



SADEMETEPUUDUS JA PÕUD

Kuus nädalat ei tulnud vihma. Päike tõusis, põletas ja läks looja. Inimeste silmad vaatasid taevakaartele ning ootasid asjata pilve. Tõustes oli päike punane kui veretükk, tuli alles kella kuue ajal nähtavale ja kadus öhtul samal ajal. Ei olnud varju kui ta paistis, ei säranud hommikuti kastepisarad rohuvartel. Kuiv põuaudu loor rippus maa kohal. Mudaloikude põhjad lõhkesid kuumusest ning konnad surid jannu. (F. Tuglas, "Jumala saar")

Põua aegu noorel kuul pole vihma oodata, enne kui järgmise vana kuu aegu. Kuu vananemine toob endaga kaasa ka ilmade muudatust (Setumaa, 1938).

PÕUA TEKKIMISE PÕHJUSTEST

Põua algpõhjus on sademetepuudus. Põua mõju inimesele ning teda ümbritsevale keskkonnale oleneb veepuuduse tekkimise ajast ja kestusest, võrrelduna vee reservide, vajaduse ja kasutuse intensiivsusega. Põuda esineb peaaegu igal pool maailmas, kuid seda iseloomustavad näitajad on väga erinevad.

Kui enamik loodusõnnetusi tekib äkki, kujuneb põud pikema aja vältel. Tema kujunemise aega ning püsimise kestust võib mõõta nädalate ja kuudega, mõnes paigas aga isegi aastatega.

Sademetepuudus ja sellest tekkinud põud ohustab looduseskeskkonna veega varustamist ja veega seotud majandusharusid. Põua hal-

veneb sageli ka vee kvaliteet, sest mitmed lisandid võivad imbuda põhjavette. Inimesed suurendavad tihti põua kahjulikku mõju, kasutades niigi nappi veevaru ebaotstarbekalt. Põud tekitab ühtmoodi kahju nii arenenud riikidele kui ka arengumaadele.

Sademetepuuduse kõrval on teine põuda tekitav meteoroloogiline tegur normaalsest kõrgem õhutemperatuur, sest see suurendab auramisel tekkivat veekadu. Ka tugevad tuuled ja madal õhuniiskus võivad põuda soodustada.

Eristatakse meteoroloogilist, agrometeoroloogilist, hüdroloogilist ja sotsiaalökonoomilist põuda.

METEOROLOOGILINE JA AGROMETEOROLOOGILINE PÕUD

Meteoroloogilise põua kriteeriumid hindavad tavaliselt mingi perioodi sademete hulka, võrrelduna normaalse ehk keskmise sademete hulgaga. Meteoroloogilise põua kriteeriumide ületamine on põua esimeseks tunnuseks. Meteoroloogilise põua määratlused on tavaliselt spetsiifilised kindlale piirkonnale ja üks osa regionaalse kliima iseloomustusest. Seepärast ei saa ka kasutada ühtset põua definitsiooni.

Agrometeoroloogiline põud tekib siis, kui põllul ei jätku taimedele küllaldaselt mullavett. Kui see juhtub taime jaoks eriti tundlikus arengufaasis, on saagikaod väga suured, äärmisel juhul saak ikaldub. Agrometeoroloogiline põud tekib meteoroloogilise põua ajal, kui sademetepuudus on tekitanud mullavee puuduse. Taimekasvatus

