. De invloed van E-K is groter naarmate V groter is.

De vergelijking tussen de verharde en onverharde wegen op kleigrond mag niet zonder voorbehoud worden gemaakt. Het is niet zeker dat onverharde wegen op kleigrond geschikt zijn om regelmatig bereden te worden door 40-tons vrachtverkeer. Een organisatorisch nadeel van onverharde wegen is het jaarlijks uit te voeren intensieve onderhoud. Dit betekent beslaglegging op de tijd van eigen personeel en machines, of het overeenkomen van een werkschema met aannemers.

Op basis van de berekeningen is als voorbeeld een schets van een bosontsluitingsmodel gemaakt (zie bijlage 2).

In een gemakkelijk in de praktijk aan te treffen situatie wordt gesteld dat de optimale wegafstand 500 m bedraagt. Deze afstand wordt overbrugd door de 4 m brede trekkerpaden die min of meer haaks op de hoofdexploitatiewegen uitkomen. Aan de voorwaarde voor een optimale verhouding tussen produktie en kosten van de houtoogst is door middel van deze ontsluiting voldaan. Een aantal andere wegen wordt ter overweging voorgesteld.

De optimale afstand tussen deze wegen (voorzover men de aanleg en het gebruik ervan al economisch verantwoord acht) is niet berekend.

- verbindingswegen tussen de hoofdexploitatiewegen.

Hiervan kan het vrachtverkeer gebruik maken om een gesloten circuit te rijden. Deze wegen maken omrijden en moeizaam draaien overbodig. Uitvoering dient hetzelfde te zijn als die van de hoofdwegen. De bermen kunnen smaller zijn.

- perceelsgrenzen.

Hiervan kan gebruik worden gemaakt voor personen- en machinevervoer. Daarnaast kunnen ze dienst doen als brandgangen en grensaanduiding voor bedrijfseenheden. De mogelijkheid om deze perceelsgrenzen te berijden hangt af van de bodem. Op klei- en natte gronden kan het noodzakelijk zijn deze doorgangen van een cunet te voorzien.

In het voorbeeld zijn bedrijfseenheden van 25 ha geschetst. Dat betekent dat de verjongingsvlakte 25 ha groot is. De verjonging kan uiteraard ook tussen coulissen geschieden. Wanneer het plant-

verband 2 x 2mbedraagt zal men bij de eerste dunning iedere tiende rij ten behoeve van deopstadsontsluiting moeten wegnemen.

De berging van hout, bij bedrijfseenheden van 2,5 ha is mogelijk in stapels van $\pm 6 \text{ m}^3$ met een lengte van 15 m op de 4 m brede bermen van de hoofdexploitatiewegen. De ruimte die het hout inneemt is als volgt te berekenen. Bij dunning (30 m^3 per ha) komt $\pm 75 \text{ m}^3$ hout vrij per bedrijfseenheid van 100 m breed en 2 50 m diep. Dit hout zal op één berm 200 m in beslag nemen. Bij kaalslag (200 m^3 per ha) komt $\pm 500 \text{ m}^3$ hout vrij. Om dit hout ineens te bergen is 1300 m berm nodig.

Het hiergegeven voorbeeld is slechts één van de vele mogelijkheden van een ontsluitingspatroon. Zelfs de berekende optimale wegafstand in de tabel is niet meer dan een indicatie die gebruikt kan worden bij het maken van het wegenplan. Terreinomstandigheden, contouren van het bosareaal en de schets van de ontsluiting ten behoeve van de recreatie zullen de uiteindelijke ligging van de wegen mede bepalen.

Vele bosgebieden zijn momenteel intensiever ontsloten dan op grond van de hier uitgewerkte berekeningen voor "skidder" of "forwarder" wenselijk zou zijn. Hierbij moet echter worden bedacht dat de huidige uitsleepmethode (paard, landbouwtrekker) en het wegtransport met lichtere vrachtwagens, veelal die intensieve ontsluiting vereist. Dit schijnt voor de toekomst echter niet de meest economische methode. Er moet rekening worden gehouden met toepassing van grotere terrein- en wegtransportcombinaties, waarbij het wegennet moet zijn aangepast. Dit betekent voor nieuwe bossen het aanleggen van wegen op de optimale afstand en voor bestaande bossen, het beperken van het verbeteren en het onderhoud tot die wegen die op een optimale afstand van elkaar liggen.

4. SLOTBESCHOUWING

Vanuit het oogpunt van het recreatieve gebruik kunnen bij de bosontsluiting de volgende wegtypen worden onderscheiden: toeristische wegen, recreatieautowegen, fietspaden, ruiterspaden en wandelpaden.

Vanuit dat van de exploitatie zijn hoofdexploitatiewegen, verbindingswegen, trekkerpaden, perceelsgrenzen en brandgangen te onderscheiden.

De ontsluiting ten behoeve van de exploitatie tendeert bij gebruik van moderne terrein- en transportvoertuigen duidelijk naar een extensief patroon van kwantitatief goede wegen. Dit zal betekenen dat bepaalde wegen of weggedeelten niet meer voor de exploitatie gebruikt behoeven te worden en dus kunnen worden afgesloten. Andere zullen wellicht dienen te worden verbeterd, echter niet noodzakelijkerwijze verhard.

