



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

NOTAT

Dato: 14.09.2020

Saksnr.: 20/01109

Forskjellen på nytt og gammelt erosjonsrisikokart



Overflateavrenning og erosjon. Bilde: NIBIO.

Sigrun H. Kvernø, Robert Barneveld

Våren 2020, utviklet NIBIO, på oppdrag fra Landbruksdirektoratet nye kart for vurdering av erosjonsrisiko: ett kart som viser risiko for flateerosjon på jordoverflata og jordtap gjennom drenerør, og et annet kart som viser risiko for drågerosjon. Dette notatet beskriver metodiske forskjeller mellom nytt og gammelt erosjonsrisikokart, og belyser konsekvenser av disse forskjellene på arealfordeling av erosjonsrisikoklasser.



NIBIO

Bakgrunn

Erosjonsrisikokart for norske jordbruksarealer ble utviklet rundt 1990 ved NLH og NIJOS, basert på bakgrunnsdata for jordsmonnkart og en empirisk funksjon «Universal soil loss equation» (USLE, Wischmeier og Smith 1965; 1978), på norsk kalt «Den universelle jordtapslikningen». Den norske versjonen av jordtapslikningen ble utviklet basert på norske erosjonsmålinger (Hole 1988; Lundekvam 1990) og det ble gjort noen forenklinger. Jordtapslikningen ble opprinnelig tilpasset og kalibrert for et område på Romerike, med forutsetninger om samme klima som i dette området, konstant hellingslengde på 100 m, høstpløying, og ingen tiltak for å redusere erosjon. Den tilpassede likningen kunne dermed brukes for arealer innenfor Romerike-regionen til å beregne relativ erosjonsrisiko kun ut fra informasjon om jordegenskaper og hellingsgrad. Etter hvert ble det aktuelt å lage erosjonsrisikokart også for andre områder uten å ta hensyn til forskjeller i klima, og til slutt ble erosjonsrisikokart produsert fortløpende for alt jordsmonnskartlagt areal. I veileder for bruk av kartet ble forutsetninger og begrensninger beskrevet.

Erosjonsrisikokartene har i mange år vært et viktig grunnlag for landbruksforetak og forvaltning i forbindelse med bl.a. planlegging av tiltak mot erosjon og fosfortap. Utbetaling av tilskudd for erosjonstiltak har vært differensiert etter de ulike erosjonsrisikoklassene.

Opp gjennom årene har det kommet tilbakemeldinger fra brukerne om til dels store avvik mellom estimert og reell erosjonsrisiko, og ønsker om forbedringer. Dette omfatter:

- Forutsetningene om klima og konstant hellingslengde er ikke modifisert etter at likningen ble tatt i bruk for hele landet.
- Risiko for erosjon pga. konsentrert vannstrøm i søkk/forsenkninger (drågerosjon) er ikke inkludert
- Noen utfordringer i forhold til brukergrensesnitt og tilpasning til praktisk bruk.

I 2010 begynte arbeidet med å oppdatere erosjonsrisikokartet, basert på nye metoder og ny kunnskap. Med finansiering fra Landbruksdirektoratet har NIBIO utviklet et nytt hjelpemiddel for vurdering av erosjonsrisiko, bestående av to kart – ett som viser risiko for flateerosjon som følge av overflateavrenning og grøfteavrenning, og ett som viser risiko for konsentrert erosjon i søkk og forsenkninger (drågerosjon). Tidlig i prosessen ble fylkesmenn og landbruksrådgivningen involvert til å bidra med erfaringer og utfordringer med erosjonsrisikokartene. Det ble avgjort å erstatte «jordtapslikningen» med modellen PESERA – «Pan-European Soil Erosion Risk Assessment model» (Kirkby m.fl. 2008), som er tatt i bruk på Europeisk skala. Denne modellen beregner også bare flateerosjon, men ettersom erosjon i dråg antas å være en betydelig bidragsyter til total erosjon, ble det i tillegg utviklet en metode for å identifisere soner med potensiale for drågerosjon. Med ny og forbedret metode for beregning av erosjonsrisiko og større datagrunnlag for verifisering av modellresultater, er det naturlig nok forskjell i erosjonsrisiko framstilt i nytt og gammelt erosjonsrisikokart. Hovedforskjellene blir forklart i følgende avsnitt.



