

Förslag till vägledning för dimensionering av detaljvattning av jordbruksmark

Ingrid Wesström och Abraham Joel, Institutionen för mark och miljö, SLU.

2016-09-28

Inledning

Jordbruksverket ska på uppdrag av regeringen genomföra en kartläggning av vilka åtgärder som krävs för att klara avvattningen av jordbruksmark i ett förändrat klimat. Ett första steg är att ta fram ett förslag på en metodik för kartläggningen. Därefter ska själva kartläggningen genomföras.

En del i arbetet är att fram en rikstäckande vägledning för beräkning av dimensionerande flöden för detaljvattningen i nuvarande och framtida klimat. Med detaljvattning avser vi system som avleder vatten i från arealer mindre än 500 ha, dvs. täckdikessystem och mindre öppna diken.

Vilka parametrar behövs för beräkning av dimensionerande flöde?

Det vi behöver är flödesdata från mindre avrinningsområden utan hårdgjorda ytor dvs. jordbruksmark, skog, sjöar och våtmarker. Vi behöver även kunna hantera avrinningsområden där delar är exploaterade (bebyggelse och hårdgjorda ytor). Med mindre avrinningsområden avser vi områden under 500 ha. Ett krav är att det ska finnas tillgång till mätserier med flödesdata för kalibrering och validering.

Sveriges jordbruksmark är indelat i åtta produktionsområden. Indelningen grundar sig på de naturliga förutsättningarna för odling. För att dela in Sverige i områden med liknanden klimatförhållande kan man utgå ifrån indelningen av produktionsområden (SCB, 2001). Dessa områden kommer att analyseras var för sig. För att säkra tillgången på kalibrerings- och valideringsdata kommer i första hand områden som ingår i Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram för jordbruksmark att ingå i kartläggningen.

Miljöövervakningsprogrammet består av två delar "Typområden på jordbruksmark" (JRK) och "Observationsfält på åkermark". Inom programmet mäts avrinning och vattenkvalitet kontinuerligt vid ett rikstäckande nät av mätstationer varifrån långa tidsserier av mätdata av avrinning och vattenkvalitet finns tillgängliga.

Rationella metoden

Det finns olika metoder för att beräkna dimensionerande flödet. Den vanligaste metoden är den rationella metoden som är ett sätt att göra överslagsberäkningar av maximala flöden. Rationella metoden kan användas i små, rektangulära områden med likartade rinntider inom hela området (Svenskt Vatten, 2004). Metoden kommer i detta projekt att användas för att ta fram dimensionerande flöden för mindre avrinningsområden.

I metoden beräknas det dimensionerande flödet q_{dim} (l/s) enligt ekvation 1;

$$q_{dim} = \varphi \cdot A \cdot i(T_r) \quad (1)$$

Där φ är avrinningskoefficient (-), A är area (ha) samt $i(T_r)$ är regnintensitet (liter/s, ha) (Svenskt Vatten, 2004).

I ekvation 1 ingår avrinningskoefficienter som tar hänsyn till att olika typer av markytor ger olika stor maximal avrinning. För ett område som innehåller flera avrinningskoefficienter sammanvägs dessa till en avrinningskoefficient.

Regnintensiteten beror av det dimensionerande regnets varaktighet T_r samt den valda dimensionerande återkomsttiden \hat{A} . För svenska förhållanden rekommenderar man att använda Dahlströms ekvation (2) (Dahlström, 2010) (Svenskt Vatten, 2011). Ekvationen kan användas för att beräkna regnintensiteten för en varaktighet upp till 1 dygn och med återkomsttider upp till 100 år.

$$i(T_r) = 190 \sqrt[3]{\frac{\hat{A} \ln T_r}{T_r^{0.98}}} + 2 \quad (2)$$

Dahlströms ekvation giltig för en regnvaraktighet på mellan 5 minuter till 24 timmar samt för återkomsttider mellan 1 månad och 10 år. Den kan dock ge acceptabla approximationer upp till 20 års återkomsttid (Trafikverket, 2014).

