



*H. Korrovits*

***VOOLEHITUSE  
ALUSED  
II***

TALLINN 1969

TALLINNA POLÜTEHNILINE INSTITUUT

Ehituse ökonomika ja organiseerimise kateeder

H. Korrovits

VOOLEHITUSE ALUSED

II osa

EHITUSOBJEKTIDE JA -KOMPLEKSIDE EHI-

TAMINE VOOLUMEETODIL

Loengukonspekt

Tallinn  
1969

ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра экономики и организации строительства  
ОСНОВЫ ПОТОЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

П ч а с т ь

СТРОИТЕЛЬСТВО ОБЪЕКТОВ И КОМПЛЕКСОВ  
ПОТОЧНЫМ МЕТОДОМ

Конспект лекций

2



S I S U K O R D

lk.

I. Elamukomplekside ehitamine voolumeetodil. . . . .	3
1. Elamukomplekside ehitamise tehnoloogia. . . . .	3
1.1. Elamukompleksi objektid . . . . .	3
1.2. Elamute ehitamise tehnoloogia . . . . .	3
1.3. Ühiskondlike hoonete ehitamise tehnoloogia erinevused . . . .	10
1.4. Välisvõrkude ja -seadmete ehitamise ning territooriumi hea- korrastamise tehnoloogia. . . . .	10
2. Elamukomplekside ehitusvoolud. . . . .	14
2.1. Üldised alused. . . . .	14
2.2. Elamute ehitamise objektivoolud . . . . .	15
2.3. Välisvõrkude objektivoolud. . . . .	39
2.4. Elamukompleksi ehitamise kompleksvool . . . . .	42
II. Tööstuskomplekside ehitamine voolumeetodil. . . . .	62
3. Tööstusobjektide ehitamise tehnoloogia . . . . .	62
3.1. Tööstusobjektid ja nende liigitamine . . . . .	62
3.2. Ühekorruseliste tööstushoonete ehitamise tehnoloogia. . . .	64
3.3. Mitmekorruseliste tööstushoonete ehitamise tehnoloogia. . .	68
4. Tööstusobjektide ja komplekside ehitusvoolud . . . . .	73
4.1. Ehitusvoolude liigid ja skeemid . . . . .	73
4.2. Spetsialiseeritud ja objektivoolude projekteerimine . . . .	73
4.3. Kompleksvoolu projekteerimine . . . . .	81

Vastutav toimetaja E.Kipper

# I. ELAMUKOMPLEKSI EHTAMINE VOOLUMEETODIL

## 1. Elamukomplekside ehitamise tehnoloogia

### 1.1. Elamukompleksi objektid

Elamukompleks koosneb järgmistest hoonetest ja ehitistest (objektidest):

- elamud;
- ühiskondlikud hooned (koolid, lasteasutused, teenustöökodad, haiglad, sööklad, klubid, kinod jne.);
- välisvõrgud (teed, maa-alused torustikud ja kaablid) ja  
-seadmed (elektri-alajaamad, soojussõlmed, gaasiregulaatorijaamad jne.) ning territooriumi heakorrastus.

Need kolm hoonete ja ehitiste gruppi erinevad üksteisest otstarbe, konstruktsioonilahenduste ja ehitamise tehnoloogia poolest.

Kõige suurema maksumuse ja töömahukusega objektid on elamud (maksumus moodustab 50...80% elamukompleksi maksumusest).

Monteeritavuse astme, konstruktsioonide ja ehitamise tehnoloogia järgi esineb massehituses põhiliselt kolme liiki elamuid:

- paneelelamud,
- plokkelamud,
- telliselamud.

Plaanilahenduse järgi ehitatakse põhiliselt sektsioonelamuid, kuid ka koridortüüpi ühetoaliste korteritega elamuid. Peaaegu eranditult on Eesti NSV-s ehitatavatel elamutel keldrid. Paneelelamud on katuslagedega; plokk- ja telliselamuid ehitatakse aga ka eraldi katusega. Vahelaed on tavaliselt monteeritavast raudbetoonist.

Ehitamise tehnoloogia seisukohalt võib elamuid nende korruste arvu järgi liigitada järgmiselt:

- ühekorruselised elamud;
- mitmekorruselised elamud (2...5 korrust);
- paljukorruselised elamud (6 ja rohkem korrust).

Ühiskondlikud hooned ehitatakse tellis-, plokk- või paneelseintega. Plaanilahendus on nendel hoonetel väga erinev, oleneb hoone otstarbest. Ka keldri ja katuse osas võib kohata eri lahendusi. Korruste arvu järgi ehitatakse ühe- ja mitmekorruselisi hooned. Vahelaed on tavaliselt monteeritavast raudbetoonist.

Maa-alused välisvõrgud (torustikud ja kaablid) nähakse ette kas eri trassidel või ühel trassil, viimasel juhul kas ühises kaevikus või ühistes läbitavates või poolläbitavates tunnelites. Mõned maa-alused välisvõrgud (veetorustik, soojusvõrgutorustik) paigutatakse ka hoonete keldritesse.

Sõidu- ja kõnniteed ehitatakse tavaliselt asfaltkattega.

### 1.2. Elamute ehitamise tehnoloogia

Elamute ehitamisel esineb neli tehnoloogilist staadiumi:

- 1) maa-aluse osa ehitamine ehk nulltsükkel (I staadium),

- 2) korruste konstruktsioonide ehitamine (II staadium),
- 3) katuse ehitamine (III staadium),
- 4) viimistlustööd (IV staadium).

Iga staadiumi tööde maht ja tööde struktuur olenevad elamu suurusest ja konstruktsioonilisest lahendusest. Telliselamutel on kõige töömahukamaks ja kõige keerukama struktuuriga staadiumiks viimistlustööd.

Sama konstruktsiooniga elamutel võib olla igas staadiumis kaks tööde struktuuri varianti, mis määratakse normaalse tehnoloogiaga. Normaalne tehnoloogia koostamine ja kasutamine on voolehituses kohustuslik.

Normaalne tehnoloogia variandid erinevad teineteisest ehitustööde protsessideks jaotamise sügavuse poolest. Ehitustööde mittetäielikul jaotamisel kompleksprotsessideks saame esimese normaalse tehnoloogia variandi ja täielikul jaotamisel lihtprotsessideks teise normaalse tehnoloogia variandi.

Ehitustööde protsessideks jaotamise sügavus oleneb tööde organiseerimisest ning suuremate masinate töö iseloomust (kas masin võtab osa kompleks- või lihtprotsesside sooritamisest). Näiteks monteeritavate elamute ehitamisel kasutatakse tornkraanat üheaegselt nii vertikaaltranspordi kui ka montaaži lihtprotsesside sooritamisel, s.t. antud juhul võtab tornkraana osa kompleksprotsessist.

#### 1.2.1. Ühekorruseliste elamute ehitamise tehnoloogia

Ühekorruselise telliselamu ehitamise normaalne tehnoloogia ehitustööde osalisel jaotamisel (kompleksprotsessideks) on toodud joonisel 1 ning täielikul jaotamisel (lihtprotsessideks) joonisel 2. Viimistlustöödeks on mõlemal juhul ette nähtud tavaline märg krohv ning krohvipindade värvimine liimi- ja õlivärviga. Normaalne tehnoloogia on koostatud ühe ühekorruselise elamu kohta, mis antud juhul kujutab endast ühte haardealat.

Normaalne tehnoloogia koostamisel määratakse kõikide juhtivate protsesside arv staadiumide kaupa, nende tegemise järjekord ja kestus ühel haardealal. Osavoolude paremaks tasakaalustamiseks on otstarbekohane valida eri protsesside (osavoolude) rütmid võrdsed või omavahel kordsed.

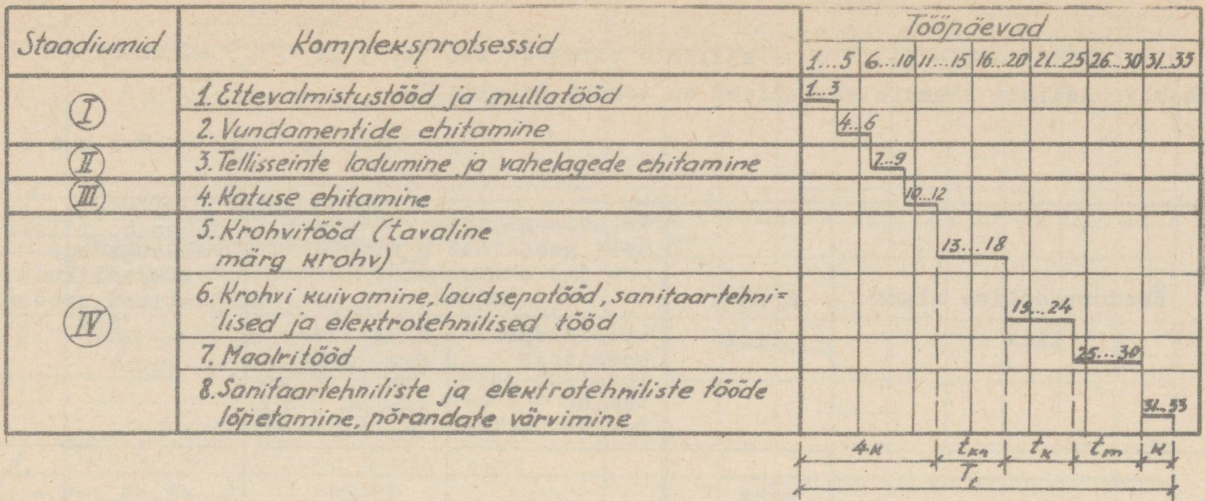
Nii on tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate kompleksprotsesside kestuseks ehk rütmiks (ühes majas)  $k = 3$  päeva (joon.1) ja lihtprotsesside rütmiks  $k = 1$  päev (joon.2). Tehnoloogiliste vaheaegadega (katkendlike) juhtivate protsesside kestuseks ühes majas (rütmiks) on mõlemal juhul (joonistel 1 ja 2) krohvitöödel  $t_{kr} = 6$  päeva ja maalritöödel  $t_m = t_{m1} + t_{m2} = 6$  päeva. Krohvi kuivamiseks on ette nähtud tehnoloogiline vaheaeg  $t_k = 6$  päeva. Krohvi kuivamise ajal tehakse laudsepa-, sanitaartechnilised, elektro-technilised ja teised tööd, mis eelnevad ruumide värvimisele.

Tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate kompleksprotsesside arv  $n = 5$  (joon.1) ja lihtprotsesside arv  $n = 15$  (joon.2).

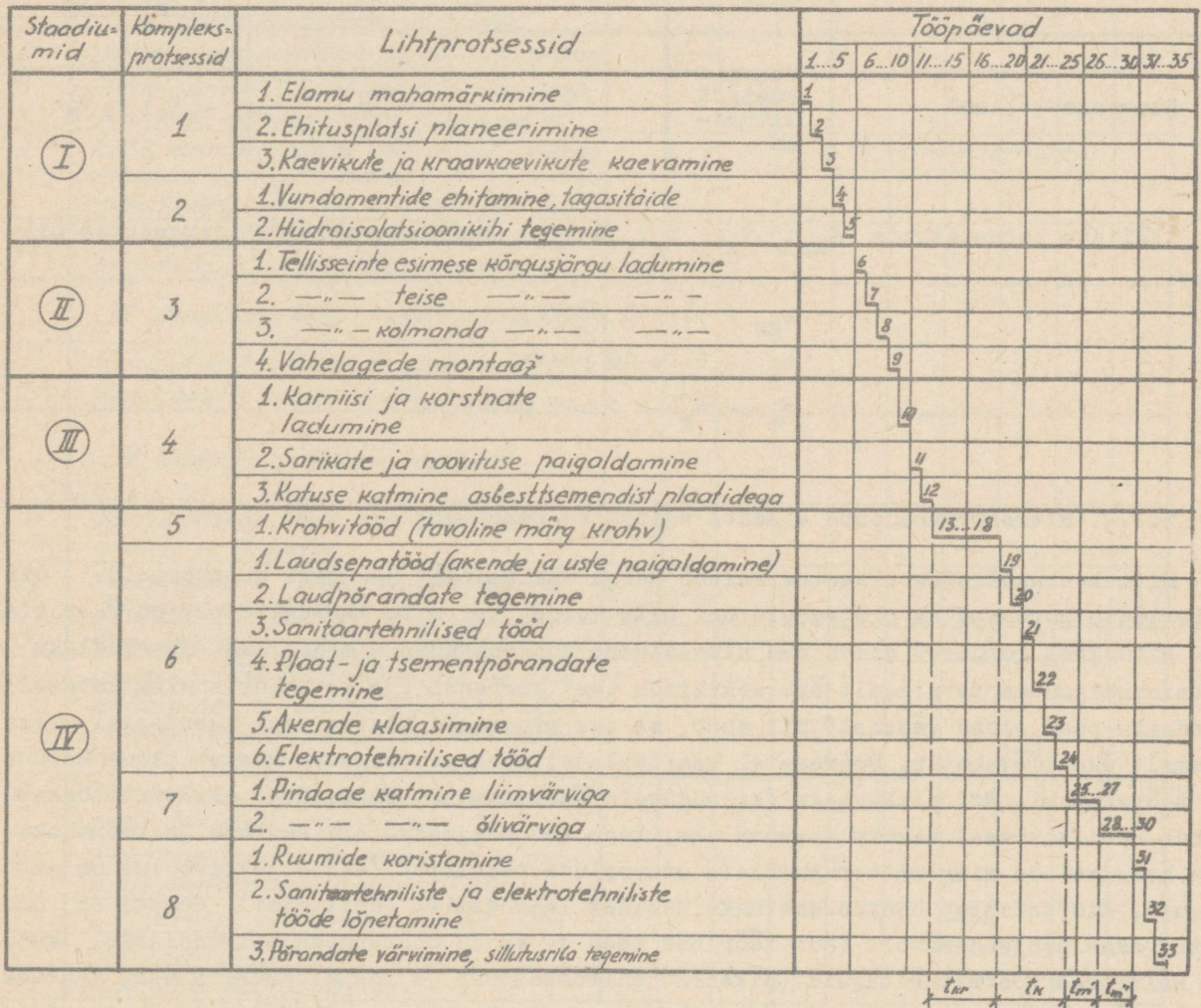
Protsesside kogukestus ühel haardealal (antud juhul ühel elamul) ehk tootmistsükli kestus on:

$$T_t = n \cdot k + \sum t_t,$$

kus:  $n$  - tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside arv,  
 $k$  - tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside rütm,  
 $\sum t_t$  - tehnoloogiliste vaheaegadega juhtivate protsesside ja tehnoloogiliste vaheaegade kogukestus ühel haardealal.  
 Antud juhul  $\sum t_t = t_{kr} + t_k + (t_{m1} + t_{m2})$ , kus  $t_{m1}$  on liimivärvitööde kestus ja  $t_{m2}$  õlivärvitööde kestus ühel haardealal.



Joon. 1. Ühekorruselise telliselamu ehitamise normaalne tehnoloogia ehitustööde osalisel jaotamisel (kompleksprotsessideks).



Joon. 2. Ühekorruselise telliselamu ehitamise normaalne tehnoloogia ehitustööde täielikul jaotamisel (lihtprotsessideks).

Nimetatud tehnoloogiliste ja ajaliste parameetrite ( $n$ ,  $k$  ja  $\sum t_j$ ) suurused eri liiki ühekorruseliste elamute ehitamisel on toodud tabelis 1.

T a b e l 1

Ühekorruselise elamu liik	Krohvi liik	Tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside arv ( $n$ ) ehitustööde jaotamisel		Tehnoloogiliste vaheaegadega (katkendlikud) juhtivad protsessid
		kompleksprotsessideks (osaline jaotamine - $k = 3 \dots 12$ päeva)	lihtprotsessideks (täielik jaotamine - $k = 1 \dots 3$ päeva)	
Telliselamud	märg	5	15-21	$t_{kr} + t_k + t_{m'} + t_{m''}$
	kuiv	7	17-23	$t_{m'} + t_{m''}$
Suurplokkelamud	märg	5	17	$t_{kr} + t_k + t_{m'} + t_{m''}$
	kuiv	7	19	$t_{m'} + t_{m''}$
Suurpaneel lamud	vuugikohtade silumine	7	19	$t_{m'} + t_{m''}$

Ajaliste parameetrite  $t_{kr}$ ;  $t_k$ ;  $t_{m'}$  ja  $t_{m''}$  suurused valitakse järgmistes piirides:

$$t_{kr} = 3 \dots 10 \text{ päeva,}$$

$$t_k = 6 \dots 13 \text{ päeva,}$$

$$t_{m'} = t_{m''} = 1 \dots 7 \text{ päeva.}$$

### 1.2.2. Mitmekorruseliste elamute ehitamise tehnoloogia

Mitmekorruselistes elamutes esineb palju ühelaadseid ja isegi ühesuguseid osi. Selle tõttu korduvad ka protsessid nii mitu korda, kui mitu ühesugust osa on ühes elamus. Niisugust korduvat elamu osa nimetatakse voolehituses haardealaks. Haardealaks on sektsioonelamutes tavaliselt üks sektsioon ühel korrusel (ja ka keldris ning katusel). Haardeala peab olema vähemalt nii suur, et iga protsessi kestus ühel haardealal oleks vähemalt üks töövahetus. Suurematel haardealadel peab protsesside kestus olema kordne arv töövahetusi. Eri pikkustega (erisuguseid ühelaadseid) elamuid ei ole otstarbekas jagada ühel korrusel kaheks haardealaks, kuna see põhjustab eri suuruse ja töömahukusega haardealade ning mitterütmioliste osavoolude tekkimist (kui objektivoolumus on mitu elamut), mis takistab osavoolude maksimaalset lähendamist (ühitamist). Samuti ei ole otstarbekas põhjendamatu (kui töörinne seda ei vaja) suurendada haardealasid, kuna see halvendab tootmisnäitajaid (pikendab ehituskestust ja tootmistsükli ning vähendab ressursside ühtlase kasutamise näitajat  $\alpha$  ja voolu püsivuse näitajat  $\beta$ ). Mõnikord on otstarbekas valida haardealaks ka mitu naabersektsiooni kas samal korrusel (keldris, katusel) või ühel vertikaalil eri korrustel. Haardealadeks jagatud meelevaldse korruste ja sektsioonide arvuga elamut võib vaadelda mingisuguse haardealade koguna ja normaalne tehnoloogia tuleb koostada ühesuguste sektsioonide puhul iga staadiumi

Protsesside nr.	Protsessid	Tööpäevad									
		1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30
	I staadium. Hoone maa-aluse osa (keldrita) ehitamine										
1	Kaevikute kaevamine	—									
2	Kraavkaevikute kaevamine		—								
3	Vundamentide ja sokliplokkide montaaž, hüdroisolatsiooni tegemine			—							
4	Tõkeseadmete ja põrandaaluse täite tegemine, kanalite ehitamine				—						
5	Torustike ning nende sisseviikude ja väljalaskude paigaldamine					—					
6	Sillutusriba tegemine ümber maja						—				
	II staadium. Hoone maapealse osa ehitamine										
1	Seinte, suurpaneelidest vaheseinte, vahelagede, treppide ja rõdude montaaž. Pakitud materjalide andmine korrustele. Keevitustööd	—									
2	Vahelagede paneelide monoliitiseerimine		—								
3	Akna- ja ukseplokkide paigaldamine. Välimiste aknaraamide klaasimine			—							
4	Kütte, kanalisatsiooni, veearustuse, gaasivarustuse ja soojaveearustuse torustike ja kaetud elektrijuhtmete süsteemi montaaž						$(a-2) \cdot m + a \cdot (m-2) + 2$				
5	Põranda aluskivi tegemine, treppide ja rõdude piirete kohaleasetamine				—						
	III staadium. Katuse ehitamine										
1	Katusekonstruktsioonide ehitamine	—									
2	Katusekatte paigaldamine		—								
	IV staadium. Viimistlustööd										
1	Vuugikohtade silumine seintel, vaheseintel ja lagedel	—									
2	Aknarõskede viimistlemine, seinte katmine plaatidega		—								
3	Põrandakatete paigaldamine (parkett, linoleum)			—							
4	Laudsepatööd (aknaraamide ja uste solitamise, piirlaudade ja põrandaliistude asetamine, sisseehitatavate kappide tegemine)				—						
5	Sanitaartechniliste seadmete paigaldamine, torustike proovimine					—					
6	Elektrimontaažitööde tegemine ja sisevälimiste aknaraamide klaasimine						—				
7	Liimvärvi värvimine ja tapeetimine							—			
8	Õlivärvi värvimine								—		
9	Ruumide puhastamine									—	

Joon. 3. Mitmekorruselise keldrita suurplokkelamu ehitamise normaalne tehnoloogia.

ühe haardealala kohta ning erisuguste ühelaadsete sektsioonide puhul iga staadiumi erisuguste haardealade kohta. Seejuures võivad staadiumides haardealade suurus ja nende piirid olla erinevad.

Elamutes, kus puuduvad sektsioonid (koridoritüüpi elamud jt.), valitakse haardealadeks ühelaadsete korduvate konstruktsioonidega võimalikult ühesuurused elamu osad, näiteks ühe trepikojaga korruse osa, korruse osa temperatuurivuukide vahel jne.

Näitena on joonisel 3 toodud mitmekorruselise keldrita suurplokki- ja joonisel 4 mitmekorruselise keldrita ruumilistest plokkidest elamute normaalsed tehnoloogiad. Nagu siit selgub, on normaalne tehnoloogia mõlemal juhul koostatud staadiumide kaupa, sest eri staadiumide protsessid (osavoolud) koondatakse erisugusteks spetsialiseeritud vooludeks ja nad kulgevad erinevate ruumiliste skeemide järgi. Seejuures on haardealadeks valitud:

esimeses staadiumis üks sektsioon elamu maa-aluses osas (kelder puudub), teises ja neljandas staadiumis üks sektsioon korrusel, kolmandas staadiumis üks sektsioon katusel.

Rütmiks on võetud esimesel juhul (joon.3)  $k = 3$  päeva ja teisel juhul (joon.4)  $k = 2$  päeva.

Joonistelt 3 ja 4 selgub, et monteeritavuse astme tõusuga ja kasutatavate monteeritavate elementide suurenemisega ning nende arvu vähenemisega lühenevad eriti II ja IV staadiumi tootmitsüklid. Nii on korruste konstruktsioonide ehitamise (II staadiumi) kestus ühel haardealal suurplokkelamutel 15 päeva ja ruumilistest plokkidest elamutel 6 päeva ning viimistlustööde (IV staadiumi) kestus suurplokkelamutel 27 päeva ja ruumilistest plokkidest elamutel 4 päeva.

Ühe haardealala ehitustööde normaalse tehnoloogia alusel koostatakse etteantud haardealade ja korruste arvuga mitmekorruselise elamu ehitamise tehnoloogia. Selleks määratakse iga staadiumi kohta protsesside kulgemise ruumilised skeemid. Kõik ühe staadiumi protsessid peavad kulgema ühesuguse ruumilise skeemi järgi (välja arvatud sanitaartechnilised ja elektrotechnilised tööd II staadiumis).

Vastavalt joonisele 5 on üldise viis protsesside kulgemise ruumilist skeemi:

- 1) horisontaalne tõusev skeem,
- 2) horisontaalne langev skeem,
- 3) vertikaalne tõusev skeem,
- 4) vertikaalne langev skeem,
- 5) horisontaalne skeem.

Mitmekorruselise elamu ehitamise tehnoloogia kujundamisel kasutatakse järgmisi protsesside kulgemise ruumilisi skeeme:

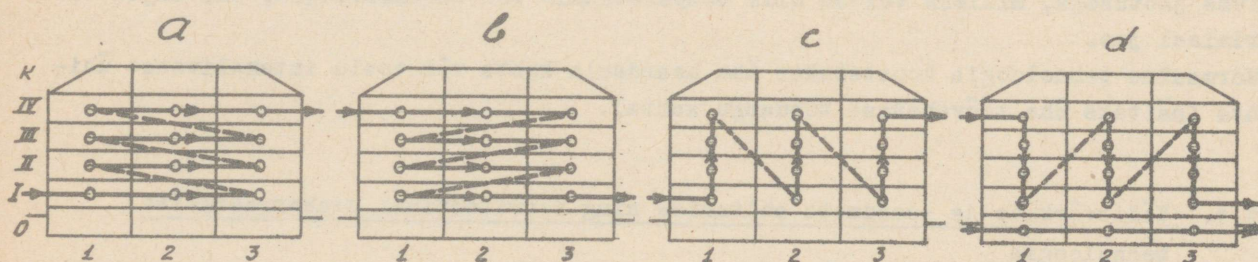
I staadiumi (maa-aluse osa ehitamise) ja III staadiumi (katuse ehitamise) protsessid organiseeritakse horisontaalse skeemi järgi;

II staadiumi (korruste konstruktsioonide ehitamise) protsessid organiseeritakse tavaliselt horisontaalse tõusva skeemi järgi. Kuid seejuures sanitaartechnilised ja elektrotechnilised tööd kulgevad tavaliselt vertikaalse tõusva skeemi järgi.

IV staadiumi (viimistlustööde) protsessid organiseeritakse tavaliselt vertikaalse langeva skeemi järgi. Sel juhul peab enne viimistlustööde algust vastavas sektsioonis katus valmis olema; paljukorruseliste elamute (üle viie korruse) juures võib viimistlustööd organiseerida ka vertikaalse tõusva skeemi järgi, kuid sel juhul peab katuse puudumisel vastavas sektsioonis olema ruumide kohal, kus tehakse krohvitoide ja asetatakse plaatvoodrit, vähemalt 3 monteeritud ja monolitiseeritud kõrgemal asuvat vahelage, ning nende ruumide kohal ei ole lubatud monteerida ega laduda seinu. Teisi sisemisi viimistlustööd lubatakse teha alles pärast hoone katusekatte tegemist viimistletavate ruumide kohale (CHM III-K. 1-62, p. 2.14).

Protsesside nr.	Protsessid	Tööpäevad							
		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	
	I staadium. Hoone maa-aluse osa ehitamine								
1	Kaeviku ja kraavkaevikute kaevamine. Liivatäite tegemine	—							
2	Betoonist aluskivi tegemine		—						
3	Vundamentide montaaž			—					
4	Tagasitäite ja pörandaaluse täite tegemine				—				
5	Välisvõrkude sisseviikude ja välja- viikude tegemine					—			
6	Sillutusriba tegemine ümber maja						—		
	II staadium. Hoone maapealse osa ehitamine								
1	Plokk-tulade, plokk-treppide, sanitaartehniliste kabiinide, rõduplaatide ja teiste detailide montaaž	—							
2	Jätkukohtade monolitiseerimine		—						
3	Sanitaartehniliste torustike jätkamine			—					
	III staadium. Katuse ehitamine								
1	Auru- ja soojaisolatsiooni tegemine	—							
2	Ruberoidist katusekatte tegemine		—						
	IV staadium. Viimistlustööd								
1	Elektrimontaažitööd	—							
2	Viimistlusdefektide kõrvaldamine		—						

Joon. 4. Mitmekorruselise keldrita ruumilistest plokkidest elamu ehitamise normaalne tehnoloogia.



Joon. 5. Protsesside kulgemise ruumilised skeemid mitmekorruseliste elamute ehitamisel.

- a - horisontaalne tõusev skeem;
- b - horisontaalne langev skeem;
- c - vertikaalne tõusev skeem;
- d - vertikaalne langev skeem, horisontaalne skeem;
- 1, 2, 3 - sektsioonid.

Lähtudes protsesside kulgemise ruumilistest skeemidest eri staadiumides, kujundatakse vastavad spetsialiseeritud voolud ning seostatakse nad ruumiliselt ja ajaliselt, kusjuures peetakse silmas järgmisi põhimõtteid:

1) iga spetsialiseeritud voolu osavoolud (iga staadiumi protsessid) peavad omavahel olema võimalikult hästi tasakaalustatud. Maksimaalsel tasakaalustamisel ja osavoolude maksimaalsel ühitamisel ei esine spetsialiseeritud voolu tootmistsükli kestel ja selle piirkonnas vabu haardealasid, s.t. haardealasid, kus ei toimiks antud spetsialiseeritud voolu osavoolud;

2) teineteisele järgnevad spetsialiseeritud voolud peavad olema maksimaalselt lähendatud, s.t. organisatsioonilised vaheajad nende vahel haardealadel peavad olema minimaalsed. Sellega saavutatakse elamu minimaalne ehituskestus;

3) osavoolude ja spetsialiseeritud voolude ühitamisel ja lähendamisel tuleb tagada mugavad ja ohutud töötingimused ning vajalik minimaalne töörinne, mis loob eeldused töövildakuse ja tööde kvaliteedi tõstmiseks. Selleks tuleb täita järgmised ehitusnormide CHIII III-K.1-62 punkti 2.14 nõuded:

a) täielikult monteeritava hoone iga järgmise korruse konstruktsioonide monteermist võib alustada alles pärast alumise korruse monteeritavate konstruktsioonide täieliku ja lõplikku kinnitamist antud haardealal;

b) järgmise korruse väikestest tükkmaterjalidest seinu võib laduda alles pärast vahelae ehitamist alumisele korrusele (antud haardeala ulatuses);

c) sisemisi üldehitustöid (vaheseinte ja aluspõrandate tegemine jt.), samuti sanitaartechniliste ja elektrisüsteemide montaaži lubatakse teha paralleelselt hoone ehitamisega (montaažiga), mahajäämusega vähemalt kaks korrust ja tingimusel, et ruumide kohal, kus töötatakse, ei monteerita konstruktsioone ega laeta seinu.

