Aegread

Aegreaks nimetatakse nähtuse ajalist muutumist iseloomustavate arvandmete rida. Aegrea elemendid on nähtust iseloomustava tunnuse arvväärtused ning neile vastavad teatud ajamomendid või –perioodid. Aegrea moodustab näiteks Eesti keskmine brutopalk aastatel 1995-2003:

1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2375	2985	3573	4125	4440	4907	5510	6144	6723

Sisuliselt võib aegrida tõlgendada statistilise valimina, kus iga valimi objekti korral on muude tunnuste kõrval fikseeritud ka aega väljendav suurus.

Aegread liigitatakse momentridadeks ja perioodridadeks. Momentrea puhul on iga element seotud mingi fikseeritud ajamomendiga (kuupäevaga). Näiteks valuuta- ja aktsiakursid, börsiindeksid, arvutisse sisseloginute arv, mingi riigi rahvaarvud aastaalguse (1. jaanuar) seisuga. Momentrea oluliseks iseärasuseks on asjaolu, et nähtust iseloomustava tunnuse arvväärtuste summal ei ole reaalset sisu.

Perioodrea puhul on iga element seotud mingi fikseeritud ajavahemikuga (kuu, kvartal, aasta). Näiteks kaupluse läbimüük kvartalite kaupa, veebiserveri poole pöördumiste arv tundide kaupa. Ka eelnevalt esitatud keskmise brutopalga puhul on meil tegemist perioodreaga, kuna andmed on esitatud aasta kohta.

Nähtuste ajalise muutumise uurimisel võib eristada kahte põhilist suunda:

- aegridade **elementaaranalüüs;**
- üldise **arengutendentsi** ehk **trendi uurimine.**

Aegridade elementaaranalüüs

Elementaaranalüüs seisneb aegridade lihtsamate karakteristikute: aritmeetiline keskmine, absoluutne juurdekasv, juurdekasvutempo, kasvutempo jt. arvutamises. Mainitud karakteristikud annavad üldise pildi nähtuse muutumisest ja lihtsamate aegridade puhul on võimalik nende alusel teha järeldusi üldise arengutendentsi kohta. Absoluutse juurdekasvu, juurdekasvutempo ja kasvutempo arvutamine tugineb aegridade jooksvate tasemete ja mingi eelmise või baastaseme võrdlemisele. Jooksvate tasemete võrdlemine mingi eelmise tasemega annab **ahelnäitajad**, võrdlemine ühe ja sama baastasemega annab aga **baasnäitajad** (alusnäitajad).

Absoluutne juurdekasv

Absoluutseks juurdekasvuks nimetatakse kahe elemendi (hilisema ja varajasema) väärtuste vahet. Absoluutne juurdekasv võib olla kas positiivne või negatiivne, näidates väärtuse kasvamist või kahanemist. Absoluutset juurdekasvu võib leida kas kõrvutipaiknevate väärtuste vahel (**aheljuurdekasv**) või pikema perioodi kohta (**alusjuurdekasv**).

Absoluutne aheljuurdekasv leitakse valemiga

$$d = y_t - y_{t-1},$$

kus y_t on elemendi väärtus vaadeldaval ja y_{t-1} eelmisel ajamomendil või –perioodil.

Absoluutne juurdekasv mingi varasema baasiks võetava väärtusega võrreldes (alus- ehk baasjuurdekasv) d^* leitakse valemiga

$$d^* = y_t - y_1,$$

kus y_1 on aegrea elemendi väärtus baasiks võetaval ajamomendil (-perioodil).

Vaatleme näitena Eesti keskmiste brutopalkade muutumist aastate lõikes. Vastavad ahel- ja alusjuurdekasvud on arvutatud lisana toodud Exceli failis (töölehel „Aegridade elementaaranalüüs“).