NIBIO

Forskjeller i metodikk

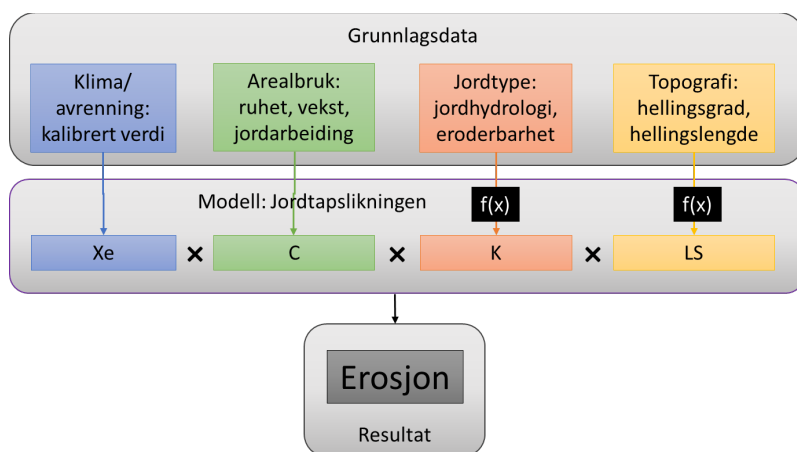
I tabellen under er de viktigste forskjellene mellom metodene bak gammelt og nytt kart for vurdering av erosjonsrisiko oppsummert. De enkelte faktorene diskuteres i større detalj i avsnittene under.

	Gammel metode	Ny metode
Modellkonsept	Enkel, empirisk likning	Prosessbasert simuleringsmodell
Erosjonsformer	Flateerosjon, fureerosjon, jordtap gjennom drenerør (men kalibrert på felt med drågerosjon)	Flateerosjon, fureerosjon, jordtap gjennom drenerør i ett kart, og drågerosjon i et annet kart
Jordtap gjennom drenerør	Semi-variabel = 4 konstanter basert på lite datagrunnlag	Variabel = formel basert på større datagrunnlag
Regional klimavariasjon	Konstant = ikke inkludert	Variabel = klimadata 1x1 km rutenett
Hellingsgrad	Variabel = midtverdi i feltbestemte klasser	Variabel = beregnet fra digital terrengmodell 10x10 m rutenett
Hellingslengde	Konstant = 100 m	Variabel = beregnet fra digital terrengmodell 10x10 m rutenett
Eroderbarhet	Variabel = formel	Variabel = modifisert formel
Skorpedannelse	Konstant = ikke inkludert	Variabel = formel
Hydrologiske egenskaper	Semi-variabel = to kalibrerte verdier + 6 konstanter for naturlig dreneringsgrad	Variabel = Jordtypespesifikke verdier for porøsitet, vannlagring, permeabilitet, etc.
Overflatetilstand	Konstant = én verdi som representerer vårkorn med høstpløying	Variabel = sesongvariasjon i overflateruhet og plantedekke representativt for vårkorn med høstpløying
Kalibreringsfelt	Hovedsakelig ett felt + noe info fra to nedbørfelt;	Syv felt for jordtap på overflata og 14 felt for jordtap gjennom drenerør, + noe info fra JOVA-nedbørfelt;
Kalibreringsperiode	1984-1988	1984-2013, varierer mellom felt

