

KESKKONNAKAITSEKULUDE KAVANDAMISEST

Kalju HABICHT, Aasa MAAMÄGI

Eesti Teaduste Akadeemia Majanduse Instituut. Estonia pst. 7, EE-0100 Tallinn, Eesti

Esitanud Ü. Ennuste

Toimetusse saabunud 26. jaanuaril 1994, avaldamisele lubatud 19. mail 1994

Piiratud vahendite jaotamine põhiliselt sotsiaalse ja ökoloogilise efektiga objektide vahel, mille puhul kulud ületavad lähemas tulevikus (kui üldse) arvessetuleva rahalise tulu, on oluline ülesanne maakondades ja linnades. Töös on näidatud selleks võimalusi, mis eeldades kooskõlastatud lähteandmeid väldivad otsuse subjektiivsuse ja esitavad konkureerivate objektide ehitamise ajas optimaalse (või vaadeldute hulgas parima) strateegia.

Valitud parimastki strateegiast saab rangelt kinni pidada vaid mõne aasta. Siis lisanduvad uued esialgselt mitteteadaolevad vajadused, võivad väheneda või suureneada kasutadaolevad rahalised vahendid ja täpsustada objekte iseloomustavad andmed. Seega jääb valitud strateegia kehtima vaid perioodi alguseks ja tuleb seejärel ülesande uue lahendamisega korrigeerida.

1. ÜLESANDE SEADMINE

Sageli on eeloleva perioodi kulutuste struktuuri kavandamisel tegemist olukorraga, kus aastekahjude kuhjumise ärahoidmine nõuab mitmete puhastusseadmete rajamist ja paljude looduskaitselise või kultuuriloolise tähtsusega objektide edasise lagunemise vältimiseks on vaja neid removeerida. Probleem tuleb ette iga iseseisva eelarvega territoriaalüksuse või ka fondi (näit. keskkonnanfondi) töös. Seejuures on olemasolevad rahalised võimalused (igal aastal kasutadaolevad summad) praktiliselt alati märksa väiksemad vajadustest.

Selles valdkonnas ratsionaalse otsuse tegemine eeldab kõigepealt konkureerivate objektide rajamise, taastamise või selle töö edasilükkamisega seotud kulutuste teadvustamist, täpsustamist ja kõrvutamist ning võimalikult formaliseeritud, s.t. subjektiivseid ja varjatuks jäävaid mõjutusi elimineerivaid lahendusmeetodeid.

Iga objekti $i = 1, \dots, n$ iseloomustavad aastal j ($j = 1, \dots, m$) selle rajamis- ja taastamiskulud b_{ij} , taastamisele või rajamisele eelnevad, edaspidi edasilükkamiskulud a_{ij} ja mõningatel juhtudel ka objekti rajamisele järgnevad tulud d_{ij} . Viimased tuleb võtta arvesse siis, kui pärast konkureerivaks objektiks oleva puhastus- ja utiliseerimiskompleksi rajamist ei ole tegu mitte üksnes seniste iga-aastaste aastekahjude ärajäämisega, vaid lisanduvad ka tulud utiliseerimisel saadava produkti realiseerimisest.

Edasilükkamiskulud a_{ij} väljendavad nii objekti lõplikku lagunemist vältivaid iga-aastasi kulusid kui ka kulusid, mis on tingitud objekti puudumisest (saastekahjud). Edasilükkamiskulud võivad suuresti erineda: olla suured, kui on tegemist puhastusseadme ehitamisele eelneva (ja oma täies ulatuses väga raskesti kindlaksmääratava saastekahjuga), või puududa hoopis, kui konkureerivaks objektiks on uus kultuurilooline mälestusmärk.

