

## Kastelutarvemallin käyttö BILKE II hankkeessa

Biotalouskeino kohti ilmastokestävyyttä (BILKE)– hankkeessa käytettiin SYKEN vedenlaatumalli VEMALAN yhteydessä toimivaa kastelutarvemallia arvioimaan potentiaalista kastelun tarvetta Sirppujoella. Kastelutarvemallia kehitettiin ja sillä tehtiin ilmastonmuutoskenaarioita Sirppujoen kastelutarpeen ja virtaamien muuttumisesta ilmastonmuutoksen myötä. Lisäksi vertailtiin kastelutarvetta sekä alueen muuta vedenkäyttöä käytettävissä olevaan vesimäärään Sirppujoella, jotta voidaan arvioida kuinka hyvin vettä riittää vedenkäyttäjille.

### Kastelutarvemalli

Vedenkäytön tarkemman mallintamisen tarve on kasvanut Suomessa. Suomessa ei ole perinteisesti vedenkäyttöä mitattu kovin tarkkaan, koska vettä on yleensä riittänyt. Joillakin vesistöillä vedenkäyttö suhteessa vesivaroihin on kesäisin kuitenkin Suomessakin yllättävän suurta. Etenkin Etelä- ja Varsinais-Suomen pienillä ja vähäjärvisillä vesistöillä, kuten Sirppujoella, on paljon kastelua. Kasvukauden aikana esiintyvä kuivuus heikentää sadon määrää ja laatua. Ilmastonmuutoksen oletetaan vaikuttavan sään ääri-ilmiöihin, jolloin mm. kuivuuden ja hellejaksojen vaikutukset lisääntyisivät myös Suomessa.

Vaikka kastelu ei ole Suomen suurin vedenkäyttömuoto, on kastelu Suomessa suurin veden niukkuutta aiheuttava tekijä. Tämä johtuu siitä, että kastelua tapahtuu juuri silloin kun vesivarat ovat niukimmillaan, eli kesällä, kun haihdunta on suurta ja virtaamat ovat pieniä. Kastelutarvetietoa voidaan käyttää kuivakusien riskienhallintaan, koska alueet joilla esiintyy veden niukkuutta ja kastellaan paljon, ovat myös alueita jotka ovat taloudellisesti ja ekologisesti haavoittuvimpia kuivakausien aikana.

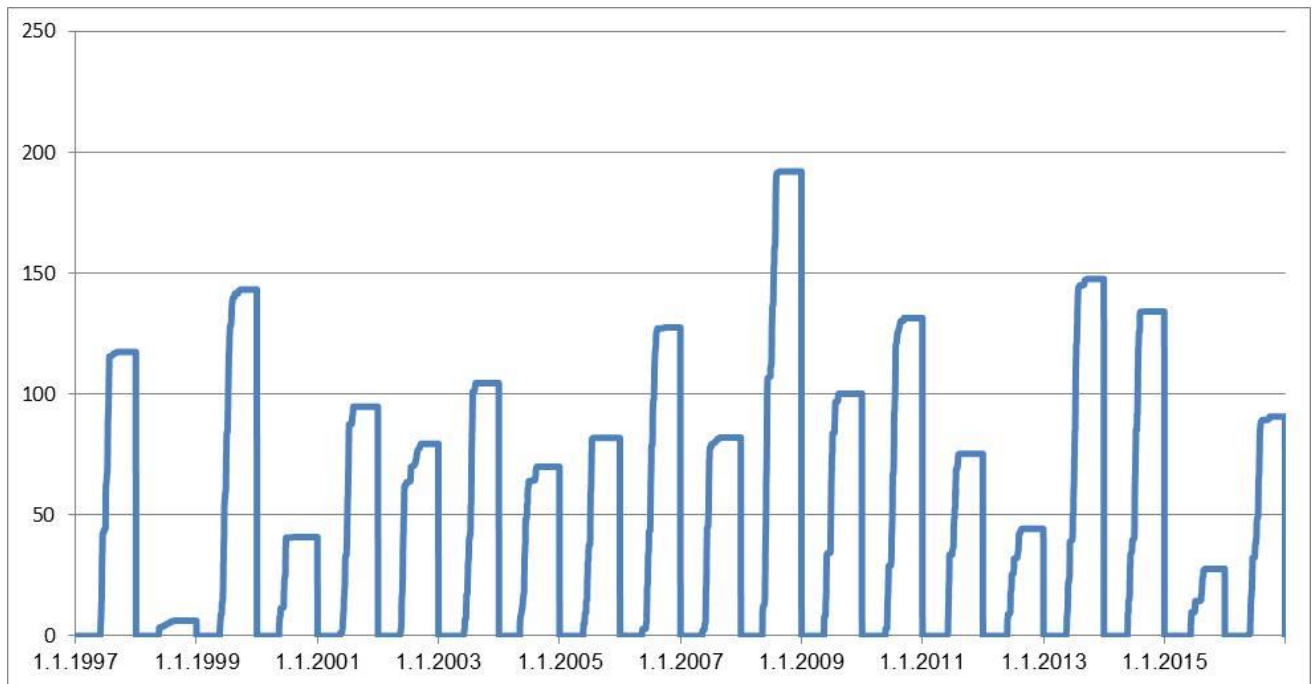
Suomen ympäristökeskus on kehittänyt vedenlaatumalli VEMALAN, joka ensisijaisesti laskee typen, fosforin ja kiintoaineksen kuormitusta. VEMALAN osana toimii peltolohkokohtainen Icecream-malli, joka laskee peltolohkojen maankosteuden vajetta ja viljelykasvien kasvua eri kasvilajeittain. Peltolohkokohtaiseen malliin on tehty kastelutarvetta arvioiva osa, joka laskee teoreettisen vedentarpeen, jonka kasvilaji tarvitsisi optimaaliseen kasvamiseen. Kastelun teoreettinen määrä arvioidaan peltolohkon ja päivän tarkkuudella niille kasvilajeille, jotka on määritelty kasteltaviksi. Kastelutarpeen arvioinnissa otetaan huomioon mm. sadanta, haihdunta, maalaji, maankosteuden ja kasvilaji. Kastelumäärät perustuvat MTT:n Peltotohtori sovellukseen, kyselyihin ja muihin tietolähteisiin. Kastelumäärät ovat kerralla kasvilajista riippuen 15–40 mm.