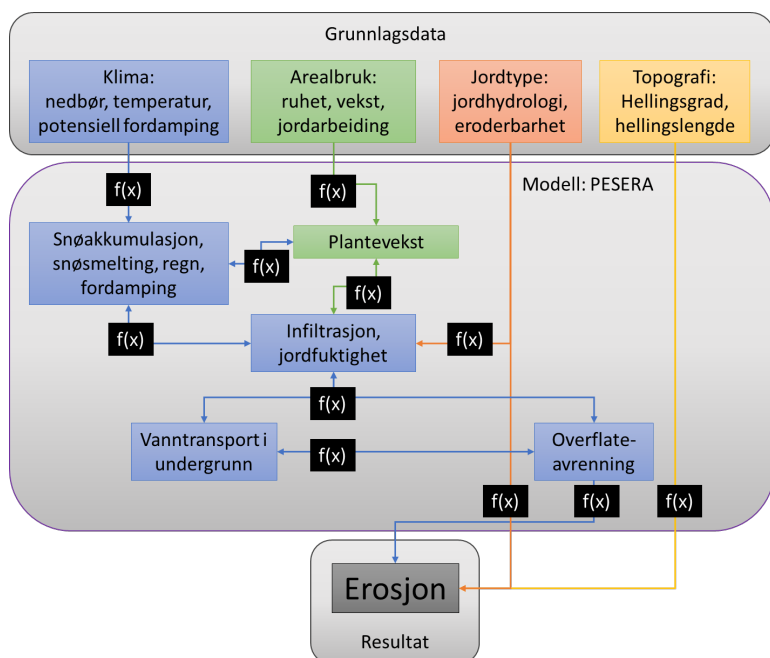
Modelltilnærming

Nytt og gammelt erosjonsrisikokart er framstilt ut fra resultatene av grunnleggende forskjellige beregningsmetoder. Mens den gamle metoden for å beregne flateerosjon, jordtapslikningen, er en enkel, empirisk likning der faktorer multipliseres med hverandre, er den nye metoden, PESERA, prosessorientert, dvs. at den framstiller og simulerer selve prosessene som driver erosjonen: nedbør og snøsmelting blir til infiltrasjon og overflateavrenning, der sistnevnte river med seg og transporterer jordpartikler. En fysisk basert modell blir mer «robust» i den forstand at prosessene er universelle, de virker på samme måte uansett hvor i verden man befinner seg. Teoretisk sett skal en slik modell gi mindre usikkerhet i resultatene når modellen brukes i områder der en har lite

måledata å støtte seg på. Figurene under viser skjematisk oversikt over metodikk i gammel og ny modell.



Flyttdiagram for norsk versjon av jordtapslikningen, og faktorene som inngår. $F(x)$ representerer enkle empiriske funksjoner. X_e kan anta to verdier, 224 kg/daa for ikke planert eller 700 kg/daa for planert jord, og er basert på kalibrering mot klima og avrenningsdata fra ett felt på Romerike. C er konstant = 1, som representerer vårkorn med høstpløying. K er eroderbarhet. S er hellingsgrad i %. Hellingslengde L er konstant = 100 m.



Flyttdiagram for PESERA. $F(x)$ symboliserer komplekse, fysisk baserte og/eller enklere empiriske funksjoner.



NIBIO

Erosjonsformer

Jordtapslikningen er en modell som per definisjon beregner kun flateerosjon og riller i ploglaget. Kalibreringsdataene som er brukt ved tilpasning av jordtapslikningen til norske forhold, kommer imidlertid fra et felt, Holt på Romerike, som i enkeltår har drågerosjon, og kildene oppgir ingen informasjon om forekomsten av drågerosjon i årene (1984-1988) som kalibreringen er basert på. Dette gir stor usikkerhet mht. hvilke prosesser kartet egentlig representerer. Flateerosjon og drågerosjon har behov for litt ulike tiltak, noe dette kartet ikke kan brukes til å vurdere fordi dråg ikke er stedfestet i kartet.

PESERA er også en modell som beregner kun flateerosjon. Kalibreringsdataene som er brukt ved tilpasning og kalibrering av PESERA til norske forhold kommer fra syv rutefelt som ikke har drågerosjon: Øsaker, Askim, Bjørnebekk, Syverud, Hellerud, Apelsvoll og Bye. Kartet som er basert på beregningene av jordtap i PESERA, representerer dermed kun forbedrede beregninger av risiko for flateerosjon. I tillegg er det laget et eget kart som viser linjer i terrenget der det forventes å kunne være risiko for drågerosjon. Det er foreløpig ikke knyttet kvantitative størrelser (f.eks. erosjonsrisikoklasser) til dette drågerosjonskartet, da dagens empiriske tallgrunnlag er for tynt til at det er faglig forsvarlig å gjøre det. Med ett kart for flateerosjon og et eget kart for drågerosjon kan brukerne bli bedre i stand til å målrette tiltak.