Kasvutempo

Kasvutempo on vaadeldava ajamomendi (või -perioodi) arvväärtuse ja mingi eelmise ajamomendi (või -perioodi) arvväärtuse suhe.
Kasvutempot nimetatakse majandusalases kirjanduses ka **indeksiks**, mis väljendatakse kas suhtearvuna, protsentides (selleks korrutatakse suhtearv 100-ga) või promillides (selleks korrutatakse suhtearv 1000-ga).
Ahelkasvutempo leitakse valemiga

$$i = \frac{y_t}{y_{t-1}},$$

kus y_t on elemendi väärtus ajamomendil (-perioodil) t ja y_{t-1} ajamomendil (-perioodil) t - 1.
Aluskasvutempo leidmisel asendub nimetajas olev y_{t-1} baasiks võetava elemendiga y_1.
Kui i > 1on tegu kasvuga, kui i < 1 on tegu kahanemisega.
Jätkame eelmise näitega, vastavad ahel- ja aluskasvutempod on arvutatud lisana toodud Exceli failis.

Juurdekasvutempo

Kasvutempo kõrval kasutatakse nähtuste ajalise muutumise intensiivsuse iseloomustamiseks ka juurdekasvutempot. **Juurdekasvutempo** on absoluutse juurdekasvu ja selle arvutamisel aluseks võetud elemendi väärtuse suhe. Juurdekasvutempo võib leida kas eelmise elemendi või mingi teise elemendi – baasi suhtes. Alusjuurdekasvutempo leitakse valemiga

$$j^* = \frac{y_t - y_1}{y_1} = i^* - 1,$$

kus y_1 on elemendi väärtus baasiks valitud ajamomendil ja y_t vaadeldaval ajamomendil.
Vastavad näitajad on arvutatud lisana toodud Exceli failis.

Aegrea trendi uurimine

Lühiajaliste perioodide jooksul muutuvad vaatlusandmed sageli hüppeliselt nii kasvamise kui ka kahanemise suunas ning pikaajalisi trende võib olla raske tähele panna. Pikemaajaliste tendentside määramiseks kasutatakse nn. **ridade tasandamist**, millega elimineeritakse kõikumised nii ühele kui teisele poole.
Ridade tasandamise moodustest on lihtsaim nn. **visuaalse trendi meetod**, s.o üldist arengusuunda iseloomustava joone määramine silma järgi. Erinevad uurijad võivad aga samu lähtekõveraid näha erinevalt ning saada tulemuseks erinevad tasandusjooned. Visuaalne trend on kasutatav tavaliselt ainult tasanduskõvera kuju leidmiseks.
Teaduslike tasandamisviisidena kasutatakse näiteks **libiseva keskmise meetodit** ja **analüütiliste tasandusjoonte leidmist vähimruutude meetodil.** Analüütiliste tasandusjoonte leidmisega vähimruutude meetodil puutusime kokku juba regressioonanalüüsi käigus ja seetõttu me siinkohal sellest enam pikemalt ei räägi. (Lisana toodud Exceli failis lehel „Keskmine palk kvartalite lõikes“ on toodud andmed keskmise brutopalga muutumise kohta Eestis alates aastast 1992. Vastavale töölehele on lisatud ka aegrida kujutav joondiagramm koos regressioonikõvera ja determinatsioonikordajaga.)
Libisevaks keskmiseks nimetatakse pikemat perioodi hõlmava aegrea teatavast arvust järjestikustest elementidest leitavat suhteliselt lühema perioodi keskmist, mille arvväärtuste arvutamisel nihkutakse edasi nõnda, et igal järgmisel sammul hõlmatakse üks uus ja jäetakse välja kõige varasema osaperioodi või -momendi kohta käiv rea element.
Kirjeldame nimetatud meetodit täpsemalt. Olgu aegreas n elementi: $y_1, ..., y_n$. Võtame neist m esimest elementi ja arvutame aritmeetilise keskmise

$$\bar{y}_1 = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} y_i \,.$$

Edasi leiame elementide y_2, ..., y_{m+1} aritmeetilise keskmise

$$\bar{y}_2 = \frac{1}{m}\sum_{i=2}^{m+1} y_i \,.$$

Analoogilisel viisil jätkates liigutakse rea lõpuni. Nii saadakse uus rida

$$\bar{y}_1, \bar{y}_2, \ldots, \bar{y}_{n-(m-1)} \,,$$

mis on m – 1 elemendi võrra lühem kui lähterida. Arvu m nimetatakse **libisemissammu pikkuseks**. Tavaliselt võetakse selleks mingi paaritu arv osaperioode (päevi, kuid, kvartaleid, aastaid). Libisemissammu pikkus avaldab mõju tasandusjoone kujule, mis võimaldab sammu pikkust kasutada analüüsimise huvides.