SCS-curve number metod

I detta projekt kommer SCS-curve number metoden att användas för att fram de avrinningskoefficienter som behövs vid beräkning av dimensionerande flöde. SCS-curve number (CN) är en empirisk parameter som används inom hydrologin för att förutse ytavrinning eller infiltration från ett givet nederbördsöverskott. Metoden utvecklades av USDA Natural Resource Conservation Services. ”CN-metoden” är framtagen genom en empirisk analys av avrinning från små avrinningsområden och sluttningar som övervakas av USDA. Metoden är allmänt använd och är en effektiv metod för att bestämma den ungefärliga mängden direkt avrinning genererad från ett regntillfälle inom ett visst område. Kurvnumret bygger på områdets jordartstyp, markanvändning, odlingsåtgärder och hydrologiska förutsättningar. Simuleringarna baseras dels på fasta värden för olika marktäckan (inklusive byggnader och vegetation), jordart och markfuktighet, dels på nederbördsdata utifrån svenska klimatförhållanden.

Eftersom det är regn, med en lång varaktighet på 1 till 3 dygn som skapar problem för dagens dräneringssystem i jordbrukslandskapet, bör nederbörd med detta tidsintervall simuleras.

Vi behöver kunna ta fram data för nuvarande och framtida klimat (fram till år 2100) i form av dygnsvärden på lufttemperatur, nederbörd och potentiell evapotranspiration.

Förslag till disposition av vägledningen

Den primära målsättningen är att utveckla en utvärderingsmetodik som kan belysa frågor om hur mark- och vattenresursanvändning inom jordbrukssektorn kommer att påverkas vid olika framtida klimatscenarier och eventuell ändrad produktionsinriktning. De specifika målsättningarna med projektet är att:

- undersöka hur vegetationsperiodens längd och skördeutfall kan komma att påverkas i ett framtida klimat i de olika produktionsområdena
- ge förslag på optimala dikesavstånd för olika typjordar som kan säkerställa framtida behov utifrån simulerad avrinning för olika klimatförändringsscenarier. Ingen hänsyn kommer att tas till eventuella framtida förändringar i markfysikaliska parametrar eller förändrad markanvändning

Förslag till program för att genomföra arbetet

För att kunna uppskatta hur möjliga effekter av klimatförändringar kan komma att påverka produktionsförutsättningar för jordbruket i olika delar av Sverige behövs en nedskalning av klimatdata till

avrinningsområdesnivå. Vidare behövs en koppling till modeller som kan simulera hur hydrologin kan komma att påverkas av de olika framtida klimatscenarier och vilka effekter det kan få på skördeutfall och växtnärläckage. För att kunna göra rimliga uppskattningar och föreslå eventuella åtgärder måste beräkningarna kunna inkludera förutom klimatdata, även plats specifika förutsättningar så som markfysikalisk och kemisk data, vattenreglerande åtgärder samt övriga odlingsåtgärder.

Hydrologiska modeller är värdefulla verktyg vid planering av vattenresursanvändning. Trots att många modeller använder samlingsparametrar och därmed förutsätter att det inte finns några rumsliga variationer i landskapet, har de förmåga att fånga förändringar över tiden. I denna undersökning kommer en modell för hydrologi- och transportsimulering, DRAINMOD (Skaggs, 1978), att användas för att simulera vattentransport i landskapet och för att bestämma *dräneringsbehov, vegetationsperiodens längd och skördeutfall*. Simulering av vattenflöden vid olika klimatförhållande kommer att utföras. Olika jordarter, grödor och odlingsystem kommer att utvärderas.

Utöver det ovan beskrivna kommer vi att arbeta med att identifiera möjliga åtgärder som kan komma att behövas för att klimatanpassa dräneringssystem i de olika typområdena. Ett exempel på detta är rekommendationer för optimalt avstånd mellan dräneringsledningar för olika jordarter.