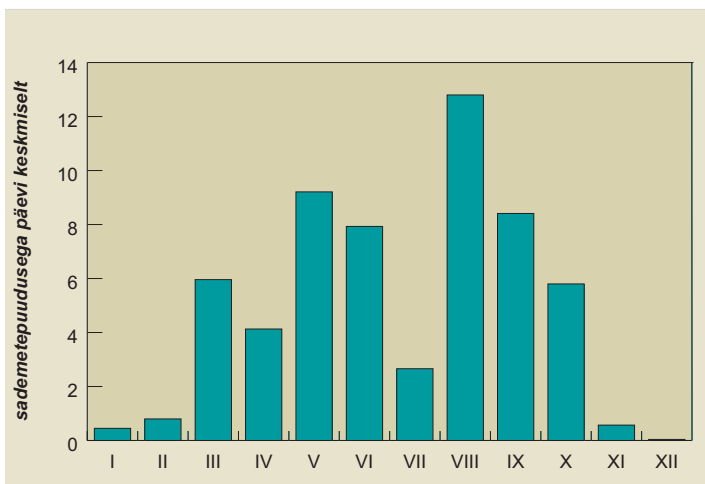
on tavaliselt esimene põua mõjustatud majandusharu. Taimed omastavad vaid osa sademeveest, suur osa voolab või aurab mullapinnalt ära. Nõrga saju korral aurab vesi juba lehtedelt ja tugeva taimkatte korral muld ei niiskugi. Ülejäänud sademevee imbumine mulda oleneb maapinna kallakusest ja taimedega kaetusest. Taimede seisukohalt on eriti oluline sademete ajaline jaotumus, mis maailma paljudes piirkondades ongi taimkatet määrav tegur. Määrav on sademete hulk vegetatsiooniperioodil. Samas võivad ka talvised sademed, mida sageli mõõdab ladestunud lume kõrgus ning põhjavee tase, olla olulised, sest nad täiendavad kevadisi mullavee varusid ja määravad taimede kasvutingimused vegetatsiooniperioodi algul.



Põud viljapõllul.



Põud kartulipõllul.



Joonis 66. Sademetepuudusega päevade keskmine arv ühe meteoroloogijaama kohta kuus aastatel 1961–2006.

Figure 66. The monthly average number of days without precipitation per meteorological station in 1961–2006.

Eestis on lumikattest tulnud mullavee varude suurus oluline siis, kui suve esimene pool on sademetevaene. On piirkondi, kus see on väga oluline – näiteks Turkmeenia kõrbes oleneb kevadine taimekasv täielikult talvisest sademete hulgast. Troopikas jaguneb aasta kuiva- ja vihmaperioodiks, millel on sama tähendus kui parasvöötmes sooja- ja külmaperioodil.

Eestis tekib agrometeoroloogiline põud siis, kui vegetatsiooniperioodil puuduvad keskmiselt 10 päeva või kauem sademed või neid on äärmiselt vähe, seda enamasti kõrge temperatuuri taustal. Ainult sademete järgi otsustades kujuneb suvekuu kuivaks, kui sademete hulk on alla 60%, ja väga kuivaks enamasti siis, kui sademeteid on alla 35% vastava kuu paljude aastate keskmisest hulgast.

HÜDROLOOGILINE PÕUD

Hüdroloogiline põud viitab pinna- ja pinnasevee puudusele. Seda mõeldakse jõgede vooluhulgaga ning järvede ja reservuaaride veeseisu ja põhjavee taseme järgi. Sademetepuuduse ja vooluhulga vähenemise ning veetaseme languse vahele jääb alati mingi ajavahemik. Seega ei ole hüdroloogilised näitajad kõige esimesed põua indikaatorid. Hüdroloogiline põud tekib ainult siis, kui pikema aja-

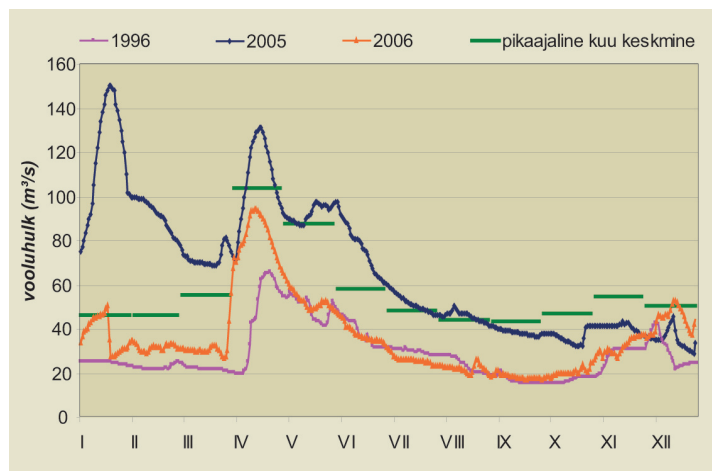
Ohtlikuks põua kriteeriumiks on vihma puudumine vegetatsiooniperioodil 20 päeva jooksul. Sellise olukorra kestmisel võib koguneda valitsuse põuakomisjon, nagu näiteks 2002. aastal. See oli erakordne põua-aasta. Alates 1961. aastast ei ole olnud nii palju sademetepuudusega päevi kui 2002. aasta suvel ja seda taimede vegetatsioonile olulisel ajal – augustis, mitme ilmajaama andmeil ka juunis. Mõnes jaamas (nt Valgas) ei registreeritud 2002. aasta augustis üldse sademeteid. Pikk põud viis siis põllumeeste rahakotist miljonid.

