Dr. hab. inž., prof. JĒKABS BARKĀNS, JEĻENA BAŽBAUERE

RTU ENERĢĒTIKAS INSTITŪTS

VAI PROGNOZĒJAMA ŪDENS CAURTECE DAUGAVĀ?

Ūdens caurplūdums Daugavā ir būtiski nozīmīgs elektroenerģijas izstrādē HES kaskādē un energosistēmas saimnieciskajā darbībā. Latvijas hidroelektrostaciju ūdenskrātuvēm nav ne gada, ne sezonas regulēšanas. Pļaviņu HES ir nedēļas regulēšana, bet pārējām HES - diennakts regulēšana, tāpēc to izstrādi galvenokārt nosaka caurplūdums.

Gada ūdens caurplūduma daudzumam ir gadījuma raksturs, tāpēc bieži orientējas uz lielumiem, kas tiek noteikti, piemēram, ar 50 % varbūtību. Tāda prognozēšana ir pietiekoši nenoteikta, un ir vajadzība tās precizitāti paaugstināt.

Praksē novērota caurplūduma nevienmērība pa gadiem, zināmas periodiskas izmaiņas, bet stingras likumsakarības nav noteiktas. Tādēļ veikta analīze, lai paaugstinātu caurteces prognozēšanas ticamību.

Vienlaikus interesanti gūt pamatojumu daudzūdens periodos iegūto līdzekļu izlietošanai.

Analīzē tika apskatīti caurplūduma novirzes lielumi no 50 % varbūtējiem. Lai spriestu, vai caurplūduma novirzei ir kāda likumsakarība, jāatbrīvojas no

anomālijām, kas jauc pārskatāmību.

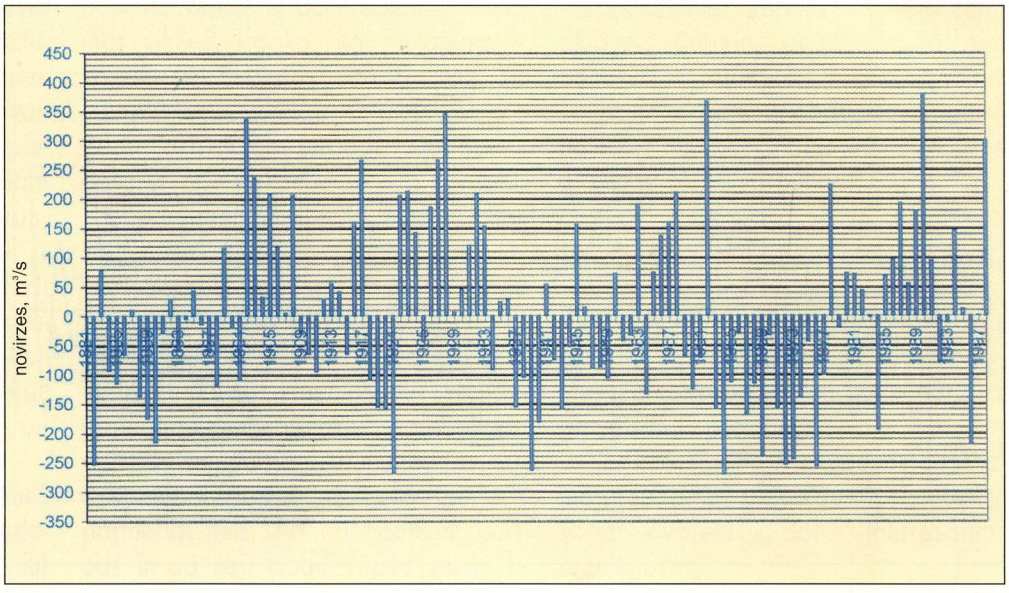
Veicot analīzi, caurplūduma novirzes gadu gaitā tika summētas. Rezultātā iegūtā summārā caurplūduma novirzes līkne atklāja pārsteidzošu ainu. 118 novērošanas gados ir bijuši 3 cikli ar praktiski vienādu periodu (44 gadi) amplitūdu (1250 m^3/s) un formu.

Tagad izdarīsim nelielu atkāpi. Kā jūs nosauktu notikumu, kad cilvēks izkrītis pa augstceltnes logu, bet palicis dzīvs? - Laimīgs gadījums. Bet ja tas noticis otrreiz? - Sagadīšanās. Bet ja nu trešo reizi? - Tad tā ir likumsakarība. Tas, ko redzam summārā caurplūduma noviržu līknē, ir acīmredzama likumsakarība.