Jordtap gjennom drenerør

Både gammelt og nytt erosjonsrisikokart inkluderer jordtap gjennom drenerør i kartfigurer som ifølge jordklassifikasjonen ikke er selvdrenert. Det er forskjell på metodene som er brukt for å tallfeste jordtapet: I det gamle erosjonsrisikokartet ble jordtap gjennom drenerør beregnet vha. et fåtall konstante verdier (koeffisienter) som var avhengige av jordart og naturlig dreneringsgrad i jorda. I det nye erosjonsrisikokartet er det inkludert en ny modell for beregning av jordtap gjennom drenerør som tar hensyn til flere faktorer (avrenningsmengde, topografi, eroderbarhet), og funksjonen er basert på et betydelig større empirisk datagrunnlag fra Norge enn de tidligere brukte koeffisientene.

Klima- og avrenningsforhold

Jordtapslikningen representerer vær- og avrenningsforhold i en hydrologifaktor, og denne faktoren kan anta, én verdi for planert jord, og en annen verdi for ikke planert jord. Faktoren representerer et gjennomsnitt for flere år. De to verdiene for hydrologifaktoren framkom ved å kalibrere modellen mot måledata fra feltet Holt på Romerike, samlet inn i perioden 1984-1988. Det ble ikke gjort noen tilpasninger for å korrigere for regionale klimaforskjeller. Erosjonsrisiko som ble beregnet med denne modellen er derfor i prinsippet kun gyldig for klima- og avrenningsforhold tilsvarende det man har på areal tilsvarende Holt-feltet på Romerike, og kan være over- eller underestimert i andre områder.



NIBIO

Den nye modellen simulerer månedlig overflateavrenning ved å bruke døgnverdier, aggregert til månedsverdier i gjennomsnitt for perioden 1980-2010, for nedbør, lufttemperatur og fordamping, som drivende data. Disse dataene har vi hentet fra landsdekkende kart med en oppløsning på 1x1 km for nedbør og temperatur, og 100x100 m for fordamping. Kartene er fra hhv. Meteorologisk institutt og NASA (MODIS). Modellen simulerer per «gjennomsnittsmåned» at nedbør infiltrerer, mens diverse egenskaper ved jordoverflata og jordprofilet, samt plantedekket, bestemmer om det blir et vannoverskudd som kan renne av på overflata. Modellen simulerer også akkumulering og smelting av snø, og sistnevnte prosess vil også medføre overflateavrenning. I vintermånedene simulerer modellen, basert på lufttemperatur, også tele i jorda, og tele hemmer infiltrasjonen og gir overflateavrenning. Sluttproduktet fra modellen er månedlig avrenning (sum av nedbør og snøsmelting) og månedlig jordtap (i gjennomsnitt for 1980-2010) som så summeres til en årlig verdi for jordtap som deles i erosjonsrisikoklasser og framstilles i erosjonsrisikokartet.

Topografiske forhold

I jordtapslikningen er det brukt klasser for hellingsgrad registrert i felt ved jordsmonnskartlegging og konstant (representativ/ gjennomsnittlig) hellingslengde på 100 m. Sistnevnte kan føre til overestimering av erosjonen på kortere hellinger og underestimering på lengre hellinger. I den nye modellen beregnes både hellingsgrad og hellingslengde ut fra en digital terrengmodell med 10x10 m oppløsning, og reell hellingslengde brukes i stedet for en konstant hellingslengde.

Jordegenskaper

Begge kart benytter informasjon som ligger i den nasjonale jorddatabasen, men den nye modellen utnytter betydelig mer av disse dataene enn den gamle modellen.

I jordtapslikningen brukes kun to parametre fra jorddatabasen til å representere *hydrologiske forhold*: naturlig dreneringsgrad, og om det er planert eller ikke. Hydrologien i PESERA er mer komplekst beskrevet, og det er flere hydrologiske modellparametre som avledes fra jorddataene i jorddatabasen: porevolum, vannlagringsevne og plantetilgjengelig vann i alle lag i jordprofilet, samt en faktor for vannstrømning i jord. Effekt av bakkeplanering på hydrologiske forhold ivaretas i PESERA gjennom spesifikk justering av de hydrologiske modellparameterne.