### 1.3. Ühiskondlike hoonete ehitamise tehnoloogia erinevused

Ühiskondliku hoone osad on tihti erineva korruste arvuga ja erisuguse konstruktsiooniga. Sel juhul ei õnnestu määrata ühesuguseid korduvaid hoone osi, haardealasid. Kui hooned erinevad ka omavahel, tuleb igale hoonele ette näha individuaalne tehnoloogia.

Normaalne tehnoloogia ja ehitusvool nähakse ette juhul, kui hooneid on võimalik jagada enam-vähem ühesuurusteks ja ühelaadseteks ehitustoodangu ühikuteks (haardealadeks). Kui haardealad on eri suurustega ja erilaadsete konstruktsioonidega, koostatakse iga haardeala kohta oma normaalne tehnoloogia.

Haardealaks valitakse hoone niisugune osa ühel korrusel, millel protsesside kestuseks on täisarv vahetusi. Haardealade piirid peavad kokku langema objekti mingi konstruktiivse jaotusega, milleks võivad olla temperatuuri- või vajumisvöögid, töövöögid betoneerimisel jne.

Normaalne tehnoloogia koostatakse ühe haardeala kohta või voolu intensiivsuse ühiku kohta (näiteks ühe töövahetuse toodangu kohta).

### 1.4. Välisvõrkude ja -seadmete ehitamise ning territooriumi heakorrastamise tehnoloogia

Elamukompleksi välisvõrgud on järgmised:

- sanitaartechnilised torustikud (vee-, vihmavee ja fekaalvete kanalisatsiooni, gaasi, soojusvõrgu);

- elektrotechnilised võrgud (tänavavalgustuse, elektrivarustuse, telefoni, raadiotranslatsiooni);

- teed (sõiduteed, kvartalisised läbisõiduteed, kõnniteed).

Territooriumi heakorrastustööde hulka kuuluvad planeerimine, vihmavee ärajuhtimi-

ne maa peal, pisivormide ehitamine, põõsaste ja puude istutamine, muru rajamine jne.

Torustiku ehitamise tehnoloogia oleneb kasutatavatest torudest. Terastorud keevitatakse kokku ja paigaldatakse kraavkaevikusse lülidena. Keraamilisi torusid võib samuti kraavkaeviku serval kahe-kolmekaupa kokku panna.

Torud ühendatakse järgmiselt: terastorud keevitamisega, malmist muhvitorud ja keeraamilised ning betoonitorud takutamise ja sellele järgneva tsementmördiga tihendamise teel ning asbesttsementtorud pealetõmmatavate muhvide ja kummiribade abil.

Terastorud kaetakse korrosioonivastase kaitsekihiga ning soojusvõrgutorud veel soojaisolatsiooniga ja niiskusesisolatsiooniga kihiga.

Välisvõrkude ja -seadmete ehitamise ning territooriumi heakorrastamise normaalsed tehnoloogiad koostatakse ühe päeva toodangu kohta, mis määratakse juhtivate masinate ja tööülilide intensiivsuse järgi. Haardeala suuruse määrab päevatoodangu kogus jooksvates meetrites.

Tee ehitamise tehnoloogia oleneb esmajoones teekatte liigist. Normaalse tehnoloogia koostatakse tee null-kõrguse kohta. Mullatöödeks seoses täidendite ja kaevikute ebaühtlase paiknemisega trassil, koostatakse eraldi graafikud. Samuti koostatakse eraldi graafikud teede kontsentreeritud ehitiste (sillad, torud, truubid, uhtumisvastased kaitseehitised jne.) kohta.

Joonistel 6, 7, 8 ja 9 on toodud vee-, kanalisatsiooni ja soojusvõrgutorustike ning asfaltbetoonkattega sõidutee ehitamise normaalsed tehnoloogiad.

Kompleks- protsessid	Lihtprotsessid	Tööpäevad																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. Ettevalmistus- tööd	1. Trassi puhastamine	■																	
	2. Torude vedamine trassile		■																
	3. Torude kokkukeevitamine trassil			■															
2. Mullatööd	1. Kraavkaeviku kaevamine			■															
	2. Kraavkaeviku põhja puhastamine				■														
3. Torustiku montaaž	1. Torude puhastamine ja kruntimine							■											
	2. Torude isoleerimine (korrosioonikaitse)								■										
	3. Torude paigaldamine (ja jätkamine)									■									
	4. Ühendusosade ja siibrite paigaldamine										■								
4. Kaevude ehitamine	1. Torustiku ja kaevude aluste tegemine							■											
	2. Kaevudetailide paigaldamine										■								
5. Esialgne proovimine	1. Kraavkaeviku osaline täitmine pinnasega										■								
	2. Torustiku esialgne proovimine											■							
	3. Kraavkaeviku täielik täitmine pinnasega												■						
6. Torustiku lõp- lik proovimine	1. Torustiku lõplik proovimine																		■
	2. Torustiku läbipesemine																		■
	3. Hüdrantide ja vantuuside asetamine																		■

Joon. 6. Veetorustiku normaalne tehnoloogia.

Tingmärgid: — malmtorud; = terastorud; — asbesttsementtorud.

- M ä r k u s e d:
1. Kahepäevane vaheaeg enne asbesttsementtorude ja ühepäevane vaheaeg enne malmtorude esialgset proovimist on vajalik selleks, et asbesttsementtorudesse ning malmtorude jätku-kohtade tihenditesse jõuaks imbuda vesi.
  2. Ühepäevane vaheaeg enne torustiku lõplikku proovimist nähakse ette pinnase võimalikuks vajumiseks torustiku all.
  3. Nimetatud tehnoloogilised vaheajad on minimaalsed (vt. joon. 18).

Kompleks- protsessid	Lihtprotsessid	Tööpäevad																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11								
1. Ettevalmistus- tööd	1. Trassi puhastamine	■																		
	2. Torude ja teiste materjalide trassile vedamine			■																
2. Mullatööd	1. Kraavkaeviku kaevamine				■															
	2. Kraavkaeviku põhja puhastamine					■														
3. Kaevude ehitamine	1. Kaevude aluste tegemine						■													
	2. Kaevude detailide paigaldamine																			■
	3. Sängide tegemine kaevude põhja																			■
	4. Jätkukohtade silumine kaevudes																			■
4. Torude paigal- damine ja kraavkaeviku täitmine	1. Torude paigaldamine																			■
	2. Jätkukohtade tihendamine																			■
	3. Kraavkaeviku täitmine pinnasega																			■

Joon. 7. Kanalisatsioonitorustiku normaalne tehnoloogia.

Kompleks- protsessid	Lihtprotsessid	Tööpäevad											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Ettevalmistus- tööd	1. Trassi puhastamine	—											
	2. Torude ja teiste materjalide vedamine trassile		—										
	3. Torude kokkukeevitamine			—									
2. Mullatööd	1. Kraavkaevikute ja kaevikute kaevamine				—								
	2. Kraavkaevikute ja kaevikute põhja puhastam.					—							
3. Kanali, kaevu- de ja kambri- te ehitamine	1. Kanali ehitamine monteeritavatest detailidest (ilma katterlaadideta)						—						
	2. Kaevude ja kambrite ehitamine (ilma katterlaadideta)							—					
	3. Kanali, kaevude ja kambrite katterlaadide paigaldamine											—	
4. Torustiku mon- taaz, proovimine, isoleerimine ja kaevikute täitm.	1. Tugede tegemine ja torustiku montaaž								—				
	2. Torustiku proovimine									—			
	3. Torustiku soojaisolatsioonide tegemine										—		
	4. Kraavkaevikute ja kaevikute täitmine pinnasega												—

Joon. 8. Soojusvõrgutorustiku normaalne tehnoloogia.

Kompleks- protsessid	Lihtprotsessid	Tööpäevad														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Ettevalmistus- tööd	1. Trassi mahamärkimine ja puhastamine	—														
	2. Tee mahamärkimine		—													
2. Mullatööd	1. Pinnase kobestamine			—												
	2. Teeküna kaevamine				—											
	3. Teeküna põhja tasandamine					—										
3. Teealuse tegemine	1. Liivast aluskihi tegemine						—									
	2. Äärekivide panemine							—								
	3. Esimese killustikikihi paigaldamine								—							
	4. Teise —" —" —" —"									—						
	5. Killustikaluse tasandamine										—					
4. Teekatte tegemine	1. Alumise asfaltbetoonkihi paigaldamine										—					
	2. Alumise asfaltbetoonkihi rullimine											—				
	3. Ülemise asfaltbetoonkihi paigaldamine												—			
	4. Ülemise asfaltbetoonkihi rullimine													—		
	5. Teekatte kontrollimine ja esinevate puuduste kõrvaldamine														—	

Joon. 9. Asfaltbetoonkattega sõidutee normaalne tehnoloogia.

## 2. Elamukomplekside ehitusvoolud

### 2.1. Üldised alused

Kaasaegseid linnu ja asulaid ehitatakse üksikute elamukomplekside (kvartalid, mikrorajoonid) kaupa. Elamukompleksi koosseisu kuulub täielik kompleks objekte (hooneid ja ehitisi), mis on vajalikud elanike kõikide olustikuliste ja kultuuriliste vajaduste rahuldamiseks. Elamukompleksi objektideks on järgmised hooned ja ehitised: elamud, ühiskondlikud hooned, välisvõrgud ja territooriumi heakorrastus. Need objektid erinevad üksteisest arhitektuuriliste ja ehituslike lahenduste, mõõtmete, kasutatavate materjalide ja konstruktsioonide ning monteeritavuse astme poolest. Kõik see tingib nende eriliigiliste objektide ehitamisel ka erisuguse tehnoloogia kasutamist.

Voolehituse organiseerimise üheks tingimuseks on normaalse tehnoloogia koostamine ja sellest kinnipidamine. Eelmises peatükis käsitletud normaalse tehnoloogia alusel organiseeritakse elamukomplekside väljaehitamisel lõpptulemusena kompleksvool, mis koosneb kõikide antud kompleksi objektide (ehitiste ja hoonete) objektivooludest. Selle kompleksvoolu ehitustoodangu ühikuks on elamukompleksi üks kvartal või piirkond, s.t. ühes kvartalis või piirkonnas asuvad elamud koos kõikide ettenähtud ühiskondlike hoonete, välisvõrkude ja -seadmetega ning vastava territooriumi heakorrastusega.

Kompleksvoolu kuuluvad objektivoolud organiseeritakse üheliigiliste ja tavaliselt tehnoloogiliselt ühelaadsete objektide ehitamiseks. Nii näiteks organiseeritakse objektivoolud ühelaadsete elamute ehitamiseks (eraldi paneelilamute, plokkelamute ja telliselamute kohta), ühiskondlike hoonete ehitamiseks, välisvõrkude ja -seadmete ehitamiseks ning territooriumi heakorrastustööde tegemiseks. Objektivoolude ehitustoodangu ühikuteks on vastavalt üksikud elamud, ühiskondlikud hooned, valmishitatud ja proovitud veevarustuse, kanalisatsiooni ja teiste välisvõrkude lõigud ning heakorrastus mingisuguses lõigus.

Iga objektivool koosneb mitmest spetsialiseeritud voolust, mille ehitustoodangu ühikuteks on üksikud konstruktiivsed elemendid, hoone osad või komplekstööde liigid iga objekti mingis piirkonnas või haardealal. Näiteks elamute ehitamise objektivool koosneb neljast spetsialiseeritud voolust, mis vastavad neljale tehnoloogilisele staadiumile:

- 1) maa-aluse osa ehitamise (I staadiumi) spetsialiseeritud vool,
- 2) korruste konstruktsioonide ehitamise (II staadiumi) spetsialiseeritud vool,
- 3) katuse ehitamise (III staadiumi) spetsialiseeritud vool,
- 4) viimistlustööde (IV staadiumi) spetsialiseeritud vool.

Edasi näiteks sõiduteede ehitamise objektivool koosneb samuti neljast spetsialiseeritud voolust:

- 1) ettevalmistustööde spetsialiseeritud vool,
- 2) mullatööde spetsialiseeritud vool,
- 3) teealuse ehitamise spetsialiseeritud vool,
- 4) teekatte ehitamise spetsialiseeritud vool.

Iga spetsialiseeritud vool koosneb osavooludest, mis organiseeritakse üksikute ehitusprotsesside tegemiseks. Ehitusprotsesside iseloom, nende arv ja järjekord, järelikult ka osavoolude arv ja järjekord spetsialiseeritud voolus oleneb objekti ehitamise tehnoloogiast ja määratakse normaalse tehnoloogiaga. Osavool kujutab kas liht- või kompleksprotsessi (mõnel juhul ka operatsiooni), olenevalt ehitustööde protsessideks jaotamise sügavusest.

Ehitustööde suure mahu juures võib ette näha ka mitu paralleelset üheliigilist ehitusvoolu. Nii võib näiteks suurema arvu ühelaadsete elamute ehitamisel organiseerida kompleksvoolu koosseisus mitu paralleelset elamute objektivoolu, millega suureneb nende elamute ehitamise tempo ja lüheneb kompleksvoolu kestus. Minge objektivoolu koosseisus võib organiseerida ka mitu üheliigilist paralleelset spetsialiseeritud voolu. Näiteks organiseeritakse viimistlustööde suure mahu juures elamute objektivoolus mitu paralleelset viimistlustööde (IV staadiumi) spetsialiseeritud voolu jne.

Tavaliselt kulgeb üks spetsialiseeritud vool ainult ühes objektivoolus. Tööde väikese mahu juures võib sama spetsialiseeritud vool kulgeda ka mitmes objektivoolus. Näiteks kraavkaeviku kaevamise spetsialiseeritud vool võib kulgeda mitmes maa-aluste välisvõrkude objektivoolus (veevarustuse, kanalisatsiooni jt. torustike ehitamisel). Selleks peab aga olema võimalus kasutada nimetatud objektivooludes kraavkaeviku kaevamisel sama ekskavaatorit.

Elamukompleksi ehitamisel koosneb kompleksvool tavaliselt 10-15-st objektivoolust. Objektivoolude arv ühes kompleksvoolus oleneb elamukompleksi kommunalteenindamise tasemest ja tööde mahust, ehituskestusest, ehitusorganisatsioonide spetsialiseerimise tasemest ning nende võimsusest.

Joonisel 10 on toodud kaaseegse elamukompleksi ehitamise kompleksvoolu struktuur. Antud juhul kuulub kompleksvoolu koosseisu 12 objektivoolu, mis omakorda on jagatud kokku 55-ks spetsialiseeritud vooluks. Tööde väiksema aastase mahu (intensiivsuse) juures on ka ehitusorganisatsioonide spetsialiseerimise tase madalam ja vastavalt sellele ka objekti- ja spetsialiseeritud voolude arv väiksem. Minimaalselt tuleb organiseerida aga neli objektivoolu:

- 1) territooriumi planeerimise ja teede objektivool,
- 2) maa-aluste välisvõrkude objektivool,
- 3) elamute ja ühiskondlike hoonete objektivool,
- 4) heakorrastustööde objektivool.

Kompleksvoolu struktuuri määramine on esimeseks elamukompleksi voolehituse projekteerimise ülesandeks, mille täitmisel tuleb arvesse võtta tööde mahtu ja nende võimaliku intensiivsust, nõutavat ehituskestust, ehitusorganisatsioonide spetsialiseerimist ning nende võimsust.

Vaatleme järgnevalt kompleksvoolu kuuluvate objektivoolude organiseerimist, nende erinevusi, koosseisu, seaduspärasusi ja nende projekteerimist.

Alustame kõige suurema töömahukusega objektide, nimelt elamute objektivoolude vaatlemisega. Edasi käsitleme välisvõrkude objektivoolusid ja lõpuks kompleksvoolu.

## 2.2. Elamute ehitamise objektivoolud

Elamute ehitamine voolumeetodil on eriti efektiivne tööde suure mahu ja intensiivsuse juures. Sel juhul on võimalik ette näha stabiilne normaalne tehnoloogia pikemale perioodile ning tagada ehitusorganisatsioonide vajalikku spetsialiseerimist ning nende kestvat ühtlast rakendamist. Seetõttu kasutatakse voolehitust tavaliselt elamute suurema grupi ehitamisel. Suuremate elamute puhul on aga otstarbekohane organiseerida ehitusvool ka väiksema arvu elamute ehitamisel ning isegi ühe suure elamu ehitamisel.

### 2.2.1. Ühekorruseliste elamute objektivool

Ühekorruseliste elamute ehitamisel lülitatakse ühte objektivoolu tingimata grupp elamuid. Seejuures võetakse tavaliselt haardealaks üks elamu. Ühekorruselised elamud võivad konstruktsioonide, ehitamiseks kasutatavate materjalide ja mõõtmete järgi olla:

Kompleksvool	Objektivoolud	Spetsialiseeritud voolud
Elamukompleksi ehitamine	I Territooriumi planeerimine	1. Ettevalmistustööd 2. Pinnase kaevamine 3. Pinnase transportimine 4. Pinnase tihendamine
	II. Vihmavee kanalisatsiooni ehitamine	1. Ettevalmistustööd 2. Kraavkaevikute kaevamine 3. Torude paigaldamine 4. Restkaevude ehitamine 5. Tagasitäide
	III. Kanalisatsiooni ehitamine	1. Ettevalmistustööd 2. Mullatööd 3. Kaevude ehitamine 4. Torude paigaldamine 5. Tagasitäide
	IV. Veovarustuse torustiku ehitamine	1. Ettevalmistustööd 2. Mullatööd 3. Torude montaaž 4. Kaevude ehitamine 5. Esialgne proovimine 6. Lõplik proovimine
	V. Gaasitorustiku ehitamine	1. Ettevalmistustööd 2. Mullatööd 3. Torude montaaž 4. Esialgne proovimine 5. Lõplik proovimine
	VI. Soojusvõrkude ehitamine	1. Ettevalmistustööd 2. Mullatööd 3. Raudteest kanalite ehitamine 4. Torude montaaž 5. Torude proovimine 6. Torude isoleerimine 7. Tagasitäide
	VII. Elektri- ja valgustuse ehitamine	1. Ettevalmistustööd 2. Mullatööd 3. Kaablite paigaldamine 4. Tagasitäide
	VIII. Sideliinide ehitamine	1. Ettevalmistustööd 2. Mullatööd 3. Liinide paigaldamine 4. Tagasitäide
	IX. Teede ja kõnniteede ehitamine	1. Ettevalmistustööd 2. Mullatööd 3. Tee aluse ehitamine 4. Teekatete ehitamine
	X. Elomute ehitamine	1. Maa-aluste osade ehitamine 2. Korruste konstruktsioonide ehitamine 3. Katuse ehitamine 4. Viimistlustööd
	XI. Ühiskondlike hoonete ehitamine	1. Maa-aluste osade ehitamine 2. Maapealsete osade ehitamine 3. Katuse ehitamine 4. Viimistlustööd
	XII. Heakorrastus- ja haljastustööd	1. Ettevalmistustööd 2. Puude ja põõsaste istutamine 3. Väikevormide ehitamine

Joon.10. Elamukompleksi kompleksvoolu struktuur.

- 1) ühesugused ühelaadsed, kui erinevatel elamutel on ühelaadsed konstruktsioonid ja materjalid ning ühesugused (võrdsed) mõõtmed;
- 2) erisugused ühelaadsed, kui erinevatel elamutel on ühelaadsed konstruktsioonid ja materjalid, kuid eri mõõtmed;
- 3) erilaadsed, kui erinevatel elamutel on erilaadsed konstruktsioonid ja materjalid ning eri mõõtmed.

Voolehituse organiseerimisel lülitatakse ühte objektivoolu ühesugused või ka erisugused ühelaadsed elamud. Ühesuguste ühelaadsete ühekorruseliste elamute ehitamisel kujuneb objektivool rütmiliseks, s.t. kõikide erinevate osavoolude rütmid on võrdsed (omavaljel ja ka eri haardealadel). Erisuguste ühelaadsete ühekorruseliste elamute ehitamisel on aga objektivool mitterütmiline, s.t. osavoolude rütmid eri haardealadel on erinevad.

Erilaadsete elamute ehitamiseks organiseeritakse muutuva tehnoloogiaga mitterütmiline objektivool. Väiksema arvu erilaadsete elamute ehitamiseks tuleb pärast ühesuguste ja erisuguste ühelaadsete elamute ehitamist kohandada objektivool uuele tehnoloogiale.

Ühekorruseliste elamute objektivoolu seaduspärasustega tutvumiseks on joonisel 11 toodud tellismajade ehitamise objektivoolu tsüklogramm ja joongraafik, mis on koostatud normaalse tehnoloogia alusel ehitustööde osalise jaotamise puhul kompleksprotsessideks (joon.1). Antud juhul esimene spetsialiseeritud vool - elamu maa-aluse osa ehitamine - koosneb kahest osavoolust, teine ja kolmas spetsialiseeritud vool - tellisestinte ja lagede ning katuse ehitamine - koosnevad erandina kumbki ühest osavoolust ja neljas spetsialiseeritud vool - viimistlustööd - neljast osavoolust. Osavoolude ühiseks rütmiks on valitud vastavalt normaalsele tehnoloogiale (joon.1)  $k = 3$  päeva. Tehnoloogiliste vaheaegade (katkendlike) kompleksprotsesside - krohvi ja maalritööde - osavoolude rütmiks on aga võetud  $t_{kr} = t_m = 6$  päeva. Samuti kestab kuus päeva krohvi kuivamise tehnoloogiline vaheaeg  $t_k$ . Et tasakaalustada antud objektivoolu, on vaja muuta võrdseks kõikide osavoolude tempod. Käesoleval juhul on selleks otstarbekohane organiseerida krohvitöödel ja maalritöödel eraldi kaks paralleelset osavoolu  $V^a$  ja  $V^b$  ning  $VII^a$  ja  $VII^b$  (joon.11). Kaks paralleelset osavoolu on vaja organiseerida nimelt sellepärast, et krohvi- ja maalritööde rütmid on kaks korda suuremad teiste osavoolude rütmist, s.t.:

$$t_{kr} = t_m = 6 \text{ päeva ja } k = 3 \text{ päeva,}$$

ning paralleelsete osavoolude (brigaadide) arv on:

$$b = \frac{t_{kr}}{k} = \frac{t_m}{k} = \frac{6}{3} = 2.$$

Objektivoolu seaduspärasused on antud juhul järgmised:

$$\text{objektivoolu kestus } T_{obj.} = T_t + k \cdot (m - 1),$$

$$\text{või } T_{obj.} = k \cdot n + \Sigma t_t + k \cdot (m - 1) = k \cdot (m + n - 1) + \Sigma t_t,$$

kus  $k$  - tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside (osavoolude) rütm,

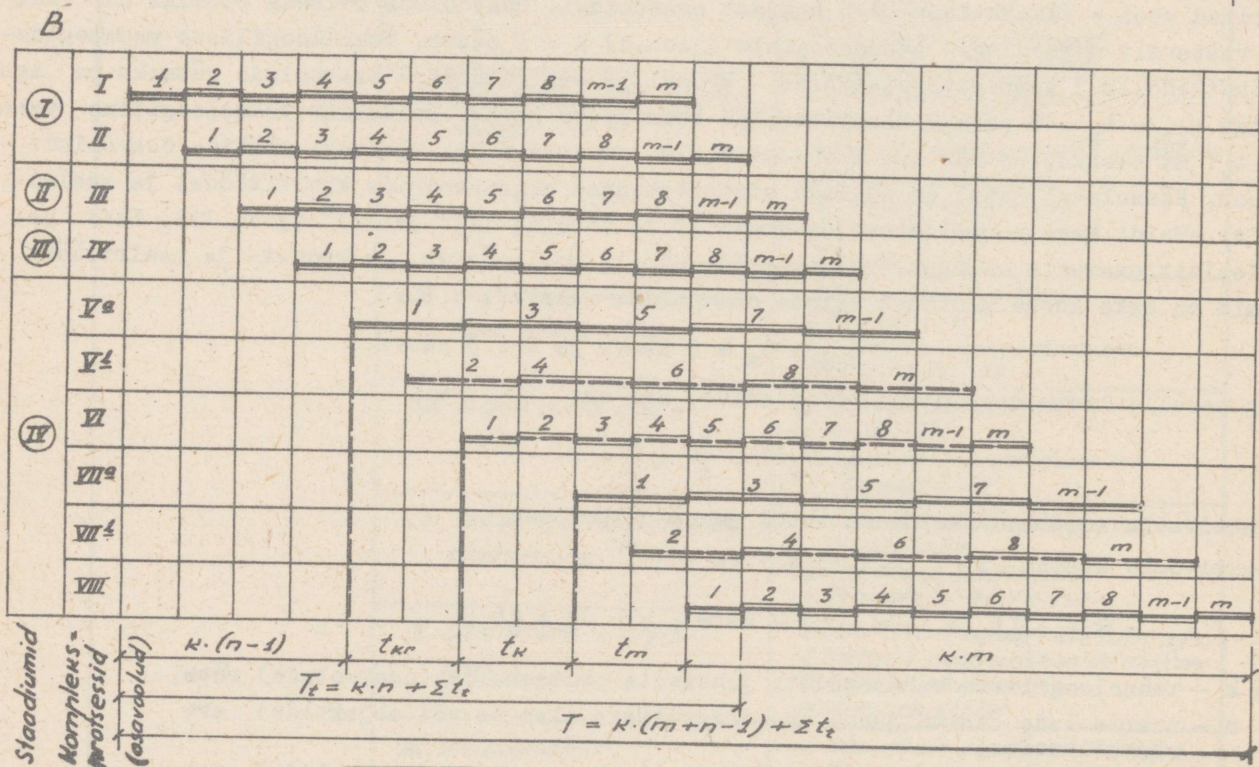
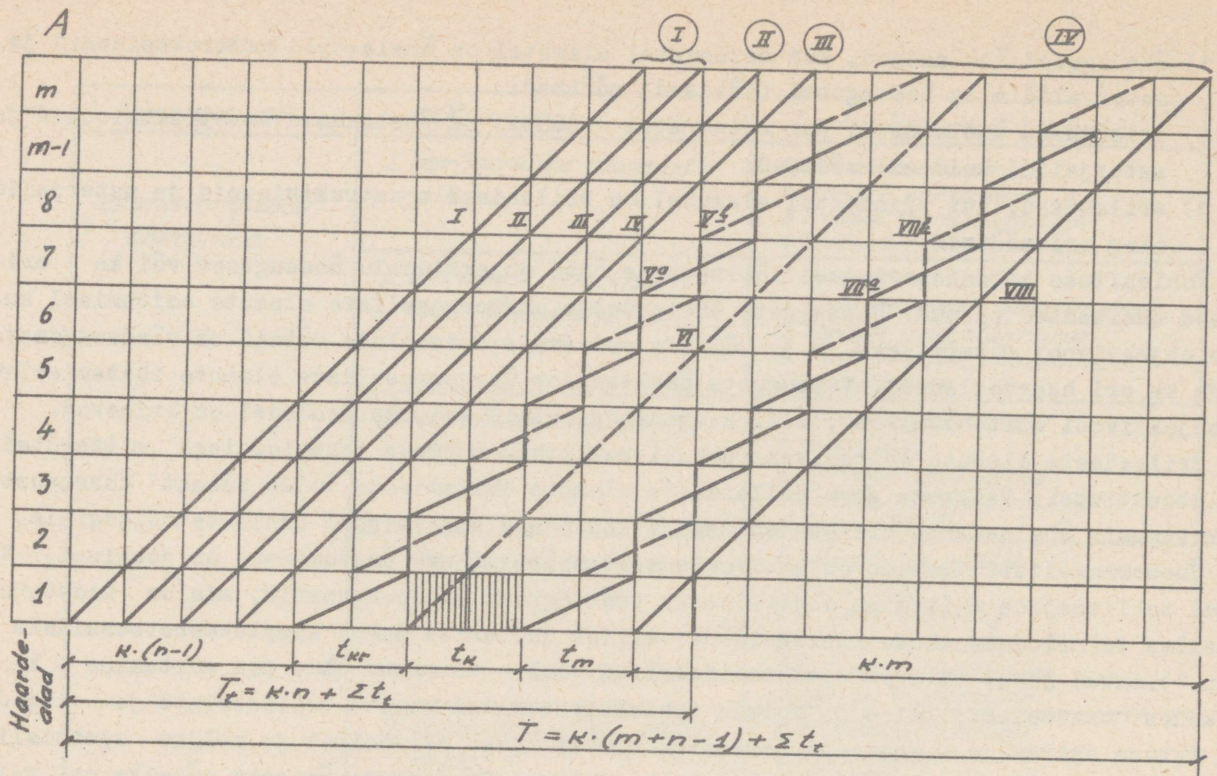
$m$  - haardealade (antud juhul ühekorruseliste elamute või objektide) arv objektivoolus,

$n$  - tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside (osavoolude) arv,

$\Sigma t_t$  - tehnoloogiliste vaheaegadega (katkendlike) juhtivate protsesside (osavoolude) ja tehnoloogiliste vaheaegade kestuste summa ühel haardealal (elamul); antud juhul

$$\Sigma t_t = t_{kr} + t_k + t_m.$$

Juhul kui mõne tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtiva protsessi (osavoolu) rütm erineb teiste juhtivate protsesside (osavoolude) rütmist ja on sellega kordne, s.t. kui näiteks:



Joon.11. Ühekorruseliste telliselamute objektivoolu tsüklogramm ja joongraafik ehitustööde osalisel jaotamisel kompleksprotsessideks.

A- tsüklogramm; B-joongraafik.

Spetsialiseeritud voolud (stadiumid): **I** - hoonete maa-aluste osade ehitamine; **II** - tellisseinte ja lagede ehitamine; **III** - katuste ehitamine; **IV** - viimistlustööd.