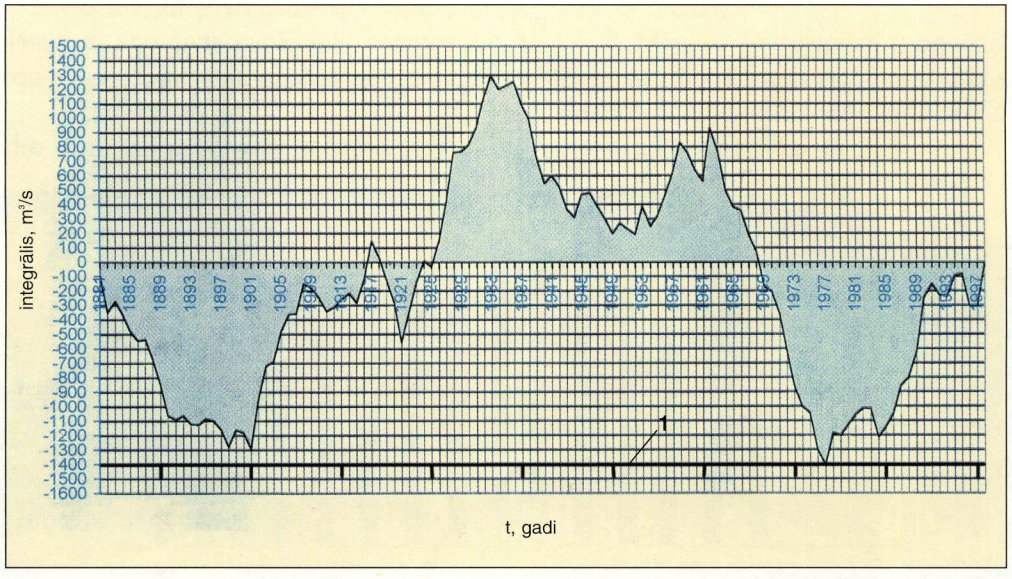
Caurplūdumam ir raksturīgi trīs posmi, ko redzam vidējā cikla piemērā. Pirmā posma (I) laikā notiek pozitīvas caurplūduma novirzes. Otrajā posmā (II) caurplūdums samazinās, novirzei nesasniedzot nulles vērtību. Tad tas atkal aug, nesasniedzot maksimālo vērtību, un trešajā (III) posmā atkal sākas samazināšanās, kas turpinās nākošā cikla pirmajā (I) posmā. Turpmāk no summēšanas (integrēšanas) atgriežamies pie caurplūduma, - jānoskaidro, kādi ir to posmi un jāorientējas uz 50 % caurplūdumu, nevis attiecināto uz visu periodu, bet uz katru no posmiem atsevišķi.

Kā attēlot procesu, ja ir zināms tā integrālis? Jāveic darbība, pretēja integrēšanai, jeb, citiem vārdiem sakot, jāatrod tā diferenciālis (atvasinātā). Summa jāaizstāj ar matemātiski izsakāmu determinētu funkciju. Šim nolūkam izmantojam caurplūduma noviržu summas aprakstošās periodiskās funkcijas pamatsinusoīdu ar 44 gadu periodu un trīs sinusoīdu nogriežņus, no kuriem divi papildina sākumizmaiņu līdz vajadzīgam stāvumam, un trešais - atveido robu pamatsinusoīdā, kas

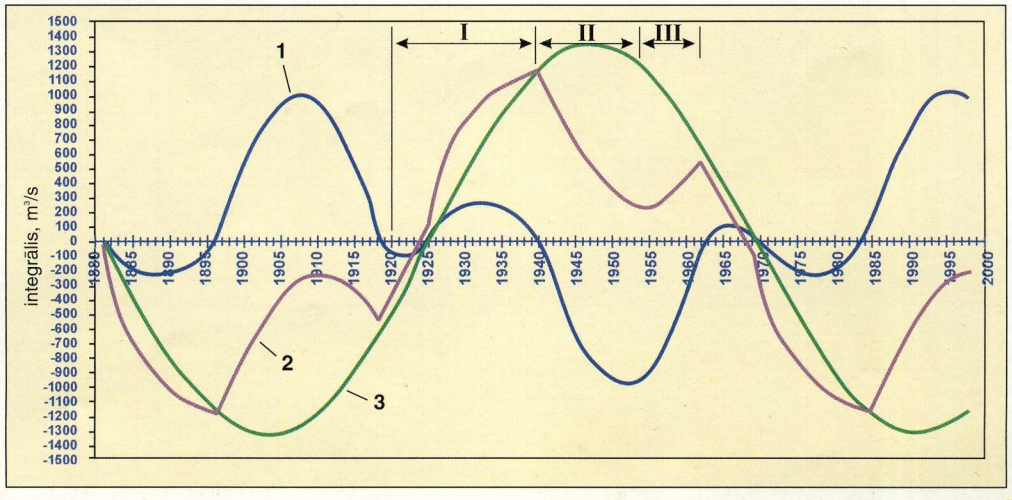
GADA CAURPLŪDUMA NOVIRZES NO 50% NODROŠINĀJUMA