Kirjeldatud meetod eeldab, et libisemissammu ulatuses valitseb lineaarne trend. (Kui trend on libisemissammu ulatuses polünomiaalne kasutatakse silumiseks polünoome, mille kordajad saadakse vähimruutude meetodil.)

Näitena vaatleme andmetabelit, kus on toodud keskmise brutopalga muutumine Eestis kvartalite lõikes alates aastast 2000. Tasandame seda aegrida parameetriga 3 ja 5. Vastavad arvutused on toodud lisana Exceli failis (töölehel „Libiseva keskmisega tasandamine“).

Libiseva keskmise meetodi puudused:

- tavaliselt on raske kohe määrata, kui palju naaberväärtusi peab võtma keskmise arvutamiseks. (Sobivaima väärtuse saab määrata lihtsalt mitu korda katsetades.)
- kõikide esialgsete väärtuste jaoks ei saa arvutada silutud väärtust, kuna puuduvad naaberväärtused. (Libisevate keskmiste arvutamisel kaotame mingil määral infot.)

Nendest puudustest on vaba **eksponenttasandamine**. Silutud väärtused $\hat{y}_i$ arvutatakse selle meetodi korral järgmiselt. Esimene silutud väärtus võetakse võrdseks esimese aegrea väärtusega $\hat{y}_1 = y_1$. Järgmised silutud väärtused arvutatakse valemiga

$$\hat{y}_{i+1} = \alpha y_i + (1-\alpha)\hat{y}_i \,.$$

Arvu α ($0 < \alpha < 1$) kutsutakse tasandusparameetriks ja see valitakse uurija poolt. Osutub, et mida väiksem on α väärtus, seda rohkem toimub juhuslike hälvete filtreerimist. Kõige sagedamini kasutakse α rollis arve vahemikust 0,2-0,4.

Kui aegreas on n elementi, siis lõpuks saadud tulemust $\hat{y}_{n+1}$ võib vaadelda kui prognoosi.

Jätkame sama näitega. Vastavad arvutused on toodud lisana Exceli failis (töölehel „Eksponenttasandamine“).

Aegrea komponendid ja dekompositsioon

Aegrea elementide tunnuse väärustest vahetult lähtudes on visuaalselt sageli võimatu hinnata nendes väärtustes sisalduvate mõjutegurite osatähtsust. Tunnuse väärtused sisaldavad nii determineeritud (mitte juhuslik) kui ka juhuslikku komponenti.

<u>Determineeritud osa võib koosneda:</u>

- **trend** – iseloomustab tunnuse väärtuse püsivat tendentsi muutuda pikema aja jooksul kasvamise või kahanemise suunas;
- **sesoonne komponent** – kirjeldab andmete perioodilist muutumist kuude või kvartalite lõikes, millel on omadus aastast aastasse korduda;
- **tsükliline komponent** – kujutab endast lainetaolisi võnkumisi rohkem kui aasta pikkuse perioodiga trendi ümber.

Aegrea dekompositsiooni eesmärk on tema üksikute komponentide eraldamine ning nende komponentide isoleeritud analüüs. Aegrea modelleerimiseks kasutatakse seejuures erinevaid mudeleid. Tavaliselt kasutatakse selleks kas multiplikatiivset või aditiivset mudelit.

Aditiivses mudelis avaldub aegrida komponentide summana

$$y_i = t_i + s_i + c_i + j_i\,,$$

multiplikatiivses mudelis komponentide korrutisena

$$y_i = t_i \cdot s_i \cdot c_i \cdot j_i\,,$$

seejuures

t_i - trend,
s_i - sesoonne komponent,
c_i - tsükliline komponent,
j_i - juhuslik komponent.