Arvio teoreettisesta kastelutarpeesta on todennäköisesti suurempi kuin todellinen kastelu, koska tällä hetkellä oletus että kaikkia kasteltavia lajeja kastellaan 100 %. Todellisuudessa kaikki eivät kuitenkaan kastele kaikkia kasteltaviksi määriteltyjä lajeja tai kastelevat harvemmin kuin mallissa oletetaan. Veden määrä ei myöskään nyt rajoita kastelua, mikä voi muodostua ongelmaksi lähinnä kuivina vuosina. Malli on vielä kehitysvaiheessa eikä sitä ole vielä kunnolla testattu ja verifioitu. Tuloksiin kannattaa siis suhtautua tässä vaiheessa vielä varauksella.

### Tulokset

## Kastelutarve

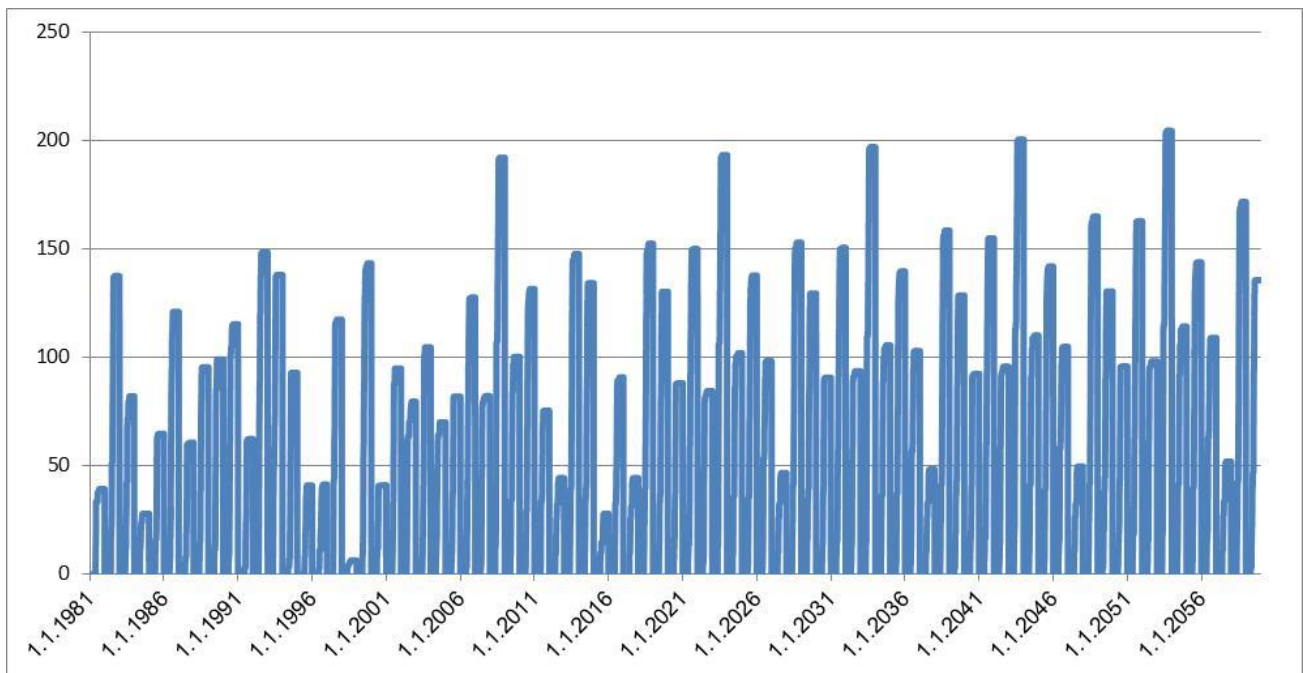
Kastelutarvemallilla arvioitiin keskimääräistä kastelun määrää, olettaen optimaalinen kastelu kasteltaville viljelykasveille. Kastelutarve vaihteli huomattavasti (vaihteluväli oli 10–190 mm) eri vuosien välillä riippuen sateista ja lämpötiloista. Joinain vuosina kastelutarve oli hyvin pieni, kun taas kuivana vuonna se oli lähes kaksinkertainen keskimääräiseen vuoteen verrattuna (Kuva 1). Kuvien tulokset on esitetty mm per Sirppujoen kasteltava peltopinta-ala. Kasteltava peltoala on noin 1330 ha eli noin 11–12 % koko peltopinta-alasta. Kastelutarvemallissa kasteltava peltopinta-ala pohjautuu havaintoihin jaksolla 2007–2014 ja muuten käytetään vuoden 2007 havaittuja aloja, mutta eri lohkoille jaettuna (paitsi puutarhakasvit, jotka pysyvät samoilla lohkoilla).



