

Pentti Kaitera

Finnország vízrendszere, vízgazdálkodási tervei és lehetőségei

Esitelmä Budapestissa Unkarin geofysiikan seuran kutsumana Suomen hydrologiasta, Hidrológiai
Közlöny, 6. sz., 1968, s. 250–256

© Hungarian Hydrological Society

Finnország vízrendszere, vízgazdálkodási tervei és lehetőségei

PENTTI KAITERA
egyetemi tanár*

Finnország éghajlata az ország északi fekvése ellenére rendkívül enyhe, ami a Golf-áramlat hatására vezethető vissza. Dél-Finnországban az évi közepes hőmérséklet $+4-5^{\circ}\text{C}$; Észak-Finnországban pedig $-1-3^{\circ}\text{C}$. Az ország csapadékviszonyait különösen az Izland közelében uralkodó mélynyomású, és az Azóri szigeteken uralkodó magasnyomású területeken kialakuló éghajlati viszonyok határozzák meg. A sarkvidéki légtömegeknek ebben a határövezetében uralkodó jelentős hőmérsékletigradiensek miatt általában mozgékony mély- és magasnyomású területek váltogatják egymást.

A vázolt általános jelenségekre a felszíni viszonyok is befolyással vannak. Finnország évi csapadékmennyiségét különösen a Skandináv Kőli-hegység befolyásolja. Azok a szelek, amelyek ezen a hegyláncon keresztül és egyenesen nyugatról érkeznek, nedvességük legnagyobb részét csapadék formájában a hegység nyugati lejtőire hullatják. Az Atlanti-óceán felől jövő, és Középeurópa megkerülésével Finnországba érkező szelek páratartalmuk egy részét már az ország déli felében elvesztik.

Finnország általánosságban sík terület. A partok mentén, nevezetesen a déli parton, a helyi magasságkülönbségek kisebbek 10 m-nél. Ezzel szemben az ország keleti és északi részén kb. 50 m, sőt több is.

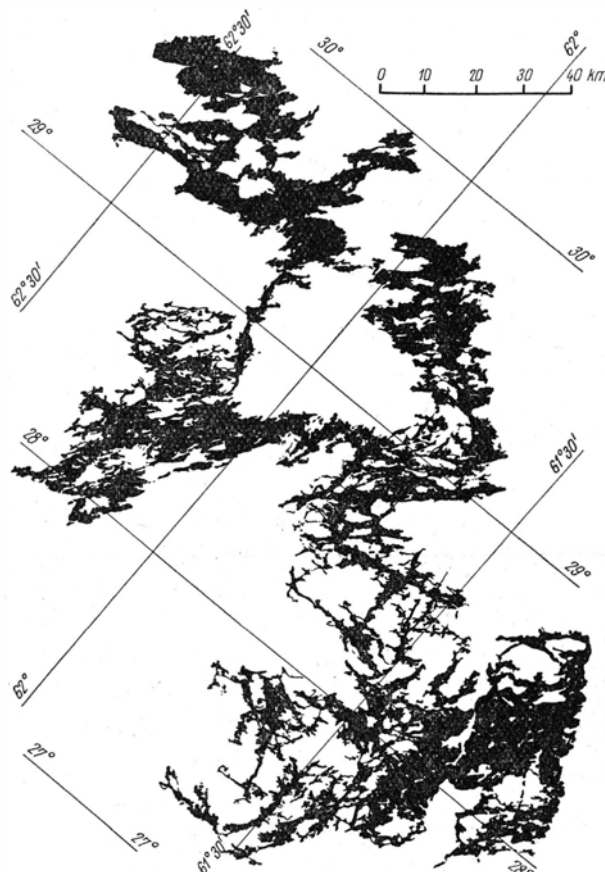
Finnországra jellemző a tavak nagy száma. Az ország területének több, mint 10%-a tó és folyó. Finnországban kb. 55 ezer tó van. De azt a benyomást, hogy a tavak igen nagy számúak, még szétszórtságuk, valamint a tengerpartok menti nagyon sok öböl és sziget is növeli.

Az ország legnagyobb tava a Saimaa tó (1. ábra). E tónál építették a múlt század közepén a Saimaa-csatornát, hogy a belső hajózás utat nyerjen a tengerhez. A tó ugyanis kapcsolatban van Kelet-Finnország belső területeivel.

Finnország talajféleségei közül legjelentősebbek az ÉNy—DK csapású övekben előforduló kavicsos talajok, mivel ezekből a kisebb települések számára néha elegendő víz nyerhető. A talajvizek az ipari és kommunális vízszükségletnek mintegy 20%-át fedezik. Ez az arányszám azonban a helyes vízgazdálkodás folytán még javult is, a vízszükséglet megnövekedésének ellenére.

Finnország talajféleségei között legnagyobb területeket a moréna-talajok borítanak. A legfinomabban elszórt talajfajták a déli és nyugati parton találhatók. A hegyvidékeken a talajréteg mindenütt nagyon vékony, többnyire csak néhány méter vastagságú.