Et käesolevas ülesandes on eesmärgiks etteantud kululimiitide piires rajada (või taastada) vajalikud objektid selliselt, et nende ehitamise edasilükkamisest tulenevad kulud ja saamata jäävad tulud oleksid minimaalsed, siis ei saa konkureerida objektid, mille puhul pole ei edasilükkamiskulu ega ka majanduslikku tulu nende olemasolust. Kas üldse ja mitmendal aastal neid rajada, see tuleb otsustada eraldi ja sellel aastal vastavalt vähendada muudeks otstarveteks kasutatavaid vahendeid. On tõenäoline, et ka mõni majandusliku (kaas-)mõjuga objekt on asjasse puutuva elanikkonna või selle esinduse poolt eelistatud sotsiaalsetel või ökoloogilistel, s. t. mittemajanduslikel motiividel. Kui sellise objekti rajamine või taastamine kavandadagi eelisjärjekorras, siis pole ebaoluline teada, mida see majanduslikult tähendab, kui palju see suurendab sihfunktsiooni minimeeritavat väärtust võrreldes majanduslikult optimaalse strateegia omaga.

Kui aga ilmnevale sotsiaalsele hüvele või kahjule soovitakse anda hinnanguline rahaline väärtus (see peab olema kõigi asjaosaliste poolt aktsepteeritud), siis saab seda arvesse võtta küll sihfunktsioonis, ent mitte kulusid piiravates tingimustes, kuivõrd see ei suurenda ei reaalseid limiteeritud kulusid ega ka tulusid.

Kerkib küsimus ka järgnevate aastate kulude ja tulude ajastamisest hindamishetkele (diskonteerimisest), mis annaks nende tulevikuväärtusele vastava, ülesande lahendamisel kasutatava tänapäevaväärtuse. Hindade jätkuv kasv tõstab kõiki siin arvesse tulevaid tulevikuväärtusi määral, mis on tõenäoliselt suurem praegu diskonteerimisel kasutatavast intressimäärast. Sellest lähtudes on käesolevas töös kui esimeses lähenduses loobutud nii inflatsiooni arvessevõtmisest kui ka tulevaste kulude ja tulude diskonteerimisest.

2. ÜLESANDE FORMULEERIMINE

Seatud ülesandes on kasutatud mitut (põhimõtteliselt ka välditavat) lihtsustust.

1. On eeldatud, et $a_{ij} = a_i$ kõigil objekti i rajamisele või taastamise eelnenud aastail.

2. Kulusid a_{ij} on arvestatud vaid kuni objekti i rajamiseni või taastamiseni. Pärast seda neid kas ei ole või on nad (hoolduskuludena) teiste arvesse tulevate kuludega võrreldes väga väikesed.

3. On eeldatud, et objekt rajatakse ühe aasta jooksul ja et selle arvessevõetav maksumus ei sõltu rajamisaastast.

4. Kui objekti i rajamisele järgnevad tulud, siis need on konstantsed: $d_{ij} = d_i$.

Ülesande formuleerimise sellel etapil võib üsna sageli ilmned, et edasist lahendamist ei toimu kahel põhjusel.

Esiteks, selleks pole vajadust, sest asjaosalised jõuavad omavahel kokkuleppele edasises strateegias. See on muidugi soovitatav, ent tuleb rõhutada, et objektiivselt parim strateegia on võimalik leida vaid pärast eeltoodud näitajate kindlakstegemist. Selline olukord esineb eelkõige siis, kui konkureerivaid objekte on vähe ja osa neist mittemajanduslikel motiividel ilmselt eelistatud, s. t. tegelikult väljaspool konkurentsi.

Teiseks, ülesannet ei saa lahendada, sest kas objektide rajamise või sellele eelnevad kulud ei ole teada (neid ei suudeta kindlaks määrata). Sellisel juhul ei ole aga ka mingil muul moel võimalik teha majanduslikult põhjendatud otsuseid.

Ülesande formuleerimisel on lähtutud eeldusest, et igal aastal j konkureerivad limiteeritud vahenditele Y_j kõik veel rajamata või taastamata objektid oma rajamis- (b_{ij}) või edasilükkamiskuludega (a_{ij}). Aastal j kulutatakse neile summa R_j .