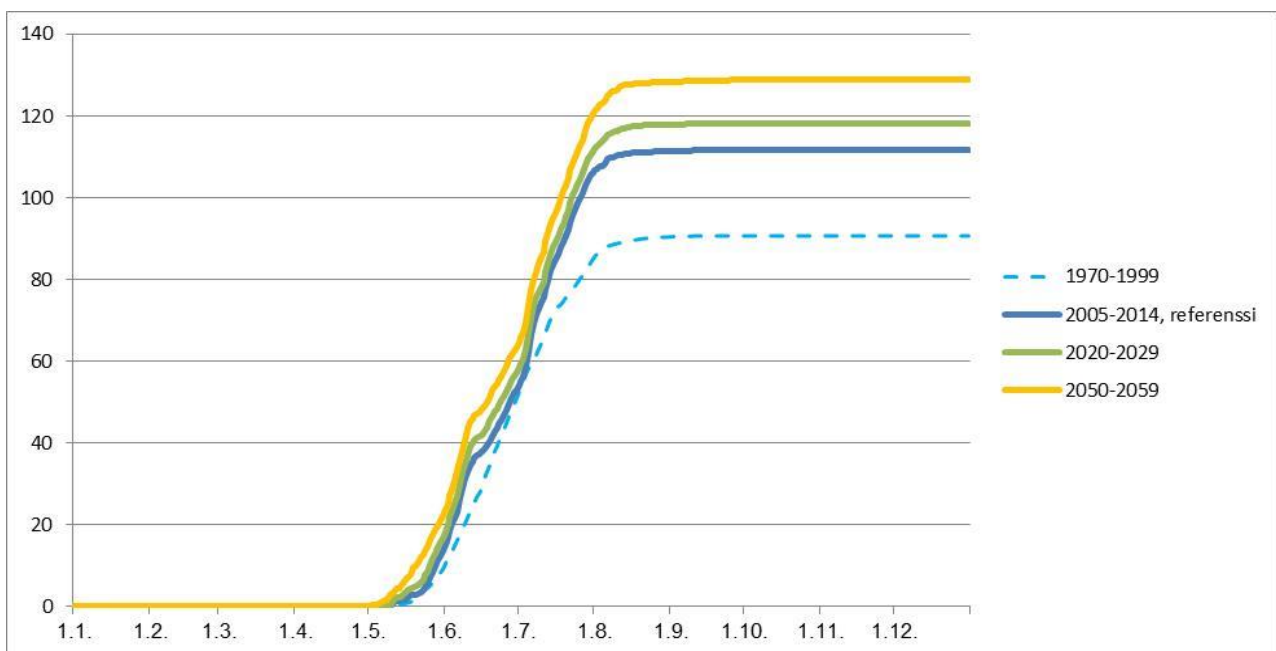
Kuva 1. Teoreettinen kastelutarpeen vuosisumma Sirppujoella (mm/kasteltava peltoala) vuosina 1997–2016.

## Ilmastonmuutoksen vaikutus kastelutarpeeseen

Kastelutarvemallin avulla arvioitiin myös ilmastonmuutoksen vaikutusta kastelutarpeeseen. Suurimmassa osassa ilmastoskenaarioita sadanta hieman kasvaa, mutta toisaalta lunta on entistä vähemmän ja se sulaa aiemmin, joten keväällä maaperä on entistä kuivempaa. Tämän seurauksen kastelutarve mallin simulointien perusteella keskimäärin hieman kasvaa (Kuva 2 ja 3). Keskiarvoskenaariolla kasvua on 5 % jaksolla 2020–29 ja 15 % jaksolla 2050–59 referenssijaksosta 2005–2014. Vaihtelu eri vuosien välillä säilyy kuitenkin edelleen suurena. Kastelutarve vaihtelee eri ilmastoskenaarioilla riippuen erityisesti kevään ja kesän sadantojen muutoksista. Jos ilmastoskenaariossa on keskimääräistä pienemmät sadannat, on kastelutarve suurempi kuin taas runsassateisilla skenaarioilla kastelutarve on pienempi kuin keskiarvoskenaariolla.