Finnország az erdők hazája. Területének kb. 30%-át borítja erdő, ezzel szemben csak 8% a megművelt terület. A kultúrnövényekkel beültetett területek északi határvonala ÉNy-ról DK felé szeli át az országot. A nap sugárzási energiája és a csa-



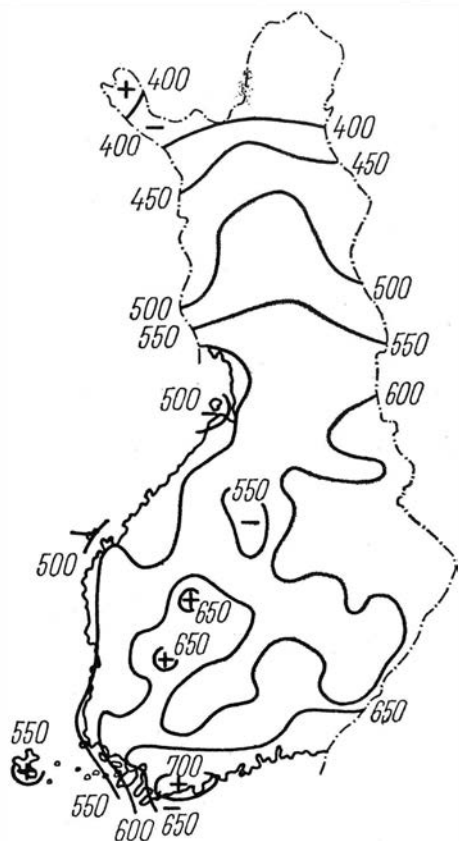
1. ábra. A Saimaa tó. Kiterjedése 4400 km², vízgyűjtő területe 21 300 km²
Renquist után

padékviszonyok Finnországban annyira kedvezőek a növényzet számára, hogy sok kultúrnövény éppen olyan jól tenyészik itt, mint a középeurópai országokban.

A csapadék — az északi és tengerparti vidékek kivételével, ahol az esőzés általában kevesebb — az ország egész területén meglehetősen egyenletes eloszlású. Dél-Finnország évi csapadékmennyisége átlagosan 600—700 mm, az északi részeké pedig 400—500 mm (2. ábra). Télen a csapadékviszonyok uralkodóan óceáni jellegűek, ami azt jelenti, hogy az Atlanti-Óceánon kialakuló mélynyomású területek keletkeznek. Nyáron a földfelszín felmelegedése következtében megerősödnek a felszálló légáramlatok, így növekszik a konvektív csapadék kis. A kultúrnövényzet növekedési periódusában 250—350 mm csapadékot kap, ami általában elegendő is az aratásig (3. ábra).

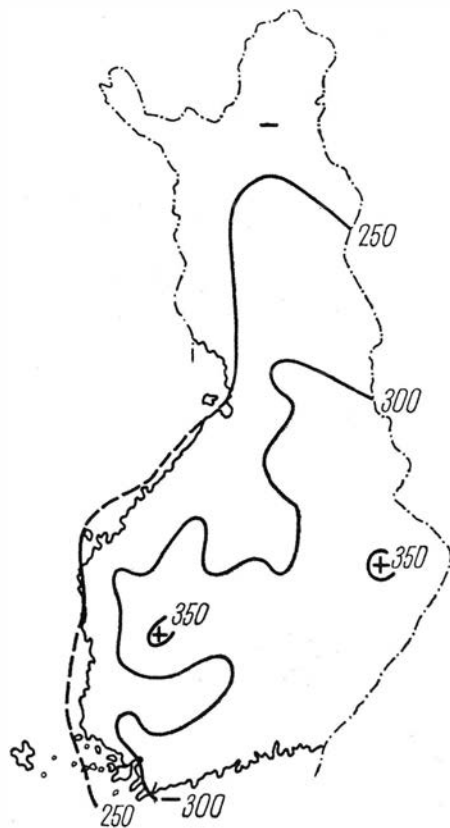
A csapadékmennyiség eloszlása a négy évszakban annyira egyenletes, hogy egyetlen görbével (4. ábra) is eléggé megbízhatóan jellemezhető. A májusi csapadék a hóolvadásból származó nedvességgel együtt elégséges a kultúrnövényzet fejlődéséhez. Vízgazdálkodásunk egyik legsúlyosabb problémája a megművelt területeket veszélyeztető ko-

* Műszaki Főiskola, Vízgazdálkodási Tanszék, Helsinki.



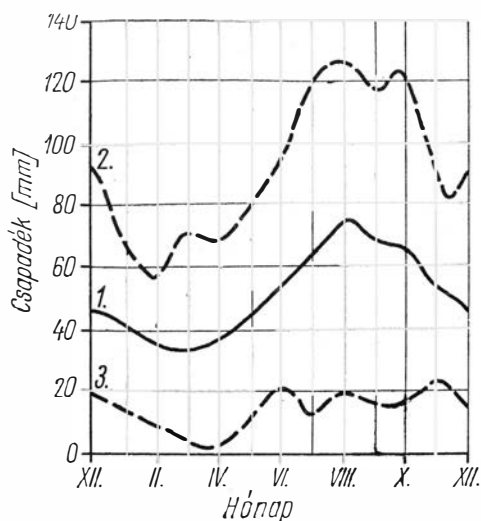
2. ábra. Az évi közepes csapadék eloszlása az 1921—50. évi észlelések alapján

A számok mm-t jelentenek



3. ábra. A csapadék átlagos eloszlása a nyári félévben: májustól szeptemberig, az 1921—50. évi észlelések alapján

Angervo után



4. ábra. A csapadék havi menetgörbéje tíz észlelőállomásnak az 1886—1935. évi adatai alapján

1: közép-, 2: legnagyobb-, 3: legkisebb értékek

ratavaszi hóolvasás. A szántóföldeknek több, mint 90%-át vízteleníteni kell, hogy a mag minél korábban földbe kerülhessen.