Vältimaks ülesande jäikust, on siiski eeldatud, et R_j võib olla limiidist Y_j suurem või väiksem mingi etteantud suuruse P_j võrra. Sellisel juhul väheneb või suureneb aastal $j+1$ kasutadaolev limiit. Kui aastal j jääb osa limiteeritud vahendeist kasutamata, siis on see summa $R'_j = Y_j - R_j$ järgmisel aastal kasutatav suurenenult vastavalt arvestatavale intressimäärale r :

$$\begin{aligned} \text{kui } & 0 < R'_j \leq P_j, \\ \text{siis } & Y'_{j+1} = Y_{j+1} + R'_j(1+r), \end{aligned}$$

kus Y'_{j+1} on aastal j kasutamata summat arvessevõttev limiit aastal $j+1$.

Kui aastal j on tegelikud kulutused olnud limiidist suuremad suuruse R''_j võrra, kus

$$\begin{aligned} & 0 < R''_j \leq P_j, \\ \text{siis } & Y'_{j+1} = Y_{j+1} - R''_j(1+s), \end{aligned}$$

kus s on trahvimäär limiidi ületamise eest ($s \geq r$).

Suuruste P_j , r ja s valik, mis peab lähtuma ressursside jaotaja finantsolukorrast, annab võimaluse lahendada ülesannet varianditi.

Üldjuhul on aastal j kasutadaolev summa Y'_j tunduvalt suurem kõigi objektide või olemasoleva olukorra säilitamiseks vajalikust summast $\sum_{i=1}^n a_i$ ja võimaldab igal aastal vähemalt ühe kavandatud objekti rajamise või renoveerimise. Samal ajal on see tunduvalt väiksem summast $\sum_{i=1}^n b_i$, mis kuluks kõigi soovitatavate objektide üheaegseks rajamiseks:

$$\sum_{i=1}^n a_i \ll Y'_j \ll \sum_{i=1}^n b_i.$$

Ülesande lahend peab täitma tingimust

$$Y'_j - P_j \leq R_j \leq Y'_j + P_j, \quad j=1, \dots, m, \quad (1)$$

kus $m = \max_i x_i$ ja x_i on objekti i ehitamise aasta.

$$Y'_j = Y_j + \begin{cases} R'_{j-1}(1+r), & \text{kui } Y'_{j-1} > R_{j-1}, \\ 0, & \text{kui } Y_{j-1} = R_{j-1}, \\ -R''_{j-1}(1+s), & \text{kui } Y'_{j-1} < R_{j-1}, \end{cases}$$

kus $j=2, \dots, m$,

$$\begin{aligned} R_j = & \sum_{i=1}^n b_i + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (a_i - d_i) \text{sign}(x_i - j) + \\ & + \sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{2} (a_i + d_i) - b_i \right] |\text{sign}(x_i - j)|. \end{aligned}$$

Tähistame tähega \mathcal{Q} selliste vektorite hulga, mis täidavad tingimust (1). Vaadeldav ülesanne seisneb seega lineaarse funktsiooni

$$f(X) = \sum_{i=1}^n x_i (a_i + d_i), \quad (2)$$

mille määramispiirkonnaks on hulk \mathcal{Q} , argumendi sellise väärtuse leidmises, mis annab funktsioonile $f(X)$ minimaalse väärtuse ($\min_{X \in \mathcal{Q}} f(X)$).

Ülesannet võib püüda lahendada kasutades algoritme, mis lubavad otsitava vektori X leida funktsiooni $f(X)$ kõiki väärtusi hulgal \mathcal{Q} välja arvutamata, või ka (kui hulk \mathcal{Q} pole liiga suur) vahetult, leides kõik $f(X)$ väärtused ja valides nende hulgast sellise argumendi väärtuse, mis vastab funktsiooni $f(X)$ minimaalsele väärtusele. Kuna \mathcal{Q} on lõplik hulk, on selline lahenduskäik võimalik. On võimalik kasutada kombineeritud meetodeid ja ka (kui see kasulikuks osutub) vaadelda funktsiooni $f(X)$ mingil teisel hulgal L (ehitusstrateegiad, mis ei täida tingimata tingimust (1)), et $\mathcal{Q} \subseteq L$, leida funktsiooni väärtused sellel hulgal, järjestada need (kasvavas järjekorras) ning valida neist välja esimene, mille argumendi väärtus kuulub ka hulgale \mathcal{Q} . Saadud vektor olekski ülesande lahend.