2006. aasta jääb sademetenappuse poolest alla vaid 2002. aastale. Selle aasta suve iseloomustab kaks pikemat vihmadeta perioodi, mille pikkus oli Eesti üksikutes piirkondades erinev. Esimene vihmavaene aeg algas aprilli kolmandal dekaadil ja kestis maikuu teise dekaadi lõpuni, haarates praktiliselt kogu Eesti territooriumi. Sellele kuivaperioodile järgnenud suhteliselt lühikese vihmaperioodi maksimaalseks ööpäeva sademete hulgaks mõõdeti 1. juunil Võrus 22 mm. Teine põuaperiood kestis juuni teisest dekaadist poole augustini, erandiks jaanipäeval peaaegu igal pool vabariigis sadanud vihm ning ülejäänud päevadel vaid üksikuid piirkondi rõõmustanud harvad vihmahood, millest mõni oli küll väga tugev. Nii sadas jaanipäeva eel Pärnus ööpäeva jooksul 42 mm, väga tugev oli ka 30. juuli vihm Lääne-Nigulas – sademete hulk 38 mm. Eriti kuivad olid juuni, juuli ja august Põhja-Eestis. Väikese sademete hulga poolest paistsid silma Kunda, Valga ja Türi, kus nimetatud kolmekuu sademete hulk moodustas vastavalt 25, 33 ja 31% normist.

Eestis esineb ka selliseid aastaid, kui ühes piirkonnas on põud teinud liiga põllukultuuridele, teises aga on vaja hinnata liigsademetepoolest tekitatud majanduslikke kahjusid. Selline suvi oli näiteks 2003. aastal.

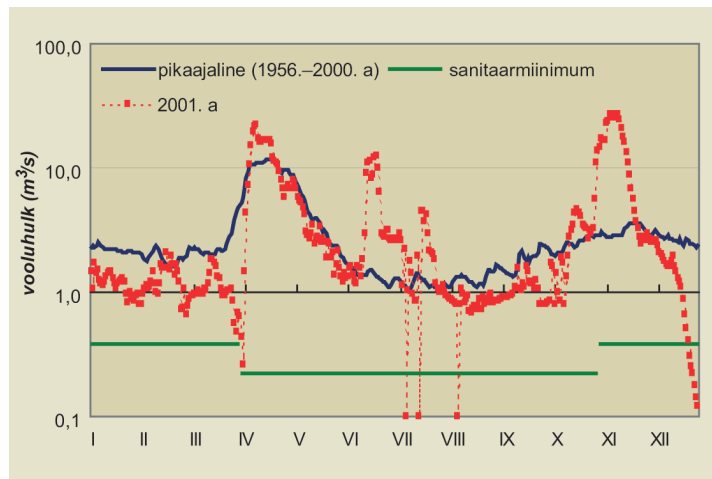
20-päevase sademeteta perioodi viimast päeva on nimetatud sademetepuudusega päevaks. Selliseid päevi võib esineda kogu aasta vältel, kõige sagedamini augustis-septembris ning mais-juunis (joonis 66).

vahemiku jooksul on sademed puudunud või on neid vähe olnud. Eestis tuleb jõgede ärakuivamist ette väga harva. Seda juhtub ainult Lääne-Eesti väikeste jõgedega ning siis, kui jõe loomulikku veetaset mõjutab hüdroelektrijaam või vee kasutamine teistel eesmärkidel. Veetaseme muutused aasta jooksul ning selle miinimum jõgedes ja järvedes on tihedalt seotud piirkonna kliima, loodusgeograafiliste



Joonis 67. Emajõe igapäevased vooluhulgad 3 aastal ja pikaajaline kuu keskmine vooluhulk Tartu hüdromeetriaama andmeil.