Kuva 2. Teoreettinen kastelutarpeen vuosisumma Sirppujoella (mm/kasteltava peltoala) vuosina 1981–2059.



Kuva 3. Teoreettinen kastelutarpeen vuosisumman muutos Sirppujoella (mm/kasteltava peltoala) ilmastonmuutoksen myötä keskiarvoskenaariolla. Ilmastonmuutoslaskennan referenssijakso on vuodet 2005–2014.

### Kastelutarvemallin hyödyt

Kastelutarvetiedon avulla voidaan arvioida ja hallita kuivakausien riskejä entistä paremmin. Yhdistämällä kastelutarvemallin tiedot tietoihin muusta vedenkäytöstä ja veden saatavuudesta voidaan arvioida missä kohteissa kuivuuden riskit ovat suurimpia ja mahdollisuuksien mukaan varautua kuivuuteen entistä paremmin. Mallin avulla saadaan myös arvioita kuivuuden vaikutuksista satotasoihin sekä ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia.

## Virtaamahuiput

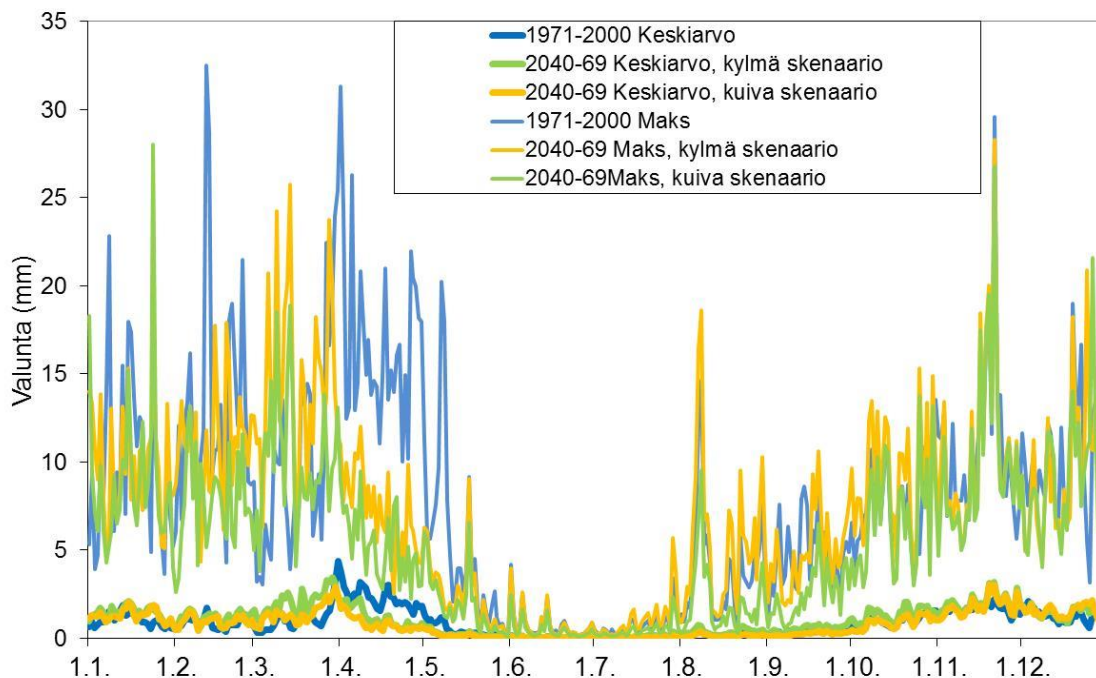
Ojien mitoitusta ajatellen arvioitiin myös virtaama- ja valuntahuippujen muuttumista ilmastonmuutoksen myötä.