Bij de ontsluiting ten behoeve van de recreatie daarentegen worden ten gevolge van de ontmenging, waarbij de verschillende categorieën weggebruikers van elkaar worden gescheiden, de aanspraken verhoogd. Consequent doorvoeren van het ontmengingsprincipe zonder gebruik te maken van het reeds bestaande ontsluitingspatroon kan leiden tot een ongewenste versnippering van het bosgebied en een verhoging van de beheerskosten (surveillance, bebording, wegonderhoud en dergelijke). Van groot belang is het daarom te weten in hoeverre het recreatie- en het exploitatiegebruik voor de verschillende wegtypen is te combineren. Hiervoor is onderstaand schema ontwikkeld. Voor verschillende typen recreatieve weggebruikers wordt hierin aangegeven of zij al of niet gebruik kunnen maken van de wegen ten behoeve van de recreatie en exploitatie.

	hoofdexploitatieweg	verbindingsweg	trekkerpad	perceelsgrens	brandgang	toeristische weg	recreatieautoweg	fietspad	ruiterpad	wandelpad
doorgaande automobilisten	-	+	-	-	-	+	o	-	-	-
toevende automobilisten	-	o	-	-	-	o	+	o	-	-
fietsers	-	o	-	-	-	-	o	+	-	-
ruiters	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
voetgangers	+	+	+	+	o	-	o	o	-	+

+ gebruik mogelijk

- gebruik niet mogelijk

o gebruik afhankelijk van de plaatselijke situatie

Het schema kan niet op iedere situatie een duidelijk antwoord geven. Veel zal afhangen van de plaatselijke omstandigheden. Een drietal belangrijke mogelijkheden is te geven, waarbij de recreatie en de exploitatie ten aanzien van het weggebruik kunnen worden geïntegreerd:

- Een belangrijke mogelijkheid is het combineren van de verbindingswegen met de recreatieautowegen. Hierdoor wordt het bosgebied slechts op een beperkt aantal plaatsen toegankelijk en kan de vastgestelde zonering beter worden geëffectueerd.
- De hoofdexploitatiewegen kunnen worden gebruikt door ruiters en wandelaars.
- Als derde mogelijkheid kan worden genoemd de combinatie brandgang met ruiterpad. Gezien de ruiters de brandgang mul houden, lijkt dit een ideale combinatie.

Voor het vaststellen van een voor het recreatiebeheer ideaal ontsluitingsmodel gelden de volgende uitgangspunten:

1. Een zodanige drastische beperking van het aantal toegangswegen (verbindingswegen) dat het bosgebied op nog slechts enkele plaatsen toegankelijk is.
2. Aansluitend op deze toegangswegen (=verbindingswegen) vindt ontmen-

ging van het recreatieverkeer plaats, waarbij de diverse categorieën recreanten elk hun eigen weg kiezen. Waar mogelijk dient het recreatieverkeer gecombineerd te worden met het exploitatieverkeer.

3. Informatie aan de bezoekers door middel van bebording vindt in principe alleen plaats bij deze toegangen.

Zoals reeds in de inleiding is vermeld zijn de cultuurhistorische, landschappelijke en natuurbeschermingsaspecten in dit rapport buiten beschouwing gelaten. Het zal de lezer duidelijk zijn dat ieder model, zo ook het model, dat in bijlage 2 als voorbeeld is opgenomen, aan de bovengenoemde aspecten aangepast dient te worden.

Tenslotte kan worden gewezen op de mogelijkheden die er zijn om bepaalde gebieden te ontzien, door het tijdelijk afsluiten van wegen of wegvakken of door het permanent omleiden van wegen.

Afleiding van de formule van Habsburg/Lothringen (blz. 17)

Kostenfactoron bij het transporteren van het hout in het bos uitgedrukt per m^3 werkhout zijn:

$$\text{Vaste plus variable machinekosten (inclusief bedieningsman)} \quad S \frac{t + \frac{D}{20 v}}{L}$$

waarin t = stilstandstijden trekker in uren.

$$\text{Onderhoud plus afschrijvingskosten van de wegen} \quad \frac{r + U}{D.V.}$$

$$\text{Houtproduktieverlies t.g.v. wegen} \quad \frac{B.V.(E-K)}{D.V.}$$

De totale kosten per m^3 werkhout zijn:

$$S \frac{t + \frac{D}{20 v}}{L} + \frac{r + U}{D.V.} + \frac{B.V. (E-K)}{D.V.}$$

De totale kosten zijn minimaal als de eerste afgeleide naar D gelijk is aan nul en de tweede afgeleide > 0 .

$$\frac{S}{20.v.L} - \frac{r + U}{D^2.V.} - \frac{B.V.(E-K)}{D^2.V.} = 0$$

$$D = \sqrt{\frac{(r+U+B.V.(E-K)) 20.v.L}{S.V.}}$$

Indien $E-K=0$ krijgt de formule de volgende gedaante:

$$D = \sqrt{\frac{(r+U) 20 v.L}{S.V.}}$$

De factoren $v.L$ en V kunnen voor langere tijd constant worden beschouwd. Hierdoor ontstaat een zeer eenvoudige vorm van de oorspronkelijke formule (blz. 19).

$$D = \sqrt{\frac{r + U}{S} \cdot C} \quad C = \frac{20.v.L}{V.c}$$

waarin c een factor voorstelt die afhankelijk is van de terreinge-steldheid (blz. 17).