Osavoolud (kompleksprotsessid): I - ettevalmistustööd, II - vundamentide ehitamine; III - tellisseinte ja lagede ehitamine; IV - krohvitööd (märg krohv); VI - krohvi kuivamine, laudsepa-, sanitaartechnilised ja elektrotechnilised tööd; VII - maalritööd; VIII - sanitaartechniliste ja elektrotechniliste tööde lõpetamine ning põrandate värvimine.

$$k_2 = b_2 \cdot k; \quad k_3 = b_3 \cdot k \quad \text{jne. s.t.} \quad k_i = b_i \cdot k,$$

siis objektivoolu kestus on

$$T_{\text{obj.}} = k \cdot [m + n - 1 + \sum (b_i - 1)] + \sum t_t.$$

Kui töid tehakse mitmes vahetuses ja vahetuste arv päevas on A, siis on objektivoolu kestus

$$T_{\text{obj.}} = \frac{k}{A} \cdot (m + n - 1) + \sum t_t.$$

Siin k tuleb võtta vahetustes ja  $\frac{k}{A}$  päevades.

Suure arvu elamute ehitamisel lühikese aja jooksul tuleb organiseerida mitu paralleelset objektivoolu. Kui objektivoolude arv on B, siis igas objektivoolus on  $\frac{m}{B}$  objekti (haardealad) ja iga paralleelse objektivoolu kestus on

$$T_{\text{obj.}} = k \cdot \left(\frac{m}{B} + n - 1\right) + \sum t_t.$$

Siit saame paralleelsete objektivoolude arvu

$$B = \frac{k \cdot m}{T_{\text{obj.}} - \sum t_t - k \cdot (n-1)}.$$

Maksimaalne vajalik tööliste arv kõikides paralleelsetes objektivooludes kokku nende voolude püsiva perioodi jooksul on

$$N = \frac{Q \cdot B}{k \cdot m},$$

kus Q on ühe paralleelse objektivoolu töömahukus inimpäevades ja m on haardealade (antud juhul objektide) arv kõikides paralleelsetes objektivooludes kokku.

Teiste vajalike ressursside (materjalid, detailid jt.) kasutamise intensiivsus (ressursside kulu ajaühikus) on

$$r = \frac{R \cdot B}{k \cdot m}$$

kus R on ühe paralleelse objektivoolu vastavate ressursside vajadus.

Objektivoolu arendamise ja koondamise perioodide kestus (ühtlasi tehnoloogilise tsükli kestus) on

$$T' = T'' = \tau = k \cdot (n-1) + \sum t_t.$$

Iga paralleelse objektivoolu püsiva perioodi kestus on

$$T'' = k \cdot \left(\frac{m}{B} - n + 1\right) - \sum t_t.$$

Osavoolude kestus ja toodangu valmimise periood igas paralleelses objektivoolus on

$$t = \frac{k \cdot m}{B},$$

kus m on objektide arv kõikides paralleelsetes objektivooludes kokku.

Elamute valmimise sagedus, arvesse võttes kõiki paralleelseid objektivoolusid, on

$$K_{\text{tv}} = \frac{k}{B}.$$

Kõikide paralleelsete objektivoolude koguintensiivsus on

$$I_B = \frac{m}{t} = \frac{m \cdot B}{k \cdot m} = \frac{B}{k}.$$

Ühe paralleelse objektivoolu intensiivsus on

$$I = \frac{m}{B \cdot t} = \frac{m \cdot B}{B \cdot k \cdot m} = \frac{1}{k},$$

ja tempo

$$v = \frac{1}{k}.$$

Mõlemas valemis on  $m$  elamute arv kõikides paralleelsetes objektivooludes kokku.

Maksimaalne töös olevate elamute arv (elamute arv, millel üheaegselt toimub töö) või ehitusvaru elamute arv on voolu püsival perioodil kõikides paralleelsetes objektivooludes kokku

$$m_t = \left(n + \frac{\sum t_t}{k}\right) \cdot B.$$

Ülaltoodud seaduspärasuste alusel võib arvutada ühekorruseliste elamute grupi ehitamise objektivoolu.

Objektivoolu arvutamisel esineb kaks juhtu:

1) antud tööde mahu (elamute arvu ja suuruse) ning tootmisvõimsuse (objektivoolu intensiivsuse) alusel määratakse objektivoolu kestus ja teised voolu iseloomustavad näitajad;

2) antud tööde mahu (elamute arvu ja suuruse) ning orienteeruva objektivoolu kestuse alusel määratakse tootmisvõimsus (objektivoolu intensiivsus) ja teised voolu iseloomustavad näitajad.

**N ä i d e.** Arvutada 60 ühekorruselise telliselamu (elamispinnaga  $47 \text{ m}^2$ ) objektivool ehitustööde jaotamise sügavuse mõlema variandi järgi:

1) ehitustööde osalisel jaotamisel kompleksprotsessideks vastavalt joonisel 1 toodud normaalsele tehnoloogiale;

2) ehitustööde täielikul jaotamisel lihtprotsessideks vastavalt joonisel 2 toodud normaalsele tehnoloogiale.

**I.** Arvutame objektivoolu kõigepealt esimese juhu järgi, kui lisaks tööde mahule (elamute arvule ja suurusele) on antud veel tootmisvõimsus (objektivoolu kogu intensiivsus).

Seega käesoleval juhul on antud:

1) objektide (elamute) arv  $m=60$ ,

2) ühe elamu elamispind  $47 \text{ m}^2$ ,

3) ehitusorganisatsiooni aastane tootmisvõimsus antud elamisgrupi ehitamisel (objektivoolu kogu intensiivsus)

$$I_B = 12000 \text{ m}^2/\text{aastas ehk } I_B = \frac{12000}{47 \cdot 253} = 1,01 \text{ elamut/päevas};$$

253 on siin tööpäevade arv aastas, lähtudes viiepäevasest töönädalast (kaks puhkepäeva nädalas);

4) normaalse tehnoloogia esimese variandi järgi (ehitustööde osalisel jaotamisel kompleksprotsessideks) vastavalt joonisele 1 on voolu parameetrid järgmised:

tehnoloogiliste vaheaegadeta

juhtivate kompleksprotsesside (osavoolude) arv  $n_1 = 5$ ,

tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate

kompleksprotsesside kestus ühes elamus

(ühel haardealal) või osavoolude rütm

$$k_1 = 3 \text{ päeva},$$

krohvitööde (märg krov) kestus

ühes majas ehk ühel haardealal (rütm)

$$t_{kr1} = 6 \text{ päeva},$$

krohvi kuivamise kestus ühes majas

ehk ühel haardealal (samal ajal tehakse

ka laudsepa, sanitaartehnilisi ja elektro-

tehnilisi töid)

$$t_{k1} = 6 \text{ päeva},$$

maalritööde kestus ühes majas ehk  
ühel haardealal (rütm)

$$t_{m_1} = 6 \text{ päeva,}$$

kokku tehnoloogiliste vaheaegadega  
(katkendlike) juhtivate protsesside  
ja tehnoloogiliste vaheaegade kestus  
ühes majas ehk ühel haardealal on

$$\Sigma t_{t_1} = t_{kr_1} + t_{k_1} + t_{m_1} = 6+6+6 = 18 \text{ päeva;}$$

- 5) normaalse tehnoloogia teise variandi  
järgi (ehitustööde täielikul jaotami-  
sel lihtprotsessideks) vastavalt joo-  
nisele 2 on eespool toodud suurused  
järgmised:

$$n_2 = 15,$$

$$k_2 = 1 \text{ päev,}$$

$$t_{kr_2} = t_{k_2} = 6 \text{ päeva,}$$

$$t_{m_2}' = t_{m_2}'' = 3 \text{ päeva,}$$

$$\Sigma t_{t_2} = t_{kr_2} + t_{k_2} + t_{m_2}' + t_{m_2}'' = 18 \text{ päeva,}$$

kusjuures krohvi kuivamise tehnoloogilise vaheaja jooksul tehakse lihtprotsessid  
nr.6 - 1 kuni 6 - 6 (joon.2) ehk joonise 12<sup>b</sup> järgi osavoolud XIV ... XIX (näidatud  
punktiiriga).

----- " -----

Et üksikute protsesside (osavoolude) vahel ei tekiks organisatsioonilisi vahe-  
aegu, tuleb osavoolud omavahel tasakaalustada, s.t. näha ette nende ühesugune tempo.  
Et kiirema tempoga (lühema rütmiga) osavooludes ei tekiks töövaheaegasid, tasakaalus-  
tame aeglasema tempoga (pikema rütmiga) osavoolud kiirema tempoga osavoolude suhtes  
sel teel, et näeme ette paralleelsed osavoolud. Kuna käesolevas ülesandes on pikem  
rütm tehnoloogiliste vaheaegadega (katkendlikel) protsessidel - krohvi- ja maalritöö-  
del - siis tuleb nende protsesside tegemisel ette näha paralleelsed osavoolud, mil-  
le arv on:

normaalse tehnoloogia esimese variandi järgi:

$$b_1 = \frac{t_{kr_1}}{k_1} = \frac{t_{m_1}}{k_1} = \frac{6}{3} = 2 \text{ paralleelset osavoolu,}$$

ning normaalse tehnoloogia teise variandi järgi

$$b_2 = \frac{t_{kr_2}}{k_2} = \frac{t_{m_2}}{k_2} = \frac{6}{1} = 6 \text{ paralleelset osavoolu,}$$

$$b_{2'} = \frac{t_{m_2}'}{k_2} = \frac{t_{m_2}''}{k_2} = \frac{3}{1} = 3 \text{ paralleelset osavoolu.}$$

Objektivoolu arvutamise peamine ülesanne seisab antud juhul selles, et tuleb  
määrata selle voolu kestus. Objektivoolu kestuse määramiseks on juba olemas kõik  
vajalikud suurused, välja arvatud paralleelsete objektivoolude arv, mille saame  
eespool toodud seaduspärasuste  $I_B = \frac{B}{k}$  ja  $B = k \cdot I_B$  alusel järgmiselt:

- 1) normaalse tehnoloogia esimese variandi juures

$$B_1 = k_1 \cdot I_B = 3 \cdot 1,01 = 3,03.$$

Et paralleelsete objektivoolude arv võib olla ainult täisarv, siis valime  $B_1 = 3$ , ning lähtudes sellest, arvutame objektivoolu tegeliku intensiivsuse

$$I_{B_1} = \frac{B_1}{k_1} = \frac{3}{3} = 1 \frac{\text{maja}}{\text{päevas}} = 11.900 \frac{\text{m}^2}{\text{aastas}};$$

2) normaalse tehnoloogia teise variandi juures

$$B_2 = k_2 \cdot I_B = 1 \cdot 1,01 = 1,01, \text{ valime } B_2 = 1, \text{ ning}$$

$$I_{B_2} = \frac{B_2}{k_2} = \frac{1}{1} = 1 \frac{\text{maja}}{\text{päevas}} = 11.900 \frac{\text{m}^2}{\text{aastas}}.$$

Sellega normaalse tehnoloogia esimese ja teise variandi juures on tegelikult täpselt ehitusorganisatsiooni tootmisvõimsuseks antud elamute grupi ehitamisel või objektivoolu intensiivsuseks  $I_B = 11900 \text{ m}^2/\text{aastas}$ .

Nüüd arvutame objektivoolu kestuse  $T_{\text{obj}}$ , ehk kõikide objektide (elamute grupi) ehitamise kogukestuse normaalse tehnoloogia esimese ja teise variandi kasutamisel:

$$T_{\text{obj}.1} = k_1 \cdot \left( \frac{m}{B_1} + n_1 - 1 \right) + \sum t_{t1} = 3 \cdot \left( \frac{60}{3} + 5 - 1 \right) + 18 = 90 \text{ päeva},$$

$$T_{\text{obj}.2} = k_2 \cdot \left( \frac{m}{B_2} + n_2 - 1 \right) + \sum t_{t2} = 1 \cdot \left( \frac{60}{1} + 15 - 1 \right) + 18 = 92 \text{ päeva}.$$

Edasi arvutame veel järgmised objektivoolu näitajad:

objektivoolu arendamise ja koondamise perioodide kestused (tehnoloogilise tsükli kestus) esimese ja teise normaalse tehnoloogia variandi kasutamisel

$$T_1' = T_1''' = \tau_1 = k_1 \cdot (n_1 - 1) + \sum t_{t1} = 3 \cdot (5 - 1) + 18 = 30 \text{ päeva},$$

$$T_2' = T_2''' = \tau_2 = k_2 \cdot (n_2 - 1) + \sum t_{t2} = 1 \cdot (15 - 1) + 18 = 32 \text{ päeva},$$

objektivoolu püsiva perioodi kestus

$$T_1'' = k_1 \cdot \left( \frac{m}{B_1} - n_1 + 1 \right) - \sum t_{t1} = 3 \cdot \left( \frac{60}{3} - 5 + 1 \right) - 18 = 30 \text{ päeva},$$

ehk  $T_1'' = T_{\text{obj}.1} - T_1' - T_1''' = 90 - 30 - 30 = 30 \text{ päeva},$

$$T_2'' = k_2 \cdot \left( \frac{m}{B_2} - n_2 + 1 \right) - \sum t_{t2} = 1 \cdot \left( \frac{60}{1} - 15 + 1 \right) - 18 = 28 \text{ päeva},$$

ehk  $T_2'' = T_{\text{obj}.2} - T_2' - T_2''' = 92 - 32 - 32 = 28 \text{ päeva};$

objektivoolu tootmistsükkel ehk ühe elamu (objekti) ehitamise kestus

$$T_{t1} = k_1 \cdot n_1 + \sum t_{t1} = 3 \cdot 5 + 18 = 33 \text{ päeva},$$

$$T_{t2} = k_2 \cdot n_2 + \sum t_{t2} = 1 \cdot 15 + 18 = 33 \text{ päeva};$$

osavoolude või protsesside (brigaadide või lülide töö) kestus objektivoolus

$$t_1 = \frac{k_1 \cdot m}{B_1} = \frac{60 \cdot 3}{3} = 60 \text{ päeva},$$

$$t_2 = \frac{k_2 \cdot m}{B_2} = \frac{60 \cdot 1}{1} = 60 \text{ päeva}.$$

Objektide (elamute) valmimise sagedus (periood)

$$K_{tv1} = \frac{k_1}{B_1} = \frac{3}{3} = 1 \frac{\text{päev}}{\text{ühe elamu kohta}},$$

$$K_{tv2} = \frac{k_2}{B_2} = \frac{1}{1} = 1 \frac{\text{päev}}{\text{ühe elamu kohta}},$$

s.t. iga päev valmib objektivoolus üks elamu;  
 ühe paralleelse objektivoolu intensiivsus ja tempo

$$I_1 = v_1 = \frac{1}{k_1} = \frac{1}{3} = 0,333 \frac{\text{elamut}}{\text{päevas}} \quad \text{ehk} \quad I_1 = 0,333 \cdot 47 = 15,6 \frac{\text{m}^2}{\text{päevas}},$$

$$I_2 = v_2 = \frac{1}{k_2} = \frac{1}{1} = 1 \frac{\text{elamu}}{\text{päevas}} \quad \text{ehk} \quad I_2 = 1 \cdot 47 = 47 \frac{\text{m}^2}{\text{päevas}};$$

maksimaalne ehitusvaru objektide (elamute) arv, millel üheaegselt toimub töö

$$m_{t1} = (n_1 + \frac{\sum t_{t1}}{k_1}) \cdot B_1 = (5 + \frac{18}{3}) \cdot 3 = 33 \text{ elamut};$$

$$m_{t2} = (n_2 + \frac{\sum t_{t2}}{k_2}) \cdot B_2 = (15 + \frac{18}{1}) \cdot 1 = 33 \text{ elamut};$$

maksimaalne tööliste arv objektivoolu püsival perioodil

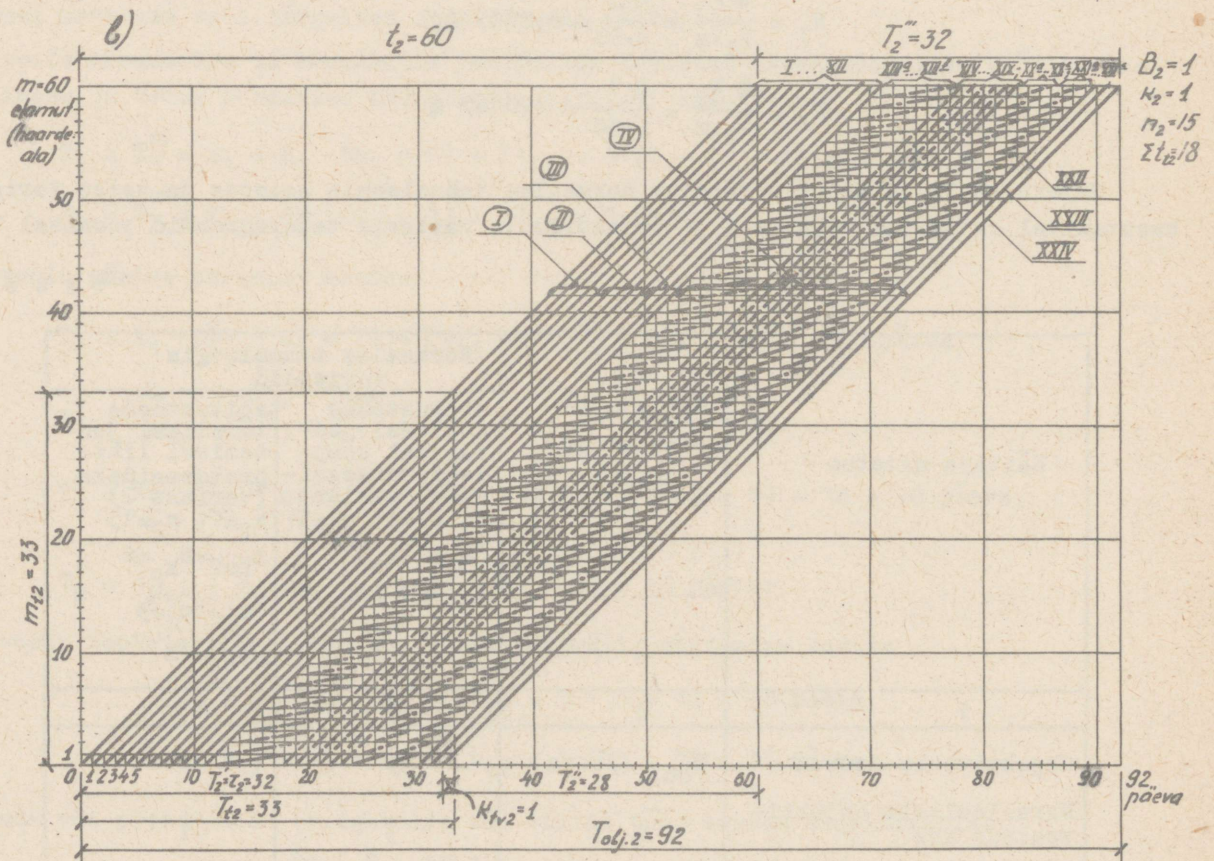
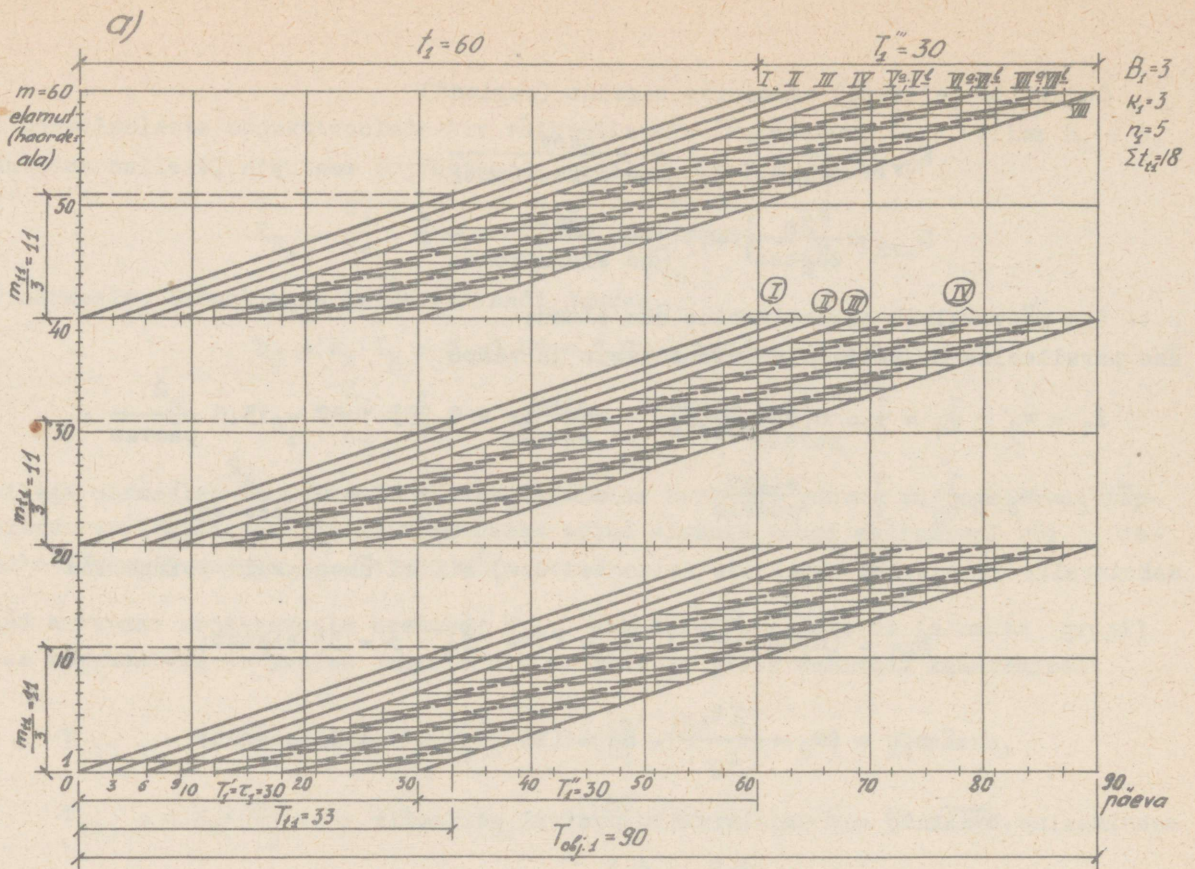
$$N_1 = \frac{Q \cdot B_1}{k_1 \cdot m} = \frac{Q \cdot 3}{3 \cdot 60} = 0,0167 Q,$$

$$N_2 = \frac{Q \cdot B_2}{k_2 \cdot m} = \frac{Q \cdot 1}{1 \cdot 60} = 0,0167 Q.$$

Objektivoolu näitajate võrdlus normaalse tehnoloogia esimese ja teise variandi kasutamisel on toodud tabelis 2 ja objektivoolu vastavad tsüklogrammid joonisel 12.

T a b e l 2

Näitaja nimetus	Näitaja tähistus ja ühik	Normaalse tehnoloogia variandid	
		ehitustoode osalisel jaotamisel kompleksprotsessideks (variant 1) $k_1=3; n_1=5; t_{kr1}=t_{k_1}=6; t_{m1}=6; \sum t_{t1}=18$	ehitustoode taitelikul jaotamisel lihtprotsessideks (variant 2) $k_2=1; n_2=15; t_{kr2}=t_{k_2}=6; t_{m2}'=t_{m2}''=3; \sum t_{t2}=18$
1	2	3	4
Objektivoolu kestus	$T_{obj.}$ (päeva)	90	92
Paralleelsete objektivoolude arv	B	3	1
Paralleelsete osavoolude arv	b	2	6;3
Objektivoolu arendamise ja koondamise perioodide (tehnoloogilise tsükli) kestus	$T' = T'' = \tau$ (päeva)	30	32



Joon.12. 60 ühekorruselise telliselamu objektivoolu tsüklogrammid:

a - ehitustööde osalisel jaotamisel kompleksprotsessideks:  $B_1 = 3$ ;  $K_1 = 3$ ;  $n_1 = 5$ ;

$$\Sigma t_{t1} = 18;$$

b - ehitustööde täielikul jaotamisel lihtprotsessideks:  $B_2 = 1$ ;  $K_2 = 1$ ;  $n_2 = 15$ ;

$$\Sigma t_{t2} = 18.$$

Objektivoolu projekteerimisel on aluseks võetud selle koguintensiivsus

$$I_B = 1 \frac{\text{elamu}}{\text{päevas}}.$$

1	2	3	4
Objektivoolu püsiva perioodi kestus	$T''$ (päeva)	30	28
Objektivoolu tootmistsükli ehk ühe elamu ehitamise kestus	$T_t$ (päeva)	33	33
Osavoolude (protsesside) kestus või brigaadide (lülide) töö kestus objektivoolus	$t$ (päeva)	60	60
Objektide (elamute) valmimise sagedus (periood)	$K_{tv}$ (päeva/elamu kohta)	1	1
Objektivoolu kogu intensiivsus ja tempo	$I_B=v$ (elamut/päevas)	1	1
	$I_B(m^2/aastas)$	11900	11900
Ühe paralleelse objektivoolu intensiivsus ja tempo	$I=v$ (elamut/päevas)	0,33	1
	$I(m^2/päevas)$	15,6	47
Maksimaalne ehitusvaru elamute arv, millel üheaegselt toimub töö	$m_t$ (elamut)	33	33
Maksimaalne tööliste arv objektivoolu püsival perioodil	$N$ (töölist)	0,0167 Q	0,0167 Q

Kuna osavoolude kestused, tootmistsükli kestused, ehitusvaru elamute arv ja ressurside vajadused on mõlemal normaalse tehnoloogia variandil võrdsed ning objektivoolu kestused ja voolu püsiva perioodi kestused on peaaegu võrdsed, siis on mõlemad objektivoolu organiseerimise variandid praktiliselt samaväärsed.

II. Arvutame nüüd objektivoolu teise juhu järgi, kui lisaks tööde mahule (elamute arvule ja suurusele) on antud veel orienteeruv objektivoolu kestus.

Seega käesoleval juhul on antud:

- 1) objektide (elamute arv) -  $m = 60$ ,
- 2) ühe elamu elamispiind -  $47 m^2$ ,
- 3) objektivoolu orienteeruv kestus -  $T_{obj.} \approx 110$  päeva,

- 4) normaalse tehnoloogia esimese variandi järgi (ehitustööde osalisel jaotamisel kompleksprotsessideks) vastavalt joonisele 1 on voolu parameetrid analoogiliselt käesoleva näite esimesele juhule:

$$\begin{aligned}
 n_1 &= 5, \\
 k_1 &= 3 \text{ päeva}, \\
 t_{kr_1} &= 6 \text{ päeva}, \\
 t_{k_1} &= 6 \text{ päeva}, \\
 t_{m_1} &= 6 \text{ päeva},
 \end{aligned}$$

$$\Sigma t_{t_1} = t_{kr_1} + t_{k_1} + t_{m_1} = 18 \text{ päeva:}$$

- 5) normaalse tehnoloogia teise variandi järgi (ehitustööde täielikul jaotamisel lihtprotsessideks) vastavalt joonisele 2 on voolu parameetrid analoogiliselt käesoleva näite esimesele juhule:

$$\begin{aligned}
 n_2 &= 15, \\
 k_2 &= 1 \text{ päev}, \\
 t_{kr_2} &= t_{k_2} = 6 \text{ päeva}, \\
 t_{m_2}' &= t_{m_2}'' = 3 \text{ päeva}, \\
 \Sigma t_2 &= 18 \text{ päeva.} \\
 &\underline{\underline{\quad\quad\quad}}
 \end{aligned}$$

Tehnoloogiliste vaheaegadega ehk katkendlike protsesside (antud juhul pikema rütmiga protsesside) - krohvi- ja maalritööde sooritamisel tuleb ette näha paralleelsed osavoolud, mille arv on analoogiliselt käesoleva näite esimesele juhule:

$$b_1 = 2, \quad b_2 = 6 \quad \text{ja} \quad b_2' = 3 \text{ paralleelset osavoolu.}$$

Objektivoolu arvutamise peamine ülesanne seisneb antud juhul selles, et tuleb määrata selle voolu intensiivsus  $I_B$  ja tempo  $v$  ehk ehitusorganisatsiooni võimsus antud elamugrupi ehitamisel. Selleks arvutame kõigepealt, mitu paralleelset objektivoolu tuleb normaalse tehnoloogia esimese ja teise variandi juures organiseerida:

valemist  $T_{obj.} = k \cdot \left(\frac{m}{B} + n - 1\right) + \Sigma t_t$  saame  $B = \frac{k \cdot m}{T_{obj.} - \Sigma t_t + k_1 \cdot (n_1 - 1)}$ ,

seega  $B_1 = \frac{k_1 \cdot m}{T_{obj.} - \Sigma t_{t1} - k_1 \cdot (n_1 - 1)} = \frac{3 \cdot 60}{110 - 18 - 3 \cdot (5 - 1)} = 2,25,$

$$B_2 = \frac{k_2 \cdot m}{T_{obj.} - \Sigma t_{t2} - k_2 \cdot (n_2 - 1)} = \frac{1 \cdot 60}{110 - 18 - 1 \cdot (15 - 1)} = 0,77.$$

Valime  $B_1 = 2$  ja  $B_2 = 1$ .