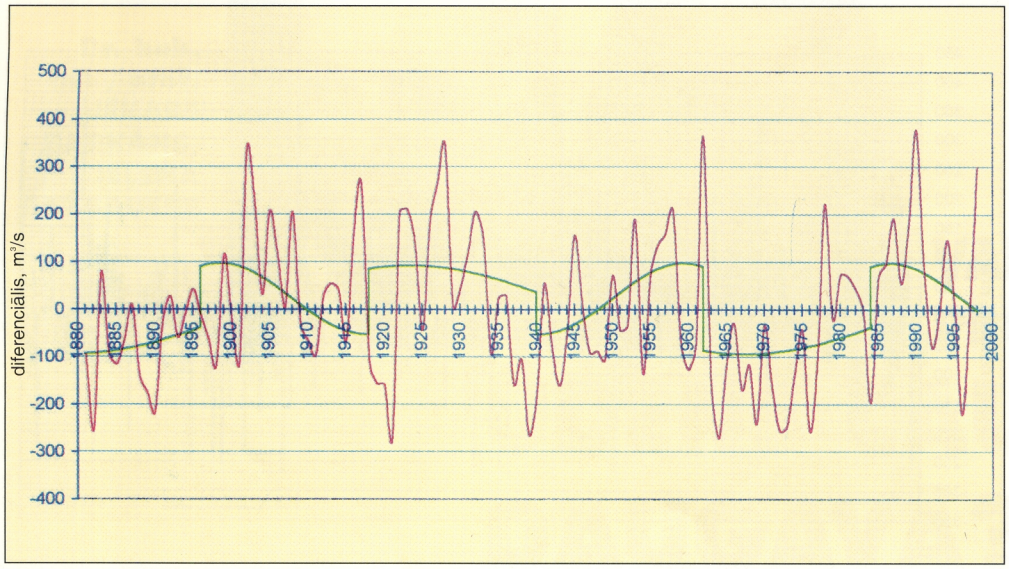
SUMMĀRĀS CAURPLŪDUMA NOVIRZES
(1 - saules aktivitātes cikli)



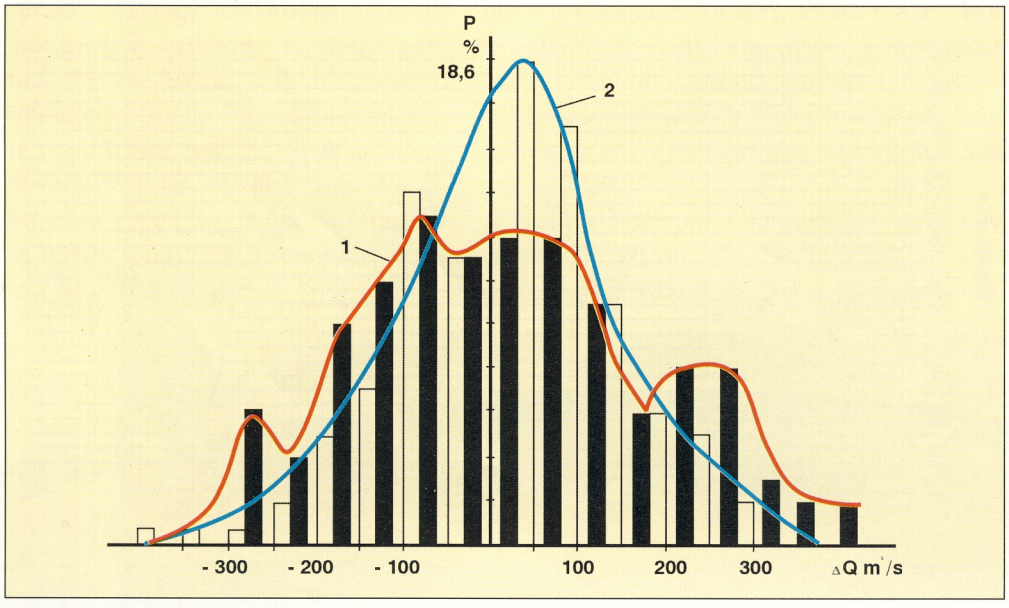
CAURPLŪDUMA NOVIRŽU SUMMAS APRAKSTOŠĀS PERIODISKĀS FUNKCIJAS KOMPONENTES (1- pamatsinusoīda, 2 - palīglīkne, sastāvoša no trim sinusoīdu nogriežņiem, 3 - rezultējošā līkne)



