

Erosionsmodellering i forbindelse med fosforindekset (v. feb 2008)

Bidragsområde, erosionsareal, erosionsklasser

WaTEM modellen

Den empiriske model WaTEM (Van Oost *et al.*, 2000), der baseres på den amerikanske USLE model (Universal Soil Loss Equation), blev anvendt til estimering af jorderosionsrisikoen og relaterede terrænattributter. Fordelen ved modeller af USLE-typen er, at de kræver forholdsvis lettilgængelige inputdata, både med hensyn til de naturgivne og de dyrkningsrelaterede faktorer. Samtidig beskrives den langsigtede erosionsrisiko. Da USLE dog ikke tager højde for nogle vigtige tabsfaktorer under danske forhold sigtes den erstattet med en tilpasset og kalibreret model på længere sigt. Landskabsformen har en stor betydning for erosion. Denne stiger som regel i takt med skråningens hældning og længde henholdsvis som følge af stigninger i hastighed og volumen af overfladeafstrømning. Topografiens effekt karakteriseres i WaTEM ved en todimensional length-slope (LS) faktor (Desmet and Govers, 1996a), hvor 'L' repræsenterer afstrømningens bidragsområde til et givet punkt, frem for bare afstrømningslængden. Dermed tages bedre højde for konvergerende og divergerende afstrømning, som er typisk for kompleks topografi, end med USLE's oprindelige L-faktor (e.g. Moore and Burch, 1986). WaTEM omfatter derudover dyrkningsrelaterede faktorer (C, P) og faktorer, der beskriver erodibilitet (K) og erosivitet (R).

Bidragsområde

Bidragsområdet til et givet punkt i landskabet er det areal, hvorfra vand kan strømme overfladisk til punktet. Således er afstrømning ækvivalent til en arealstørrelse. Beregningen af bidragsområdet afhænger af hvordan afstrømningen vejføres hen over overfladen, dvs. af afstrømningsalgoritmen. Ved anvendelse af en grid-baseret datastruktur skal der bestemmes, til hvilke naboceller en given celle dræner og hvilken andel af den totale afstrømning tildeles hver af disse naboceller.

I forbindelse med fosforindekset anvendes *flux decomposition*-algoritmen (Desmet and Govers, 1996b), der fordeler afstrømningen ud af en celle over to naboceller. Dertil deles en vektor, hvis størrelse er lige med summen af cellens bidragsområde og areal og hvis orientering svarer til aspektretningen, i dens to ordinale komponenter. De ordinale vektorer normaliseres til at bevare massebalance. *Flux decomposition* tager højde for konvergerende og divergerende afstrømning.

Depositionsareal

WaTEM skelner mellem erosions- og depositionsareal ved at beregne sedimentbalancen for en gridcelle på grundlag af afstrømningens transportkapacitet. Denne er proportional til cellens erosionspotentiale og er den største sedimentmængde, der kan transporteres ved overfladeafstrømning. Deposition sætter ind, når sedimenttransporten til en celle overstiger transportkapaciteten. Punktet hvor transportkapaciteten overskrides afhænger kun af proportionalitetsfaktoren (k_{TC}) og differencen mellem LS-faktorerne af to naboceller. De øvrige USLE-faktorer påvirker dog mængden af deponeret jord.

Deposition indsætter, hvis ($RKCP[k_{TC} LS_{i+1} - LS_i] < 0$), hvor i er en gridcelle og $i+1$ dens nabo. Med andre ord den rumlige fordeling af erosions- og depositionsområder er uafhængig af de ikke-topografiske USLE-faktorer.

Anvendelse af WaTEM

Erodibilitetsfaktoren, K, er nyberegnet på baggrund af det nye, danske teksturkort (Greve et al., 2008) og vha. pedotransferfunktionen af (Renard et al., 1996, p. 74). R-faktoren er tilpasset danske forhold ifølge (Leek and Olsen, 2000). Afgrødefaktoren (C) er sat til 0.3, svarende til vinterhvede, og erosionsbeskyttelse (P-faktor) til 1.

WaTEM-erosionsberegningen er et udtryk for den rumlige differentiering af potentialet for jorderosion ud fra topografiske og jordteksturmæssige forhold. Modellen håndterer alene vandets fordeling ved overfladeafstrømning - infiltration af vand i jorden indgår ikke i modellen. Da modellen ikke er kalibreret til danske forhold, kan den ikke anvendes til estimering af konkrete erosionsrater. De beregnede erosionsmængder er derfor inddelt i fire klasser: depositionsområder; lav ($0 - 0,5 \text{ tons ha}^{-1}$); mellem ($0,5 - 3,0 \text{ tons ha}^{-1}$); høj erosionsrisiko ($>3,0 \text{ tons ha}^{-1}$). På arealer med høj risiko vil der typisk findes tydelige spor af jorderosion i vinterkornafgrøder. Areal med mellem risiko anses for at være det umiddelbare bidragsareal mht. til jordmobilisering. Derfor betragtes både arealer med 'mellem' eller 'høj' risiko som erosionsrisikoområder og som det eroderede areal i forbindelse med fosforindekset. Erosionsrisikokortet er et raster, integer kort. Erosionsberegningen er foretaget indenfor markblokken, dvs. der blev anvendt en restriktion, der forhindrer stoftransport over markblokgrænsen. Modelleringen dækker hele markblokarealet i Danmark, lavbundsjord indbefattet.

Litteratur

- Desmet, P.J.J., Govers, G., 1996a. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation* 51: 427-433.
- Desmet, P.J.J., Govers, G., 1996b. Comparison of routing algorithms for digital elevation models and their implications for predicting ephemeral gullies. *Int. J. GIS* 10: 311-331.
- Greve, M.H., Greve, M.B., Bøcher, P.K., Balstrøm, T., Breuning-Madsen, H.B., Krogh, L., 2008. Generating a Danish raster-based topsoil property map combining choropleth maps and point information. *Danish Journal of Geography* 107: 1-12.
- Leek, R., Olsen, P., 2000. Modelling climatic erosivity as a factor for soil erosion in Denmark: changes and temporal trends. *Soil Use and Management* 16: 61-65.
- Moore, I.D., Burch, G.J., 1986. Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 1294-1298.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C. 1996. *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. Agriculture Handbook No. 703, 404 pp.
- Van Oost, K., Govers, G., Desmet, P.J.J., 2000. Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology* 15: 577-589.