A csapadékmínimum a téli hónapokban jelentkezik. A csapadék a hótakaróban elraktározódik és közel félévig nem folyik le a vízrendszerbe, a kb. egy hónapig tartó tavaszi hóolvasásig. Az évi csapadékmennyiség kb. 30%-a Dél-Finnországban hó alakjában hull le, míg Észak-Finnországban elérheti az 50%-ot is.

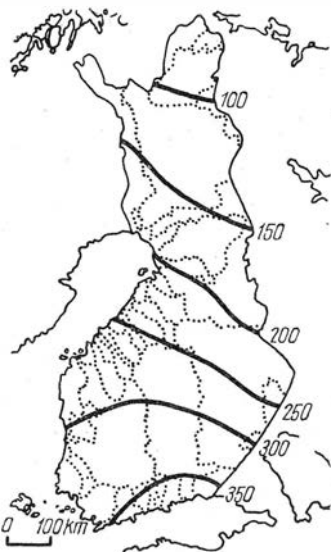
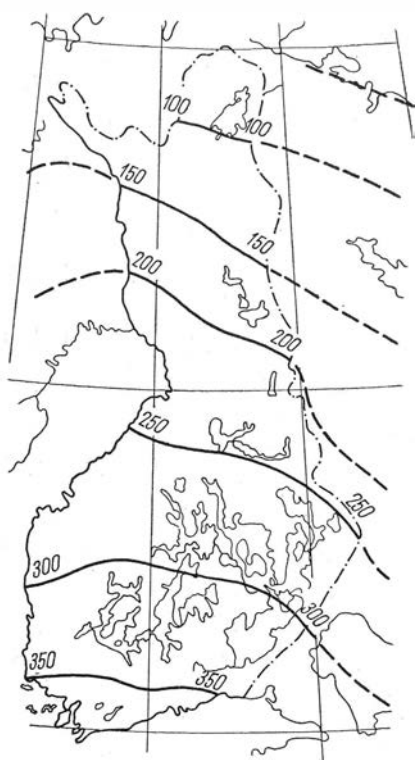
Az évközbéli hőmérsékleti viszonyoktól, valamint a tél tartamától függően minél északabbra megyünk, a párolgás intenzitása annál inkább csökken. Így Dél-Finnországban kb. 350 mm, vagyis a csapadék 60%-a; ezzel szemben Észak-Finnországban kb. 100 mm, vagyis a lehulló csapadék 30%-a (5. ábra). Minél északabbra megyünk, annál kevesebb az eső, így csökken a csapadék és a párolgás közti különbség is.

Mivel a területi tényezőknek aránylag kicsiny a befolyása, a lefolyásra kerülő évi vízmennyiséget illetően az ország különböző területei között másodpercenként és km^2 -ként csak 8—12 liter a különbség. A könnyen áteresztő talajfajták közepes évi lefolyása nagyobb, mint a nehezen áteresztő talajnemeké. Tavakban gazdag és nagy kiterjedésű, erdőtlen, mocsaras vidékeken nagyobb a párolgás. E területeken tehát csekélyebb a lefolyásra kerülő évi vízmennyiség.

Számításba kell vennünk a talaj átfagyásának mértékét is, mivel mély talajfagy esetén az évi lefolyásra kerülő vízmennyiség csökken. A lefolyási tényező kialakulását tehát a fagyott talaj vastagságának mértéke is befolyásolja.

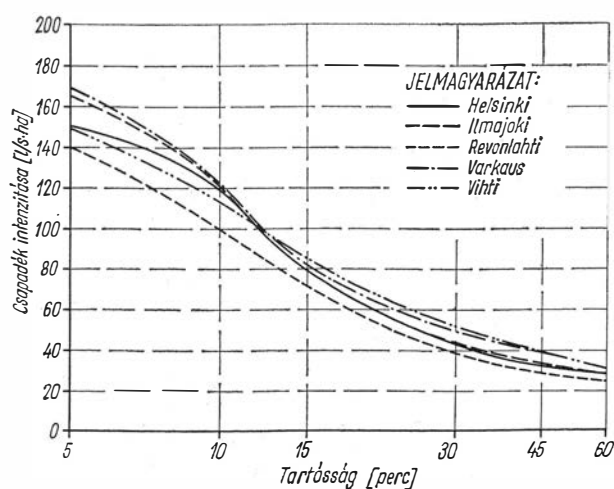
A rövid ideig tartó csapadék mennyisége is hasonló jellegű az egész országban. A 6. ábrán egy, az év folyamán egyetlen egyszer fellépett helyi esőt mutatunk be az idő függvényében, öt különböző helyen.