Nüüd saame määrata objektivoolu intensiivsuse ja tempo normaalse tehnoloogia esimese ja teise variandi kohta:

$$I_{B1} = v_1 = \frac{B_1}{k_1} = \frac{2}{3} = 0,67 \frac{\text{elamut}}{\text{päevas}}$$

ehk  $I_{B1} = 0,67 \cdot 47 = 31,4 \frac{m^2}{\text{aastas}} = 31,4 \cdot 253 = 7920 \frac{m^2}{\text{aastas}}.$

$$I_{B2} = v_2 = \frac{B_2}{k_2} = \frac{1}{1} = 1 \frac{\text{elamu}}{\text{päevas}}$$

ehk  $I_{B2} = 1 \cdot 47 = 47 \frac{m^2}{\text{päevas}} = 47 \cdot 253 = 11900 \frac{m^2}{\text{aastas}}.$

Vastavalt valitud paralleelsete objektivoolude arvule arvutame täpse objektivoolu kestuse:

$$T_{obj.1} = k_1 \cdot \left(\frac{m}{B_1} + n_1 - 1\right) + \Sigma t_{t1} = 3 \cdot \left(\frac{60}{2} + 5 - 1\right) + 18 = 120 \text{ päeva};$$

$$T_{obj.2} = k_2 \cdot \left(\frac{m}{B_2} + n_2 - 1\right) + \Sigma t_{t2} = 1 \cdot \left(\frac{60}{1} + 15 - 1\right) + 18 = 92 \text{ päeva.}$$

Edasi arvutame veel järgmised objektivoolu näitajad:

objektivoolu arendamise ja koondamise perioodide kestused (tehnoloogilise tsükli kestus) mõlema tehnoloogilise variandi kasutamisel analoogiliselt käesoleva näite eelmisele juhule

$$T_1' = T_1''' = \tau_1 = k_1 \cdot (n_1 - 1) = 30 \text{ päeva,}$$

$$T_2' = T_2''' = \tau_2 = k_2 \cdot (n_2 - 1) = 32 \text{ päeva;}$$

objektivoolu püsiva perioodi kestus

$$T_1'' = k_1 \cdot \left(\frac{m}{B_1} - n_1 + 1\right) - \sum t_{t1} = 3 \cdot \left(\frac{60}{2} - 5 + 1\right) - 18 = 60 \text{ päeva,}$$

ehk  $T_1'' = T_{\text{obj.1}} - T_1' - T_1''' = 120 - 30 - 30 = 60 \text{ päeva,}$

$$T_2'' = k_2 \cdot \left(\frac{m}{B_2} - n_2 + 1\right) - \sum t_{t2} = 1 \cdot \left(\frac{60}{1} - 15 + 1\right) - 18 = 28 \text{ päeva,}$$

ehk  $T_2'' = T_{\text{obj.2}} - T_2' - T_2''' = 92 - 32 - 32 = 28 \text{ päeva;}$

objektivoolu tootmistükkel ehk ühe elamu (objekti) ehitamise kestus on analoogiliselt käesoleva näite eelmisele juhule

$$T_{t1} = k_1 \cdot n_1 + \sum t_{t1} = 33 \text{ päeva,}$$

$$T_{t2} = k_2 \cdot n_2 + \sum t_{t2} = 33 \text{ päeva;}$$

osavoolude või protsesside (brigaadide või lülide töö) kestus objektivoolus

$$t_1 = \frac{k_1 \cdot m}{B_1} = \frac{3 \cdot 60}{2} = 90 \text{ päeva,}$$

$$t_2 = \frac{k_2 \cdot m}{B_2} = \frac{1 \cdot 60}{1} = 60 \text{ päeva;}$$

objektide (elamute) valmimise sagedus (periood)

$$K_{tv1} = \frac{k_1}{B_1} = \frac{3}{2} = 1,5 \frac{\text{päeva}}{\text{ühe elamu kohta}},$$

$$K_{tv2} = \frac{k_2}{B_2} = \frac{1}{1} = 1 \frac{\text{päeva}}{\text{ühe elamu kohta}};$$

s.t. normaalse tehnoloogia esimese variandi kasutamisel valmib objektivoolus iga 1,5 päeva järel üks elamu ja normaalse tehnoloogia teise variandi kasutamisel iga päev üks elamu;

ühe paralleelse objektivoolu intensiivsus ja tempo

$$I_1 = v_1 = \frac{1}{k_1} = \frac{1}{3} = 0,333 \frac{\text{elamut}}{\text{päevas}}$$

ehk  $I_1 = 0,333 \cdot 47 = 15,6 \frac{m^2}{\text{päevas}};$

$$I_2 = v_2 = \frac{1}{k_2} = \frac{1}{1} = 1 \frac{\text{elamu}}{\text{päevas}}$$

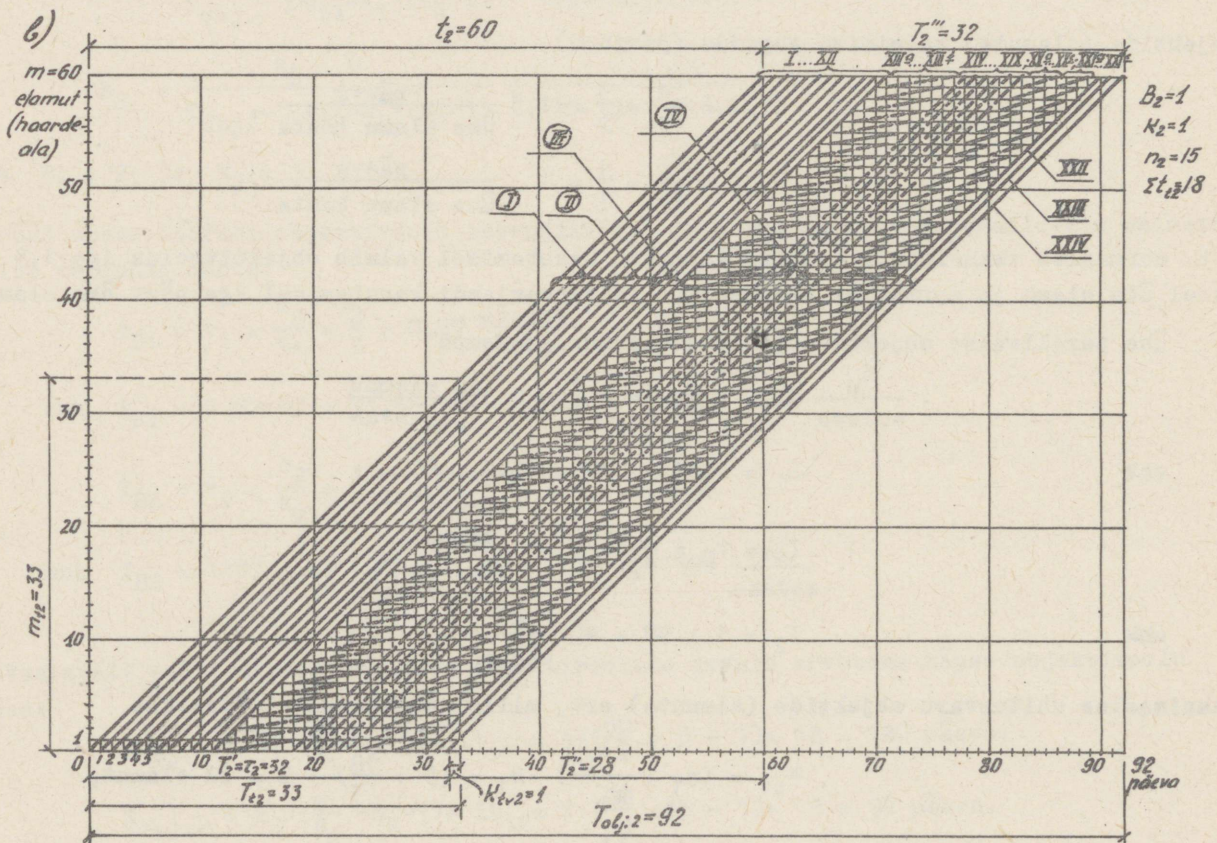
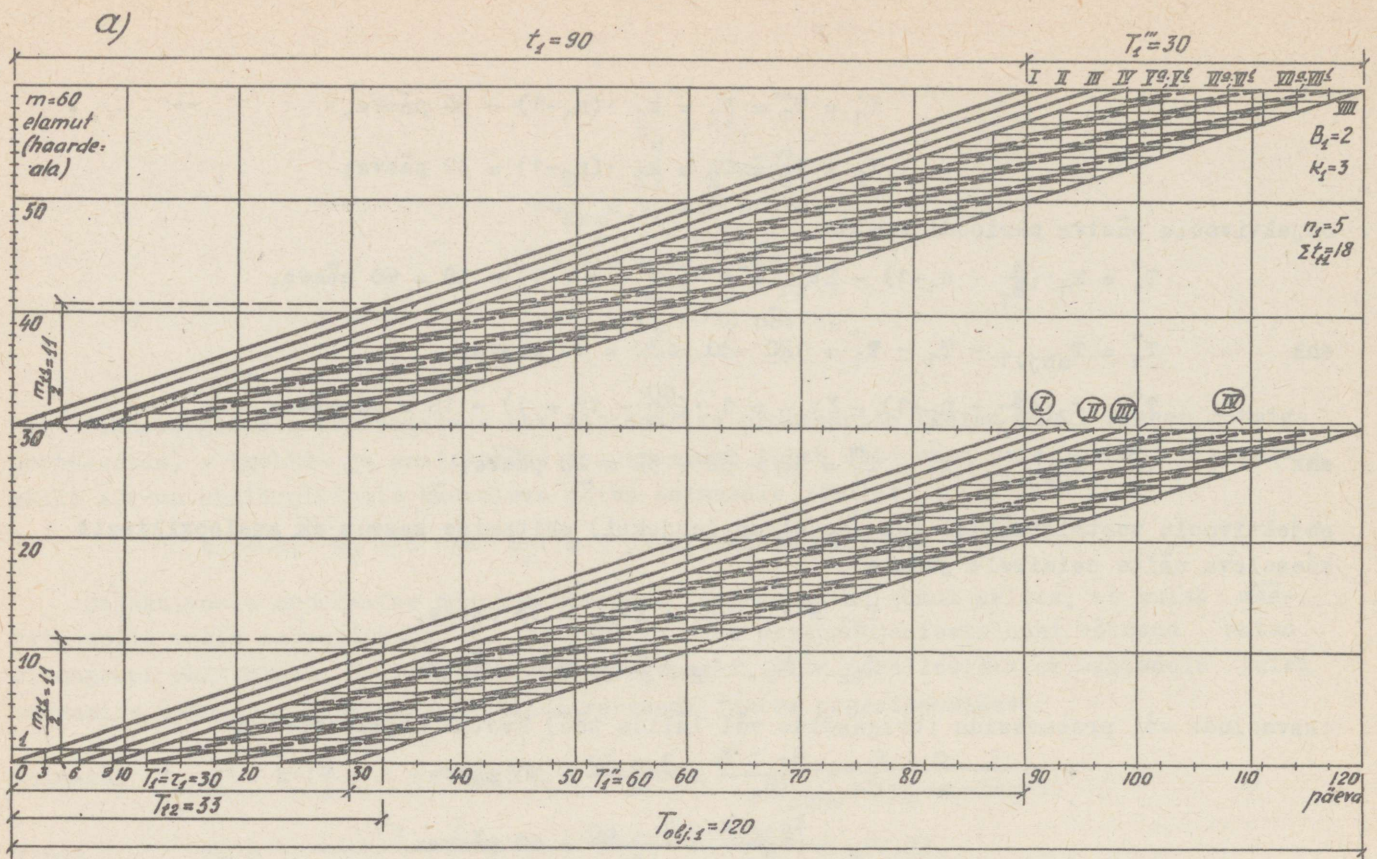
ehk  $I_2 = 1 \cdot 47 = 47 \frac{m^2}{\text{päevas}};$

maksimaalne ehitusvaru objektide (elamute) arv, millel üheaegselt töötatakse

$$m_{t1} = \left(n_1 + \frac{\sum t_{t1}}{k_1}\right) \cdot B_1 = \left(5 + \frac{18}{3}\right) \cdot 2 = 22 \text{ elamut,}$$

$$m_{t2} = \left(n_2 + \frac{\sum t_{t2}}{k_2}\right) \cdot B_2 = \left(15 + \frac{18}{1}\right) \cdot 1 = 33 \text{ elamut;}$$

maksimaalne tööliste arv objektivoolu püsival perioodil



Joon. 13. 60 ühekorralise telliselamu objektivoolu tsüklogrammid:

a - ehitustööde osalisel jaotamisel kompleksprotsessideks:  $B_1=2$ ;  $K_1=3$ ;  $n_1=5$ ;

$$\Sigma t_{t_1}=18;$$

b - ehitustööde täielikul jaotamisel lihtprotsessideks:  $B_2=1$ ;  $K_1=1$ ;  $n_1=15$ ;

$$\Sigma t_{t_2}=18.$$

Objektivoolu projekteerimisel on aluseks võetud selle kestus  $T_{obj.} = 110$  päeva.

$$N_1 = \frac{Q \cdot B_1}{k_1 \cdot m} = \frac{Q \cdot 2}{3 \cdot 60} = 0,0111 Q,$$

$$N_2 = \frac{Q \cdot B_2}{k_2 \cdot m} = \frac{Q \cdot 1}{1 \cdot 60} = 0,0167 Q.$$

Objektivoolu näitajate võrdlus normaalse tehnoloogia esimese ja teise variandi kasutamisel on toodud tabelis 3 ja objektivoolu vastavad tsüklogrammid joonisel 13.

T a b e l 3

Näitaja nimetus	Näitaja tähistus ja ühik	Normaalse tehnoloogia variandid	
		ehitustööde osalisel jaotamisel kompleksprotsessideks (variant 1) $k_1=3; n_1=5;$ $t_{kr_1}=t_{k_1}=t_{m_1}=6;$ $\Sigma t_{t_1}=18$	ehitustööde täielikul jaotamisel lihtprotsessideks (variant 2) $k_2=1; n_2=15;$ $t_{kr_2}=t_{k_2}=6$ $t_{m_2}=t_{m'_2}=3;$ $\Sigma t_{t_2}=18$
1	2	3	4
Objektivoolu kestus	$T_{obj.}$ (päevas)	120	92
Paralleelsete objektivoolude arv	B	2	1
Paralleelsete osavoolude arv	b	2	6;3
Objektivoolu arendamise ja koondamise perioodide (tehnoloogilise tsükli) kestus	$T' = T'' = \tau$ (päeva)	30	32
Objektivoolu püsiva perioodi kestus	$T''$ (päeva)	60	28
Objektivoolu tootmis- tsükli ehk ühe elamu ehitamise kestus	$T_t$ (päeva)	33	33
Osavoolude (protsesside) kestus või brigadide (lülide) töö kestus objektivoolus	t (päeva)	90	60
Objektide (elamute) valmimise sagedus (periood)	$K_{ty}$ (päeva/elamu kohta)	1,5	1
Objektivoolu kogu intensiivsus ja tempo	$I_B = v$ (elamut/päevas)	0,67	1
	$I_B$ (m <sup>2</sup> /aastas)	7920	11900
Ühe paralleelse objektivoolu intensiivsus ja tempo	$I = v$ (elamut/päevas)	0,333	1
	$I$ (m <sup>2</sup> /päevas)	15,6	47
Maksimaalne ehitusvaru elamute arv, millel üheaegselt toimub töö	$m_t$ (elamut)	22	33
Maksimaalne tööliste arv objektivoolu püsival perioodil	N (töölist)	0,0111 Q	0,0167 Q

Võrreldes objektivoolu näitajaid normaalse tehnoloogia esimese ja teise variandi kasutamisel selgub, et esimese variandi juures on ehituskestus tunduvalt pikem, kuid seejuures mitmed voolu näitajad paremad (pikem voolu püsiva perioodi kestus, pikem osavoolude kestus, väiksem voolu intensiivsus ja väiksem ehitusvaru elamute arv). Arvestades aga tunduvalt lühemat ehituskestust ja sügavamat spetsialiseerimist ning sellega seoses tööviljakuse tõstmise võimalust, tuleb käesoleval juhul eelistada objektivoolu organiseerimist normaalse tehnoloogia teise variandi järgi, jaotades ehitustööd täielikult kuni lihtprotsessideni.

### 2.2.2. Mitmekorruseliste elamute objektivool.

Mitmekorruseliste elamute objektivool organiseeritakse tavaliselt mitme ühelaadse elamu (elamute grupi) ehitamiseks. Kuid objektivoolu võib organiseerida ka ühe suurema mitmekorruselise elamu ehitamisel.

#### 2.2.2.1. Ühe mitmekorruselise elamu objektivool

Kuna tegemist on ainult ühe, kuigi suure elamu ehitamisega, on objektivoolu kestus siin suhteliselt lühike ja seetõttu voolehituse efektiivsus väiksem, võrreldes elamute grupi ehitamisega voolumeetodil. Objektivoolu koosseisus organiseeritakse neli spetsialiseeritud voolu, mis vastavad neljale elamu ehitamise tehnoloogilisele staadiumile:

- 1) maa-aluse osa (I staadiumi) spetsialiseeritud vool,
- 2) korruste konstruktsioonide (II staadiumi) spetsialiseeritud vool,
- 3) katuse (III staadiumi) spetsialiseeritud vool,
- 4) viimistlustööde (IV staadiumi) spetsialiseeritud vool.

Need spetsialiseeritud voolud tuleb omavahel seostada maksimaalse lähendamise teel üksteisele vastavalt iga spetsialiseeritud voolu protsesside kulgemise ruumilisele skeemile.

Joonisel 14 on kujutatud ühe mitmekorruselise elamu objektivoolu järgmised lihtsustatud tsüklogrammid:

a) 12-korruselise elamu objektivoolu tsüklogramm juhul, kui viimistlustööd algavad objektivoolu kiirendamise eesmärgil katuse puudumisel vähemalt kolme samas sektsioonis monteeritud ja monolitiseeritud kõrgemalasuva vahelae all vertikaalse tõusva skeemi järgi,

b) 5-korruselise elamu objektivoolu tsüklogramm juhul, kui viimistlustööd toimuvad katuse all vertikaalse langeva skeemi järgi.

Joonisel 14<sup>a</sup> on objektivoolu kujundamisel lähtutud üldse järgmistest protsesside kulgemise ruumilistest skeemidest:

1) elamu maa-aluse osa (I staadiumi) spetsialiseeritud vool on organiseeritud horisontaalse skeemi järgi,

2) korruste konstruktsioonide (II staadiumi) spetsialiseeritud vool on organiseeritud horisontaalse tõusva skeemi järgi,

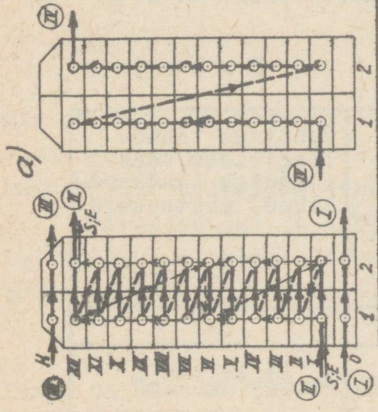
3) sanitaartechnilised ja elektrotechnilised tööd on organiseeritud vertikaalse tõusva skeemi järgi,

4) katuse (III staadiumi) spetsialiseeritud vool on organiseeritud horisontaalse skeemi järgi ja

5) viimistlustööde (IV staadiumi) spetsialiseeritud vool on organiseeritud vertikaalse tõusva skeemi järgi.

Joonisel 14<sup>b</sup> on objektivoolu kujundamisel lähtutud samadest protsesside kulgemise ruumilistest skeemidest, välja arvatud viimistlustööd (IV staadium), mis on organiseeritud vertikaalse langeva skeemi järgi.

Vertikaalset tõusvat skeemi viimistlustööde tegemisel kasutatakse tavaliselt paljukorruseliste (üle 5 korruse) elamute ehitamisel.

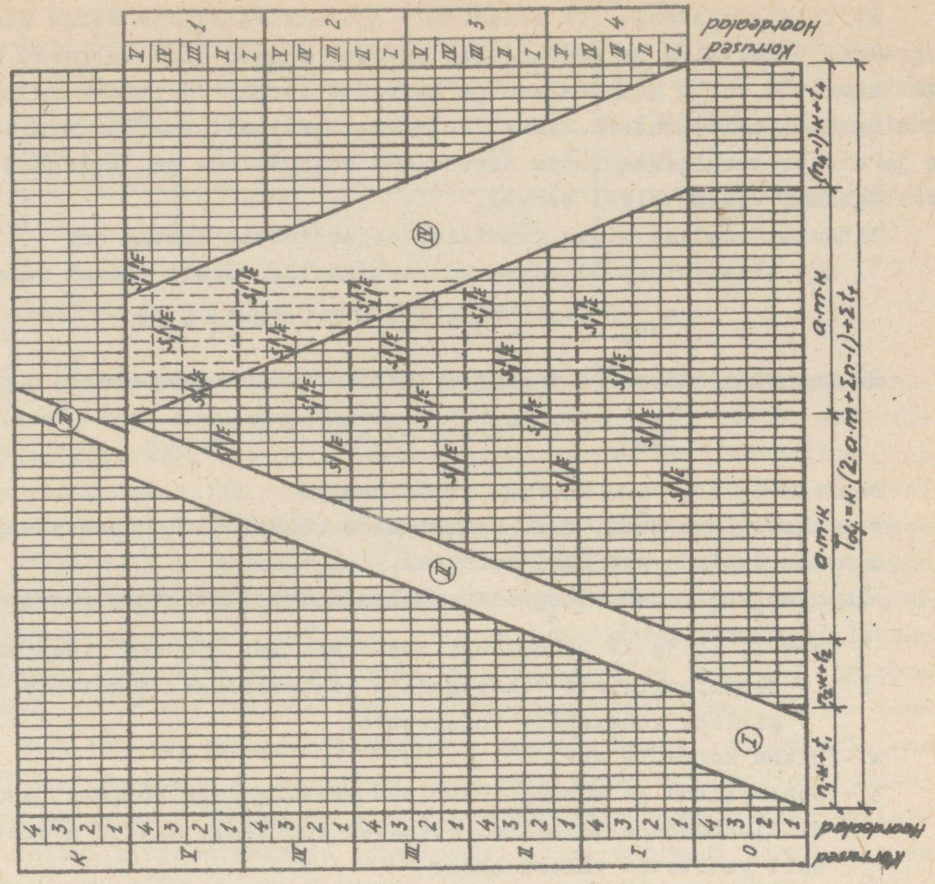
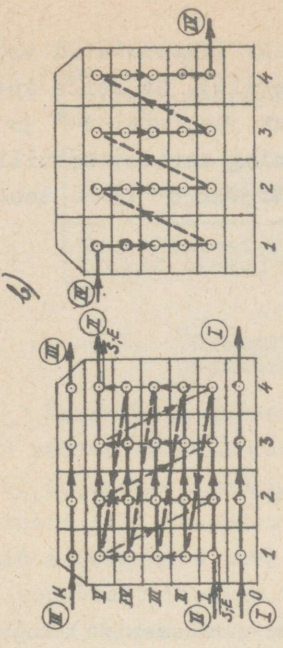
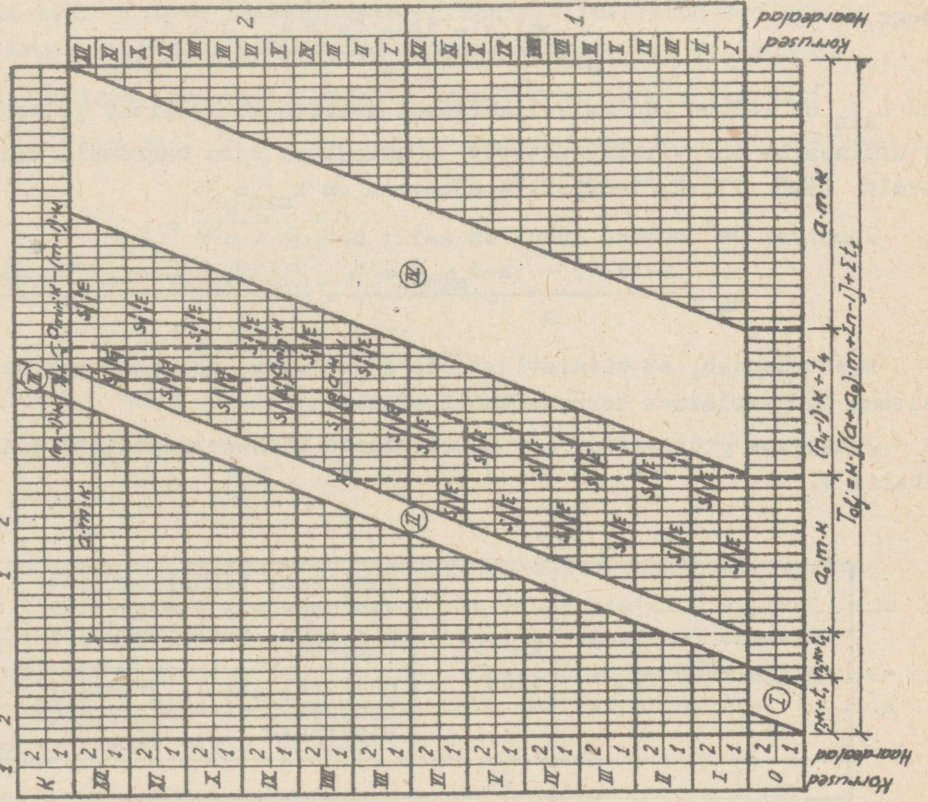


Joen. 14. Paljukorruselise ja mitmekorruselise elamu objektivoolude lihtsustatud tsüklogrammid:  
 a - paljukorruselisel elamul on viimistlustööde alustamine ette nähtud enne katuse ehitamist vähemalt kolme monteeritud ja monolitiseeritud vahelae all:  

$$m \cdot (a - 1) - (a - a_{\min}) + 1$$

$$a_0 = \frac{m}{m}$$

b - mitmekorruselisel elamul tehakse viimistlustööd pärast katuse ehitamist; S - sanitaartechnilised tööd; E - elektrotechnilised tööd.



Et viimistlustööde (IV staadiumi) spetsialiseeritud voolu kujutaks lihtsustatud tsüklogrammil pidev riba ja osavoolusid pidevad sirged (nad kulgevad pidevalt), on selle spetsialiseeritud voolu haardealade ja korruste järjekord erinev ja toodud joonistel 14<sup>a</sup> ja 14<sup>b</sup> tsüklogrammi parempoolisel serval. Teiste spetsialiseeritud voolude ning sanitaartehtniliste ja elektrotehtniliste tööde osavoolude haardealade ja korruste järjekord on toodud tsüklogrammi vasakpoolisel serval.

Mitmekorruselise elamu rütmilise objektivoolu kestus on:

1) kui viimistlustööd toimuvad vertikaalse tõusva skeemi järgi

$$T_{obj.} = k \cdot [(a + a_0) \cdot m + \sum n - 1] + \sum t_t$$

2) kui viimistlustööd toimuvad vertikaalse langeva skeemi järgi

$$T_{obj.} = k \cdot (2 \cdot a \cdot m + \sum n - 1) + \sum t_t$$

Nendes objektivoolu kestuse valemities on

k - osavoolude rütm, s.t. protsesside kestus ühel haardealal,

m - haardealade arv ühel korrusel,

$\sum n = n_1 + n_2 + n_4$  - tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate osavoolude (protsesside) koguarv I, II ja IV tehnoloogilise staadiumi spetsialiseeritud vooludes,

$\sum t_t$  - tehnoloogiliste vaheaegadega (katkendlike) juhtivate protsesside ja tehnoloogiliste vaheaegade kogukestus,

a - elamu korruste arv,

$a_0$  - monteeritud ja monolitiseeritud vahelagedega kõrgemal asuvate korruste arv viimistlustööde alustamisel esimesel korrusel, mis on määratav jooniselt 14 järgmiselt tuletatud valemi abil:

$$a_0 \cdot m \cdot k = a \cdot m \cdot k + a_{min} \cdot k - (m-1) \cdot k - a \cdot k = \frac{a \cdot m + a_{min} \cdot m - m + 1 - a}{m} = \frac{m \cdot (a-1) - (a - a_{min}) + 1}{m}$$

seega

$$a_0 = \frac{m \cdot (a - 1) - (a - a_{min}) + 1}{m}$$

kus  $a_{min}$  on katuse puudumisel kõrgemal asuvate monteeritud ja monolitiseeritud vahelagede minimaalne arv viimistlustööde alustamisel sama haardeala alumistel korrustel. Vastavalt CHM II III-K. 1-62p.2.14 nõuetele on  $a_{min} = 3$ .

Joonisel 14<sup>a</sup> toodud juhul on  $a=12$ ;  $m=2$  ja

$$a_0 = \frac{m \cdot (a-1) - (a - a_{min}) + 1}{m} = \frac{2 \cdot (12 - 1) - (12 - 3) + 1}{2} = \frac{14}{2} = 7.$$

See tähendab, et viimistlustööde alustamisel esimesel korrusel peavad olema ehitatud seitsme kõrgemalasuva korruse konstruktsioonid.

Juhtivate protsesside arv mitmesuguste mitmekorruseliste elamute objektivoolus on tabelis 4.