### Ilmastonmuutoksen vaikutus virtaamahuippuihin

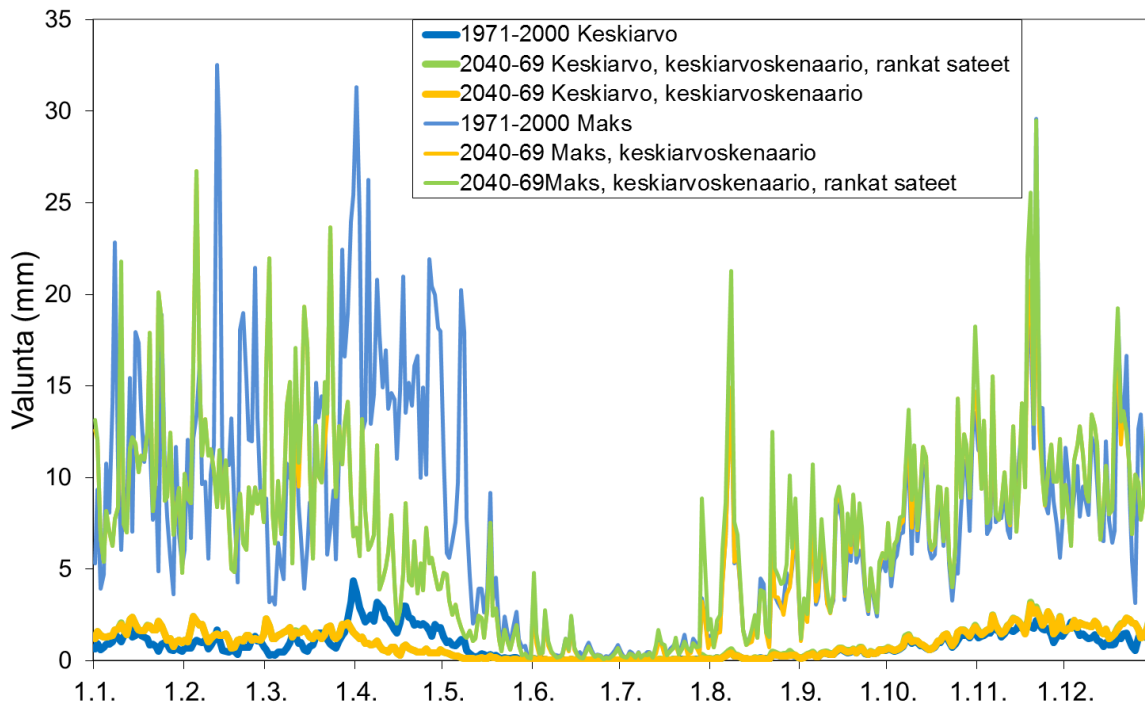
Ilmastonmuutoksen myötä jokien ja ojien suurimmat virtaamat ja valunnat siirtyvät entistä enemmän syksyyn ja talveen ja kevättulvat käyvät nykyistä harvinaisemmiksi (Kuvat 4 ja 5). Myös kesällä voi esiintyä entistä suurempia virtaamia rankkasateiden seurauksena. Suurimpien virtaamahuippujen koko pysyy ennallaan, mutta kevättulvien vähenemisen myötä suuria virtaamia on useimmilla skenaarioilla hieman nykyistä harvemmin. Rankkasateiden kasvaminen keskimääräisiä sateita enemmän (kuten ilmastonmuutoksen myötä on ennakoitu käyvän) kasvattaa hieman virtaamahuippuja ilmastonmuutosjaksoilla, mutta ne pysyvät yhä korkeintaan nykyisen kokoisina (Kuva 5, Taulukko 1).

Kun lasketaan kerran 20 vuodessa toistuvan virtaaman ja valunnan kokoa sovittamalla Gumbelin jakauma vuoden maksimivaluntaan (vrk arvo), niin eri ilmastoskenaariolla 1/20 vuodessa toistuva tulva pienenee 1–22 % referenssijaksoon 1971–2000 verrattuna (Taulukko 1). Ilmastonmuutoksen myötä voi siis tapahtua pientä suurten virtaamien harvinaistumista. Muutokset ovat kuitenkin melko pieniä ja niihin sisältyy merkittävää epävarmuutta. Johtopäätöksenä onkin että ilmastonmuutos ei ainakaan toistaiseksi aiheuta tarvetta muuttaa ojien mitoitusta nykyisestä suuntaan tai toiseen.

Ilmastonmuutoksen seurauksena rankkasateet voivat muuttua enemmän kuin ennakoitu. Tämä voisi kasvattaa erityisesti kesän suurimpia virtaamia ja valuntoja. Nyt tehdyissä laskelmissa rankkasateiden kasvattaminen entistä enemmän kasvatti suurimpia valuntoja vain maltillisesti, mutta jos rankkasateet muuttuvat entistä yleisemmäksi voi vaikutus olla nyt laskettua suurempia. Muutoksen rankkasateissa ovat kuitenkin vielä epävarmoja.



Kuva 4. Valunnan (mm/d) keskiarvo ja maksimi Sirppujoella (alue 32.006) referenssijaksolla ja 2040–69 kylmällä ja kuivalla skenaariolla.



Kuva 5. Valunnan (mm/vrk) keskiarvo ja maksimi Sirppujoella (alue 32.006) referenssijaksolla ja 2040–69 keskiarvoskenaariolla tavanomaisella laskennalla ja laskennalla, jossa rankat sateet kasvavat keskimääräisiä enemmän.