Finnországban a települések csatornázásánál — alsó határként — azokat az esőzéseket veszik figyelembe, amelyek legalább két évenként egy-



5. ábra. A párolgás évi átlagos értéke mm-ben
Siren után

szer fordulnak elő 15 perces időtartammal. Az ilyen esőzés országos viszonylatban hektáronként és percenként kb. 100 liter csapadékot jelent. Az ilyen rövid ideig tartó esőzés a vízgyűjtő területen — természetesen — nem azonos azzal, amely az évenként lefolyásra kerülő vízmennyiséget általában szolgáltatja. Egészen kis területeken azonban a kissé hosszabb ideig (kb. egy napig) tartó őszi esők is okai lehetnek egy-egy lefolyási maximumnak. A 7. ábrán bemutatott diagram a 24 órás csapadék gyakoriságát tünteti fel Helsinkiben, de egyúttal fogalmat ad e tekintetben az egész ország hasonló csapadékviszonyairól is

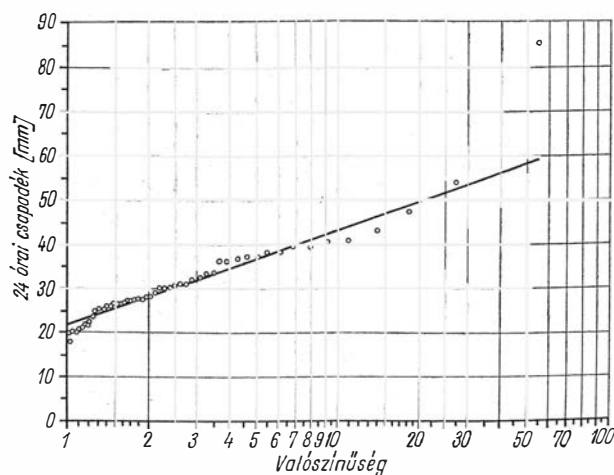


6. ábra. A 24 óra alatt évente legfeljebb egyszer lezúduló legnagyobb helyi záporok megismétlődésük függvényében az 1909—1962. évi feljegyzések alapján

A finn vízrendszer lefolyás-maximumát a tartós hóolvasás okozza. Az olvasás gyorsasága a maximális téli vízmennyiséghez viszonyítva az egész országban kb. azonos, noha az olvasás abszolút gyorsasága Észak-Finnországban nagyobb, mint Dél-Finnországban (8. ábra).

A különböző típusú vízrendszerek vízellátása változatos (9. ábra). A tavakat nélkülöző vízrendszereket tavasszal nagyon pontosan kialakuló magas vízállási csúcsok jellemzik. Tavakban gazdag vízrendszerekben ezek a csúcsok erősen ellapulnak: nagyon kiegyenlítettek. A legnagyobb vízrendszerben, a Saimaa-területen, ahol a vízgyűjtő terület 62 000 km² és a tavak a terület 20%-át borítják, az évi változások még enyhébbek, mint a négy éves periódus amplitúdói. A tavaszi hóolvasás és a gazdagabb őszi csapadék, valamint a kisebb párolgás miatt Finnországra a két maximumot és két minimumot tartalmazó kettős periódus jellemző.

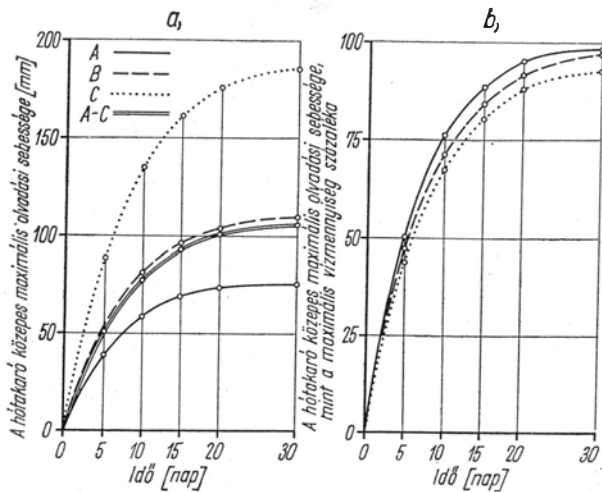
A lefolyási maximum mértéke a tógazdaság, a vízgyűjtőterület felszínének és a hótakaró víz-



7. ábra. A 24 óra alatt évente legfeljebb egyszer lehulló záporok időtartamuk függvényében az ország különböző részeiben levő 5 észlelő állomás adatai szerint

