



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Mountain geoecosystems. GIS modelling of rockfall and protection

Dorren, L.K.A.

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Dorren, L. K. A. (2002). *Mountain geoecosystems. GIS modelling of rockfall and protection*. UvA.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Vele leefgemeenschappen in de Europese Alpen zijn sterk afhankelijk van bergbossen, die bescherming bieden tegen vallende stenen (in het Engels: *rockfall*) en sneeuwlawines. Op de lange termijn kunnen bergbossen deze bescherming alleen bieden indien ze adequaat beheerd worden. Bosbeheer vergt onder andere informatie over de toestand, de dynamiek en de toekomstige ontwikkeling van bosecosystemen. Het belangrijkste doel van dit proefschrift is een methode te ontwikkelen waarmee informatie op regionale schaal (~500 km²) verkregen kan worden over de mate van bescherming die bergbossen bieden tegen vallende stenen om daarmee het beheer van deze bossen te verbeteren.

Het doel van het beheer van bossen met een beschermfunctie, ook wel 'beschermbossen' genoemd, is om deze bossen in een staat te houden waarin effectieve bescherming op de lange termijn verzekerd is. Maar omdat wij de natuurlijke ontwikkeling van bosecosystemen niet kunnen tegengehouden, moeten natuurgetrouwe bosbouwtechnieken op de juiste plaats uitgevoerd worden, om de stabiliteit van het bosecosysteem en daarmee de beschermende functie te waarborgen. Momenteel zijn bosbeheerders in staat om de stabiliteit van beschermbossen te verbeteren, maar vaak is beheer van bergbossen nog experimenteel, omdat de consequenties van menselijk beheer voor bosecosystemen niet goed bekend zijn.

Voordat beheersplannen voor specifieke bosopstanden ontwikkeld kunnen worden is informatie over de bossen op regionale schaal nodig. Aardobservatie met behulp van satellietbeelden wordt vaak gezien als een bruikbare bron voor regionale bosbedekkingskaarten. Met behulp van een Landsat Thematic Mapper (TM) beeld kan voor vlakke gebieden meestal een nauwkeurige bosbedekkingkaart verkregen worden, maar in bergachtige gebieden neemt de nauwkeurigheid sterk af. Dit kan verbeterd worden door een topografische correctie op de DN waarden van het Landsat TM beeld uit te voeren en een digitaal terrein model (DTM) aan het satellietbeeld toe te voegen voor de classificatie ervan. De resultaten van een objectgebaseerde classificatie werden door lokale bosbouwers beter beoordeeld dan die van een traditionele classificatie methode. Het voordeel van een objectgebaseerde classificatie is dat de verkregen digitale kaart bestaat uit objecten die overeen komen met bosopstanden. Een dergelijke kaart is een waardevolle basis om een regionale bosinventarisatie op te zetten.

Naast informatie over het bos is kennis over *rockfall* mechanismen nodig om het effect ervan op beschermbossen, of omgekeerd, te kunnen modelleren. Een overzicht van de bestaande *rockfall* modelleringstechnieken geeft aan dat een gecombineerd Geografisch Informatie Systeem (GIS)- en procesmodel het meest geschikt is voor het voorspellen van actieve *rockfall* zones op regionale schaal.