Et saada ülevaadet hulga \mathcal{Q} suurusest ehitatavate objektide erineva arvu korral, püüame aru saada, mis tüüpi klassifitseerimisülesandega on tegmist. Hulk L võib olla järgmine.

a) Järjestatud tükeldiste hulk [1], nende arv

$$N(n) = \sum_{k=1}^n k! S(n, k),$$

($S(n, k)$ on siin Stirlingi teist liiki arvud), kuna kulutuste alumise piiri olemasolu välistab võimaluse, et mõnel aastal midagi ei ehitata. Loomulikult on $N(n) \gg l$, kus l tähistab hulga \mathcal{Q} elementide arvu, sest antud juhul on tegemist ülesandega, mis piirab ära klassi «mahutavuse». Võib juhtuda, et mingisse klassi sobib ainult üks objekt. Veelgi enam, klassi «mahutavus» sõltub sellest, milline objekt sattus eelnevasse klassi (aastasse).

b) Järjestuste hulk. Selle puhul tuleb aga vaadelda ka neid järjestusi, kus ühesama (aasta) järjekorranumbriga on tähistatud mitu objekti [2]. Seega $N(n) \geq n!$.

Kui ülesanne on seatud teisiti (näiteks ei ole tingimust, et igal aastal peab kindlasti olema midagi ehitatud), tulevad vaatluse alla ka teised hulgad. Sorteerimisülesande puhul on loomulikult $N(n) = n^n$, kui vaadeldava perioodi pikkuseks võtta n aastat.

Erinevate järjestatud tükeldiste arvutil töötlemise mõningane kogemus annab alust arvata, et funktsiooni $f(X)$ minimaalväärtuse leidmine ilma spetsiaalseid algoritme kasutamata tuleb kõne alla juhul, kui ehitatavate objektide hulk ei ületa kümnet. Olenevalt lahendatava ülesande algtingimustest võib tekkida raskusi lahendamise (õigemini lahendamisele kuluva ajaga) ka siis, kui kasutada algoritme, mis ei nõua kõikide variantide läbivaatamist ja objektide hulk ei ole palju suurem kümnest.

Kahes järgnevas näites on vaadeldud esiteks väljapakutud ja teiseks kõigi võimalike ehitusstrateegiate hulgast optimaalse valikut.

3. NÄIDE 1

Olgu vaadeldavas iseseisva eelarvega territoriaalses üksuses (näit. linnas) tegemist 15 objektiga, mille rajamine või taastamine on nii sotsiaalsest kui ka ökoloogilisest aspektist hinnatud võrdselt vajalikuks, s. t. nende ehitusjärjekorra peavad määrama ainult majanduslikud võimalused ja kaalutlused.

Objektide rajamis-(taastamis-)kulud on vahemikus 0,5 kuni 3,5 milj. krooni, kokku 33,5 milj. kr. Valdavalt (peale objektide 11 ja 13) tuleb võtta arvesse ka objektide rajamise edasilükkamisest tingitud kulud, s. t. objekti puudumine põhjustab iga-aastasi kulusid 0,1 kuni 0,4 milj. kr. Kulud võivad olla puhastusseadme puudumisest tingitud saastekahjud,

aga samuti väljendada mingi lagunenud rajatise täieliku avarii ärahoidmiseks hädavajalike iga-aastaste tööde maksumust. Objektide 5, 10, 11, 12, 13 ja 14 puhul on eeldatud, et pärast nende (näit. puhastusseadmete) rajamist laekub igal aastal puhastulu 0,05 kuni 0,4 milj. kr. utiliiseerimisel saadava produkti realiseerimisest või on tegemist objektiga, mille külastamise eest võetav tasu ületab jooksivad hoolduskulud.