Figure 67. Daily runoff of the Emajõgi River during three years and long term monthly average runoff according to Tartu hydrometric station.



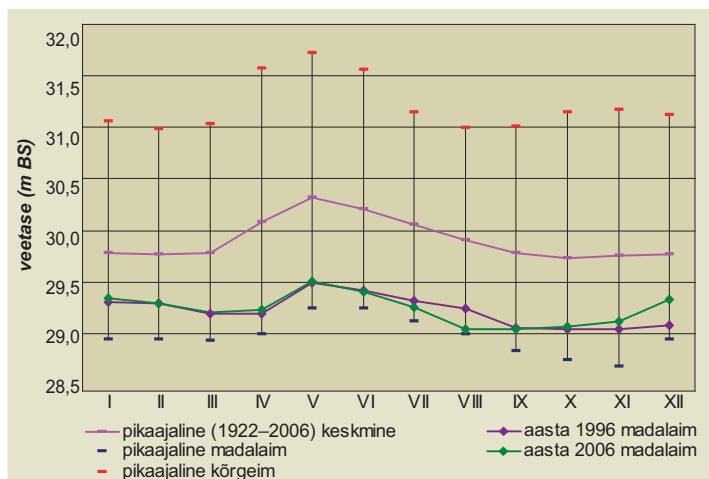
Joonis 68. Rannapungerja jõe igapäevased vooluhulgad 2001. aastal võrrelduna pikaajalise keskmise äravooluga 1956.–2000. aastal ja sanitaarmiinimumiga (95% tagatusega) Roostoja hüdromeetriaama andmeil.

Figure 68. Daily runoff of the Rannapungerja River in 2001 compared to long term average outflow in 1956–2000 and minimal runoff threshold (95% confidence level) according to Roostoja hydrometric station.

tingimuste ning majandustegevusega, mis mõjutavad äravoolu madalvee puhul. Oluline osa on aluskihil, eelkõige selle hüdrogeoloogilisel eripäral ning pinnase ja taimkatte iseloomul veehaardes, Eesti oludes aga eriti karstil. Hüdroelektrijaamad võivad kunstlikult tekitada vee miinimumtaseme, mis võib viia jõe vooluhulga tema sanitaarsest vooluhulgast madalamaks. **Sanitaarne vooluhulk** on vee hulk, mis on hädavajalik normaalsete ökoloogiliste tingimuste tagamiseks – selleks, et jõgi säilitaks oma loodusliku funktsiooni. Jõgede aastases tsüklis on selgelt jälgitavad veevaesed ja veerohked perioodid. Veevaeseid ehk madalveeperioode on tavaliselt kaks: üks jäävabal ajal, teine talvel. Madalveeperioodil määratakse tavaliselt 30-päevane väikseima äravooluga ajavahemik, mida nimetatakse **miinimum-** ehk **limiteeriperioodiks**. Siis toituvad jõed tavaliselt ainult põhjaveest, kuid kogu madalveeperioodil toituvad nad osaliselt ka pinnaveest.