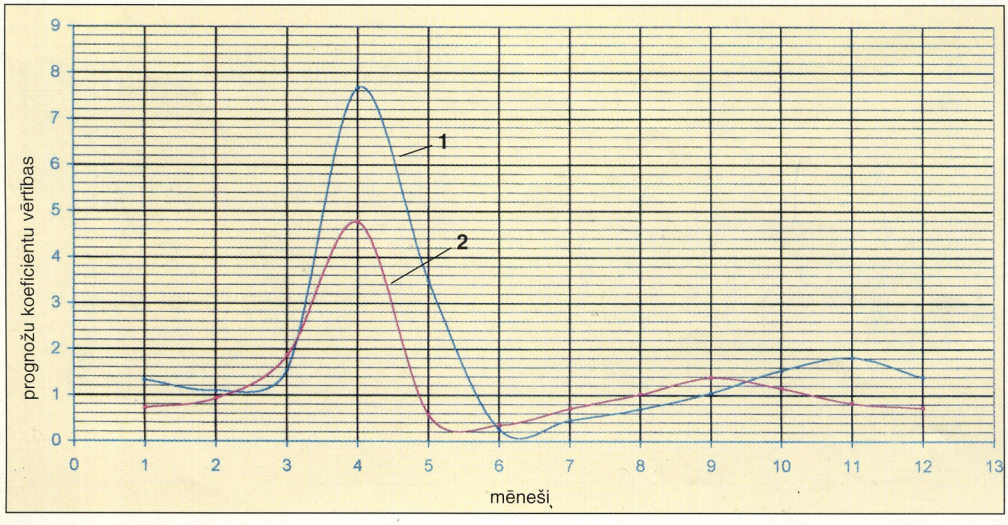
CAURPLŪDUMA NOVIRŽU PERIODISKĀS KOMPONENTES RAKSTURS



CAURPLŪDUMA NOVIRŽU NO 50% VARBŪTĒJĀ UN PERIODISKĀS FUNKCIJAS FAKTISKĀ HISTOGRAMMAS (1 - caurplūduma noviržu sadalījuma blīvums, 2 - sadalījuma blīvums koriģētām novirzēm)



NĀKOŠO MĒNEŠU PROGNOZES KOEFICIENTI
(1 - nākošajam mēnesim, 2 - aiznākošajam mēnesim)



vērojams pirmās sinusoīdas pusperioda otrajā pusē. Tā aproksimējam pamatfunkciju ar determinētu izteiksmi, no kuras atrast atvasināto ir matemātisks uzdevums. Rezultātā tika iegūta līkne, kas raksturo caurplūdumu noviržu periodiskumu (aproksimējoša funkcija). Viegli pārliecināties, ka caurplūduma noviržu process tiešām 118 gadu laikā sekojis atklātai likumsakarībai. Tādā veidā no procesa izslēdz sastāvdaļu, kam ir likumsakarīgs raksturs. Tam uzklājas procesa sastāvdaļa, kurai ir gadījuma raksturs un kas veido svārstības ar daudz mazāku periodu. Šī sastāvdaļa ir procesa atlikums.

Tagad pārejam pie novirzēm nevis no 50 % varbūtības, bet no periodiskās funkcijas. Šo noviržu atlikumi caurmērā būs mazāki. Bet vai nevar vēl precīzāk? Ko darīt ar atlikumu?