Taulukko 1. Gumbelin jakaumalla lasketut kerran 20 vuodessa toistuvat virtaamat ja valunnat Sirppujoella referenssijaksolla ja jaksolla 2040–69 eri ilmastoskenaarioilla.

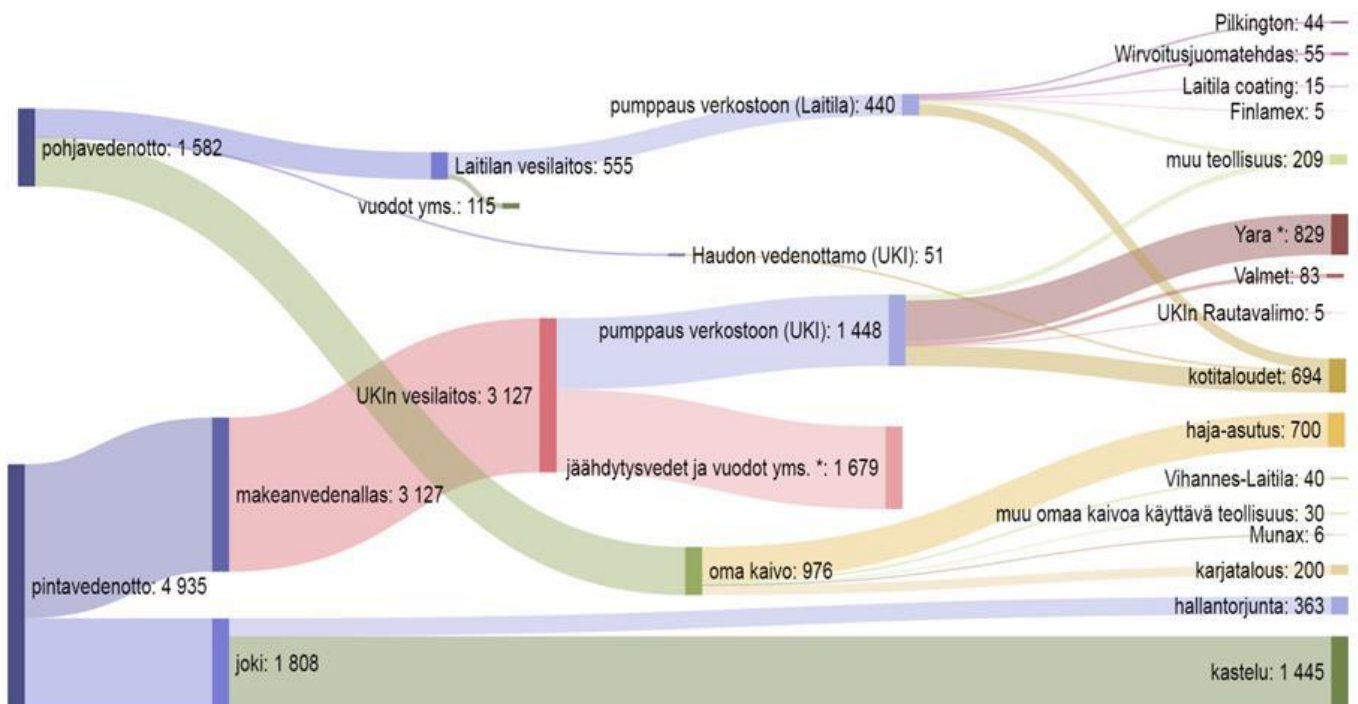
1/20 tulva	Puttakoski m <sup>3</sup> /s	Puttakoski m <sup>3</sup> /s Rankkasateet kasvavat	Valunta (alue 32.006) mm	Valunta (alue 32.006) mm Rankkasateet kasvavat
1971–2000	45,6		29,1	
2040–69 keskiarvoskenaario	40,7	42,9	22,6	25,2
Muutos %	-11 %	-6 %	-22 %	-13 %
2040–69 Kuiva skenaario	36,5	39,3	23,3	25,3
Muutos %	-20 %	-14 %	-20 %	-13 %
2040–69 Märkä skenaario	41,1	43,9	25,7	27,9
Muutos %	-10 %	-4 %	-12 %	-4 %
2040–69 Kylmä skenaario	44,3	45,1	25,3	26,1
Muutos %	-3 %	-1 %	-13 %	-10 %

## Vedenkäyttö

Sirppujoen vedenkäyttöä arvioitiin monen eri lähteen pohjalta. Vesilaitosten tilastoja otettiin VEETI tietokannasta, teollisuuden vedenkäyttöä arvioitiin VAHTI tietokannan ja haastattelujen perusteella. Maatalouden vedenkäyttöä arvioitiin kastelutarvemallin sekä LUKEn tilastojen pohjalta. Haja-asutusalueen vedenkäyttöä arvioitiin perustuen tilastokeskuksen tilastoihin. Kuvassa 6 on havainnollistettu, miten pohjavettä ja pintavettä käytetään. Luvut vaihtelevat vuosittain ja kuva onkin vain suuntaa-antava.