T a b e l 4

Mitmekorruselise elamu tüüp	Krohvi liik	Juhtivate tehnoloogiliste vaheaegadeta protsesside arv ( $\sum n$ ) ehitustööde jaotamisel		Juhtivad tehnoloogiliste vaheaegadega (katkendlikud) protsessid
		osaliselt, s.t. kompleksprotsessideks	täielikult, s.t. lihtprotsessideks	
1	2	3	4	5
Telliselamud	märg	11	24	$t_{kr} + t_k + t_m' + t_m''$
	kuiv	13	26	$t_m' + t_m''$

1	2	3	4	5
Suurplokkelamud	märg (vuukide silumine)	10	19	$t_{kr} + t_k + t_{m'} + t_{m''}$ ( $t_{m'} + t_{m''}$ )
Suurpaneelamud	vuukide silumine	10	19	$t_{m'} + t_{m''}$
Ruumilistest plok- kidest elamud	-	7	-	-

### 2.2.2.2. Ühesuguste ühelaadsete mitmekorruseliste elamute grupi objektivool

Ühesuguste ühelaadsete mitmekorruseliste elamute grupi objektivoolu spetsialiseeritud voolud on küll rütmilised, kuid erinevate (kordsete) tempodega, mille tõttu objektivool kujuneb erirütmiliseks (kordrütmiliseks). Elamute maa-aluste osade (I staadiumi) ja katuste (III staadiumi) spetsialiseeritud voolude tempod on tavaliselt omavahel võrdsed, kuid  $a$  (korruste arv) korda suuremad (võrdsete rütmidega osavoolude puhul) kui korruste konstruktsioonide (II staadiumi) ja viimistlustööde (IV staadiumi) spetsialiseeritud voolude tempod (mis on ka tavaliselt omavahel võrdsed). Siit tuleneb vajadus organisatsiooniliste vaheaegade likvideerimise ja objektivoolu kestuse lühendamise eesmärgil lähendada omavahel erinevad spetsialiseeritud voolud nende tasakaalustamise teel kas suurema või väiksema tempoga spetsialiseeritud voolude tempo suhtes. Vastavalt СНИИ III-K. 1-62 punkti 2.14<sup>a</sup> nõuetele ei tohi näiteks organisatsiooniline vaheaeg hoone I staadiumi (maa-aluse osa ehitamise) lõpu ja sama hoone II staadiumi (korruste konstruktsioonide ehitamise) alguse vahel ületada kolme kuud. Seega on ühesuguste ühelaadsete mitmekorruseliste elamute grupi ehitamisel võimalik organiseerida objektivool kolme variandi järgi, mis on kujutatud joonisel 15 (viimistlustööd toimuvad vertikaalse langeva skeemi järgi pärast katuse ehitamist vastavas sektsioonis):

I variant - omavahel tasakaalustamata spetsialiseeritud vooludega;

II variant - aeglasema tempo suhtes tasakaalustatud spetsialiseeritud vooludega;

III variant - kiirema tempo suhtes tasakaalustatud spetsialiseeritud vooludega.

Vaatleme lähemalt ja võrdleme omavahel nimetatud kolme objektivoolu varianti.

I variant (joon. 15 I). Siin on I ja III staadiumi spetsialiseeritud voolude tempod

$$v_{1,3} = \frac{M}{M \cdot m \cdot k} = \frac{1}{m \cdot k}$$

ning II ja IV staadiumi spetsialiseeritud voolude tempod

$$v_{2,4} = \frac{M}{M \cdot a \cdot m \cdot k} = \frac{1}{a \cdot m \cdot k}$$

Nagu selgub, võrdub tempode suhe elamute korruste arvuga

$$\frac{v_{1,3}}{v_{2,4}} = \frac{a \cdot m \cdot k}{m \cdot k} = a,$$

mis on tingitud sellest, et korrustel kulgevate II ja IV staadiumi spetsialiseeritud voolude osavoolude kestus ühes elamus on a korda suurem maa-aluse osa (I staadiumi) ja katuse (III staadiumi) spetsialiseeritud voolude osavoolude kestusest.

Maa-aluse osa ja katuse spetsialiseeritud voolude vahel ühelt poolt ning korrustel kulgevate spetsialiseeritud voolude vahel teiselt poolt tekivad erinevate tempode tõttu organisatsioonilised vaheajad, mille maksimaalne suurus on

$$t_{01} = M \cdot m \cdot k \cdot (a-1),$$

kus  $M$  on elamute arv objektivoolus.

Objektivoolu kestus on

$$T_{\text{obj.}} = k \cdot [M \cdot m (2a - 1) + \sum n - 1] + \sum t_t.$$

Siin  $\sum n$  on kõikide tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside (osavoolude) arv kõikides spetsialiseeritud vooludes kokku.

II variant (joon. 15 II). Siin on objektivool tasakaalustatud korruste (II ja IV staadiumi) spetsialiseeritud voolude tempo (s.t. aeglasema tempo) suhtes. Sellega on kaotatud organisatsioonilised vaheajad üksikute spetsialiseeritud voolude vahel ja lühendatud objektivoolu kestust, kuid maa-aluses osas ja katusel kulgevates protsessides tekivad töövaheajad.

Objektivoolu kestus on pärast tasakaalustamist:

$$T_{\text{obj.}} = k \cdot [a \cdot m \cdot (M + 1) - m + \sum n - 1] + \sum t_t.$$

Selles valemis on  $\sum n$  jällegi kõikide tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside (osavoolude) arv kõikides spetsialiseeritud vooludes kokku.

III variant (joon. 15 III). Siin on objektivool tasakaalustatud elamu maa-aluse osa (I staadiumi) ja katuse (III staadiumi) spetsialiseeritud voolude tempo (s.t. kiirema tempo) suhtes. Sellega on kaotatud organisatsioonilised vaheajad üksikute spetsialiseeritud voolude vahel ja tunduvalt lühendatud objektivoolu kestust. Kuid niisugune objektivoolu lühendamine on võimalik ainult sel juhul, kui rakendatakse täiendavaid ressursse, s.t. kui organiseeritakse mitu korrustel kulgevat paralleelset (II ja IV staadiumi) spetsialiseeritud voolu. Seejuures nende paralleelsete spetsialiseeritud voolude vajalik arv võrdub omavahel tasakaalustatavate spetsialiseeritud voolude osavoolude kestuste suhtega ühel objektil (ühes elamus)

$$b_{\text{sp.}} = \frac{a \cdot m \cdot k}{m \cdot k} = a,$$

s.t. paralleelsete spetsialiseeritud voolude arv on võrdne korruste arvuga.

Objektivoolu kestus on pärast tasakaalustamist:

$$T_{\text{obj.}} = k \cdot [m \cdot (2 \cdot a + M - 2) + \sum n - 1] + \sum t_t.$$

Ka selles valemis on  $\sum n$  kõikide tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside (osavoolude) arv kõikides spetsialiseeritud vooludes kokku.

Nagu selgub jooniselt 15, koosneb objektivoolu kestus kõigis kolmes variandis kahest osast:

1) objektivoolu tootmistsükli kestusest  $T_t$ , mis võrdub esimese objekti (elamu) ehituskestusega ja mille suurus on esimesel variandil

$$T_{t1} = k \cdot [M \cdot m \cdot (a - 1) + a \cdot m + \sum n - 1] + \sum t_t.$$

Tootmistsükli tähistuse  $T_{t1}$  indeks "1" näitab seda, et tegemist on esimese elamu tootmistsükliga. Objektivoolu esimeses variandis on järgmiste elamute tootmistsükli kestus pikem ning viimasel elamul on  $T_{tM} = T_{\text{obj.}} - m \cdot k \cdot (M - 1)$ . Objektivoolu teises ja kolmandas variandis on kõikide elamute tootmistsükkel (ehituskestus) võrdne, ja nimelt:

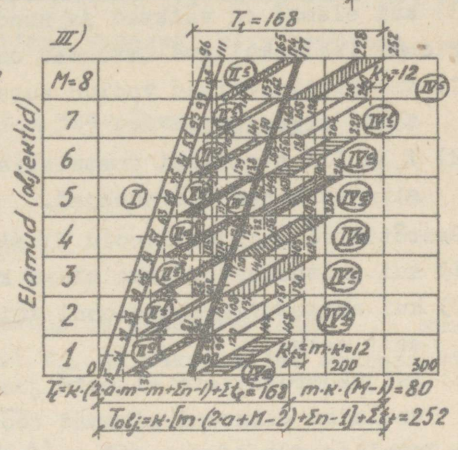
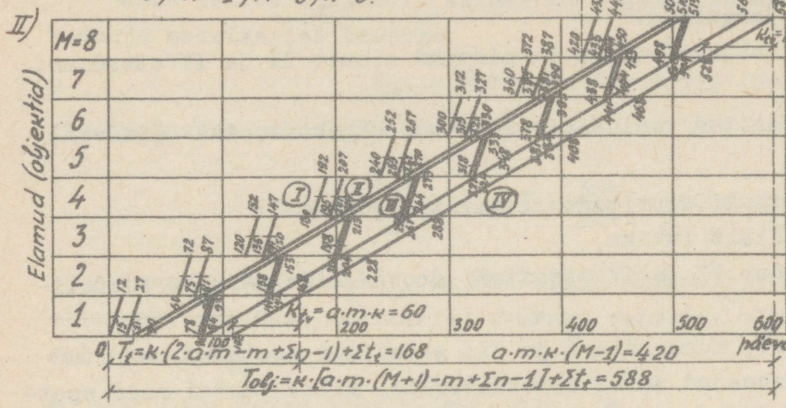
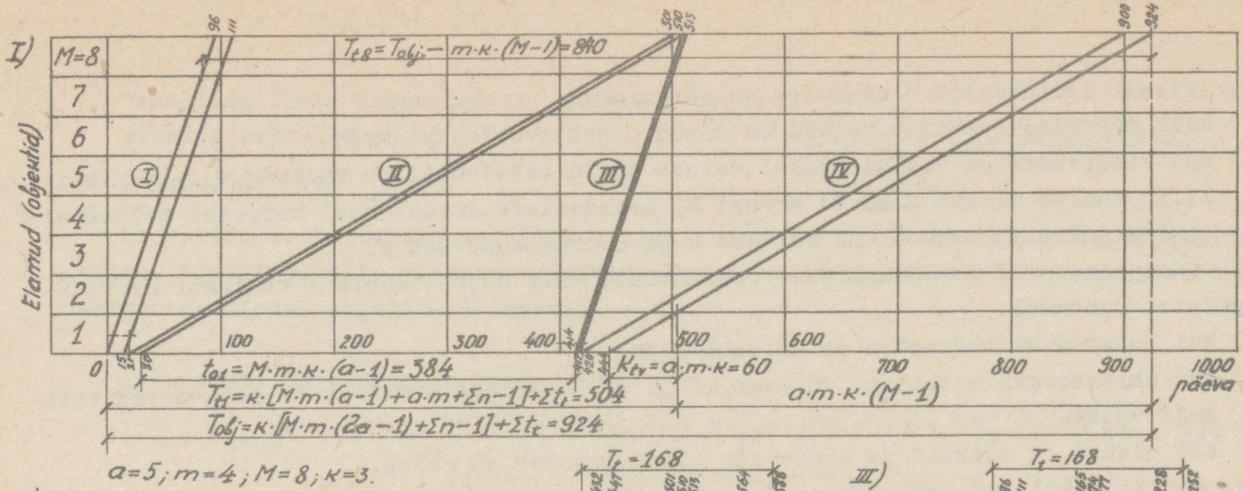
$$T_t = k \cdot (2 \cdot a \cdot m - m + \sum n - 1) + \sum t_t;$$

2) objektivoolu toodangu valmimise perioodist  $M-1$  objektil (elamul), mille suurus on:

esimesel ja teisel variandil -  $a \cdot m \cdot k(M - 1)$ ,

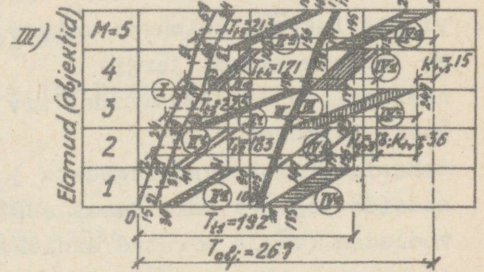
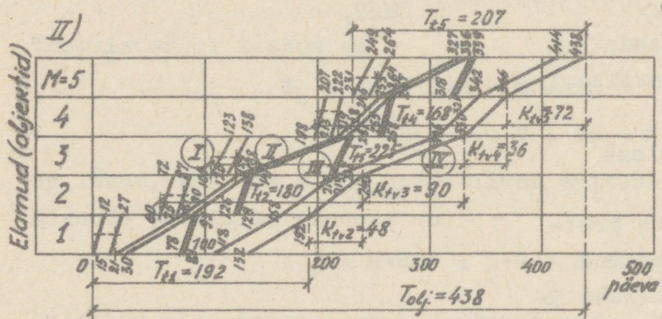
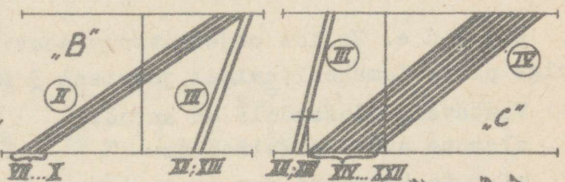
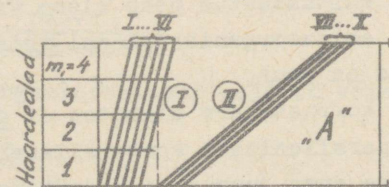
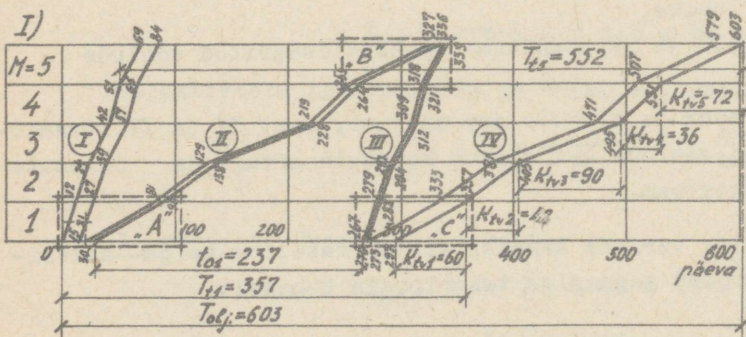
kolmandal variandil -  $m \cdot k(M - 1)$ .

Analüüsid objektivoolu kolme eespool toodud varianti, võib nimetada nende erinevused ja iseloomulikud omadused, mis määravad iga variandi kõige sobivama kasutusala.



Joon.15. Ühesuguste ühelaadsete mitmekorruseliste elamute grupi objektivoolu variantide lihtsustatud tsüklogrammid. Variantid:

- I) - omavahel tasakaalustamata spetsialiseeritud vooludega;
- II) - aeglasema tempo suhtes tasakaalustatud spetsialiseeritud vooludega;
- III) - kiirema tempo suhtes tasakaalustatud spetsialiseeritud vooludega.



Joon.16. Erisuguste ühelaadsete mitmekorruseliste elamute grupi objektivoolu variantide lihtsustatud tsüklogrammid. Variantid:

- I) - omavahel tasakaalustamata spetsialiseeritud vooludega;
- II) - aeglasema tempo suhtes tasakaalustatud spetsialiseeritud vooludega;
- III) - kiirema tempo suhtes tasakaalustatud spetsialiseeritud vooludega.

I variandi iseloomulikud omadused on järgmised:

- 1) kõik spetsialiseeritud voolud on antud objektivoolus pidevad,
- 2) spetsialiseeritud voolude vahel esineb organisatsiooniline vaheaeg  $t_{01} = M \cdot m \cdot k(a-1)$ , mille suurus oleneb elamute arvust  $M$ , haardealade arvust ühel korrusel  $m$  (seksioonide arvust), osavoolude rütmist  $k$  ja korruste arvust  $a$ .

Lähtudes nimetatud iseloomulikest omadustest, võib objektivoolu I varianti soovitada järgmistel juhtudel:

- 1) kui lubatud ehituskestus on küllalt pikk,
- 2) kui ehitusorganisatsiooni võimsus II ja IV staadiumi protsesside osas on suhteliselt väike,
- 3) kui elamud on väikesed ja nende arv objektivoolus on väike.

II variandi iseloomulikud omadused on järgmised:

- 1) spetsialiseeritud voolud antud objektivoolus on pidevad ainult II ja IV staadiumi tööde tegemisel,
- 2) I ja III staadiumi spetsialiseeritud voolud ei ole antud objektivoolus pidevad, siin esinevad töövaheajad.

Seetõttu võib objektivoolu II varianti soovitada järgmistel juhtudel:

- 1) kui ehituskestus peab olema küllalt lühike,
- 2) kui ehitusorganisatsiooni võimsus II ja IV staadiumi protsesside osas on suhteliselt väike,
- 3) paljukorruseliste elamute juures, kuna siin I ja III staadiumi spetsialiseeritud vooludes esinevad pikemad töövaheajad antud objektivoolus, mille kestel neid spetsialiseeritud voolusid on parem kasutada teistes objektivooludes.

III variandi iseloomulikud omadused on järgmised:

- 1) kõik spetsialiseeritud voolud on pidevad,
- 2) II ja IV staadiumi spetsialiseeritud voolude kõrge tempo on saavutatud paralleelsete voolude kasutamise teel.

Seetõttu võib objektivoolu III varianti soovitada järgmistel juhtudel:

- 1) kui ehituskestus peab olema väga lühike,
- 2) kui ehitusorganisatsiooni võimsus II ja IV staadiumi spetsialiseeritud voolude osas on suur,
- 3) kui korruste arv elamutes ei ole suur ja elamute arv on suur, sest II ja IV staadiumi paralleelsete spetsialiseeritud voolude arv võrdub korruste arvuga ja elamute suure arvu juures on objektivool kestvam.

N ä i d e. Valida objektivoolu soovitav variant kaheksa viiekorruselise nelja seksiooniga plokkelamu ehitamisel joonisel 3 toodud normaalse tehnoloogia kohaselt.

Vastavalt ülesandele on antud:

elamute arv objektivoolus

$M=8,$

elamute korruste arv ( $a=a_0$  tähendab seda, et viimistlustööd toimuvad katuse all vertikaalse langeva skeemi järgi)

$a=a_0=5,$

haardealade (seksioonide) arv iga elamu ühel korrusel

$m=4,$

tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside koguarv kõikides spetsialiseeritud vooludes (välja arvatud sanitaartehtnilised ja elektrotehtnilised tööd, mis vastavalt joonisele 14 ei mõjuta ehituskestust)

$n=19,$

tehnoloogiliste vaheaegadega juhtivate protsesside kestused kokku  
osavoolude rütm

$$\sum t_t = t'_m + t''_m = 3+3=6 \text{ päeva,}$$

$$k=3 \text{ päeva.}$$

Et valida objektivoolu soovitatav variant, määrame iga variandi kohta objektivoolu kestuse, tootmistsükli, elamute valmimise sageduse ja objektivoolu intensiivsuse (ehitusorganisatsiooni vajaliku võimsuse).

I variant. Objektivoolu kestus on:

$$T_{\text{obj.}} = k \cdot [M \cdot m \cdot (2 \cdot a - 1) + \sum n - 1] + \sum t_t = 3 \cdot [8 \cdot 4 \cdot (2 \cdot 5 - 1) + 19 - 1] + 6 = 924 \text{ päeva.}$$

Kuna sellel variandil esineb ka organisatsiooniline vaheaeg, siis arvutame selle vaheaja maksimaalse kestuse:

$$t_{01} = M \cdot m \cdot k \cdot (a - 1) = 8 \cdot 4 \cdot 3 \cdot (5 - 1) = 384 \text{ päeva,}$$

mis moodustab objektivoolu kestusest:

$$\frac{t_{01}}{T_{\text{obj.}}} \cdot 100 = \frac{384}{924} \cdot 100 = 41,5\%.$$

Kuna tootmistsükli (või ühe elamu ehitamise) kestus on antud variandil muutuv, siis arvutame tema minimaalse suuruse esimesel elamul  $T_{t1}$  ja maksimaalse suuruse viimasel elamul  $T_{t8}$ :

$$T_{t1} = k \cdot [M \cdot m \cdot (a - 1) + a \cdot m + \sum n - 1] + \sum t_t = T_{\text{obj.}} - a \cdot m \cdot k \cdot (M - 1) = 924 - 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot (8 - 1) = 504 \text{ päeva,}$$

$$T_{t8} = T_{\text{obj.}} - m \cdot k \cdot (M - 1) = 924 - 4 \cdot 3 \cdot (8 - 1) = 840 \text{ päeva;}$$

nii pikk ühe elamu ehituskestus on lubamatu, kuna normatiivne ehituskestus on vastavalt CHMII III-A. 3-66 normidele 7 kuud ehk 175 päeva.

Elamute valmimise sagedus (periood) on

$$K_{tv} = a \cdot m \cdot k = 5 \cdot 4 \cdot 3 = 60 \frac{\text{päeva}}{\text{ühe elamu kohta}}.$$

Objektivoolu intensiivsus ja tempo või ehitusorganisatsiooni vajalik võimsus on

$$I = v = \frac{1}{K_{tv}} = \frac{253}{60} = 4,2 \frac{\text{elamut}}{\text{aastas}}.$$

II variant. Objektivoolu kestus on

$$T_{\text{obj.}} = k \cdot [a \cdot m \cdot (M + 1) - m + \sum n - 1] + \sum t_t =$$

$$= 3 \cdot [5 \cdot 4 \cdot (8 + 1) - 4 + 19 - 1] + 6 = 588 \text{ päeva.}$$

Tootmistsükli kestus on

$$T_t = k \cdot (2 \cdot a \cdot m - m + \sum n - 1) + \sum t_t =$$

$$= 3 \cdot (2 \cdot 5 \cdot 4 - 4 + 19 - 1) + 6 = 168 \text{ päeva,}$$

mis on lühem, kui ühe elamu normatiivne ehituskestus.

Elamute valmimise sagedus on

$$K_{tv} = a \cdot m \cdot k = 5 \cdot 4 \cdot 3 = 60 \frac{\text{päeva}}{\text{ühe elamu kohta}}.$$

Objektivoolu intensiivsus ja tempo on

$$I = v = \frac{1}{K_{tv}} = \frac{253}{60} = 4,2 \frac{\text{elamut}}{\text{aastas}}.$$

III variant. Objektivoolu kestus on

$$T_{obj} = k \cdot [m \cdot (2 \cdot a + M - 2) + \sum n - 1] + \sum t_t =$$

$$= 3 \cdot [4 \cdot (2 \cdot 5 + 8 - 2) + 19 - 1] + 6 = 252 \text{ päeva.}$$

Tootmistsükli kestus on

$$T_t = k \cdot (2 \cdot a \cdot m - m + \sum n - 1) + \sum t_t =$$

$$= 3 \cdot (2 \cdot 5 \cdot 4 - 4 + 19 - 1) + 6 = 168 \text{ päeva,}$$

mis on samuti lühem, kui ühe elamu normatiivne ehituskestus.

Paralleelsete spetsialiseeritud voolude arv II ja IV staadiumis on

$$B = \frac{a \cdot m \cdot k}{m \cdot k} = a = 5.$$

Elamute valmimise sagedus on

$$K_{tv} = m \cdot k = 4 \cdot 3 = 12 \frac{\text{päeva}}{\text{ühe elamu kohta}}.$$

Objektivoolu intensiivsus ja tempo on

$$I=v = \frac{1}{K_{tv}} = \frac{253}{12} \approx 21 \frac{\text{elamut}}{\text{aastas}}.$$

Objektivoolu variantide näitajate võrdlus on toodud tabelis 5 ning objektivoolude tsüklogrammid joonisel 15 (I, II ja III).

T a b e l 5

Näitaja nimetus	Näitaja tähistus ja ühik	Objektivoolu variandid		
		I	II	III
Objektivoolu kestus	$T_{obj}$ (päeva)	924	588	252
Objektivoolu tootmistsükli ehk ühe elamu ehituskestus	$T_t$ (päeva)	504-819	168	168
Ühe elamu normatiivne ehituskestus	$T_{tnorm}$ (päeva)	175	175	175
Organisatsiooniliste vaheaegade maksimaalne kestus	$t_{o1}$ (päeva)	348	-	-
Paralleelsete spetsialiseeritud voolude arv II ja IV staadiumis	B	1	1	5
Elamute valmimise sagedus (periood)	$K_{tv}$ (päeva/ ühe elamu kohta)	60	60	12
Objektivoolu intensiivsus (ehitusorganisatsiooni võimsus) ja tempo	I=v (elamut/ aastas)	4,2	4,2	21

Nagu selgub tabeli 5 andmetest, ei ole elamute ehitamine objektivoolu I variandi järgi lubatav, kuna ühe elamu ehituskestus ületab 3 kuni 5 korda normatiivse ehituskestuse. Objektivoolu II varianti tuleb kasutada ehitusorganisatsiooni piiratud võimsuse juures ja III varianti ehitusorganisatsiooni suure võimsuse juures (50000...60000 m<sup>2</sup> elamispiinda/aastas).

### 2.2.2.3. Erisuguste ühelaadsete mitmekorruseliste elamute grupi objektivool

Erisugused ühelaadsed mitmekorruselised elamud on ühelaadsete konstruktsioonidega, kuid eri korruste ja sektsioonide arvuga (erineva suuruse ja mahuga). Vaatamata sellele, et üksikute protsesside (osavoolude) kestused erinevate elamute haardealadel (rütmid) on võrdsed, kujunevad spetsialiseeritud voolud mitterütmilisteks, kuna osavoolude ja spetsialiseeritud voolude kestused eri objektidel (erinevates elamutes) on erisugused. Seetõttu kujuneb erisuguste ühelaadsete mitmekorruseliste elamute grupi ehitamise objektivool samuti mitterütmiliseks. Kuid normaalne tehnoloogia ja tootmistsükkel elamutes on samad.

Ka erisuguste ühelaadsete mitmekorruseliste elamute grupi ehitamisel on võimalik organiseerida objektivoolu kolme variandi järgi:

- I variant - omavahel tasakaalustamata spetsialiseeritud vooludega,
- II variant - aeglasema tempo suhtes tasakaalustatud spetsialiseeritud vooludega,
- III variant - kiirema tempo suhtes tasakaalustatud spetsialiseeritud vooludega.

Üksikute variantide iseloomulikud omadused ja soovitatavad kasutusala on samad, mis ühesuguste ühelaadsete mitmekorruseliste elamute grupi objektivoolu variantidel.

Joonisel 16 on toodud viie erisuguse ühelaadse mitmekorruselise suurplokkidest elamu objektivoolu nimetatud kolme variandi lihtsustatud tsüklogrammid, kusjuures elamute sektsioonide (ühel korrusel asuvate haardealade) arv  $m$  ja korruste arv  $a$  on võetud järgmised:

esimesel elamul	$m_1=4;$	$a_1=5;$
teisel "	$m_2=4;$	$a_2=4;$
kolmandal "	$m_3=6;$	$a_3=5;$
neljandal "	$m_4=3;$	$a_4=4;$
viielandal "	$m_5=6;$	$a_5=4.$

Kõikide osavoolude rütm on  $k=3$  ning normaalne tehnoloogia on võetud joonise 3 järgi.

### 2.3. Välisvõrkude objektivoolud

Välisvõrgud kujutavad endast liiniobjekte. Liiniobjektide töörinne paikneb ühes suunas, ühel trassil, ning on tavaliselt lahtine, s.t. siin võib töödega alustada objekti kogu töörinde ulatuses üheaegselt. Erandiks on liiniobjektidest kinnise töörindega tunnelid ja torustikud, mille ehitamine toimub maa-aluse läbimise meetodil.

Vaatleme järgnevas lahtise töörindega välisvõrkude ehitamist voolumeetodil.

Kui ehitustööd organiseeritakse üheaegselt kogu objekti töörinde ulatuses, ehitatakse paralleelse meetodiga. Sel juhul on ehituskestus lühike ja ressursside vajadus maksimaalne. Kui välisvõrgud paiknevad pikal trassil, on otstarbekohane ehitada voolumeetodi järgi, kuna siis on ressursside vajadus väiksem (kuigi ehituskestus on pikem).

Kui välisvõrkude tööde mahud paiknevad trassil ühtlaselt, on ka üksikute protsesside töömahukus piki trassi ühtlane ning sel juhul kujunevad objektivoolud rütmilisteks. Tööde mahtude ja töömahukuse ebaühtlasel paiknemisel piki trassi kujunevad objektivoolud mitterütmilisteks.

Kontsentreeritud ehitiste (sillad, truupid jne.) rajamiseks ning kontsentreeritud muldatööde (suured kaevikud ja täidendid) tegemiseks võib organiseerida iseseisvad objektivoolud, mis seostatakse ajaliselt põhilise välisvõrgu objektivooluga samas piirkonnas. Nii tekib liiniobjektide ja kontsentreeritud objektide objektivoolude kompleks.

Joonisel 17 on kujutatud autotee ning sildade ja truupide objektivoolude kompleks.

Liiniobjekti rütmilise objektivoolu kestus on

$$T_{\text{obj.}} = k \cdot (m + \sum n - 1) + \sum t_t,$$

ning haardealade arv

$$m = \frac{T_{\text{obj.}} - \sum t_t}{k} - \sum n + 1.$$

Ühe haardeala pikkus

$$L_h = \frac{L}{m} = \frac{L}{\frac{T_{\text{obj.}} - \sum t_t}{k} - \sum n + 1},$$

kus  $L$  on liiniobjekti trassi kogupikkus.