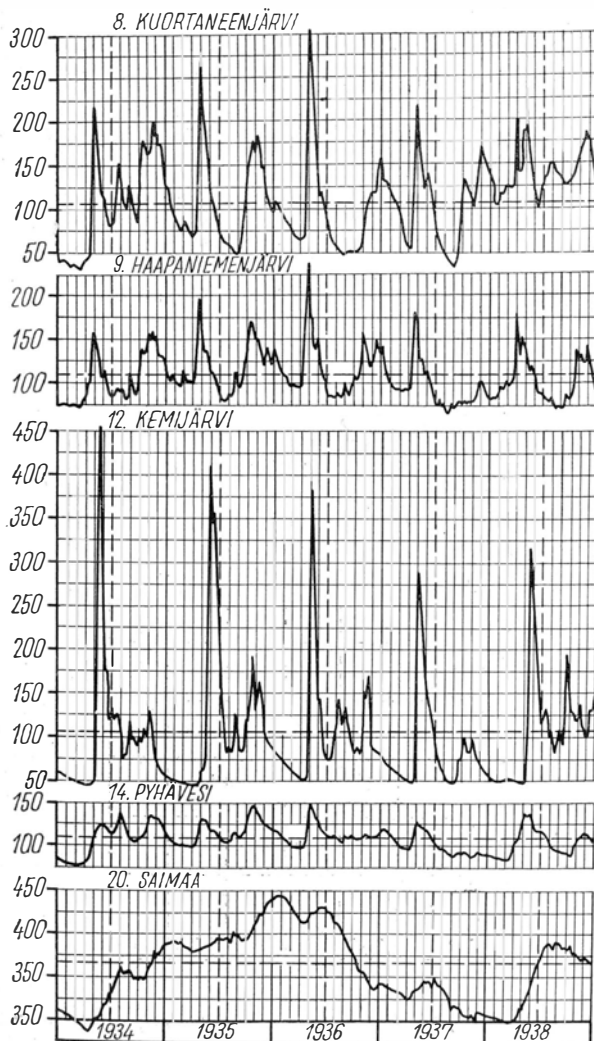
Mustonen nyomán

tartalma tavaszi maximumának ismeretében az egész ország területén meglehetősen nagy pontossággal előrejelezhető. Ez nomogramok (10. ábra) és a tavaszi hótakaró víztértékének segítségével



8. ábra

- a) A hótakaró (mm) olvadási-sebességének átlagos maximuma;
b) ugyanaz az egész téli csapadék %-ában kifejezve: A) az ország déli-, B) középső-, illetve C) északi részein (Kaitera szerint)



9. ábra. Különböző típusú vízfolyások vízszíningadozásainak görbéi

történik. Ennek az értéknek kialakulását számottevően befolyásolja a tavak helyzete, valamint a szántóterületek nagysága és térbeli eloszlása is.

Ha a szántóterületet növelik, a lefolyás ingadozása kezdetben csökken (11. ábra). Oka az, hogy a hó a szántókban kb. egy héttel korábban olvad, mint az erdőkben. Továbbá az elolvadt hó a szántóföld árkaiban azonnal le tud folyni. A lecsapolt területeken a víz az olvadás kezdetén megmarad és annak végén egyszerre kerül be a vízrendszerbe. A hóolvadás lefolyása ebben az értelemben más, mint az esőé. Így pl. a lápos, mocsaras földek lecsapolása — amit Finnországban jelenleg rendkívül nagy mértékben művelnek — nem ugyanolyan mértékben fokozza a tavaszi áradás növekedését, mint ahogy az esőzések az őszi áradásokat.

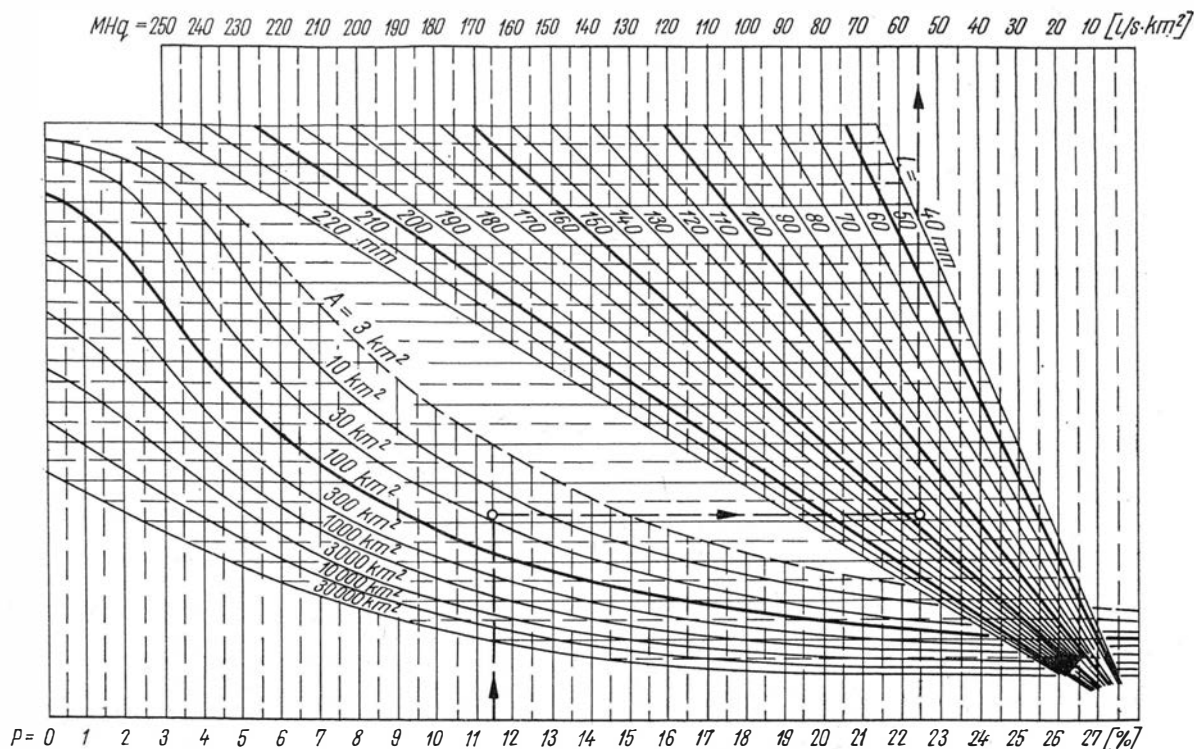
A hótakaróban felgyülemlett vízmennyiség már tavasszal becsülhető. Ezt általában március közepén szokták elvégezni, az áradások előrejelzése végett. A legelső becslésekre azonban már január közepén sor kerül. Minél későbbre húzódik el a tavaszi áradás időpontja, annál biztosabban jelezhető előre a várható árvíz-mennyiség, akár 2–6 hónappal az áradás kezdete előtt. Az előrejelzésben olyan pontosság érhető el, hogy ez a körülmény jelentős befolyással van a vízrendszer szabályozására. A tavak helyzetéből már tavasszal megállapítható, hogy hol és mikor kell áradástól tartanunk. Ezzel szemben a kevés tával rendelkező vízrendszerekben az árvizeket nem lehet ilyen megbízhatóan előrejelezni. Az árvizek megjelenésének időpontja ugyanis nagy mértékben az időjárási viszonyok függvénye.