Dräneringsbehov

DRAINMOD (Skaggs, 1978) använder funktionella algoritmer för att uppskatta de hydrologiska komponenterna i jordar med en hög grundvattenyta. Modellen beräknar en vattenbalans för en jordprofil, belägen mellan två dräneringsledningar, som sträcker sig från markytan ned till ett ogenomsläppligt lager. Vattenbalansen inkluderar beräkningar av ändringar i luftfylld porvolym som uppstår vid yt- och grundvattenavrinning, infiltration och evapotranspiration.

Modellen utvecklades för att utforma och utvärdera olika sorters dränerings- och bevattningssystem. Inom detta projekt kommer modellen att användas för att utvärdera dagens riktlinjer för dräneringsavstånd med avseende på optimala markvattenhalter för odling med minimal miljöpåverkan för olika typjordar och växtföljder. Eventuella förändringar av framtida behov av dränering kommer att utvärderas utifrån simulerad avrinning och variationer av markvatteninnehåll under året för olika klimatförändringsscenarier.

Vegetationsperiodens längd och skördeutfall

DRAINMOD kan också användas för att utvärdera effekter av olika dränerings- och bevattningssystem på skörden. Modellen relaterar markvattenstatus till grödan utifrån effektivt rottdjup genom parametrar för torkstress, blöta förhållanden och skörd (Hardjoamidjojo & Skaggs, 1982; Evans et al., 1991). Markbärighet och datum för sådd och skörd kan förutses och därmed vegetationsperiodens längd. Stress-dagarsindex (Hiler, 1969) används för att beräkna hur skörden har påverkats av ett överskott respektive underskott av markvatten under odlings säsongen. Simuleringar kommer att utföras med grödor som ingår i nuvarande vanligt förekommande växtföljder i de olika typområdena samt för varje typområde med tänkbara nya grödor om framtida klimatförutsättningar ändras.

Data och validering av data

De viktigaste indata till DRAINMOD är klimatdata, markfysikaliska parametrar, grödparametrar och uppgifter om vattenregleringssystem. I denna undersökning kommer historiska klimatdata att analyseras och jämföras med data för ett framtida klimatscenario. Klimatdata från SMHI kommer att användas för beräkning av vattenbalanser, skördeutfall och optimala dräneringsförhållande under perioden 1961-1990.

För framtidsscenarioet kommer i första hand klimatdata framtagen genom beräkningar av SMHI, Rossby Centre att användas. I andra hand kommer framtida klimatdata att generas med hjälp av LARS-WG som är en modell som simulerar tidsserier av dagliga klimatdata från en specifik plats (Semenov & Stratonovitch, 2010). Modellen kan användas för att;

- skapa långa tidsserier, lämpliga för jordbruks- och hydrologiska riskbedömningar
- utvidga simulering av väderlek för platser där det inte finns uppmätta klimatdata
- ta fram dagliga platsspecifika klimatscenarier för konsekvensbedömningar av klimatförändringarna

LARS-WG version 5.0 innehåller klimatscenarier baserade på 15 olika globala klimatmodeller (GCMs) som har använts i IPCC 4AR (2007). Detta stora dataset för framtida klimatprognoserna har tagits fram av ledande modelleringsgrupper över hela världen som utförde en uppsättning samordnade klimatexperiment i vilka GCMs har körts för en gemensam uppsättning av experiment och utsläppsscenarioer. Multi-modelluppsättningar gör det möjligt att utvärdera osäkerheten i klimatförutsägelser orsakade av strukturella skillnader i de globala klimatmodellerna samt osäkerheten beroende av variationer i initiala villkor eller modellparametrar. LARS-WG kan också simulera extrema väderhändelser, så som extrema dagliga nederbördsmängder, längre perioder av torra och värmeböljor. Modellen har kalibrerats för diverse klimatzoner i olika delar av världen.