Objektide rajamis-(taastamis-)kulud b_i , iga-aastased edasilükkamiskulud a_i ja tulud objekti olemasolust d_i on esitatud tabeli 1 veergudes 2, 3 ja 4.

Objektide iga-aastasi rajamisvõimalusi piiravad limiidid, mis on kindlaks määratud konstantses suuruses $Y_j = Y = 4,6$ milj. kr. Vaatluse all on kõigi objektide valmimiseks vajalik ajavahemik ($j=1, \dots, \max x_i$).

Aastalimiidi ületamine või mittekasutamine on lubatud samuti konstant-sena $P_j = P = 0,4$ milj. kr. Sellest järgmisse aastasse ülekantav summa arvutatakse lähtudes intressimäärast $r = 0,2$ ja trahvimäärast $s = 0,3$.

Majanduslikult otstarbeka ehitustegevuse kavandamiseks olgu esitatud kolm konkureerivat strateegiat I, II, III, mis erinevad objektide rajamisjärjekorra ja järelikult ka kulude poolest.

Tabeli 1 veergudes 6, 8 ja 10 on strateegiate kaupa näidatud, mitmendal aastal objekt rajatakse.

Tabelis 2 on toodud iga-aastased summaarsed kulud R_j ja vastavalt korrigeeritud aastalimiidid Y'_j .

Tabeli 1 veergudes 7, 9 ja 11 on leitud minimeeritava sihifunktsiooni väärtus kõigi kolme strateegia jaoks.

Strateegiate võrdlus sihifunktsiooni minimeeritava väärtuse alusel näitab strateegia III ilmset paremust:

$$22,30 < 25,95 < 26,15.$$

Tabel 1

Objekte iseloomustavad aastakulud b_i ja a_i ning -tulud d_i ja konkureerivad strateegiad (milj. kr.)

Objektid	b_i	a_i	d_i	$a_i + d_i$	Strateegia I		Strateegia II		Strateegia III	
					x_i	$x_i(a_i + d_i)$	x_i	$x_i(a_i + d_i)$	x_i	$x_i(a_i + d_i)$
					aasta		aasta		aasta	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,0	0,1	0	0,1	10.	1,0	1.	0,1	6.	0,6
2	1,8	0,3	0	0,3	10.	3,0	8.	2,4	2.	0,6
3	2,0	0,2	0	0,2	1.	0,2	10.	2,0	10.	2,0
4	2,2	0,1	0	0,1	5.	0,5	9.	0,9	8.	0,8
5	2,4	0,2	0,1	0,3	3.	0,9	2.	0,6	1.	0,3
6	2,5	0,2	0	0,2	10.	2,0	9.	1,8	9.	1,8
7	2,6	0,1	0	0,1	4.	0,4	5.	0,5	9.	0,9
8	2,7	0,1	0	0,1	9.	0,9	8.	0,8	6.	0,6
9	2,8	0,3	0	0,3	9.	2,7	4.	1,2	4.	1,2
10	3,3	0,3	0,2	0,5	6.	3,0	6.	3,0	8.	4,0
11	0,6	0	0,05	0,05	8.	0,4	1.	0,05	3.	0,15
12	3,5	0,4	0,3	0,7	7.	4,9	7.	4,9	5.	3,5
13	0,5	0	0,05	0,05	5.	0,25	2.	0,1	7.	0,35
14	3,4	0,3	0,4	0,7	8.	5,6	10.	7,0	7.	4,9
15	2,2	0,2	0	0,2	2.	0,4	3.	0,6	3.	0,6
Σ	33,5	2,8	1,1	3,9		26,15		25,95		22,30

Iga-aastased summaarsed kulud R_j ja korrigeeritud aastaliimid Y_j
(milj. kr.)