Vaatleme järgnevalt näiteks kvartalisesese veevarustuse torustiku objektivoolu. Juhul kui torustik ehitatakse malmtorudest, on vastavalt normaalsele tehnoloogiale (joon.6.) vaja teda kaks korda proovida (eelnevalt ja lõplikult). Nii proovitakse kvartalite kaupa, millega seoses tehnoloogilised vaheajad koosnevad lisaks proovimise enese kestustele ( $t_{\text{pr}}$ ) veel ajast, mis on vajalik proovimise moodustamiseks terve (ja sellejuures suurima) kvartali ulatuses. Seoses sellega kujuneb kvartalisesese veevarustuse torustiku objektivoolu kestuseks vastavalt joonisel 18 kujutatud tsüklogrammile

$$T_{\text{obj.}} = k \cdot (\sum m + \sum n - 3) + 2 \cdot (k \cdot m_{(\text{max})} + t_{\text{pr}}).$$

Haardealade arv on

$$\sum m = \frac{T_{\text{obj.}} - 2 \cdot (k \cdot m_{(\text{max})} + t_{\text{pr}})}{k} - \sum n + 3.$$

Ühe haardeala pikkus on

$$L_h = \frac{L}{m} = \frac{L \cdot k}{T_{\text{obj.}} - 2 \cdot (k \cdot m_{(\text{max})} + t_{\text{pr}}) - k (\sum n - 3)},$$

kus  $m_{(\text{max})}$  - suurim haardealade arv ühes kvartalis,

$k$  - osavoolude kestus ühel haardealal (rüt'm),

$\sum n$  - juhtivate tehnoloogiliste vaheaegadeta protsesside (osavoolude) arv,

$t_{\text{pr}}$  - proovimiste (eraldi eelneva ja lõpliku proovimise) kestus ühes kvartalis.

Tavaliselt on teada veevarustuse torustiku kogupikkus  $L$  kõikides kvartalites kokku, torustiku pikkus ühel haardealal  $L_h$  ja torustiku suurim pikkus ühes kvartalis  $L_{(\text{max})}$  ning on tarvis leida objektivoolu kestuse  $T_{\text{obj.}}$  kaudu kogu haardealade arv  $\sum m$ . Avaldame kõigepealt suurima haardealade arvu  $m_{(\text{max})}$  ühes kvartalis:

$$m_{(\text{max})} = \frac{L_{(\text{max})}}{L_h},$$

ning kuna kogu haardealade arv  $\sum m$  on

$$\sum m = \frac{L}{L_h},$$

siis, kasutades eespool toodud haardealade arvu  $\sum m$  avaldist

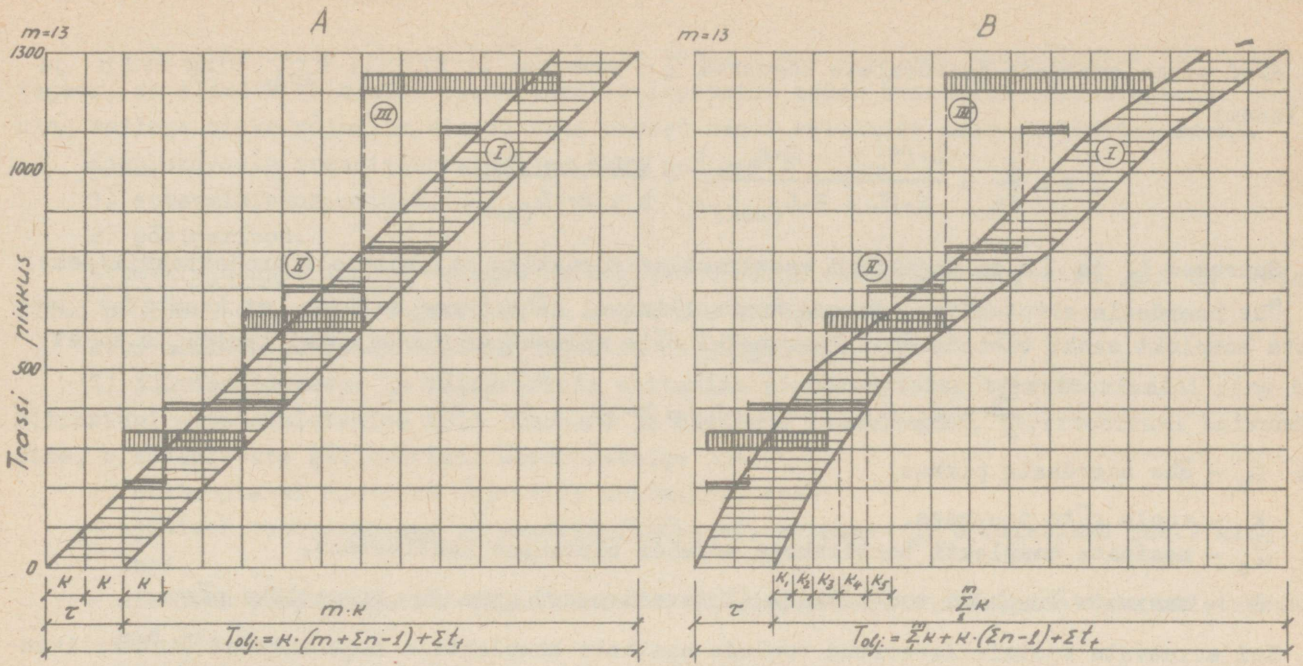
$$\sum m = \frac{T_{\text{obj.}} - 2 \cdot (k \cdot m_{(\text{max})} + t_{\text{pr}})}{k} - \sum n + 3,$$

saame

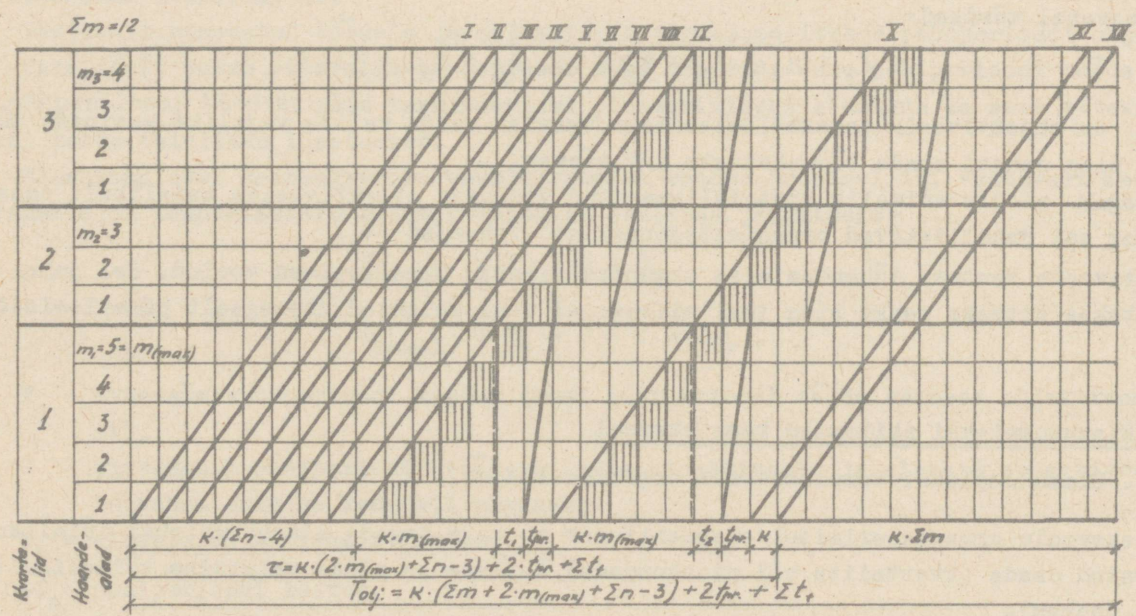
$$\frac{L}{L_h} = \frac{T_{\text{obj.}} - 2 \cdot (k \cdot \frac{L_{(\text{max})}}{L_h} + t_{\text{pr}})}{k} - \sum n + 3,$$

ja siit edasi avaldame  $L_h$ :

$$L_h = \frac{L \cdot k + 2 \cdot k \cdot L_{(\text{max})}}{T_{\text{obj.}} - 2 \cdot t_{\text{pr.}} - k \cdot (\sum n - 3)}.$$



Joon. 17. Liiniobjekti (autotee) objektivoolu tsüklogramm kontsentreeritud ehitiste (truupide ja sildade) järjestikuse rajamise graafikutega.  
 A. Liiniobjekti (autotee) objektivool on rütmiline.  
 B. Liiniobjekti (autotee) objektivool on mitterütmiline.  
 I - Liiniobjekti objektivoolu tsüklogramm.  
 II - Truupide objektivoolu graafik.  
 III - Sildade objektivoolu graafik.



Joon. 18. Kvartalisisesse malmist veetorustiku objektivoolu tsüklogramm:  
 $\Sigma m$  - kõikide kvartalite haardealade summa;  
 $m(\max)$  - ühe kvartali maksimaalne haardealade arv;  
 $t_{pr}$  - ühe kvartali torustiku proovimise kestus;  
 $\Sigma t_t = t_1 + t_2$  - tehnoloogiliste vaheaegade kestus;  
 $K \cdot m(\max)$  - proovimisirinde kujundamise maksimaalne kestus ühes kvartalis.

Nüüd saame avaldada haardealade koguarvu  $\Sigma m$  suuruste  $L$ :  $L_{(max)}$ :  $T_{obj.}$  ning  $k$ :  $\Sigma n$  ja  $t_{pr.}$  kaudu:

$$\Sigma m = \frac{L}{L_h} = \frac{L \cdot (T_{obj.} - 2 \cdot t_{pr.})}{k \cdot (L + 2 \cdot L_{(max)})} - \frac{L \cdot (\Sigma n - 3)}{L + 2 \cdot L_{(max)}}.$$

Suurused  $L_h$  ja  $\Sigma m$  on vajalikud veevarustuse torustiku objektivoolu projekteerimiseks.

Ühe haardeala arvutusliku pikkuse kontrollimisel lähtutakse sellest, et kasutatav masinate komplekt saaks töötada ühel haardealal täie võimsusega voolu rütmi kestel, s.t. et

$$\frac{L_h}{k} = \alpha_0 \cdot S \quad \text{või} \quad L_h = k \cdot \alpha_0 \cdot S,$$

kus  $L_h$  - ühe haardeala pikkus,

$k$  - voolu rütm päevades,

$\alpha_0$  - masinate komplekti tootlikkuse normide ületamise koefitsient,

$S$  - masinate komplekti tootlikkuse (intensiivsuse) norm jm torustikku päevas.

Kui erinevate spetsialiseeritud voolude masinate komplektide tootlikkused (intensiivsused, võimsused) torustiku jooksvates meetrites päevas ei ole võrdsed, tuleb need spetsialiseeritud voolud tasakaalustada, s.t. nende intensiivsus või võimsus tuleb muuta võrdseks. Niimetame liiniobjektide objektivoolu intensiivsuse ehk võimsuse jooksvates meetrites ühe päeva kohta voolu kiiruseks  $v$ , siis

$$v = \alpha \cdot S.$$

Objektivool on tasakaalustatud siis, kui tema spetsialiseeritud voolude ja osavoolude kiirused on võrdsed, s.t. kui objektivoolu juhtivate masinate ja nende komplektide tootlikkused on omavahel võrdsed:

$$\alpha_1 \cdot S_1 = \alpha_2 \cdot S_2 = \dots \alpha_n \cdot S_n.$$

Seega on objektivoolu tasakaalustamiseks tarvis välja valida vajalike masinate tüübid ja arv ning samuti nende töövahetuste arv päevas.

Kuid sageli ei ole võimalik spetsialiseeritud voolusid objektivoolus täielikult tasakaalustada ning sel juhul tekivad organisatsioonilised vaheajad  $t_0$ .

Objektivoolu kestuse lühendamiseks organiseeritakse paralleelsed voolud. Sel juhul kogu trass jagatakse mitmeks osaks ning igal niisugusel osal kulgevad üheaegselt paralleelsed voolud.

## 2.4. Elamukompleksi ehitamise kompleksvool

### 2.4.1. Elamukompleksi kompleksvoolu organiseerimine

Kompleksvoolu organiseerimisel elamuehituses on vaja tagada elamukompleksi täielikult valmishitatud osade (kvartalite või piirkondade) ühtlane ja pidev valmimine võimalikult lühikese aja jooksul.

Lähtudes sellest põhilisest nõudest organiseeritakse kompleksvool järgmiselt:

- 1) elamukompleks jagatakse kvartaliteks või piirkondadeks, mis lülitatakse ettemääratud järjekorras kompleksvoolu ja mis valmivad tavaliselt samas järjekorras;
- 2) objektivoolud arendatakse kvartalites või piirkondades kindlas tehnoloogilises järjekorras: territooriumi planeerimine, välisvõrkude ehitamine, teede ehitamine ning alles seejärel hoonete ehitamine ja territooriumi heakorrastamine;
- 3) objektivoolud lähendatakse maksimaalselt teineteise suhtes, kusjuures tagatakse vajalik töörinne järgnevatele objektivooludele;

4) objektivoolude lähendamisel ja nende tempode omavahelisel kooskõlastamisel tuleb tagada, et elamute valmimise ajaks oleksid lõpetatud samas kvartalis kõik ülejäänud tööd ning sellega oleks võimalik elamud kohe pärast nende valmimist anda eksploatatsiooni.

Kompleksvoolu organiseerimisel on kaks perioodi:

- 1) ettevalmistusperiood,
- 2) põhiperiood.

Ettevalmistusperioodil tehakse niisugused tööd ja ehitatakse objektid, mis on vajalikud põhiperioodi tööde tegemiseks ja objektide ehitamiseks.

Ettevalmistusperioodi tööd ja objektid on järgmised:

1) juurdesõiduteede ja välisvõrkude ehitamine elamukompleksi territooriumini ning territooriumi ettevalmistamise tööd (hoonete ja ehitiste lammutamine, territooriumi kuivendamine, olemasolevate välisvõrkude ümbertõstmine jne.):

2) ehitusplatsi ajutiste objektide ehitamine, nagu:

- ajutised tootmishooned ja seadmed (töökojad, betooni- ja mördisõlmed jne.) ning laod,
- ajutised administratiiv-majandushooned (töödejuhataja kontor, tööliste riietusruumid jms.),
- ajutised välisvõrgud (veetorustik, elektriliin jne.).

Nimetatud objektide ehitamisel on vaja maksimaalselt kasutada alaliseks ehitatavaid ning võimaluse korral ka hiljem lammutatavaid objekte. Ajutised objektid peavad olema kas hõlpsasti transporditavad (ratastel, jalastel) või monteeritavad.

Vastavalt vajalikele objektidele organiseeritakse ettevalmistusperioodi objektivoolud.

Põhiperioodil tehakse järgmised tööd ja ehitatakse järgmised objektid: territooriumi planeerimine, maa-aluste välisvõrkude ehitamine, teede ehitamine, hoonete ehitamine ja territooriumi heakorrastus.

Vastavalt nimetatud töödele ja objektidele organiseeritakse põhiperioodi objektivoolud.

Tavaliselt tuleb ettevalmistusperioodi tööd lõpetada enne põhiperioodi tööde algust. Kuid põhiprobleemi töödest võib territooriumi planeerimisega alustada ka enne ettevalmistusperioodi tööde täielikku lõpetamist.

Elamukompleksi kompleksvoolu tsüklogramm on toodud joonisel 19. Vastavalt sellele tsüklogrammile on kompleksvoolu kestust võimalik avaldada järgmiselt:

$$T_{\text{kompl.}} = T_e + O + T_o$$

või

$$T_{\text{kompl.}} = T_e + O + \tau + T_{\text{tv}}$$

kus  $T_e$  - ettevalmistusperioodi kestus (kuni põhiperioodi tööde esimese objektivoolu alguse-  
ni),

$O$  - ajavahemik põhiperioodi tööde esimese objektivoolu ja elamute objektivoolu alguste vahel esimese kvartali alguses,

$T_o$  - elamute objektivoolu kestus,

$O+T_o$  - põhiperioodi kestus,

$\tau$  - põhilise, s.t. elamukompleksi ehitamisel elamute objektivoolu tehnoloogiline tsükkel. Kui esineb mitu paralleelset elamute objektivoolu, siis tuleb tehnoloogilisele tsüklile lisada ka paralleelsete objektivoolude vaheaeg (ajaline nihutus).

$T_{\text{tv}}$  - elamute objektivoolu (voolude) toodangu valmimise periood.

Kui talvel ei ole võimalik või pole otstarbekas teha mõningaid töid (territooriumi planeerimine ja selle heakorrastamine jne.), siis tuleb vastavates objektivooludes ette näha talvised töövaheajad ning nende objektivoolude kestust vastavalt pikendada.

Ettevalmistusperioodi kestus  $T_e$  oleneb ettevalmistustööde mahust, kuid esialgsetes arvutustes võetakse tema kestuseks 10...20% kompleksvoolu direktiivsest kestusest, s.t.

$$T_e = 0,1 \dots 0,2 T_{\text{kompl.}}$$

Ajavahemik põhiperioodi esimese objektivoolu ja elamute objektivoolu alguste vahel esimese kvartali alguses (0) oleneb territooriumi planeerimise, välisvõrkude ja teede ehitustööde mahust ja tempost, kuid esialgsetes arvutustes võetakse see ajavahemik 20...25% elamute objektivoolu kestusest, s.t.

$$0 = 0,2 \dots 0,25 T_0.$$

Vastavalt toodud vahekordadele võib leida elamute objektivoolu kestuse  $T_0$  olenevalt kompleksvoolu kestusest, nimelt kui

$$T_{\text{kompl.}} = 0,1 \cdot T_{\text{kompl.}} + 0,2 \cdot T_0 + T_0,$$

siis

$$T_{\text{kompl.}} - 0,1 \cdot T_{\text{kompl.}} = 1,2 \cdot T_0$$

ehk

$$T_0 = \frac{0,9}{1,2} \cdot T_{\text{kompl.}} = 0,75 \cdot T_{\text{kompl.}};$$

ning kui

$$T_{\text{kompl.}} = 0,2 \cdot T_{\text{kompl.}} + 0,25 \cdot T_0 + T_0,$$

siis

$$T_{\text{kompl.}} - 0,2 \cdot T_{\text{kompl.}} = 1,25 \cdot T_0$$

ehk

$$T_0 = \frac{0,8}{1,25} \cdot T_{\text{kompl.}} = 0,64 \cdot T_{\text{kompl.}};$$

s.t. et

$$T_0 = 0,64 \dots 0,75 \cdot T_{\text{kompl.}}$$

Seega elamute objektivoolu kestus koos ühiskondlike hoonete objektivooluga moodustab umbes  $\frac{2}{3} \dots \frac{3}{4}$  kompleksvoolu kestusest ning  $\frac{1}{3} \dots \frac{1}{4}$  ajast on tarvis kulutada ettevalmistusperioodi töödele ning välisvõrkude ja teede rajamisele, s.t. ehitusterritooriumi tööde alustamisele ja nende lõpetamisele vähemalt esimeses kvartalis või piirkonnas.

Kompleksvoolu tsüklogrammil (joon.19) on näidatud elamu kompleksi kõikide objektivoolude kulgemine igas kvartalis. Nagu selgub tsüklogrammist, on elamute ehitamise objektivoolul (V) kõige suurem tähtsus kompleksvoolu kujundamisel. Välisvõrkude ja teede objektivoolud tuleb kujundada vastavalt elamute objektivoolu tempole nii, et igas kvartalis oleksid nad põhiliselt lõpetatud enne elamute objektivoolu algust. Et eri objektivoolude tempod ei ole võrdsed ning muutuvad ka sama objektivoolu eri kvartalites, siis elamute objektivool võib läheneda kriitiliselt välisvõrkude ja teede objektivooludele mõnes või ühes kvartalis. Antud juhul (joon.19) läheneb ta kriitiliselt esimeses, kolmandas ja neljandas kvartalis. Välisvõrkude ja teede objektivoolud võivad ka kattuda või ristuda teineteisega kas ühes, mitmes või kõikides kvartalites; see oleneb nende paigutusest plaanis. Nimelt kui erinevad välisvõrgud (torustikud) mingis kvartalis lõikuvad territooriumi plaanil, siis tuleb samas kvartalis enne välja ehitada sügavamal asuvad torustikud, tähendab nende erinevate torustike objektivoolud ei tohi tsüklogrammil selles kvartalis torustike ristumiskoha ehitamise kestel ristuda. Ühiskondlike hoonete ning heakorrastus- ja haljastustööde objektivoolud (joon.19-IV) kulgevad üheaegselt elamute ehitamise objektivooluga.

Elamukompleksi kompleksvoolu organiseerimisel on vaja määrata üksikute välisvõrkude objektivoolude ennetamine põhilise objektivoolu suhtes (milleks tavaliselt on elamute objektivool) esimese kvartali või piirkonna alguses (E), s.t. ajavahemik elamute objekti-

voolu ja mingi välisvõrgu objektivoolu alguste vahel esimeses kvartalis. Nimetatud ennetamine määratakse objektivoolude kriitilise lähenemise arvutamise teel.

Kui igas objektivoolus esinevad ühelaadsed objektid, nagu tavaliselt elamuehituses, siis kahe teineteisele järgneva objektivoolu lähenemise suuruse  $i$ -ndas kvartalis või piirkonnas  $O_i^1$  (juhul, kui on toimunud nende objektivoolude maksimaalne lähendamine esimeses kvartalis, s.t. kui lähenemise suurus esimeses kvartalis  $O_1^1 = 0$ ) saame vastavalt joonisele 20 järgmiselt (ühekorruseliste elamute juures)

$$K^{(I)} \cdot \sum_1^i m^{(I)} + O_i^1 = K^{(I)} \cdot m_1^{(I)} + k^{(II)} \cdot \sum_1^{i-1} m^{(II)},$$

ning siit saame  $O_i^1 = k^{(I)} \cdot m_1^{(I)} + k^{(II)} \cdot \sum_1^{i-1} m^{(II)} - k^{(I)} \cdot \sum_1^i m^{(I)} = k^{(II)} \cdot \sum_1^{i-1} m^{(II)} - k^{(I)} \cdot \sum_2^i m^{(I)},$

s.t.  $O_i^1 = k^{(II)} \cdot \sum_1^{i-1} m^{(II)} - k^{(I)} \cdot \sum_2^i m^{(I)},$

kus  $k^{(I)}$  - esimese (välisvõrgu) objektivoolu osavoolude rütm,

$k^{(II)}$  - teise (elamute) objektivoolu osavoolude rütm,

$m_1^{(I)}$  - esimese (välisvõrgu) objektivoolu haardealade arv esimeses kvartalis või piirkonnas,

$m^{(II)}$  - teise (elamute) objektivoolu haardealade arv mingis kvartalis või piirkonnas,

$\sum_1^{i-1} m^{(II)}$  - teise objektivoolu esimese (äärmise vasakpoolse) osavoolu haardealade summa kvartalites või piirkondades 1, 2...  $i-1$ ,

$\sum_2^i m^{(I)}$  - esimese objektivoolu viimase (äärmise parempoolse) osavoolu haardealade summa kvartalites või piirkondades 2, 3...  $i$ .

$k^{(II)} \cdot \sum_1^{i-1} m^{(II)}$  - teise objektivoolu esimese osavoolu kestus kvartalites või piirkondades 1, 2...  $i-1$ ,

$k^{(I)} \cdot \sum_2^i m^{(I)}$  - esimese objektivoolu viimase osavoolu kestus kvartalites või piirkondades 2, 3...  $i$ .

Kui objektivoolude teineteisele lähenemise suurus  $O_i^1$  igas kvartalis või piirkonnas on suurem kui 0 (null), s.t. on positiivne,

$$O_i^1 \geq 0,$$

siis esimese objektivoolu ennetamine teise objektivoolu suhtes esimese kvartali või piirkonna alguses  $E$  on võrdne  $E^1$ -ga, s.t. kriitiline lähenemine on toimunud esimeses kvartalis või piirkonnas ja

$$E = E^1 = k^{(I)} \cdot (m_1^{(I)} + n^{(I)} - 1) + \sum t_t = \tau^{(I)} + k^{(I)} \cdot m_1^{(I)},$$

kus  $m_1^{(I)}$  - esimese objektivoolu haardealade arv esimeses kvartalis;

$n^{(I)}$  - esimese objektivoolu tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside (osavoolude) arv;

$\sum t_t$  - esimese objektivoolu tehnoloogiliste vaheaegade juhtivate protsesside (osavoolude) ja tehnoloogiliste vaheaegade kogukestus ühel haardealal;

$\tau^{(I)}$  - esimese objektivoolu tehnoloogiline tsükkel.

Kui objektivoolude teineteisele lähenemise suurus  $O_i^1$  on mõnes kvartalis või piirkonnas negatiivne, siis tähendab see, et kriitiline lähenemine ei toimu esimeses kvartalis, vaid seal, kus lähenemise suurus  $O_i^1$  on kõige negatiivsem, s.t. kvartalis, kus esineb

$$O_i^1 \text{ (min).}$$

Sel juhul esimese objektivoolu ennetamise suurus teise objektivoolu suhtes esimese kvartali alguses on

$$E = E^1 - O_{i(\text{min})}^1,$$

kusjuures  $O_{i(\text{min})}^1$  tuleb võtta õige, s.o. miinusmärgiga.

Nimetatud ennetamise kestus määratakse iga erineva välisvõrgu objektivoolu kohta elamute objektivoolu suhtes ning maksimaalne ennetamine  $E_{\text{max}}$  määrab välisvõrkude kogu ennetamise kompleksvoolus elamute objektivoolu suhtes, s.t.

$$E_{(\text{max})} = 0 \text{ (täht o).}$$

Juhul kui mingis või mõnes kvartalis või piirkonnas erinevad välisvõrgud või välisvõrgud ja teed omavahel plaanis ristuvad, ehitatakse sügavamal asuvad välisvõrgud vastavas kvartalis või piirkonnas varem ning kõrgemal asuvad välisvõrgud ja ka teed hiljem. Sel juhul on tarvis arvesse võtta ka välisvõrkude ja teede objektivoolude omavahelist võimalikku lähendamist vastavates kvartalites ning vastavalt sellele kujuneb kogu ennetamise kestus  $E_{\text{max}}$  pikemaks.

#### 2.4.2. Elamukompleksi kompleksvoolu arvutamine

Kompleksvoolu arvutamisel on lähteandmeteks tööde mahud, objektide ja kompleksi ehitamise tehnoloogia ning objektivoolude intensiivsused (ehitusorganisatsioonide võimsused) või elamukompleksi ehitamise (s.t. kompleksvoolu) kestus (direktiivsed tähtajad).

Juhul kui on antud objektivoolude (või ainult juhtiva, elamute ehitamise objektivoolu) intensiivsus, tuleb arvutada objektivoolude ja kompleksvoolu kestus. Teisel juhul, kui on teada kompleksvoolu kestus, arvutatakse objektivoolude intensiivsused.

Vaatleme lähemalt arvutuse käiku mõlemal nimetatud juhul.

##### 2.4.2.1. Kompleksvoolu kestuse arvutamine, lähtudes objektivoolude intensiivsusest

Kompleksvoolu võimsuse määrab põhilise objektivoolu intensiivsus. Põhiliseks objektivooluks elamukompleksi kompleksvoolus on elamute objektivool. Kui elamukompleksis on mitut liiki, s.t. erilaadseid elamuid (paneel-, plokk- ja telliselamud), siis organiseeritakse iga liiki elamute ehitamiseks ühelaadsete elamute objektivoolud eraldi. Sel juhul on vaja teada iga elamute objektivoolu intensiivsust.

Elamute objektivoolu intensiivsus

$$I_{\text{obj.}} = \frac{P}{T_{\text{tv}}},$$

kus  $P$  - elamuehituse maht objektivoolu toodangu mõõtühikutes (elamispinna ruutmeeter, elamute mahu kuupmeeter, ühesuguste elamute arv),

$T_{\text{tv}}$  - elamute valmimise periood objektivoolus.

Selgitame kompleksvoolu kestuse arvutamise käiku järgneva näitega.

N ä i d e. Arvutada elamukompleksi kompleksvool ja selle kestus, kui:

- elamukompleksis (asulas) on 78 ühesugust ühekorruselist telliselamut;
- elamute objektivoolu intensiivsus (ehitusorganisatsiooni võimsus) on  $I_{obj.} = 1$  elamu/päevas;
- asulas on ette nähtud teed, veevarustus, kanalisatsioon ja elektrivõrk, mille pikkus kõikides kvartalites ning samuti elamute arv kvartalites on toodud tabelis 6.

T a b e l 6

Välisvõrkude ning teede pikkused ja elamute arv kõikides asula kvartalites

Kvartalid	Elamute arv kvartalites	Välisvõrkude ja teede pikkused kvartalites (m)			
		teed	veetorustik	kanalisatsioonitorustik	elektrivõrk
1	2	3	4	5	6
1	14	950	550	300	250
2	12	700	400	500	400
3	9	250	200	200	350
4	13	800	350	350	600
5	10	600	300	250	350
6	8	500	250	250	400
7	12	650	350	300	450
Kokku	78	4450	2400	2150	2800

Kõikide objektivoolude parameetrid on toodud nende voolude arvutamise juures.

Arvutame järgnevas kõik objektivoolud ning välisvõrkude ja teede objektivoolude lähenemised ja ennetamised elamute objektivoolu suhtes. Lõpuks arvutame kompleksvoolu kestuse.