Dagliga värden på nederbörd och temperatur kommer att bearbetas till DRAINMOD format. Dagliga värden kommer att interpoleras till timvärden som ska användas vid simulering. Dagliga max- och minvärden av temperatur kommer att användas för beräkning av potentiell evapotranspiration genom Thornwaite's metod som finns inbyggd i modellen.

Dominerande jordarter inom de 18 produktionsområdena kommer att bli parameteriserade var för sig. Markfysikaliska egenskaper kommer att hämtas från en Geodatabas som innehåller en sammanställning av markfysikaliska undersökningar av i dagsläget 190 svenska jordprofiler. Information finns om jordartsklassning för matjord och alv, markfysikalisk analysdata samt fördjupad information om provtagningsplatsen, så som profilbeskrivning och geologiskt ursprung (Wesström & Joel, 2012). Simuleringar kommer att utföras för de allmänt förekommande växtföljderna i varje produktionsområde. Uppskattad avrinning kommer att jämföras med uppmätta värden vid mätstationerna i Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram.

Bedömning av kostnader för att genomföra arbetet

I dagsläget är det svårt att göra en kostnadskalkyl då vi inte har en bestämd uppfattning om arbetets omfattning. Omfattningen på arbetet kan justeras efter tillgängliga medel.

Förslag till tidplan

Projektet uppskattas att ta ett år. Arbetet kommer att utföras på följande sätt:

Etapp 1. Definiera arbetsprinciper, val av avrinningsområden, insamling av data, utformning av en hydrologisk databas, simulering av data.

Etapp 2. Fortsatt arbetet med hydrologisk databas, databearbetning, simulering av data, eventuellt enkätarbete och rapportering av preliminära resultat.

Etapp 3. Enkät-sammanställning, datasimulering och validering av erhållna resultat, utvärdering av metodologi. Sammanställning och presentation av erhållna resultat i en rapport.

Litteratur

- Dahlström, B. 2010 Regnintensitet - en molnfysikalisk betraktelse. Rapport nr. 2010-5. Svenskt vatten.
- Elmquist, T. 2014. Drainage of Agricultural Land, Final. Swedish Official Statistics. JO 10 SM 1401. Swedish Board of Agriculture, 37 pp.
- Evans, R.O, Skaggs, R.W. & Sneed, R.E. 1991. Stress day index models to predict corn and soybean relative yield under high water table conditions. Transactions of the ASEA. 34(5):1997-2005.
- Hardjoamidjojo, S. & Skaggs, R.W. 1982. Predicting the effects of drainage systems on corn yields [DRAINMOD]. Agricultural Water Management. 5(2):127-144.
- Hiler, E.A. 1969. Quantitative evaluation of crop drainage requirement. Trans. ASEA 12, 499-505.
- SCB, 2001. Jordbruksstatistik årsbok 2001. Statistiska centralbyrån, Örebro.
- Semenov, M. & Stratonovitch, P. 2010. Use of multi-model ensembles from global climate models for assessment of climate change impacts. Climate Research, 41: 1–14.
- Skaggs, R.W. 1978. A water management model for shallow water table soils. Technical Report 134. Water Resource Research Institute, University of North Carolina, Raleigh, NC. 178 pp.
- Svenskt vatten, 2004. Dimensionering av allmänna avloppsledningar. Publikation P90. Stockholm: Svenskt vatten. ISSN nr 1651-4947.
- Svenskt vatten, 2011. Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem. Publikation P104. Stockholm: Svenskt vatten. ISSN nr 1651-4947.
- Trafikverket, 2014. Avvattnings teknisk dimensionering och utformning. MB 310. TDOK 2014: 0051.
- Wesström, I. & Joel, A. 2012. En GIS-databas för hydrauliska egenskaper på svenska åkerjordar. Slutrapport KSLA: 002-0159.