Tika mēģināts tam piekļūt caur korelāciju, bet neizdevās... Tad tika atkārtota integrēšanas procedūra atlikumam. Rezultātā atkal tika iegūtas formas, kam piemīt periodisks raksturs, šoreiz gan vairāk izplūdušas, bet tomēr lietojamas. Periods ir 41 gads, amplitūda 850 m^3/s un nobīde pret pamatprocesu 25 gadi. Novērošanas periodā izrādījās izteikti tikai divi cikli, pie tam robs pamatsinusoīdā izrādījās nevis labajā, bet kreisajā pusē. Šī cikla pirmais (I) posms ilgst 12 gadus, bet otrais un trešais (II + III) - 29 gadus. Starp periodiskās funkcijas pārtraukumiem noviržu zīmes nemainās.

Ievedot papildus korekciju prognozē, novirzes no periodiskās funkcijas būs vēl mazākas. Tādā veidā galīgajā atlikumā, ko veido procesa augstākās harmonikas, figurē lielumi, kam ir gadījuma raksturs. To pierāda histogrammu salīdzinājums sākotnējām caurplūduma novirzēm un novirzēm no periodiskās funkcijas.

Caurplūduma noviržu no periodiskās funkcijas histogrammas apraksta līkne, kas atbilst tīri gadījuma rakstura procesam, kurš histogrammā tiek aprakstīts ar Gausa likuma zvanveida līkni. Vai atlikuma procesam piemīt vēl kādas likumsakarības? Ar tām vēl būtu jānodarbojas. Bet skaidrs, ka augstāko harmoniku periodi ir 4 - 6 gadi un to noviržu pusperiodi bieži ir nevienādi. Lielāki ir tie pusperiodi, kas atbilst periodiskās funkcijas zīmei. Piemēram, izveidojas pusperiods no četriem gadiem un otrs - divu gadu garumā.

Vai var atbildēt uz jautājumu, kurā caurplūduma posmā pašreiz atrodamies? Jā. - Starp otro un trešo (II - III) posmu. 1998. g. caurplūdumam bija skaidri redzama anomālija. Turpmāk, ja nebūs anomāliju, izpaudīsies tendence caurplūdumam pakāpeniski samazināties līdz kamēr pēc 8 gadiem sāksies jauns kāpums, kas ilgs 20 gadus.

Vēl rodas jautājums, kāpēc hidrometeoroloģiskie apstākļi plašā upes baseinā veido tik acīmredzami manāmus ciklus? Jāsaka, ka jautājumu ir vairāk nekā atbilžu. Norādīsim, ka caurplūduma ciklā ir četri saules 11 gadu aktivitātes periodi. Daugavas baseins nav nekas īpašs. Ja ar šādu integrāldiferenciālu metodi pētītu citas saimnieciski svarīgas upes (Obu, Ļenu, Misisipi), tad varbūt arī tur būtu novērojams kas līdzīgs.

Ko teikt par daudzūdens periodā iegūto līdzekļu izmantošanu? Daudzgadu griezumā līdzekļu saglabāšana deficīta kompensācijai mazūdens gados nav iespējama, jo ciklu periods pārmērīgi liels. Arī harmonikām periods ir ap seši gadi. Tāpēc esošā līdzekļu izmantošanas prakse energosistēmas iekārtu atjaunošanai atzīstama par zinātniski pamatotu. Tieši tas, ka energosistēmas sastāvā ir šādi enerģijas avoti, ļauj energosistēmu saglabāt, negriežoties pēc palīdzības pie investoriem.

Kā prognozēt mēneša caurplūdumus? Šajā jautājumā jaunu ideju nav. Prognozēšanai kārtējā mēneša caurplūdums jāreizina ar nākošā vai aiznākošā mēneša prognozes koeficientu, kam ir gadījuma rakstura novirzes un kas atbilst mēneša caurplūduma 50 % varbūtībai.

Secinājumi

1. Veiktā analīze apstiprināja Daugavas caurplūduma periodiskumu, ļauj izprast procesus un palielināt prognozēšanas precizitāti.

2. Integrāldiferenciālās metodes izmantošana citu upju caurplūdumu pētīšanā varētu dot interesantus rezultātus.

3. Daudzūdens gados iegūto līdzekļu izmantošanas esošā prakse energosistēmas atjaunošanai ir zinātniski pamatota.

4. Mēnešu caurplūdumi prognozējami, reizinot kārtējā mēneša caurplūdumu ar nākošā vai aiznākošā mēneša koeficientiem. ES