Jäävaba perioodi madalvee seis ehk suvine madalvesi võib ette tulla tavaliselt juulist oktoobrini, kuid sageli ka juunis, vaheldudes tihti tulvaveeperioodidega. Ainult veevaestel aastatel püsib madal veetase kaua, mõnikord isegi sügisest jäänähte tekkimiseni. Suvine madalvesi kestab Põhja- ja Ida-Eestis 65–100 päeva, Lääne ja Edela-Eestis algab madalveeperiood varem ning kestab seetõttu kauem – 85–125 päeva. Väikeste valgaladega jõgedel on jäävaba madalveeperiood pikem kui suuremate valgaladega (pindalaga >200 km²) jõgedel. Jäävabal madalveeperioodil ei ületa keskmine äravoolukiht 20 mm, Põhja-Eesti karstialal ja Kagu-Eestis võib see aga ulatuda 30–50 mm-ni. (Äravoolukiht on mingi ajavahemiku jooksul valgalast jõkke, järve, merre või mujale voolanud vee hulk pindalaühiku kohta.) Aasta minimaalne vooluhulk on jõgedel enamasti suvel. Erandiks on Narva ja Ahja jõgi, Endla soo väiksemad jõed ning mõned karstijõed, kus minimaalne vooluhulk on talvel. Vastavalt jõgede põhjaveest toitumise tingimustele ja pinnase veevarudele varieerub jäävaba perioodi ööpäeva minimaalne vooluhulk pikaajaliste vaatluste alusel vahemikus 2,5–2,6 l/s km², karstialadel (Kagu- ja Põhja-Eestis) jääb see aga alla 0,3 l/s km².

Talve madalaima jõgede veetasemega periood (talvine madalvesi) on tavaliselt detsembri lõpust veebruarini, harvemini märtsini. Talveperioodil on **ööpäeva minimaalne vooluhulk** Kagu- ja Põhja-Eesti karstipiirkondades 10–15%, Lääne-Eesti rannikul ja Saaremaal aga 2–3 korda suvisest kõrgem. Selle põhjuseks on jõgede lisatoitumine talvisest sulaveest. Talvine madalveeperiood võib katkeda ning vahelduda sula ja tulvade tõttu tekkivate veetõusudega. Talvine madalveeperiood on suvisest lühem ja see lüheneb Ida-Eestist (70–80 päeva) Lääne-Eesti poole (55–75 päeva). Talvisel



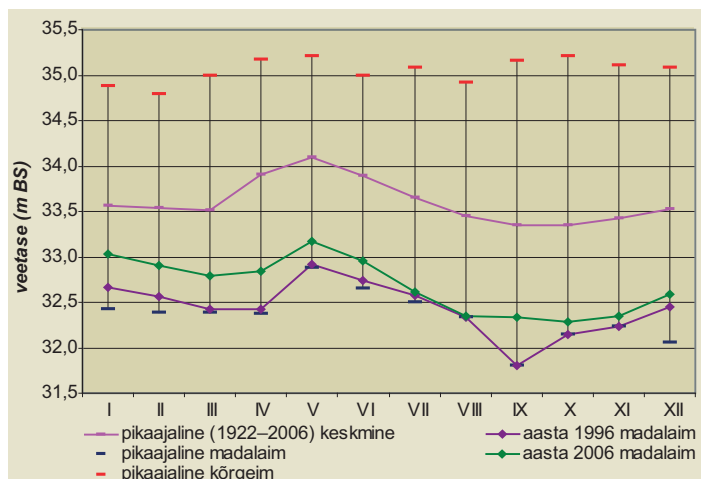
Joonis. 69. Peipsi järve kuu keskmised ja ekstreemsed veetasemed Mustvee hüdromeetriaaja andmeil.

Figure 69. The monthly average and extreme water levels in Lake Peipsi at Mustvee hydrometric station.

madalveeperioodil on pikaajaline keskmine äravoolukiht 10–40 mm. Pikaajaliste vaatluste järgi olid aastad 1939, 1959–1961, 1963, 1964, 1969, 1972, 1975, 1983, 1996 ja 2006 väga veevaesed. Seejuures osutusid 1996. ja 2006. aasta paljudel jõgedel ajavahemiku 1996–2007 veevaesemateks, 2006. aasta keskmine äravool oli Porijõel, Prandijõel, Kunda, Vodja ja Väana jõel pikaajaliste vaatluste järgi minimaalne. Ka Emajõe vooluhulk oli Tartu hüdromeetriaaja andmeil 1996. ja 2006. aastal tunduvalt madalam pikaajalisest keskmisest, eriti madal aga võrreldes ühe veerikkaima, 2005. aastaga (joonis 67).