Az áradás ingadozásának mértéke a nagyobb vízrendszerekben általában 20–150 l/sec/km² között szokott változni. Ötven év alatt csupán egyetlen egyszer következett be olyan áradás, amely kétszerese volt a korábbi sokévi átlagnak.

Az áradás minimumának kialakulása Finnországban elsősorban a vízgyűjtő terület tulajdonságaitól függ. Az egyes tényezők között fennálló törvényszerűségeket a (12. ábra) mutatja.

Ami a víz minőségét illeti, a finn vizekre a nagy humusz-tartalom jellemző. Így például Finnország tavainak kb. 60%-a disztrófikus, azaz barna színűek. Ezt a szint részint a mocsarak nagy százalékaránya, részint a víz nagy vastartalma okozza. A vízrendszer nagyfokú szennyezettsége főként a vizek humusz tartalmának következménye. Ha növényi tápanyagok jutnak a vízbe, ez a megterhelés hatékonyabbá válik. A növényi tápsók okozzák ugyanis a vízben található humusz szétbontását, ami a vízben elnyelt oxigén nagyobb elhasználódásához vezet. Az utóbbi időben nagyobb figyelmet szentelnek a vízrendszer növekvő eutrófiájának. Az eutrófikus vizekben ugyanis a hátrányos faktorok nagyobbak, mint az oligotrófikusokban.

A vízrendszer szennyezettségi foka elsősorban az ipari szennyvizek mennyiségétől függ. A faiparnak a vízigénye különösen nagy. A finn vizeket legnagyobb mértékben a szulfidcelluloze ipar szennyezi. Úgy vehetjük, hogy az ipar okozta szennyvízterhelés mértéke — a lakosság létszáma-



10. ábra. P. Kaitera nomogramja az árvizek várható közepes mennyiségének (MHq) $l/s \cdot km^2$ előrejelzéséhez a vízgyűjtő terület nagysága ($area = A$) és a tavak borította térszín % aránya (P) alapján, figyelemmel a hótakaró maximális víztartalmára

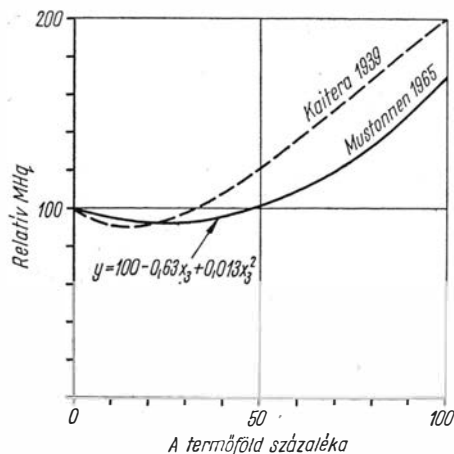
ban kifejezve — kb. 15—20 millió lakos vízfogyasztásának felel meg.

Ami az ipar által elhasznált víz mennyiségét illeti, az az egész elhasznált vízmennyiségnek kb. 85%-a. Ez jelenleg kb. $70 m^3$ percenkénti vízfogyasztásnak felel meg. Figyelembe kell vennünk azonban, hogy a Keleti-tengerbe átlag $3000 m^3$ víz folyik percenként; így az elhasznált víz a lefolyásra kerülő víz mennyiségének mindössze 2%-a. Ilyen körülmények között a finn vízellátás-probléma könnyűnek tűnik. Valójában azonban amiatt válik nehezzé, mivel a minimális vízhozam lényegesen kisebb az átlagnál, és mivel a legtöbb település

nagyrészt a tóban szegény Dél-Finnországban, vagyis az országnak vízben legszegényebb területén van.