Sirppujoen vedenkäyttö on keskimäärin siis noin 6,5 Mm<sup>3</sup> vuodessa (Kuva 6). Sirppujoen uusitut vesivarat ovat keskimäärin noin 130 Mm<sup>3</sup> vuodessa. Vuotuisesti uusiutuvien vesivarojen määrä voi vaihdella +/- 40 % ja kuivakautena vesivaroja jää käytettäväksi vielä selvästi vähemmän. Kuivina vuosina pohjavesivarannot tosin paikkaavat puutetta, joka taas näkyy alenevina pohjavedenkorkeuksina. Uusiutuvista vesivaroista käytetään vuodessa siis noin 3-8 %. Suuri osa vedenkäytöstä keskittyy kuitenkin kesään, jolloin maatalous käyttää kasteluvettä ja teollisuuskin käyttää suhteessa enemmän vettä. Suurin vedenotto tapahtuu makeanvedenaltaasta, joka on tätä tarkoitusta varten alun perin rakennettukin.

Teollisuus käyttää vettä yhteensä 1,3 Mm<sup>3</sup>, maatalous 2 Mm<sup>3</sup> ja kotitaloudet 1,4 Mm<sup>3</sup>. Suurimmat epävarmuudet liittyvät maatalouden ja haja-asutuksen vedenkulutuksen suuruuteen.



Kuva 6. Sirppujoen vedenkäyttö. Yksikkö = 1000m<sup>3</sup> (\* Osittain Yaran omista pumpaamoista)

## Huomioita ja toimenpidesuosituksia liittyen kuivakausiin Sirppujoella

### Maatalous

1. Maatalous ja karjatalous kärsisivät kovasta kuivakaudesta Sirppujoella. Pääuomasta vesi luultavasti loppuisi vakavan kuivakauden aikana. Pienemmät sivuojat kuivuvat aikaisemmin. Veden tarve ja kuivakausien todennäköisyys kasvaa ilmastonmuutoksen myötä useimmilla ilmastokenaarioilla kevään aikaistuu ja haihdunnan kasvaessa.
2. Vakuutus kuivuutta vastaan on hyvin harvalla. Vahinkoja kuitenkin korvataan luultavasti vasta poikkeuksellisen kuivuuden osalta, joten pienistä kuivuusvahingoista ei saa välttämättä korvausta vaikka olisikin vakuutus. Vakuutuskäytännöt ovatkin vasta hakemassa muotoaan. Toistaiseksi vain muutamalla prosentilla tiloista luultavasti on vakuutus. Jotkut saattavat edelleen luulla, että valtio korvaa kuivuuden aiheuttamat vahingot. Tästä olisi ehkä tarve tiedottaa (mahdollisesti vakuutusyhtiöiden kanssa) laajemminkin. Luultavasti tilanne paranee vasta ensimmäisen koetun kuivakauden jälkeen.
3. Viljelijät voivat itse parantaa kuivuusresilienssiään rakentamalla kastelualtaita ja/tai hankkimalla muita varavesilähteitä.
4. Kuivakautena moni kaivo kuivuu ja niiden vedenlaatu saattaa heiketä. Tämä on vakava ongelma myös karjataloudelle, jotka eivät voi olla ilman hyvälaatuista vettä kauaa. Varavesilähteet tulisi olla tiedossa ja kunnossa. Myös karjatiloihin olisi hyvä olla jokin paikka, johon voidaan varastoida vettä, jos sitä tankkiautolla joudutaan tuomaan. (kaivo/allas jne.)
5. Kastelu/varavesialtaiden kanssa voi tehdä yhteistyötä naapurien kanssa. Altaiden yhteydessä on mahdollisuuksia tehdä win-win ratkaisuja esim. kosteikkojen, viivytyksaltaiden, virkistyslampien muodossa.
6. Kuivakauden jo ollessa päällä voidaan väliaikaisilla pohjapadoilla kerätä vettä kasteluun latva-alueilla. Väliaikaisista rakenteista on kuitenkin hyvä kertoa kunnalle (tai ELYlle/maakunnalle), koska näillä on aina vaikutus alavirtaan.
7. Todennäköisesti taloudellisesti suurimmat menetykset kasvukaudelle sijoittuvista kuivakausista aiheutuvat maanviljelijöille. Kevään kuivuus saattaa heikentää sadon itämistä. Kasvukaudella vallitseva kuivuus taas pienentää satoa sekä lisää kasvitautilien riskiä. Kuivuuden vaikutus viljelyyn on kuitenkin monimutkaista ja siihen vaikuttaa monta muuttujaa. Muuttujina toimivat mm. kasvilaji ja erilaisten lajikkeiden kuivuudensietokyky, maalaji ja kuivatusjärjestelmä.
8. Jos talvella on jo tiedossa, että kesästä saattaa tulla kuiva (vähäluminen talvi ja pohjavesi alhaalla jo valmiiksi) niin voi olla kannattavaa valita kuivuutta paremmin kestäviä lajikkeita viljelyyn.
9. Parempi pellon kunto sietää kuivuutta paremmin (sitol vettä paremmin). Biohiiltä, viljelykiertoa ja muita pellon kuntoa parantavia toimia tulisi suosia.
10. Kasteluvesien kierrätystä ja säätokastelua tulisi suosia.