Aastad j	Strateegia I		Strateegia II		Strateegia III	
	R_j	Y'_j	R_j	Y'_j	R_j	Y'_j
1.	4,60	4,60	4,30	4,60	5,00	4,60
2.	4,60	4,60	5,35	4,96	4,00	4,08
3.	4,60	4,60	4,30	4,09	4,80	4,70
4.	4,60	4,60	4,60	4,33	4,45	4,47
5.	4,60	4,60	4,30	4,25	4,75	4,62
6.	4,85	4,60	4,70	4,54	4,45	4,43
7.	4,45	4,28	4,30	4,39	4,35	4,57
8.	4,35	4,38	4,60	4,71	5,10	4,86
9.	5,00	4,64	4,50	4,73	4,20	4,29
10.	4,20	4,13	4,70	4,88	0,9	4,71
Σ	45,85		45,65		42,00	

Samal ajal aga ei vasta strateegia III ühele ülesande piiravaist tingimust. Kulutuste limiidi alumisest piirist ei ole viimasel aastal kinni peetud. On kulutatud (rohkem polnudki tarvis) vähem, kui ülesande tingimustes lubatud:

$$R_{10} < Y'_{10} - P,$$

$$0,9 < 4,71 - 0,4.$$

Siit selgub, et kui vaadeldava perioodi vältel tuleb küll üldiselt nõuda eraldatud summade sihtotstarbelist kasutamist ja seega kulutuste nii alumisest kui ka ülemisest piirist kinnipidamist, siis objektide ehitamise viimasel aastal on see nõue mõttetutu ja ilmselt kahjulik. Mida suurem on sellel aastal (nüüd juba mittevajalike) summade ülejääk, seda rohkem on võimalik kulutada (vahepeal kindlasti ilmnenu) uuteks vajadusteks.

4. NÄIDE 2

Käesolevas näites on leitud ülesande optimaalne lahend — seda küll täiendavatel (ülesannet lihtsustavatel) tingimustel.

On eeldatud, et objektide 1, 3, 4, 5, 11, 13 ja 15 ehitamine ei ole mingil põhjusel võimalik enne ülejäänud objektide valmimist ning neid ei vaadelda. Seega oleks vaadeldavaid objekte 8, ülejäänud tingimused jääksid samaks.

Lahenduskäik on järgmine. Sorteerinud välja variandid, mis rahuldavad tingimust (1) esimesel aastal, jääb teisel aastal vaadeldavaks ainult 4 varianti: esimesel aastal ehitada objekt 2, teisel üks objektidest 6, 7, 8 või 9.*

Neljandal aastal oleks 16 võimalikku ehitusstrateegiat. Kui on välja sorteeritud variandid, mis esimesel q aastal rahuldavad tingimust (1) ja neid variante on s , võib ülesannet edasi lahendada järgmiselt. Esiteks

* Võrdluseks võib märkida, et ülesande esialgse «(täis-)» variandi lahendamise puhul oleks esimesel aastal kõne alla tulnud tervelt 10 strateegiat (objektide 2, 3, 4, 5, 15 ehitamine üksikult, objektide 1 ja 11, 1 ja 13, 2 ja 11, 2 ja 13 ehitamine ning kolme objekti 1, 11 ja 13 ehitamine). Teisel aastal saadaks juba vähemalt 77 võimalikku strateegiat.

— arvestada välja (2) kõigi ülejäänud variantide jaoks (see ei pea rahuldama tingimust (1)). Neid variante on niisiis $s(n - q)!$ (juhul kui mitme objekti ehitamine ühel aastal ei tule kõne alla, nagu antud konkreetsete väärtuste puhul). Teiseks — järjestada variandid kasvavas järjekorras ja välja valida pingereast esimene, mis rahuldab ka tingimust (1), samuti loomulikult kõik need argumentid väärtused, mis rahuldavad seda tingimust ja mis annavad vaadeldavale funktsioonile sama väärtuse. Sel juhul saame kaks omavahel väga vähe erinevat strateegiat (tab. 3).