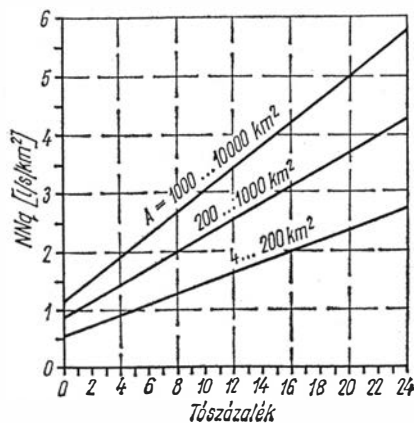
A víz tisztaságát tekintve az is jelentős, hogy a finn vízrendszer vizei többnyire nagyon lágyak; általában 1—2 német keménységi fokúak. Ez pedig azt eredményezi, hogy a finn vizek habzóképesége eléggé gyenge; emiatt az ipari szennyvizek a tiszta víz pH értékét könnyen kedvezőtlen mértékben megváltoztathatják.

Korábban az ipar jelentős mértékben a belső területekre települt; különösen olyan vízések közelébe, ahol a számára szükséges vízierő is adva volt.



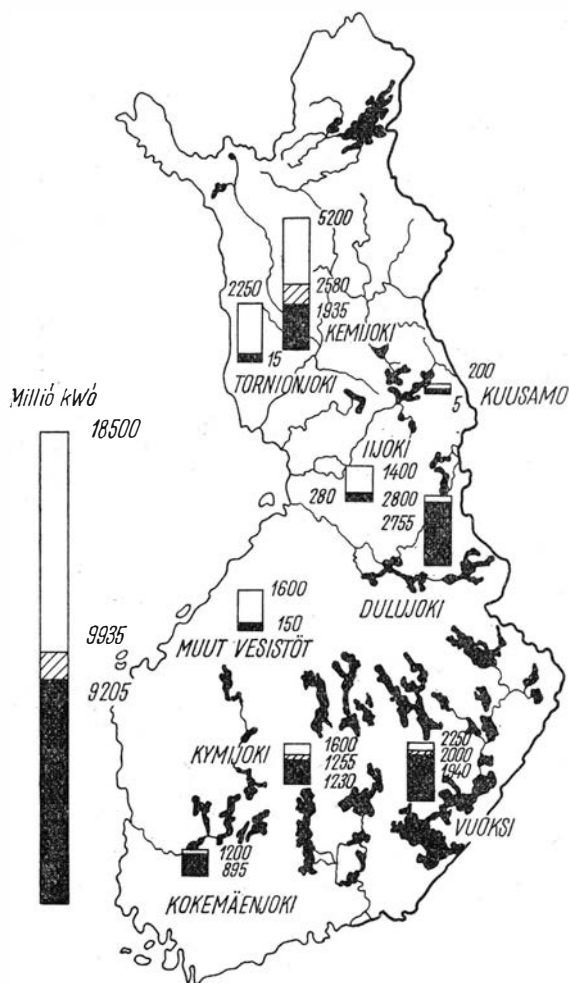
11. ábra. A szántók és erdők hatása a lefolyásra kerülő csapadék mennyiségére a kicsiny és tavakban szegény vízfolyásoknál (MHq az erdős területeken = 100)

Kaitera és Mustonen szerint



12. ábra. A kisvíz-minimumok (MNq $l/s \cdot km^2$) évi átlagértékeinek alakulása Finnország különböző folyóinál

Wäre szerint



13. ábra. Finnország vízienergiakészlete

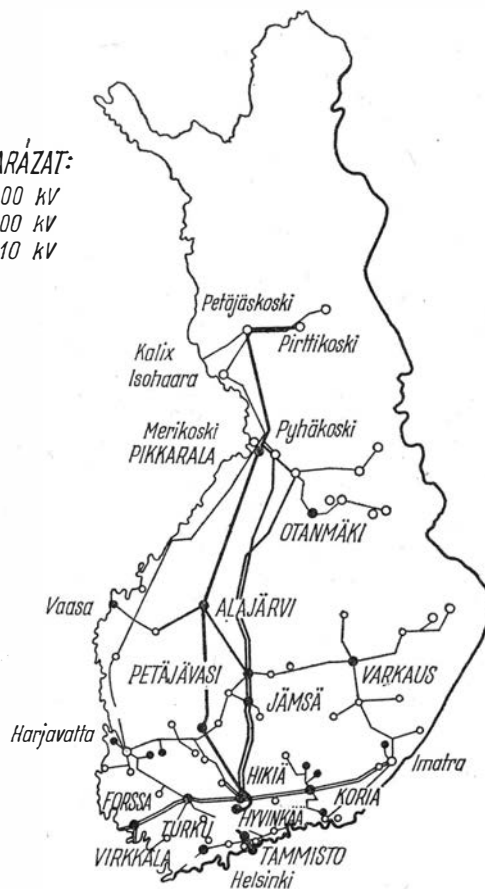
A vizek tisztaságának megóvása érdekében ez a kérdés napjainkban egyre jelentősebbé válik. A nagy vízigényű iparágakat úgy telepíthetjük, hogy azok ne okozzanak súlyos vízszennyezési problémákat. Finnország környező tengeröbleinek volumene olyan nagy, hogy ezek — a víz szennyezettségét illetően — lehetővé tesznek egészen más megoldási módokat is.