Jordas *eroderbarhet*, som er et mål på jordas grunnleggende utsatthet for løsrivelse og transport av partikler, er også noe forskjellig representert i jordtapslikningen og PESERA, men vi har brukt samme formel for eroderbarhet som grunnlag. Til bruk i PESERA er det imidlertid gjort visse justeringer i hvordan jorddataene brukes i formelen for å skille mer mellom ulike jordarter og ulike nivåer av moldinnhold. Helt spesifikt medfører dette bl.a. lavere eroderbarhet på morenejord og høyere eroderbarhet på moldfattig jord (bl.a. planert jord) i ny modell enn i gammel modell.

PESERA inkluderer også en faktor for «skorpedannelse» som brukes til å beregne effekten av at jordoverflata tettes av sedimenter ved at strukturen brytes ned av regndråper på bar jord. Denne inngår ikke i jordtapslikningen.



NIBIO

Overflatetilstand

Både jordtapslikningen og PESERA representerer vårkorn med høstpløying som standard overflatetilstand. Mens dette kun er representert ved en enkelt faktor (ett tall) i jordtapslikningen, er det mer komplekst representert i PESERA, der effekten av overflatetilstanden på avrenning og erosjon simuleres på månedlig basis. Overflatetilstanden er representert ved informasjon om når det er sådd, høstet og jordarbeidet, i form av generelle gjennomsnittsverdier, og hvordan plantedeckket og overflateruheten endrer seg fra måned til måned.

Landskapsprosesser

Både gammelt og nytt kart framstiller risiko for erosjon i individuelle kartfigurer, og ikke risiko for at partikler transporteres fra en teig til enn annen, eller til nærmeste bekk. Nytt kart inneholder imidlertid noen elementer av sammenheng mellom enheter, ved at hellingslengde og dråglinjer beregnes ut fra alt oppstrøms areal, og krysser kartfigurer. Sedimentasjon (avsetning av eroderte partikler) beregnes ikke i verken gammel eller ny modell.

Verifisering av modellen

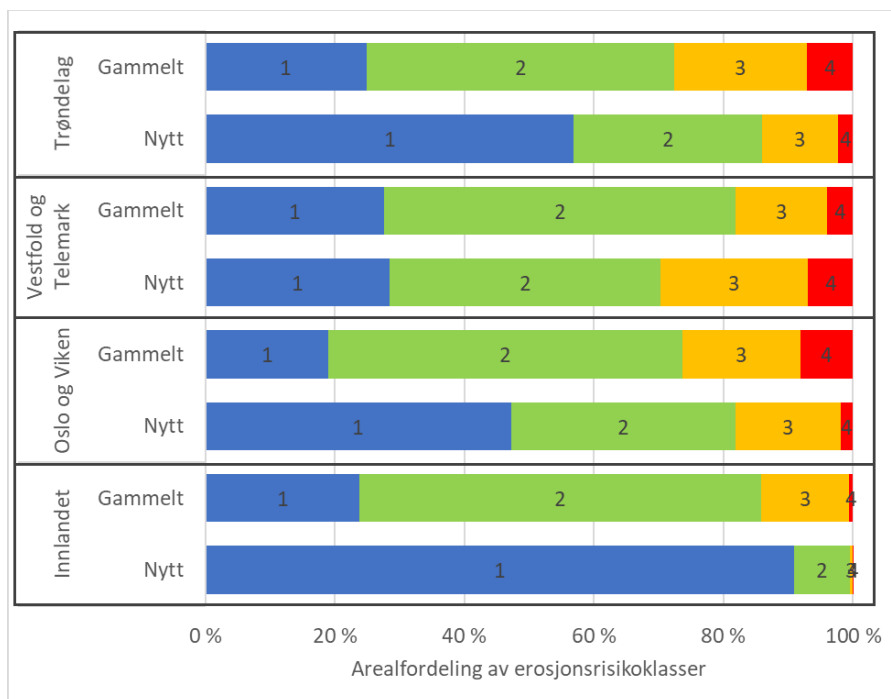
Jordtapslikningen ble utviklet ved å sammenlikne resultatene fra likningen med måledata fra hovedsakelig ett lite nedbørfelt med planert leirjord på Romerike. PESERA er testet og videreutviklet ved å sammenlikne med måledata fra syv rutefelt på Østlandet, både på leirjord og morenejord, og både planert og ikke planert jord. Enda flere felt danner grunnlaget for funksjonen som beregner jordtap gjennom drenerør. Data fra større nedbørfelt som inngår i [Program for jord- og vannovervåking i landbruket \(JOVA\)](#), er også brukt til å vurdere valg av tilnærming for å beregne effekt av hellingslengde.