Jõgede ärakuivamine

Ära võivad kuivada peamiselt väikeste valgaladega (pindalaga $F < 25 \text{ km}^2$) Lääne-Eesti jõed, mis asuvad Pirita, Vigala, Pärnu ja Purtse jõe valgalas. Nendes piirkondades on pinnase veevarud väiksemad ja drenaažitingimused halvemad, võrreldes Ida-Eesti jõgedega. Eesti lääneranniku piirkonnas võivad ära kuivada ka suurema valgalaga jõed: nt Enge jõgi karsti struktuuriga jõesängis Jädivere piirkonnas ($F = 132 \text{ km}^2$) ja Sauga jõgi Elbi küla piirkonnas ($F = 93 \text{ km}^2$). Mõnel suvel on jäänud kuivaks ka jõgede (nt Mustjõe, Tooma ja Selli jõe) kuivenduskanalid, see on tingitud nende põhjaveega seotuse nõrkusest või jõeosa vähesest toitumisest. Väikestel jõgedel puudub äravool keskmiselt 40 päeva, suurematel (nt Enge



Joonis. 70. Võrtsjärve kuu keskmised ja ekstreemsed veetasemed Rannu-Jõesuu hüdromeetriaaja andmeil.

Figure 70. The monthly average and extreme water levels in Lake Võrtsjärve at Rannu-Jõesuu hydrometric station.

ja Sauga jõgi) – 15–30 päeva. Mõnel veevaesel aastal (nt 1939, 1951 ja 2002) puudus väikeste veevooludega jõgedel ($F = 4–5 \text{ km}^2$) äravool 3,5–5 kuud.

Tihti puudub äravool soostiku, nt Endla raba jõgedel ja kanalitel. Jõe kuivamine ei ole seotud valgala pindalaga, vaid oleneb valgala looduslikust veerežiimist ja hüdrogeoloogilistest tingimustest ning mullavee imamisvõimest.

Loodusliku äravoolu tagamine

Paljudel jõgedel tekib ööpäevane äravoolu miinimum hüdroelektrijaamade töö tõttu. Vesiehitiste või veekogulähedaste ehitiste projekteerimisel on kindlasti vaja arvestada keskkonnatingimusi. Eesti Vabariigi valitsuse 2009. aasta määruse (“Nõuded veekogude paisutamise, veetaseme alandamise ja veekogu tõkestamise ning paisu kohta” §5 ütleb:

Paisust vahetult allpool olevas jõelõiguses tuleb pidevalt tagada sanitaarvooluhulkvõi looduslik äravool, kui looduslik äravool on sanitaarvooluhulgast väiksem.

Nagu näitavad EMHI pinnavee seire andmed, rikutakse mõnes hüdroelektrijaamas seda nõuet. Mõnda aega tagasi taastati Rannapungerja jõel Tudulinna hüdroelektrijaam. See asub Roostoja

hüdromeetriaamast umbes 200 meetrit ülesvoolu. Enne hüdroelektrijaama taastamist arvutati äravoolu andmete järgi Roostoja talvise ja jäävaba perioodi sanitaarne vooluhulk. Nagu näitavad vaatlused, on 2001. aasta 9 päeval olnud äravool sanitaarsest madalam või hoopis puudunud (joonis 68). Pikaajaline andmerida näitab, et varem on seda juhtunud vaid ühel korral – 1959. aastal, kui hüdroelektrijaama tamm ja veelase olid suletud.