A fent említett körülmények alapján azt tervezzük, hogy Finnország sűrűn lakott déli és délnyugati területeinek fokozottabb vízszükségletét az ország belső vízrendszeréből oly módon biztosítjuk, hogy a vizet alagutakon át vezetjük a felhasználás helyére. A finn hegyek kemény ösközelekből épültek fel. Ezekben viszonylag könnyen lehet alagutakat építeni. Ezért úgy tervezik, hogy — első lépésként — a szennyvizet (annak megtisztítása után) az ország belsejéből alagutakon át a tengerbe vezetik. Az elgondolás alapja az, hogy a főváros körül több kettős rendeltetésű szivattyútelepet fognak építeni. Ezek feladata az lesz, hogy részint a tengerből tiszta vizet emeljenek ki és továbbítsák befelé, részint pedig a kellően megtisztított szennyvizek lefolyását biztosítsák a tenger felé. A probléma megoldásához természetesen szükséges a szennyvizek tisztítása is.

Az ilyenfajta vízellátási és víztisztítási kérdések annyira új problémák, hogy nagyobb mér-

JELMAGYARÁZAT:

- 400 kV
- 200 kV
- 110 kV



14. ábra. Finnország távvezetékhalozatának fejlődése

tékben csak az utolsó tíz évben váltak nálunk időszerűvé. Ami a vizeinket érintő intézkedéseket illeti, megemlíthetjük, hogy az egymást követő évtizedekben különböző problémák álltak az érdeklődés előterében. Az elmúlt évszázadban például a vízügyi munkálatok elsősorban a tavak vízszintjének süllyesztésére irányultak.

A mezőgazdaság számára biztosítandó új területeket illetően a természetes öslegelők meliorációja és a mocsarak lecsapolása volt a központi probléma. Finnország szántóterülete ma 2,6 millió hektár. Ebből 25% lecsapolt láp és mocsár. A lápos és mocsaras területek lecsapolása és szántókká tétele mégis fokozatosan veszít jelentőségéből. Napjainkban az értékes mezőgazdasági területek víztelenítése, vagyis az árkolás és talajcsövezés az ország fő problémája.

Az utóbbi időben évről évre mintegy 250 000 hektárral növekszik a mezőgazdasági művelésre hasznosabbá tett terület. Ötmillió hektárnyi olyan vizenyős terület van ma Finnországban, amelynek meliorációja kifizetődőnek ígérkezik. Ezt a talajjavítási-, szárítási munkát 20 év alatt óhajtjuk befejezni.

A finn vízrendszerhez tartozó folyók általában viszonylag kisesésűek. Így például a belső tórendszer közepes tszf. magssága mindössze 75—100 m. A tőgazdaság azonban jobb lehetőségeket

igényel a vízerőművek kiépítéséhez, mert a tavak jelenlegi vízrendszerében a legkisebb áradás is jelentős színtingadozásokat okoz.

Finnországnak évi 18,5 milliárd kilowattóra energia termelésére képes vízierőművek építésére van lehetősége. Ebből jelenleg 10 milliárd kilowattórányi termelő egység készült el (13. ábra).

Amikor az 1920-as években a Saimaa-vízrendszerrel kapcsolatban megépült az Imatra erőmű, megkezdtek a távvezeték hálózat kifejlesztését is. A második világháború után az észak-finnországi vízierőművek felépítését központi feladattá nyilvánították. Itt létesült az ország vízienergiát hasznosító erőműveinek kétharmada. Ugyanakkor azonban gondoskodás történt a nagyobb tavak vízszintjének szabályozásáról is. Sőt: jobb lehetőségek teremtménye végett a Kemi folyó vízrendszerében mesterséges tavakat is létesítettek.

Az Észak-Finnországban termelt vízienergiá-

nak jelentős részét Dél-Finnországba vezetik. A távvezetéseket általában részvénytársaságok építetik. A finn távvezeték-hálózat az utolsó évtizedben rohamosan bővült (14. ábra). Jelenleg Svédországgal is van távvezeték-összeköttetésünk, úgy hogy az energia-átvitel egyik országból a másikba bármikor lehetséges.

A finn vízfolyások, szemben Svédország és Norvégia sokkal kedvezőbb természeti lehetőségeivel, általában kisesésűek. Ezért a finn vízierőművek alapján véve drágák.

Végezetül megemlítem: az utóbbi időben egyre erősebb az a felfogás, hogy a finn vízrendszer a nép és az ország jelentős tőkéje. Ezért vízgazdálkodásunk kérdései és célkitűzései ma a nép széles rétegeinél az érdeklődés előterébe kerültek, és minden igyekezet megvan a vizeinkben rejlő kincsek minél tökéletesebb és növekvő mértékű felhasználására.