Elamute objektivoolu arvutamine. Ühekorruseliste telliselamute objektivoolu parameetrid võtame järgmised:

- ehitustööd on jaotatud lihtprotsessideks ning osavoolude rütm vastavalt tabelile 1 (lk. 6) ning normaalsele tehnoloogiale (joon. 2) on  $k=1$  päev;
- juhtivate tehnoloogiliste vaheaegadeta protsesside (osavoolude) arv vastavalt normaalsele tehnoloogiale (joon.2) on  $n=15$ ;
- juhtivate tehnoloogiliste vaheaegade (katkendlike) protsesside (osavoolude) ja tehnoloogiliste vaheaegade (märja krohvi tõttu) parameetrid on vastavalt normaalsele tehnoloogiale (joon.2) järgmised:

- krohvitööde osavoolu rütm  $t_{kr} = 6$  päeva,

- krohvi kuivamise kestus ühel haardealal ehk antud juhul ühes majas

$t_k = 6$  päeva,

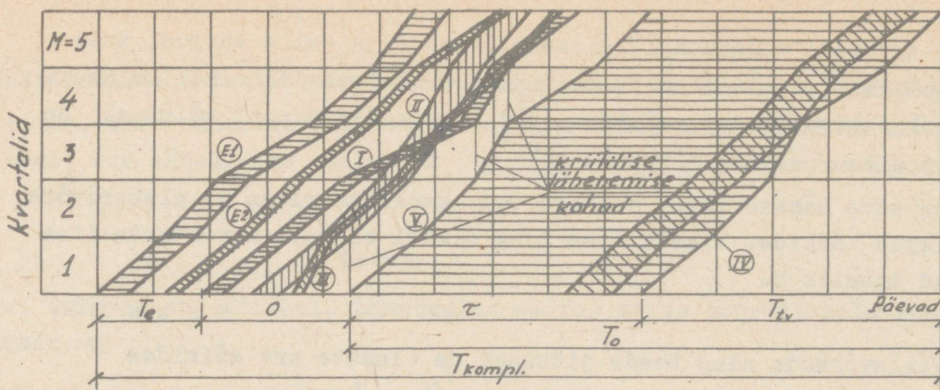
- liimivärvitööde osavoolu rütm

$t_m = 3$  päeva,

- õlivärvitööde osavoolu rütm

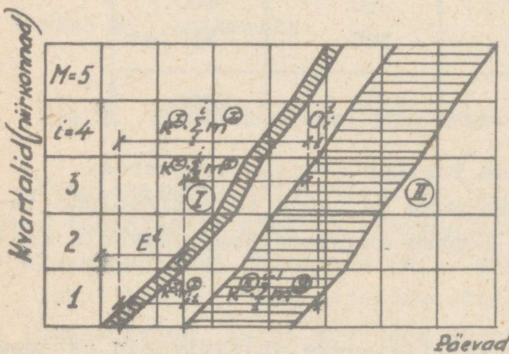
$t_{m^*} = 3$  päeva,

sellega  $\sum t_t = t_{kr} + t_k + t_m + t_{m^*} = 6 + 6 + 3 + 3 = 18$  päeva;



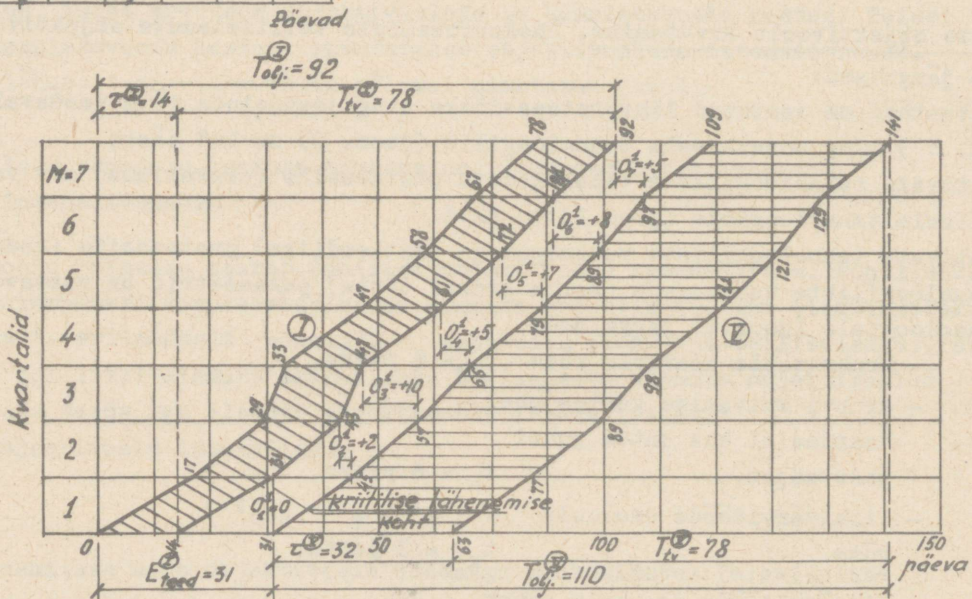
Joon.19. Elamukompleksi ehitamise kompleksvoolu tsüklogramm.

$T_e$  - ettevalmistusperioodi kestus esimeses kvartalis (kuni põhiperioodi tööde alguseni); 0 - ajavahemik põhiperioodi tööde esimese objektivoolu ning elamute või ühiskondlike hoonete objektivoolu alguste vahel;  $\tau$  - elamute ja ühiskondlike hoonete objektivoolu tehnoloogilise tsükli kestus;  $T_{tv}$  - elamute ja ühiskondlike hoonete valmimise periood;  $T_0$  - elamute ja ühiskondlike hoonete objektivoolu kestus;  $T_{kompl.}$  - kompleksvoolu kestus.  $(E1)$  ja  $(E2)$  - ettevalmistusperioodi tööde objektivoolud;  $(I)$ ,  $(II)$  ja  $(III)$  - välisvõrkude ja teede objektivoolud;  $(IV)$  - heakorrastus- ja haljastustööde objektivool;  $(V)$  - elamute ja ühiskondlike hoonete objektivool.



Joon.20. Mingi välisvõrgu torustiku (või juhtmete) ja elamute objektivoolude lähenemise määramine elamukompleksi kvartalites ja piirkondades.

$(I)$  - mingi välisvõrgu torustiku (või juhtmete) objektivool;  $(II)$  - elamute objektivool.



Joon.21. Teede ja elamute objektivoolud pärast nende maksimaalset lähendamist:

- $(I)$  - teede objektivool;
- $(V)$  - elamute objektivool.

Objektivoolud on kriitiliselt lähenenud esimeses kvartalis.

- tasakaalustades pikema rütmiga (aeglasema tempoga) osavoolud lühema rütmiga (kiirema tempoga) osavoolude suhtes, tuleb ette näha järgmised paralleelsed osavoolud:

- krohvitöödel  $b_{kr} = \frac{t_{kr}}{k} = \frac{6}{1} = 6$  paralleelset osavoolu

- maalritöödel  $b_{m'} = b_{m''} = \frac{t_{m'}}{k} = \frac{t_{m''}}{k} = \frac{3}{1} = 3$  paralleelset osavoolu.

Vastavalt nendele parameetritele ja antud intensiivsusele arvutame järgnevalt elamute objektivoolu näitajad.

Tehnoloogilise tsükli kestus on

$$\tau = k \cdot (n - 1) + \sum t_t = 1 \cdot (15 - 1) + 18 = 32 \text{ päeva.}$$

Tootmistsükli kestus ehk antud juhul ühe elamu ehituskestus on

$$T_t = k \cdot n + \sum t_t = 1 \cdot 15 + 18 = 33 \text{ päeva,}$$

mis on normatiivide piirides, kuna ehitusnormide СНМП III-A.3-66 järgi on kõige väiksema ühekorruselise telliselamu (mahuga kuni 250 m<sup>2</sup>) normatiivne ehituskestus ilma ettevalmistusperioodita 2 kuld.

Elamute objektivoolu intensiivsuse ( $I_{obj.} = 1$  elamu/päevas) kaudu arvutame toodangu valmimise perioodi kestuse  $T_{tv}$  objektivoolus (elamute arv  $P=78$ )

$$I_{obj.} = \frac{P}{T_{tv}} ; T_{tv} = \frac{P}{I_{obj.}} = \frac{78}{1} = 78 \text{ päeva,}$$

$$T_{tv} = 78 \text{ päeva.}$$

Kuna paralleelseid objektivoolusid ei esine, on elamute objektivoolu kestus

$$T_{obj.} = \tau + T_{tv} = 32 + 78 = 110 \text{ päeva,}$$

$$T_{obj.} = 110 \text{ päeva.}$$

Seega oleme arvutanud kõik vajalikud elamute objektivoolu näitajad ning nüüd peame arvutama kõikide välisvõrkude ja teede objektivoolude näitajad ning nende voolude lähene-mise ja ennetamise elamute objektivoolu suhtes. Seejuures püüame välisvõrkude ja teede objektivoolud võimalikult hästi tasakaalustada elamute objektivooluga, s.t. näeme ette võimalikult võrdsed tempod. Objektivoolude tempode võrdsustamine tähendab aga toodangu valmimise perioodide võrdsustamist, kuna objektivoolu tempo on

$$V_{obj.} = \frac{M}{T_{tv}} ,$$

kus  $M$  on kvartalite või piirkondade arv.

Kuna välisvõrkude ja teede ning elamute objektivoolud kulgevad samades kvartalites, siis kvartalite arv  $M$  on kõikides antud kompleksvoolu objektivooludes sama.

Siit nähtub, et erinevate samades kvartalites või piirkondades kulgevate objektivoolu-de võrdsete tempode juures on ka toodangu valmimise perioodid võrdsed.

Teede objektivoolu ning selle lähenemise ja ennetamise arvutamine elamute objektivoo-lu suhtes. Teede ehitamise objektivoolu parameetrid võtame järgmised:

- tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside (osavoolude) arv vastavalt nor-maalsete tehnoloogiale (joon.9)  $n=15$ ;
- protsesside (osavoolude) rütm vastavalt normaalsete tehnoloogiale (joon.9)  $k=1$  päev,

Arvutame teede objektivoolu näitajad.

Tehnoloogilise tsükli kestus

$$\tau = k \cdot (n - 1) = 1 \cdot (15 - 1) = 14 \text{ päeva.}$$

Toodangu valmimise perioodi kestuse  $T_{tv}$  võtame võrdseks elamute objektivoolu vasta-va perioodi kestusega

$$T_{tv} = 78 \text{ päeva.}$$

Teede objektivoolu kestus on

$$T_{obj.} = \tau + T_{tv} = 14 + 78 = 92 \text{ päeva,}$$

ehk ühe km tee pikkuse kohta  $92 : 4,45 = 21$  päeva,

mis on normatiivide piiirides, kuna ehitusnormide СНиП III-A. 3-66 järgi ühe km tee (tä-nava) ehitamise minimaalne normatiivne kestus ilma ettevalmistusperioodita on üks kuu.

Haardealade arv kõikides kvartalites kokku on

$$\Sigma m = \frac{T_{obj.}}{k} - n + 1 = \frac{92}{1} - 15 + 1 = 78.$$

Tee pikkus ühel haardealal

$$L_h = \frac{L}{\Sigma m} = \frac{4450}{78} = 57 \text{ m.}$$

Haardealade arv kvartalites on ( $L$  kvartal :  $L_h$ )

1. kvartalis -  $m_1 = \frac{950}{57} = 16,7 \approx 17,$

2. " -  $m_2 = \frac{700}{57} = 12,3 \approx 12,$

3. " -  $m_3 = \frac{250}{57} = 4,4 \approx 4,$

4. " -  $m_4 = \frac{800}{57} = 14,$

5. " -  $m_5 = \frac{600}{57} = 10,5 \approx 11,$

6. " -  $m_6 = \frac{500}{57} = 8,8 \approx 9,$

7. " -  $m_7 = \frac{650}{57} = 11,4 \approx 11.$

Kokku haardealade arv on 78.

Teede objektivoolu lähenemine elamute objektivoolu suhtes on arvutatud tabelis 7. Sel-les tabelis arvutatakse objektivoolude teineteisele lähenemise suurused kõikides kvartali-tes juhul, kui on toimunud maksimaalne lähenemine esimeses kvartalis.

## Teede ja elamute objektivoolude lähenemise arvutamine

Kvartalid	Haardealade arv kvartalites		$k^{\text{I}} \cdot \sum_{m=1}^{i-1} m^{\text{I}}$ (päevades)	$k^{\text{II}} \cdot \sum_{m=1}^i m^{\text{II}}$ (päevades)	Objektivoolude lähenemine kvartalites (kui on toimunud maksimaalne lähenemine esimeses kvartalis)
	teede objektivoolumus $\text{I}$	elamute objektivoolumus $\text{II}$			$O_i^1 = k^{\text{I}} \cdot \sum_{m=1}^{i-1} m^{\text{I}} - k^{\text{II}} \cdot \sum_{m=1}^i m^{\text{II}}$ (päevades)
1	17	14	-	-	-
2	12	12	14	12	+ 2
3	4	9	26	16	+10
4	14	13	35	30	+ 5
5	11	10	48	41	+ 7
6	9	8	58	50	+ 8
7	11	12	66	61	+ 5

Kuna objektivoolude lähenemise  $O_i^1$  suurus kõikides kvartalites on positiivne, siis nende kriitiline lähenemine on toimunud esimeses kvartalis ja teede objektivoolu ennetamine elamute objektivoolu suhtes on

$$E_{\text{teed}} = E_{\text{teed}}^1 = k^{\text{I}} \cdot (m_1^{\text{I}} + n^{\text{I}} - 1) + \sum t_t = 1 \cdot (17 + 15 - 1) + 0 = 31 \text{ päeva}$$

ehk

$$E_{\text{teed}} = E_{\text{teed}}^1 = \tau^{\text{I}} + k^{\text{I}} \cdot m_1^{\text{I}} = 14 + 1 \cdot 17 = 31 \text{ päeva.}$$

$$E_{\text{teed}} = 31 \text{ päeva.}$$

See tähendab, et teede objektivool peab esimeses kvartalis algama 31 päeva enne elamute objektivoolu algust.

Arvutuse tulemuste alusel on joonisel 21 kujutatud teede ja elamute objektivoolud pärast nende maksimaalset lähendamist.

Veetorustiku objektivoolu ning selle lähenemise ja ennetamise arvutamine elamute objektivoolu suhtes. Malmist veetorustiku objektivoolu parameetrid võtame järgmised:

- tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside (osavoolude) arv vastavalt normaalsele tehnoloogiale (joon.6)  $\sum n = 12$ ;
- torustiku esialgne ja lõplik proovimine (joon.6 ja 18)  $2 \cdot t_{pr} = 2$  päeva;
- tehnoloogiliste vaheaegade kestus vastavalt normaalsele tehnoloogiale (joon.6)  $\sum t_t = 2$  päeva;
- protsesside (osavoolude) rütm vastavalt normaalsele tehnoloogiale (joon.6)  $k=1$  päev.

Arvutame veetorustiku objektivoolu näitajad.

Tehnoloogilise tsükli kestus (joon.18)

$$\tau = k \cdot (\sum n - 3) + 2 \cdot (k \cdot m_{(max)} + t_{pr.}) + \sum t_t = 9 + 2 \cdot (k \cdot m_{(max)} + t_{pr.}) + \sum t_t.$$

Toodangu valmimise perioodi kestuse  $T_{tv}$  võtame võrdseks elamute objektivoolu vastava perioodi kestusega

$$T_{tv} = 78 \text{ päeva.}$$

Objektivoolu kestus

$$T_{obj.} = \tau + T_{tv} = 9 + 2 \cdot (k \cdot m_{(max)} + t_{pr.}) + \sum t_t + 78 = 87 + 2 \cdot (k \cdot m_{(max)} + t_{pr.}) + \sum t_t.$$

Haardealade arvu kõikides kvartalites kokku saame avaldusest

$$T_{obj.} = k \cdot (\sum m + \sum n - 3) + 2 \cdot (k \cdot m_{(max)} + t_{pr.}) + \sum t_t.$$

$$\sum m = \frac{T_{obj.} - 2 \cdot (k \cdot m_{(max)} + t_{pr.}) + \sum t_t}{k} - \sum n + 3 = \frac{87}{1} - 12 + 3 = 78.$$

Torustiku pikkus ühel haardealal on

$$L_h = \frac{L}{\sum m} = \frac{2400}{78} = 30,8 \text{ m.}$$

Haardealade arv kvartalites ( $L$  kvartal: $L_h$ ):

$$1. \text{ kvartalis} - m_1 = \frac{550}{30,8} = 17,9 \approx 18 = m_{(max)},$$

$$2. \quad " \quad - m_2 = \frac{400}{30,8} = 12,6 \approx 13,$$

$$3. \quad " \quad - m_3 = \frac{200}{30,8} = 6,5 \approx 7,$$

$$4. \quad " \quad - m_4 = \frac{350}{30,8} = 11,4 \approx 11,$$

$$5. \quad " \quad - m_5 = \frac{300}{30,8} = 9,7 \approx 10,$$

$$6. \quad " \quad - m_6 = \frac{250}{30,8} = 8,1 \approx 8,$$

$$7. \quad " \quad - m_7 = \frac{350}{30,8} = 11,4 \approx 11.$$

Kokku haardealade arv 78.

Nüüd saame arvutada veetorustiku objektivoolu tehnoloogilise tsükli kestuse ja objektivoolu kestuse  $T_{obj.}$

$$\tau = k \cdot (\sum n - 3) + 2 \cdot (k \cdot m_{(max)} + t_{pr.}) + \sum t_t =$$

$$= 1 \cdot (12 - 3) + 2 \cdot (1 \cdot 18 + 1) + 2 = 9 + 38 + 2 = 49 \text{ päeva.}$$

$$T_{obj.} = \tau + T_{tv} = 49 + 78 = 127 \text{ päeva.}$$

Veetorustiku objektivoolu lähenemine elamute ehitamise objektivoolu suhtes on arvatud tabelis 8. Selles tabelis (samuti nagu tabelis 7) arvutatakse objektivoolude teineteisele lähenemise suurused ( $O_i^1$ ) kõikides kvartalites juhul, kui on toimunud maksimaalne lähenemine esimeses kvartalis.

T a b e l 8

Veetorustiku ja elamute objektivoolude lähenemise arvutamine

Kvartalid	Haardealade arv kvartalites		$k^{(V)} \cdot \sum_{i=1}^{i-1} m^{(V)}$	$k^{(II)} \cdot \sum_{i=2}^i m^{(II)}$	Objektivoolude lähenemine kvartalites (kui on toimunud maksimaalne lähenemine esimeses kvartalis) $O_i^1 = k^{(V)} \cdot \sum_{i=1}^{i-1} m^{(V)} - k^{(II)} \cdot \sum_{i=2}^i m^{(II)}$ (päevades)
	veetorustiku objektivoolus $(II)$	elamute objektivoolus $(V)$	(päevades)	(päevades)	
1	18	14	-	-	-
2	13	12	14	13	+ 1
3	7	9	26	20	+ 6
4	11	13	35	31	+ 4
5	10	10	48	41	+ 7
6	8	8	58	49	+ 9
7	11	12	66	60	+ 6

Ka nende objektivoolude lähenemise  $O_i^1$  suurus on kõikides kvartalites positiivne ning seetõttu objektivoolude kriitiline lähenemine on toimunud esimeses kvartalis ja veetorustiku objektivoolu ennetamine elamute objektivoolu suhtes on

$$E_{veev.} = E_{veev.}^1 = \tau^{(II)} + k^{(II)} \cdot m_1^{(II)} = 49 + 1 \cdot 18 = 67 \text{ päeva.}$$

$$E_{veev.} = 67 \text{ päeva.}$$

See tähendab, et veetorustiku objektivool peab esimeses kvartalis algama 67 päeva enne elamute objektivoolu algust.

Arvutuse tulemuste alusel on joonisel 22 kujutatud veetorustiku ja elamute objektivoolud pärast nende maksimaalset lähendamist.

Kanalisatsioonitorustiku objektivoolu ning selle lähenemise ja ennetamise arvutamine elamute objektivoolu suhtes. Kanalisatsioonitorustiku objektivoolu parameetrid võtame järgmised:

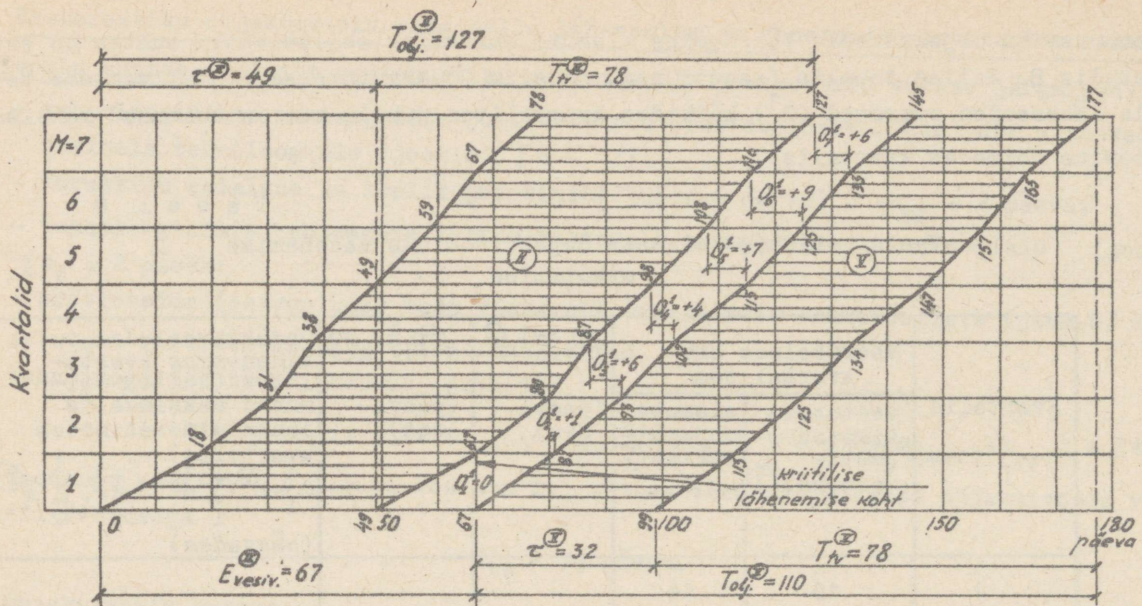
- tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside (osavoolude) arv vastavalt normaalsele tehnoloogiale (joon.7)  $n = 11$ ;
  - protsesside (osavoolude) rütm vastavalt normaalsele tehnoloogiale (joon.7)  $k = 1$  päev.
- Arvutame kanalisatsioonitorustiku ehitamise objektivoolu näitajad.

Tehnoloogilise tsükli kestus

$$\tau = k \cdot (n - 1) = 1 \cdot (11 - 1) = 10 \text{ päeva.}$$

Toodangu valmimise perioodi kestus  $T_{tv}$  võtame võrdseks elamute objektivoolu vastava perioodi kestusega:

$$T_{tv} = 78 \text{ päeva.}$$

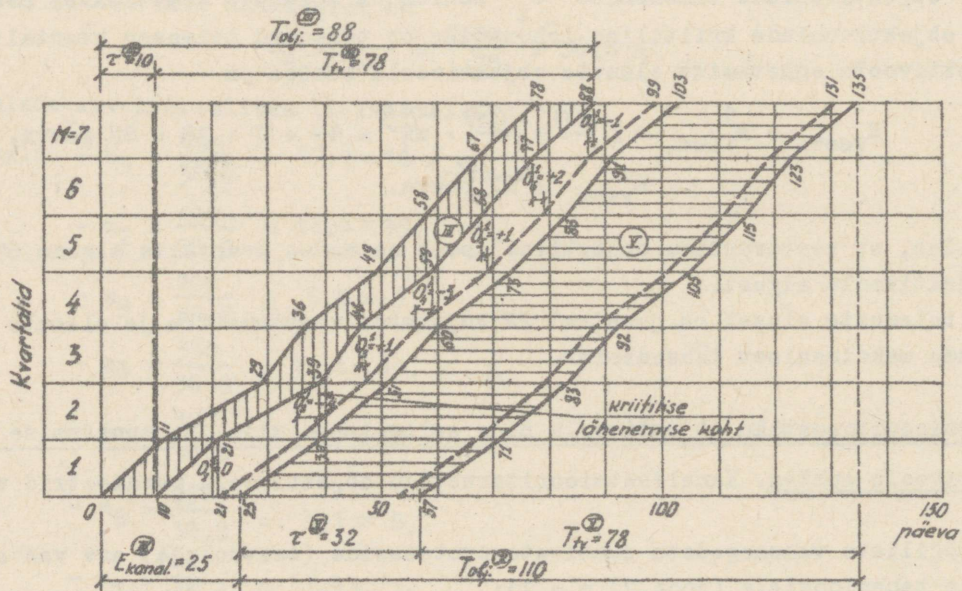


Joon.22. Veeorustiku ja elamute objektivoolud pärast nende maksimaalset lähendamist.

Ⓜ - veeorustiku objektivool;

Ⓟ - elamute objektivool.

Objektivoolud on kriitiliselt lähenenud esimeses kvartalis.



Joon.23. Kanalisatsioonitorustiku ja elamute objektivoolud pärast nende maksimaalset lähendamist.

Ⓜ - kanalisatsioonitorustiku objektivool.

Ⓟ - elamute objektivool.

Objektivoolud on kriitiliselt lähenenud teises kvartalis.

Punktiirjoontega on näidatud elamute objektivool Ⓟ tema maksimaalsel lähendamisel kanalisatsioonitorustiku objektivoolule Ⓜ esimeses kvartalis.

Objektivoolu kestus

$$T_{\text{obj.}} = \tau + T_{\text{tv}} = 10 + 78 = 88 \text{ päeva.}$$

Haardealade arv

$$\sum m = \frac{T_{\text{obj.}}}{k} - n + 1 = \frac{88}{1} - 11 + 1 = 78.$$

Torustiku pikkus ühel haardealal

$$L_h = \frac{L}{\sum m} = \frac{2150}{78} = 27,6 \text{ m.}$$

Haardealade arv kvartalites (L kvartal: $L_h$ ):

1. kvartalis -  $m_1 = \frac{300}{27,6} = 10,9 \approx 11,$

2. " -  $m_2 = \frac{500}{27,6} = 18,1 \approx 18,$

3. " -  $m_3 = \frac{200}{27,6} = 7,3 \approx 7,$

4. " -  $m_4 = \frac{350}{27,6} = 12,7 \approx 13,$

5. " -  $m_5 = \frac{250}{27,6} = 9,1 \approx 9,$

6. " -  $m_6 = \frac{250}{27,6} = 9,1 \approx 9,$

7. " -  $m_7 = \frac{300}{27,6} = 10,9 \approx 11.$

Kokku on haardealasid 78.

Kanalisatsioonitorustiku objektivoolu lähenemine elamute objektivoolu suhtes on arvatatud tabelis 9.

Selles tabelis (samuti nagu tabelites 7 ja 8) arvutatakse objektivoolude teineteisele lähenemise suurused ( $O_1^1$ ) kõikides kvartalites juhul, kui on toimunud maksimaalne lähenemine esimeses kvartalis.

T a b e l 9

Kanalisatsioonitorustiku ja elamute objektivoolude lähenemise arvutamine

Kvartalid	Haardealade arv kvartalites		$k^{i-1} \sum_{m=1}^{m^V} m^V$ (päevades)	$k^{III} \sum_{m=1}^{m^{III}} m^{III}$ (päevades)	Objektivoolude lähenemine kvartalites (kui on toimunud maksimaalne lähenemine esimeses kvartalis) $i-1$ $O_1^1 = k^V \sum_{m=1}^{m^V} m^V - k^{III} \sum_{m=1}^{m^{III}} m^{III}$ (päevades)
	kanalisatsioonitorustiku objektivoolus $^{III}$	elamute objektivoolus $^V$			
1	11	14	-	-	-
2	18	12	14	18	- 4
3	7	9	26	25	+ 1
4	13	13	35	38	- 3
5	9	10	48	47	+ 1
6	9	8	58	56	+ 2
7	11	12	66	67	- 1

Nagu nähtub tabelist 9, on kanalisatsioonitorustiku ja elamute objektivoolude lähenemise suurus  $O_1^1$  kvartalites 2, 4 ja 7 negatiivne. Seejuures lähenemise suurus  $O_1^1$  on kõige negatiivsem (-4) 2. kvartalis, s.t.

$$O_{i(\min)}^1 = O_2^1 = -4 \text{ päeva.}$$

Seega on nimetatud objektivoolud kriitiliselt lähenenud mitte esimeses, vaid teises kvartalis.

Sel juhul kanalisatsioonitorustiku objektivoolu (III) ennetamise suurus elamute objektivoolu (V) suhtes tööde alustamise momendil esimeses kvartalis on

$$E_{\text{kanal.}} = E_{\text{kanal.}}^1 - O_{i(\min)}^1 = k^{(III)} \cdot (m_1^{(III)} + n^{(III)} - 1) - O_2^1 =$$

$$= 1 \cdot (11 + 11 - 1) - (-4) = 25 \text{ päeva.}$$

$$E_{\text{kanal.}} = 25 \text{ päeva.}$$

See tähendab, et kanalisatsioonitorustiku objektivool peab esimeses kvartalis algama 25 päeva enne elamute objektivoolu algust.

Arvutustulemuste alusel on joonisel 23 kujutatud kanalisatsioonitorustiku ja elamute objektivoolud pärast nende maksimaalset lähendamist.

Elektrivõrgu objektivoolu ning selle lähenemise ja ennetamise arvutamine elamute objektivoolu suhtes. Elektrivõrgu objektivoolu parameetrid võtame järgmised:

- tehnoloogiliste vaheaegadeta juhtivate protsesside (osavoolude) arv  $n = 7$ ;
- protsesside (osavoolude) rütm  $k = 1$  päev.

Arvutame elektrivõrgu objektivoolu näitajad.