Järvede minimaalne veetase

Peipsi järve minimaalne veetase – 28,72 m BS – on registreeritud 1964. aasta novembris Mustvee hüdromeetriaajas. See on rohkem kui meetri võrra madalam pikaajalisest keskmisest veetasemest, milleks on 1922.–2005. aasta mõõtmiste andmeil 29,95 m BS (joonis 69). Teistel veevaeseil aastail oli veetase 15–37 cm kõrgem ning miinimumid on registreeritud enamasti sügisel septembrist novembrini. Nagu jõedki, on ka Peipsi järv olnud viimase aja veevaeseim 1996. ja 2006. aastal. Madalaimad on olnud 1996 novembri (29,06 m BS) ja 2006. aasta septembri veetase (29,04 m BS). Võrtsjärve minimaalne veetase (32,08 m BS) on registreeritud 1996. aasta septembris Rannu-Jõesuu hüdromeetriaajas. Sama hüdromeetriaama pikaajaliste mõõtmiste (1922–2005) alusel on

keskmine Võrtsjärve veetase poolteist meetrit kõrgem (33,56 m BS) (joonis 70). 2006. aasta oktoobri veetase oli küll madal (32,28 m BS), kuid ületas 1996. aasta minimaalse veetaseme. 1996. aasta 4 kuu (augustist novembrini) madalaim veetase on minimaalne ka pikaajalises andmerekas. Sellele eelnesid miinimumid 1964. aasta novembris (32,27 m BS) ja 1976. aasta detsembris (32,06 m BS). Viimane miinimumtase oli lobjakasulu korral. Võrtsjärvel tekivad tema madaluse tõttu kaaju- ja pagutuultega veetaseme langused ning tõusud. Näiteks langes 1996. aasta septembris niigi madala veeseisu korral pagutuule tõttu veetase Rannu-Jõesuu hüdromeetriaama piirkonnas 31,80 m-ni BS.

Pikaajalised vaatlused näitavad, et madalaveelised on olnud 1939., 1940., 1959.–1961., 1963.–1965., 1969.–1973., 1975., 1983., 1996., 2002. ja 2006. aasta. Madalveeepisoodid on eriti ohtlikud väikejärvedele. Kui näiteks Peipsi järve veetaseme alanemine poole meetri võrra ei mõjuta oluliselt järve elustikku, on väikejärvedele see väga ohtlik. 2006. aastal kuivas Porkuni järv sedavõrd ära, et põhja jäid ainult mõned loigud. Kohalike elanike sõnul ei mäleta nad järves nii madalat vett. Viimasel ajal on olnud Peipsi järvel ja Võrtsjärvel nii veevaeseid (1996, 2006) (joonis 70) kui ka veerohkeid aastaid (2004 ja 2005).

SOTSIAALÖKONOOMILINE PÕUD

Sotsiaalökonomilise põua korral hakkab vee looduslik puudumine inimesi mõjustama. Enamik põua sotsiaalökonomilisi defitsiite assotsieerub veekasutuse võimaluse kui majandusliku hüve olemasolu või puudusega.

PÕUDEST MAAILMAS

Meteoroloogiline põud

Pikim kuivaperiood maailmas on registreeritud Tšiilis Aricas, kus see kestis 173 kuud 1903. aasta oktoobrist 1918. aasta jaanuarini. Aasta väikseim sademete hulk Euroopas (162,6 mm) on olnud Venemaal Astrahanis.

Agrometeoroloogiline ja hüdroloogiline põud

- 2000. aastal oli ränk põud Bulgaarias, kus maisi- ja teraviljasaak langes kuni poole võrra 1961.–1990. aasta keskmisega võrreldes. Rumeenias oli jõgede äravool ainult 50–70% pikaajalisest

keskmisest, mistõttu piirati joogivee tarbimist. Energia- ja põllumajandustoodang langes 40–60%.

- 2003. aasta soojalaine ja põua tagajärjel oli Lõuna- ja Kesk-Euroopa põllumajandustoodang viimase 43 aasta väikseim.
- 2005. ja 2006. aastal kannatasid Hispaania ja Portugal veepuuduse käes. 2005. aasta soe ja kuiv suvi järgnes 2004/2005. aasta talve põuaperioodile. Portugalis oli 97% territooriumist põud, mis oli rängim alates 1940. aastast. Kuivusega kaasnesid metsatulekahjud.