Konsekvenser av å erstatte gammel metode med ny metode

Ved sammenlikning av fordeling mellom erosjonsrisikoklasser i det gamle og det nye erosjonsrisikokartet (samme grenseverdier for klasseinndeling er brukt), finner vi at erosjonsrisiko jevnt over går *ned* på mye av jordbruksarealet som er kartlagt. På landsbasis øker arealet med erosjonsrisikoklasse 1 (<50 kg/daa), mens arealet i klasse 2-4 blir redusert. Brutt ned på fylkesnivå gjelder det samme for kornfylkene Viken, Trøndelag og Innlandet, med særlig store endringer i Innlandet, der mesteparten av kornarealet klassifiseres i klasse 1 i nytt kart. I kornfylket Vestfold og Telemark er det derimot noe større areal av klasse 3 og 4 i nytt kart, mindre areal i klasse 2 og omtrent samme areal i klasse 1. Områder som er dominert av grasproduksjon har lite kartlagt areal, og statistikken blir derfor usikker. På bakgrunn av de tallene som foreligger ser det ut til at det i det nye kartet er redusert areal i klasse 1 og økt areal i klasse 2-4 i på Sørlandet og Vestlandet, og motsatt i Nord-Norge.

Årsakene til forskjellene i fordeling av erosjonsrisikoklasser henger sammen med forskjeller i metoder og datagrunnlag som er beskrevet over. Det er tydelig at regionale klimadata gir regionale forskjeller i erosjonsrisiko. Sammenlikningen her forutsetter at både gammelt og nytt

erosjonsrisikokart representerer kun flateerosjon. For det gamle erosjonsrisikokartet er det uklart om det er tilfelle, ettersom jordtapslikningen er kalibrert mot måldata fra et felt der det kan ha vært drågerosjon i måleperioden.



Fordeling av erosjonsrisikoklasser i gammelt og nytt erosjonsrisikokart, for fylkene med de største kornproduksjonsarealene.

Mens en tidligere kun hadde ett kart å forholde seg til, er det nå to – flateerosjonskartet og drågerosjonskartet. Tanken bak er at det er hensiktsmessig å skille prosessene fordi man per i dag har bedre grunnlag for tallfesting av risiko for flateerosjon, mens det mangler data for nivå på drågerosjon, og fordi det blir lettere å målrette tiltakene.

Les mer:

Kart for vurdering av erosjonsrisiko på jordbruksareal i Norge: metoder, forutsetninger og bruk

Litteratur

Hole, J., 1988. Primær rapport om Stofftapsmodell Brukt på Jæren og Romerike. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS), Ås.

Kirkby, M.J., Irvine, B.J., Jones, R.J.A., Govers, G., og PESERA team, 2008. The PESERA coarse scale erosion model for Europe. Model rationale and implementation. European Journal of Soil Science 59 (6), s. 1293-1306.

Lundekvam, H., 1990. Open åker og erosjonsproblem. Sammendrag. Foredrag ved Konferansen om Landbrukspolitikk og Miljøforvaltning i Drammen 30.-31. januar 1990.



NIBIO

Wischmeier, W.H. og Smith, D.D., 1965. Prediction Rainfall Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains: A Guide for Selection of Practices for Soil and Water Conservation. Agricultural Handbook, No. 282, 47 s.

Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Science, US Department of Agriculture Handbook, No. 537, Washington DC.