Het ontwikkelen van zo een model kan alleen op basis van inzicht in de relatie tussen bescherming biedende bossen en *rockfall*. Om dat te bereiken is een gedetailleerd onderzoek op helling schaal uitgevoerd, waarbinnen veld- en modelleringstechnieken gecombineerd worden. De factoren die op een beboste berghelling bepalend zijn voor de brongebieden, de valbanen en accumulatie zones van *rockfall* zijn bestudeerd. Het onderzoeksgebied is geomorfologisch in kaart gebracht en de belangrijkste gesteente oriëntaties in de brongebieden zijn ingemeten. Binnen een gebied dat speciaal uitgekozen was voor het valideren van het ontwikkelde *rockfall* model, is een bos- en een hellinginventarisatie uitgevoerd. Deze data zijn gebruikt in een - binnen deze studie - ontwikkeld *rockfall* simulatie model. Hiermee zijn de meest bepalende karakteristieken voor de verspreiding van *rockfall* activiteit binnen het onderzoeksgebied bepaald. De geotechnische metingen lieten zien dat alle in kaart gebrachte steilwanden potentiële *rockfall* brongebieden zijn en daarom zijn al deze steilwanden als startlocaties in het model opgenomen. Op volgorde van belangrijkheid zijn het aantal liggende boomstammen, de oppervlakteruimte en het aantal *rockfall* resistente struiken bepalend voor de mate van energie verlies van een vallende steen, mits deze geen staande boom raakt. Met deze instellingen simuleert het ontwikkelde model de beste gelijkenis met de werkelijkheid. Oudere accumulatie patronen van gevallen stenen konden gereconstrueerd worden door een scenario waarin het huidige bos afwezig is te simuleren. De conclusie wordt getrokken dat een gecombineerde benadering zoals toegepast binnen dit onderzoek een eerste vereiste is voor het verkrijgen van inzicht in de dynamiek van of *rockfall* op een beboste helling.

De vorige studie verschaft een degelijke basis om een regionaal rockfall simulatie model te ontwikkelen waarin de structuur van beschermbossen is opgenomen. Dit ontwikkelende model is gebruikt om patronen van actieve rockfall zones te voorspellen op regionale schaal. Daarnaast wordt dit model vergeleken met twee bestaande regionale rockfall modellen. Het ontwikkelde model is het enige model dat energieverlies van vallende stenen simuleert door contact met bomen en de ondergrond. De twee bestaande modellen berekenen het energieverlies over de afstand tussen twee rastercellen op basis van een wrijvingscoëfficiënt. Alle gemodelleerde patronen van actieve rockfall zones worden vergeleken met gekarteerde patronen. Daarnaast worden de door de drie modellen gesimuleerde snelheden vergeleken. Hieruit blijkt dat de drie modellen ongeveer even nauwkeurige patronen produceren. Het ontwikkelde model levert het beste resultaat op beboste hellingen en tevens komen de gesimuleerde snelheden het best overeen met reële waarden, zowel op beboste als niet beboste hellingen en onafhankelijk van de hellingshoek.

De daaropvolgende nauwkeurigheidanalyse geeft aan dat simulatie van patronen van actieve rockfall zones op regionale schaal met het ontwikkelde model zowel haalbaar als realistisch geacht kan worden. Dit is echter niet het geval voor het simuleren van schade aan bomen door rockfall op die schaal. Dit komt doordat het detailverlies in de invoer data een te grote model fout veroorzaakt. De analyse toont tevens aan, dat het gebruik van een regionaal DTM met hoge datakwaliteit, bosstructuurdata met een veel betere kwaliteit vereist dan wanneer een regionaal DTM met een lage datakwaliteit gebruikt wordt.

Tenslotte wordt geconcludeerd en besproken dat de ontwikkelde methode een bijdrage levert aan de verbetering van het beheer van bergbossen die bescherming bieden tegen rockfall. In het kort kunnen de gebruikte en ontwikkelde technieken het bosbeheer verbeteren door de volgende aanpak:

- Bergbossen kunnen op regionale schaal zo gedetailleerd mogelijk gekarakteriseerd worden door aardobservatie data en bosinventarisatie data te combineren.
- Daarna kan de beschermfunctie tegen rockfall op regionale schaal met het ontwikkelde regionale model geëvalueerd worden.
- Op basis hiervan wordt een prioriteit voor bossen opgesteld alwaar bosbouw uitgevoerd moet worden.
- Als ondersteuning hiervoor wordt een inschatting voor de te nemen maatregelen op hellingschaal gemaakt op basis van model en veldtechnieken.

In de toekomst kunnen bosbouwtechnieken nog beter gepland worden, omdat gecombineerde rockfall – bosgroei modellen de effecten van verschillend menselijk ingrijpen op de ontwikkeling van beschermbossen beter kunnen voorspellen.