### Viranomainen

11. Kunnalla olisi hyvä olla ajantasaiset yhteystiedot yrityksiin, jotka voivat kuljettaa vettä tiloille sekä porata/kaivaa syvempiä kaivoja. Lista olisi hyvä käydä läpi ainakin kun kuivuuden riski kasvaa. Kunnalla on muutenkin vastuu vesihuollon järjestämisestä jos kyseessä on laajempaa asukasjoukkoa koskettava erityistilanne, kuten kuivuus. Tämä voi laukaista vesihuoltolain (119/2001) 6 §:ssä mainitun suurehkon asukasjoukon tarpeen, johon kunnan on vastattava. Kunnan ja vesihuoltolaitoksen tulisi laatia erillinen suunnitelma väliaikaisen vedenjakelun toteuttamisesta.

12. Kunnan ja/tai ELYn tulisi määrittää hyväksyttävä riskitaso kuivuuden suhteen kullekin toimialalle. Kaikkein ei kannata varautua. (1/5a?, 1/10a?, 1/50a?...)
13. Kesällä Sirppujoella käytetään keskimäärin jopa kolmannes uusiutuvista vesivaroista. Kuivana kesänä vedenkäyttö lisääntyy ja silloin vettä on paljon vähemmän saatavilla kuin keskimääräisenä kesänä. Tällöin väistämättä vesi ei aivan kaikille riitä. Viranomaisten tulee kiinnittää huomiota kuntalaisten tiedottamiseen.
14. ELYn tai kunnan tulisi tarkkailla alueen vesitilannetta ja ilmoittaa heti kun kuivakausi näyttää mahdolliselta (tämä on toki haastavaa), jolloin viljelijät voivat viimeistään ruveta täyttämään altaitaan täyteen, jos ne eivät ne jo ole.

## Vesihuolto

15. Uudenkaupungin vesilaitos tuskin joutuu altaan ansiosta veden käyttöä rajoittamaan kovin herkästi. Laitilalla ja pienemmillä pohjaveden varassa olevilla laitoksilla riski on suurempi. Laitilaan vievä siirtovesiputken toimivuus tuleekin pitää varmistaa. Veden siirto Laitilaan tulisi aloittaa kuivakauden uhatessa tarpeeksi aikaisin, ennen kuin Laitilan pohjavesilähteet ovat liian kuormittuneita. Tilannetta parantaa myös pian uusi siirtolinja Euran ja Laitilan välillä.
16. Kannustetaan kaikki vesilaitokset water safety planin (WSP) tekemiseen. Ja kannustetaan laitoksia päivittämään tiedot VEETiin. Molemmat ovat lakisäätteisiä tehtäviä.
17. Makeanveden altaasta vettä ottavat tuntuisivat olevan turvattuina. Tosin vedenlaadun takia ongelmia saattaa tulla. Makeanveden altaan vaikutus ulottuu Männäistenkoskelle asti. Tilanne ei tule muuttumaan ilmastonmuutoksen myötä.
18. Uudessakaupungissa kuivakauden jälkeiset sateet voivat aiheuttaa happamien sulfaattimaiden takia vedenlaadun heikkenemistä makean veden altaassa. Laitilassa pohjaveden tason aleneminen kuivan kauden aikana voi myös heikentää vedenlaatua ratkaisevasti.

## Yhteenveto ja johtopäätökset

Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta kastelutarve Sirppujoella keskimäärin hieman kasvaa, mutta vaihtelu eri vuosien välillä säilyy suurena. Virtaamahuiput keskimäärin pienenevät hieman kevättulvien pienemisen myötä, mutta suurimmat syys-, talvi- ja kesävirtaamat pysyvät ennallaan tai rankkasateiden lisääntyessä jopa hieman kasvavat. Virtaamahuippujen muutokset eivät toistaiseksi aiheuta tarvetta muuttaa ojien nykyistä mitoitus.

Sirppujoen vedenkäyttö on melko turvattu makeanvedenltaan alueella sen suuren varastokapasiteetin ansiosta, mutta joen ja pohjavesien varassa oleva teollisuus ja kotitaloudet ovat haavoittuvammassa asemassa erityisesti kesällä vakavan kuivuuden sattuessa. Varautumalla ennakolta esimerkiksi veden varastointiratkaisuin voidaan kuivuuden aikaisia vaikutuksia vähentää.