Tabel 3

Parimaks osutunud strateegiad

Objektid i	Ehitusaasta x_i	
	Strateegia I	Strateegia II
2	1.	1.
6	2.	2.
7	4.	5.
8	5.	4.
9	3.	3.
10	6.	6.
12	7.	7.
14	8.	8.
$\min f(X)$	16,0	16,0

JÄRELDUSED

Piiratud vahendite jaotamine keskkonnakaitse- ja kultuuriobjektide vahel, mille puhul kulud ületavad lähemas tulevikus (kui üldse) arvesse tuleva rahalise tulu, on pidev ülesanne nii valdades ja linnades kui ka keskkonnafondi summade ärakasutamise kavandamisel. Artiklis on näidatud selleks võimalusi, mis eeldades kooskõlastatud objektiivseid lähteandmeid väldivad otsuse subjektiivsuse ja esitavad konkureerivate objektide ehitamise ajas optimaalse (või parima vaadeldute hulgas) strateegia kuni nende kõigi valmimiseni.

On arusaadav, et valitud parimastki strateegiast saab rangelt kinni pidada vaid mõne aasta. Siis tulevad paratamatult juurde uued esialgselt mitteteadaolevad vajadused, võivad väheneda või suureneda kasutadaolevad vahendid (aastalimiidid) ning täpsustada objekte iseloomustavad andmed. Seega jääb valitud strateegia kehtima vaid perioodi alguseks ja seda tuleb edaspidi ülesande uue lahendamisega korrigeerida.

Artiklis esitatud probleemi saaks käsitleda ka laiemalt, mitte piirdudes ühe konkreetse ülesande lahendamisega fikseeritud algandmete korral, vaid lahendada ülesannet varianditi arvestades võimalikke algandmete muutusi. Samuti võiks muuta sihifunktsiooni tundlikumaks raha väärtuse ajas muutumise suhtes, ülesande käesolev püstitus ei nõua tingimata lineaarset sihifunktsiooni. Siinesitatut tuleks selles osas hinnata esimese lähendusena.

KIRJANDUS

1. Риордан Дж. Введение в комбинаторный анализ. Изд-во ИЛ, Москва, 1963.
2. Кендэл М. Ранговые корреляции. Статистика, Москва, 1975.

ON A SOLUTION OF THE TASK OF PLANNING ENVIRONMENTAL EXPENSES

Kalju HABICHT and Aasa MAAMAGI

The distribution of limited resources for building the objects of environmental (and cultural) protection, in case of which expenses exceed income, is a continuous task both in counties and towns as well as in planning the utilization of the environment fund resources. The article discusses the possibilities of optimal (or the best among those under discussion) strategy for building competing objects until the completion of all of them.

Even the best selected strategy can be strictly stuck to only for a few years. Then new, originally unknown needs are inevitable to emerge, the available resources may diminish or increase, data characterizing the objects may become specified and the strategy has to be adjusted to the new solution of the task.

О ПЛАНИРОВАНИИ ПРИРОДООХРАННЫХ ЗАТРАТ

Калью ХАБИХТ, Аза МААМЯГИ

Распределение лимитированных денежных средств на строительство объектов, важных с точки зрения или охраны природы, или культуры, является постоянной проблемой как городских, так и волостных самоуправлений. При этом необходимо учитывать как убытки от загрязнения, неизбежные до строительства очистных сооружений, так и возможную дополнительную прибыль (напр., от утилизации отходов) после их возведения. Поэтому разработка оптимальной стратегии строительства при соблюдении довольно жестких ограничений на ежегодно выделяемые целевые суммы весьма важна.

В статье анализируется случай, когда ежегодные суммы на строительство объектов не изменяются в течение рассматриваемого временного периода. Задачу можно исследовать и в более широкой постановке.