Tehnoloogilise tsükli kestus

$$\tau = k \cdot (n - 1) = 1 \cdot (7 - 1) = 6 \text{ päeva.}$$

Toodangu valmimise perioodi kestuse  $T_{tv}$  võtame võrdseks elamute objektivoolu vastava perioodi kestusega:

$$T_{tv} = 78 \text{ päeva.}$$

Objektivoolu kestus

$$T_{\text{obj.}} = \tau + T_{tv} = 6 + 78 = 84 \text{ päeva.}$$

Haardealade arv

$$\sum m = \frac{T_{\text{obj.}}}{k} - n + 1 = \frac{84}{1} - 7 + 1 = 78.$$

Elektrivõrgu pikkus ühel haardealal

$$L_h = \frac{L}{\sum m} = \frac{2800}{78} = 35,9 \text{ m.}$$

Haardealade arv kvartalites ( $L_{\text{kvartal}} : L_h$ ):

$$1. \text{ kvartalis} - m_1 = \frac{250}{35,9} = 7,$$

$$2. \quad " \quad - m_2 = \frac{400}{35,9} = 11,1 \approx 11,$$

$$3. \quad " \quad - m_3 = \frac{350}{35,9} = 9,8 \approx 10,$$

$$4. \quad " \quad - m_4 = \frac{600}{35,9} = 16,7 \approx 17,$$

$$5. \quad " \quad - m_5 = \frac{350}{35,9} = 9,8 \approx 10,$$

$$6. \text{ kvartalis} - m_6 = \frac{400}{35,9} = 11,1 \approx 11,$$

$$7. \quad " \quad - m_7 = \frac{450}{35,9} = 12,5 \approx 12.$$

Kokku on haardealasid 78.

Elektrivõrgu objektivoolu lähenemine elamute ehitamise objektivoolu suhtes on arvatud tabelis 10.

Selles tabelis (samuti nagu tabelites 7, 8 ja 9) arvutatakse objektivoolude teineteisele lähenemise suurused ( $O_i^1$ ) kõikides kvartalites juhul, kui on toimunud maksimaalne lähenemine esimeses kvartalis.

T a b e l 1 0

Elektrivõrkude ja elamute objektivoolude lähenemise arvutamine

Kvartalid	Haardealade arv kvartalites		$k^{IV} \cdot \sum_{i=1}^{i-1} m^{IV}$ (päevades)	$k^{IV} \cdot \sum_{i=2}^i m^{IV}$ (päevades)	Objektivoolude lähenemine kvartalites (kui on toimunud maksimaalne lähenemine esimeses kvartalis)
	elektrivõrgu objektivoолus $^{IV}$	elamute objektivoолus $^{V}$			$O_i^1 = k^{IV} \cdot \sum_{i=1}^{i-1} m^{IV} - k^{IV} \cdot \sum_{i=2}^i m^{IV}$ (päevades)
1	2	3	4	5	6
1	7	14	-	-	-
2	11	12	14	11	+ 3
3	10	9	26	21	+ 5
4	17	13	35	38	- 3
5	10	10	48	48	0
6	11	8	58	59	- 1
7	12	12	66	71	- 5

Nagu nähtub tabelist 10, on elektrivõrgu ja elamute objektivoolude lähenemise suurus  $O_i^1$  kvartalites 4, 6 ja 7 negatiivne, kusjuures kõige negatiivsem (-5) on ta kvartalis 7, s.t.

$$O_{i(\min)}^1 = O_7^1 = -5 \text{ päeva.}$$

Seega nimetatud objektivoolude kriitiline lähenemine on toimunud mitte esimeses, vaid seitsmendas kvartalis.

Sel juhul elektrivõrgu objektivoolu  $^{IV}$  ennetamise suurus elamute objektivoolu  $^{V}$  suhtes tööde alustamise momendil esimeses kvartalis on

$$E_{el.v.} = E_{el.v.}^1 - O_{i(\min)}^1 = k^{IV} \cdot (m_1^{IV} + n^{IV} - 1) - O_7^1 =$$

$$= 1 \cdot (7 + 7 - 1) - (-5) = 18 \text{ päeva}$$

ehk

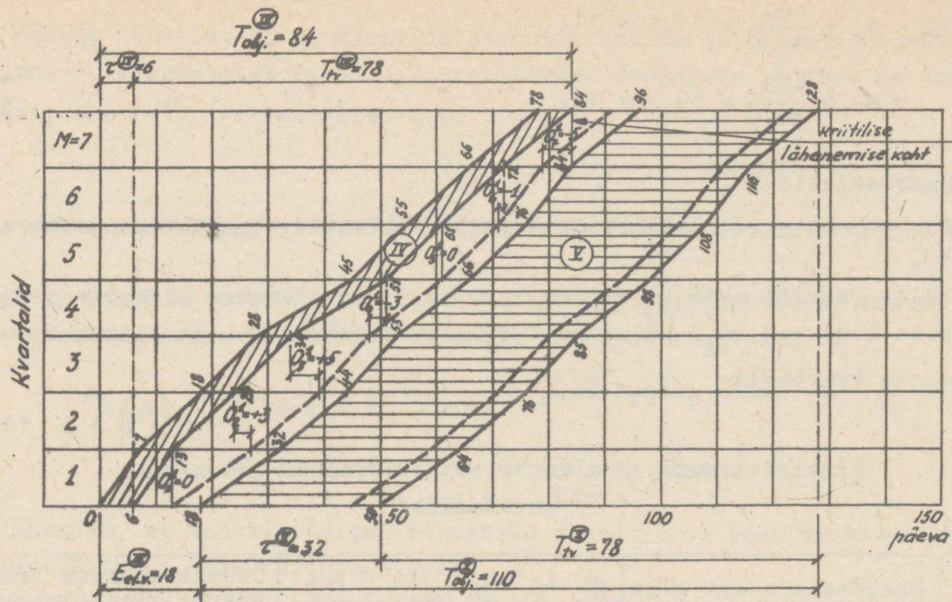
$$E_{el.v.} = E_{el.v.}^1 - O_{i(\min)}^1 = \tau^{IV} + k^{IV} \cdot m_1^{IV} - O_7^1 = 6 + 1 \cdot 7 + 5 =$$

$$= 18 \text{ päeva.}$$

$$E_{el.v.} = 18 \text{ päeva.}$$

See tähendab, et elektrivõrgu objektivoол peab esimeses kvartalis algama 18 päeva enne elamute objektivoолu algust.

Arvutuste tulemuse alusel on joonisel 24 kujutatud elektrivõrgu ja elamute objektivoолud pärast nende lähendamist.



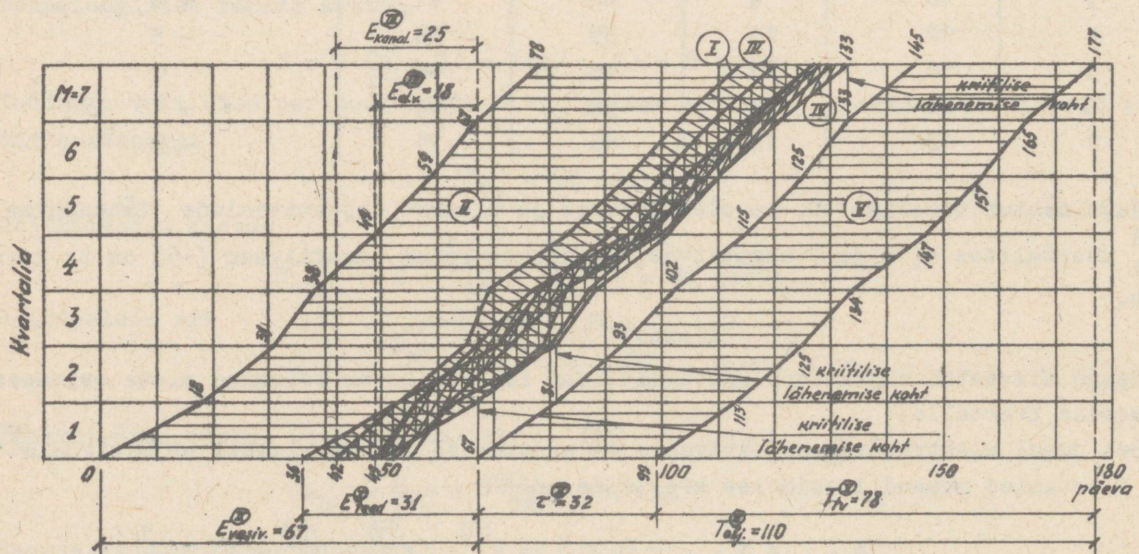
Joon.24. Elektrivõrgu ja elamute objektivoolud pärast nende maksimaalset lähendamist.

IV - elektrivõrgu objektivool;

V - elamute objektivool.

Objektivoolud on kriitiliselt lähenenud seitsmendas kvartalis.

Punktiirjoontega on näidatud elamute objektivool V tema maksimaalsel lähendamisel elektrivõrgu objektivoolule IV esimeses kvartalis.



Joon.25. Elamukompleksi kompleksvool (ilma ettevalmistusperioodi objektivooludeta) pärast välisvõrkude ja teede objektivoolude I, II, III ja IV maksimaalset lähendamist elamute objektivoolule V.

I - teede objektivool;

II - veevarustuse torustiku objektivool;

III - kanalisatsiooni torustiku objektivool;

IV - elektrivõrgu objektivool;

V - elamute objektivool.

Välisvõrkude ja teede objektivoolud on kriitiliselt lähenenud elamute objektivoolule esimeses, teises ja seitsmendas kvartalis.

Välisvõrkude ja teede objektivoolude omavaheline ühitamine. Antud näite puhul on kõikide välisvõrkude ja teede objektivoolude omavahelise ühitamise aluseks nende objektivoolude maksimaalne lähendamine elamute objektivoolule, lähtudes nende tasakaalustamisest ( $T_{tv}$ -d on võrdsed).

Kõik asula (elamukompleksi) objektivoolud on pärast niisugust omavahelist ühitamist kujutatud joonisel 25, kus objektivoolud on tähistatud järgmiselt:

- I - teede ehitamise objektivool,
- II - veetorustiku objektivool,
- III - kanalisatsioonitorustiku objektivool,
- IV - elektrivõrgu objektivool,
- V - elamute objektivool.

Siin on ühitamine toimunud maksimaalselt, kuna erinevad objektivoolud kulgevad enamasti üheaegselt samades kvartalites (kuid erinevatel haardealadel).

Niisugust maksimaalset ühitamist on võimalik takistamatult läbi viia siis, kui välisvõrgud omavahel ja teed ning välisvõrgud territooriumil ei ristuvad. Kui nad aga ristuvad omavahel kas ühes või mõnes kvartalis, tuleb ristuvad objektivoolud tsüklogrammil nihutada nii, et sügavamal asuva välisvõrgu objektivool kulgeks nimetatud kvartalites pealpool asuvast välisvõrgust või tee objektivoolust varem. Nii muidugi pikeneb välisvõrkude ennetamise kestus elamute objektivoolu suhtes.

Antud juhul (välisvõrgud ja teed ei ristuvad omavahel - joon.25) peab elamute objektivoolu maksimaalselt ennetama veetorustiku objektivool, s.t.

$$E_{\max} = E_{\text{veev.}} = 67 \text{ päeva.}$$

Seega välisvõrkudest tuleb alustada esimeses kvartalis veetorustiku ehitamist, ja nimelt 67 päeva enne elamute objektivoolu algust. Hiljemalt 36 päeva pärast tuleb alustada teede ehitamist, siis 42 päeva hiljem kanalisatsioonitorustiku ehitamist ning lõpuks 49 päeva hiljem elektrivõrkude ehitamist. Teistes kvartalites võib välisvõrkude ja teede väljaehitamise järjekord muutuda. Näiteks neljandas kvartalis tuleb kõigepealt alustada jällegi veetorustiku ehitamist (38 päeva pärast tööde algust esimeses kvartalis), siis  $(36 + 33) - 38 = 31$  päeva hiljem teede ehitamist, edasi aga  $(49 + 28) - 38 = 39$  päeva hiljem elektrivõrgu ehitamist ja lõpuks  $(42 + 36) - 38 = 40$  päeva hiljem kanalisatsioonitorustiku ehitamist.

Käesolevas näites koosneb väljaehitav elamukompleks (asula) ainult ühekorruselisest elamutest. Linnades aga ehitatakse uutes elamukompleksides peaaegu eranditult mitmekorruselisi ja paljukorruselisi elamuid. Sel juhul välisvõrkude ehitustööde maht on võrreldes elamute ehitustööde mahuga suhteliselt väike ning välisvõrkude ja teede objektivoolude tempod kujunevad tavaliselt tunduvalt kiiremaks, võrreldes elamute objektivoolude tempodega kompleksvoolus. Välisvõrkude objektivoolude tempode tasakaalustamiseks elamute objektivoolu tempoga ning seega ühtlasi organisatsiooniliste vaheaegade kaotamiseks kompleksvoolus on otstarbekohane organiseerida mitme erineva välisvõrgu ehitamisel (nende objektivooludes) ühiseid spetsialiseeritud ja osavoolusid. Näiteks kanalisatsiooni- ja veetorustikke võib paigaldada üks ja sama masin ja tööliste lüli järjestikku kvartalites, mõlema torustiku kraavkaevikuid võib kaevata sama ekskavaator jne.

Kompleksvoolu kestuse arvutamine. Kompleksvoolu kestus

$$T_{\text{kompl.}} = T_e + O + T_o,$$

kus  $T_e$  - ettevalmistusperioodi kestus. Oletame, et  $T_e = 0,2 T_{\text{kompl.}}$  (ligikaudu, kui ettevalmistusperioodi tööde objektivoolud ei ole täpselt projekteeritud);  
 $O$  - ajavahemik põhiperioodi tööde esimese objektivoolu ja elamute objektivoolu alguste vahel. Antud näite puhul  $O = E_{\text{max}} = E_{\text{veev.}} = 67$  päeva;  
 $T_o$  - elamute objektivoolu kestus. Antud näite korral  $T_o = T_{\text{obj.}} = 110$  päeva.  
 Siit saame kompleksvoolu kestuseks

$$T_{\text{kompl.}} = 0,2 T_{\text{kompl.}} + 67 + 110 = \frac{177}{1,0 - 0,2} = 221 \text{ päeva,}$$

$$T_{\text{kompl.}} = 221 \text{ päeva.}$$

#### 2.4.2.2. Objektivoolude intensiivsuse arvutamine, lähtudes kompleksvoolu kestusest

Objektivoolude intensiivsuse (ehitusorganisatsiooni tootmisvõimsuse) arvutamiseks tuleb kõigepealt kompleksvoolu kestuse valemi abil arvutada objektivoolu toodangu valmimise periood  $T_{\text{tv}}$ .

$$\text{Kui } T_{\text{kompl.}} = T_e + O + \tau + T_{\text{tv}},$$

$$\text{siis } T_{\text{tv}} = T_{\text{kompl.}} - T_e - O - \tau,$$

kus  $\tau$  - elamute objektivoolu tehnoloogilise tsükli kestus.

Edasi arvutame juba objektivoolu intensiivsuse

$$I_{\text{obj.}} = \frac{P}{T_{\text{tv}}},$$

kus  $P$  - vastava objektivoolu (mille intensiivsust me arvutame) toodangu maht, mille ühikuks võetakse:

elamute objektivoolus elamispinna  $m^2$  või elamute  $m^3$ , ühekorruselistel elamutel ka elamute arv;  
 välisvõrkude objektivoolus torustiku jm jne.

**N ä i d e.** Arvutada elamute objektivoolu intensiivsus (või ehitusorganisatsiooni võimsus elamute ehitamisel), kui kolme aasta jooksul tuleb ehitada 40 viiekorruselist suuroplokkelamut elamispinnaga 80 tuhat  $m^2$  koos kõigi vajalike välisvõrkude ja teedega.

Arvutame toodangu valmimise perioodi kestuse

$$T_{\text{tv}} = T_{\text{kompl.}} - T_e - O - \tau.$$

Võtame orienteeruvalt

$$T_e = 0,15 \cdot T_{\text{kompl.}},$$

$$O = 0,2 \cdot T_{\text{obj.}}, \quad T_{\text{obj.}} = 0,75 \cdot T_{\text{kompl.}},$$

$$O = 0,2 \cdot 0,75 T_{\text{kompl.}} = 0,15 \cdot T_{\text{kompl.}},$$

$$\tau = 100 \text{ päeva.}$$

Vastavalt nendele andmetele on toodangu valmimise periood elamute objektivoolus

$$T_{\text{tv}} = T_{\text{kompl.}} - 0,15 \cdot T_{\text{kompl.}} - 0,15 \cdot T_{\text{kompl.}} - \tau = 0,7 \cdot T_{\text{kompl.}} - \tau =$$

$$= 0,7 \cdot 3 \cdot 300 - 100 = 630 - 100 = 530 \text{ päeva.}$$

Elamute objektivoolu intensiivsus on

$$I_{\text{obj.}} = \frac{P}{T_{\text{tv}}} = \frac{80000}{530} = 151 \frac{m^2 \text{ elamispinda}}{\text{päevas}}$$

ehk

$$I_{\text{obj.}} = 300 \cdot 151 = 45300 \frac{\text{m}^2 \text{ elamispinna}}{\text{aastas}} .$$

Kui ühe tornkraana tootlikkus on  $6500 \frac{\text{m}^2}{\text{aastas}}$ , siis vajalik töötavate tornkraanade arv on  $\frac{45300}{6500} \approx 7$ .

Ühe elamu ehituskestus on

$$\tau + \frac{t_{\text{tv}}}{M} = 100 + \frac{530}{40} = 100 + 13 = 113 \text{ päeva, s.o. 4,5 kuud,}$$

kus  $M$  on elamute arv.

Normatiivne ehituskestus vastavalt ehitusnormidele СНиП III-A.3-66 on 6 kuud.

Samuti tuleb arvutada kompleksvoolu kõikide teiste objektivoolude intensiivsused.

3. Tööstusobjektide ehitamise tehnoloogia

3.1. Tööstusobjektid ja nende liigitamine

Tööstusobjektide erinevate liikide ja tüüpide nomenklatuur on palju laiem kui elamu-ehituses.

Tööstusobjektide omapäraks on veel see, et nende ehitamisel tuleb monteerida tehnoloogilised seadmed ja torustike süsteemid.

Ehituse industrialiseerimisega on tunduvalt arenenud tööstusobjektide plaaniliste ja ruumiliste lahenduste ning konstruktsioonide unifitseerimine, kuid sellele vaatamata on erineva konstruktiivse lahendusega objekte tööstusehituses veel väga palju. See asjaolu raskendab voolehituse rakendamist tööstusehituses.

Teisest küljest esinevad aga tööstusehituses suured tööde mahud ühe ettevõtte (kompleksi) rajamisel, mille tõttu ehituskestused on küllalt pikad (ulatuvad mitmesse aastasse). See asjaolu loob aga head eeldused voolumeetodi efektiivseks rakendamiseks.

Kõik tööstusobjektid (hooned ja ehitised) võib jagada nende ehituslike ja ehitustehnoloogiliste tunnuste järgi kahte gruppi:

ühelaadsed objektid ja erilaadsed objektid.

Seejuures tuleb objektide ühelaadsust ja erilaadsust vaadelda kahest seisukohast:

- 1) ühe objekti suhtes omaette;
- 2) mitme objekti suhtes omavahel.

Näiteks mitu omaette ühelaadset objekti võivad olla omavahel kas ühelaadsed või ka erilaadsed.

Ühelaadseid objekte iseloomustab:

- 1) samade unifitseeritud konstruktsioonide kasutamine objektide eri osades;
- 2) nende konstruktsioonide mahuliselt ühtlane jagunemine objektile;
- 3) mittetüüpiliste konstruktsioonide väikene kogus (näiteks ainult seadmete vundamentide osas jne.).

Nimetatud tunnuste tõttu on ühelaadsete objektide ehitamise tehnoloogia stabiilsem, s.t. ta ei muutu protsesside (osavoolude) üleminekul ühelt objekti osalt teisele ja ühelt objektilt teisele (kui mõlemad objektid on omavahel ühelaadsed).

Voolehituse seisukohalt võivad ühelaadsed objektid olla:

- 1) ühesugused ühelaadsed, s.t. mõõtmetelt ja tööde mahult ühesuguste (ühesuuruste) korduvate ühelaadsete sektsioonidega (haardealadega, piirkondadega). Niisuguste objektide ehitamisel on võimalik organiseerida stabiilse tehnoloogiaga rütmilised voolud. Näiteks kuuluvad siia alagruppi järgmiste tööstusharude ühe- ja mitmekorruselised hooned ning ehitised:

kergetööstuse ettevõtete hooned,  
aparaadiehituse ettevõtete hooned,  
raadiotehnika ettevõtete hooned,  
naftatöötlemistehaste tüüpiliste reservuaaride pargid,  
liiniobjektid (teed, torustikud) jne.;

- 2) erisugused ühelaadsed, s.t. erineva suurusega ja töömahuga ühelaadsete sektsioonidega (haardealadega, piirkondadega). Niisuguste objektide ehitamisel on küll üleminekul ühelt haardealalt ja piirkonnalt teisele ehitustööde tehnoloogia (protsesside arv ja iseloom ning nende tegemise järjekord) püsiv (sest objektid on ühelaadsed), kuid prot-

sesside (osavoolude) kestus ehk rütm erinevates piirkondades ja haardealadel on erinev, muutuv. Selle tulemusel on organiseeritavad voolud mitterütmilised. Näiteks kuuluvad siia alagruppi järgmiste tööstusharude ettevõtete objektid:

suurem osa keskmise masinaehitustööstuse ühekorruselisi tööstushooneid, autotehaste objektid jne.

Erilaadseid objekte iseloomustab:

- 1) paljukordselt esinevate tüüpseksioonide puudumine,
- 2) tööde mahtude ebaühtlane jagunemine objektil,
- 3) erinevate konstruktsioonide (monoliitne ja monteeritav raudbetoon, metall, kivi, puit) esinemine objekti eri osades,
- 4) keerukate tehnoloogiliste seadmete ja suurte vundamentide esinemine,
- 5) vajadus real juhtudel üheaegselt hoone ehitamisega monteerida mõnes hoone osas tehnoloogiliste seadmete sõlmed.

Erilaadsete objektide ehitamise tehnoloogia ei ole stabiilne, kuna eri piirkondades tuleb teha erisuguseid töid (protsesse), kasutada erinevaid tööde meetodeid ning tööde järjekorda.

Kuna siin ka tööde mahud paiknevad objektidel ebaühtlaselt, siis erilaadsete objektide ehitamisel on võimalik organiseerida ainult mitterütmilisi voolusid, millel on tunduvad organisatsioonilised vaheajad.

Tööstushooned võivad olla ühekorruselised ja mitmekorruselised.

Ühekorruselised tööstushooned jagunevad, olenevalt ettenähtud ehituskonstruktsioonidest ja tehnoloogilistest seadmetest ning nende ehitamisel kasutatavast tehnoloogiast (montaaži meetodist, montaažil kasutatavatest kraanadest jne.), kolme liiki:

1) kergest tüüpi ühekorruselised tööstushooned. Nende hoonete löövide ava on 12...18 m ning kõrgus kuni 12,6 m (katuse kandekonstruktsioonide alumise servani). Puõduvad sildkraanad, sisetransport on organiseeritud põrandal või kasutatakse rippransporti (tõstejõuga kuni 5 t). Ehituslike ja ehitustehnoloogiliste tunnuste järgi on kergest tüüpi ühekorruselised tööstushooned ühelaadsed, kuna peaaegu kõik konstruktsioonid on ühetüübilised (ühelaadsed) ja paiknevad ühtlaselt hoone ulatuses. Tavaliselt kasutatakse siin monteeritavat raudbetooni. Üksikute monteeritavate konstruktsioonide maksimaalsed kaalud on: postid kuni 5 t, fermid ja talad kuni 7 t ning katusepaneelid kuni 3,7 t.

Montaažil kasutatakse mobiilseid suhteliselt väikese tõstejõuga (kuni 10 t) noolkraanasid. Põhilisteks juhtivateks protsessideks on raudbetoonkonstruktsioonide montaaž, katuse ja põrandate ehitamise tööd. Mullatööde ja seadmete vundamentide ehitamise tööde maht on suhteliselt väike. Tihti ehitatakse seadmete vundamendid üheaegselt põrandaga. Kergest tüüpi ühekorruselised tööstushooned on näiteks:

kergemasinaehitustööstuse montaažitsehhide hooned,  
tekstiillettevõtete põhiliste tootmistsehhide hooned,  
laod jne.;

2) keskmist tüüpi ühekorruselised tööstushooned. Nende hoonete löövide ava on 18...30 m ja kõrgus kuni 18 m, kusjuures üksikute löövide kõrgus võib olla erinev. Sisetranspordiks kasutatakse sildkraanasid tõstejõuga kuni 50 t. Ehituslike ja ehitustehnoloogiliste tunnuste järgi on keskmist tüüpi ühekorruselised tööstushooned samuti ühelaadsed ning ka siin on konstruktsioonid enamuses monteeritavast raudbetoonist. Üksikute monteeritavate konstruktsioonide maksimaalsed kaalud on aga suuremad ning erinevad rohkem teineteisest kui kergest tüüpi hoonete juures, nimelt: postidel ja kraanataladel kuni 12 t, fermidel kuni 30 t ja katusepaneelidel kuni 7 t.

Montaažil kasutatakse samuti mobiilseid, kuid juba suurema tõstejõuga noolkraanasid. Et paremini kasutada noolkraana tõstejõudu, tuleb postide ja kraanatalade montaažil ka-

sutada väiksema ning katuslae detailide montaažil suurema tõstejõuga noolkraanat. Põhilisteks juhtivateks protsessideks on konstruktsioonide montaaž, katuse ehitamine, mulla- ja betoonitööd (vundamendid, põrand). Keskmist tüüpi ühekorruselised tööstushooned on näiteks:

masinaehitustööstuse tsehhide hooned,  
metallkonstruktsioonide valmistamise tsehhide hooned,  
valu- ja sepatsehhide hooned;

3) rasket tüüpi ühekorruselised tööstushooned. Nende hoonete lõõvide ava on 24...36 m, kuid kõrgus ulatub kuni 30 meetrini. Sisetranspordiks kasutatakse raskeid sildkraanasid tõstejõuga kuni 220 t (vahel isegi kuni 350 t). Ehituslike ja ehitustehnoloogiliste tunnuste järgi on rasket tüüpi ühekorruselised tööstushooned enamasti erilaadsed, kuna kasutatakse erisuguseid (isegi eri materjalidest) konstruktsioone ja tööde mahud paiknevad hoones ebahühtlaselt. Üksikute monteeritavate konstruktsioonide maksimaalne kaal ulatub siin kuni 100 tonnini ja on väga erinev. Montaažil kasutatakse tingimata mitut kraanat: raskeid tornkraanasid tõstejõuga kuni 75...100 t, noolkraanasid tõstejõuga kuni 25...50 t ja veel väiksemaid torn- ja noolkraanasid. Rasket tüüpi ühekorruselised tööstushooned on näiteks:

martäänahjutsehhide hooned,  
valtsimistsehhide hooned,  
raskete sepahaamrite ja presside tsehhide hooned,  
raskemasinatööstuse tsehhide hooned,  
soojusjõujaamade peahooned jne.

Rasket tüüpi tööstushoonetes paiknevad ka võimsad seadmed ja suured ning sügavad vundamendid. Põhilisteks protsessideks on konstruktsioonide ja seadmete montaaž, betooni- ja raudbetooni- ning mullatööd.

Mitmekorruselised tööstushooned esinevad näiteks järgmistes tööstusharudes:

keemiatööstus,  
raadiotehnika tööstus,  
toiduainetetööstus jne.

Mitmekorruseliste tööstushoonete ehitamine on põhjendatud tihedasti asustatud kohtades (linnades) ja piiratud suurusega territooriumidel ning vertikaalsuunas kulgevate tehnoloogiliste protsessidega tööstuste rajamisel, kus koormused vahelagedele ei ole väga suured.

Mitmekorruselisi tööstushooneid liigitatakse järgmiselt:

1) kerge te seadmetega hooned koormustega vahelagedele  $500...1000 \text{ kg/m}^2$ , ilma suuremate avadeta vahelagedes. Postide võrk võib siin olla kuni  $12 \times 6 \text{ m}$ ;

2) keemiatööstuse hooned koormustega vahelagedele  $1000...2500 \text{ kg/m}^2$ , paljude suuremate avadega vahelagedes. Postide võrk on siin tavaliselt  $6 \times 6 \text{ m}$ ;

3) põhiliselt toiduainetetööstuses kasutatavad seenlagedega hooned. Postide võrk on siin samuti tavaliselt  $6 \times 6 \text{ m}$ .

Järgnevas vaatleme kõige massilisemalt esinevate tööstusobjektide, nimelt tööstushoonete ehitamise tehnoloogiat.

### 3.2. Ühekorruseliste tööstushoonete ehitamise tehnoloogia

#### 3.2.1. Ehitamise tehnoloogia struktuur

Ühekorruseliste ühelaadsete kergete ja keskmist tüüpi tööstushoonete ehitamise tehnoloogia on võimalik jagada staadiumideks, mis erinevad teineteisest protsesside iseloomu ja kasutatavate masinate poolest.

Igas tehnoloogilises staadiumis organiseeritakse üks või mitu spetsialiseeritud voolu, millest igaüks koosneb teatud osavoolude grupist. Omavahel seotud (lähendatud) spetsialiseeritud voolud moodustavad objektivoolu. Tabelis 11 on toodud ühekorruseliste ühelaadsete tööstushoonete ehitamise tehnoloogia struktuur.

T a b e l 11

Ühekorruseliste ühelaadsete tööstushoonete ehitamise tehnoloogia struktuur

Staadiumid	Spetsialiseeritud voolud
I. Hoone maa-aluse osa ehitamine	I. Mullatööd II. Vundamentide ehitamine III. Maa-aluste kommunikatsioonide ehitamine IV. Mulla tagasitäide V. Põrandate aluse tegemine*
II. Hoone karkassi ja katuse montaaž	VI. Postide ja kraanatalade montaaž V. Katuslae detailide montaaž
III. Piirdekonstruktsioonide ehitamine ja viimistlustööd	VI. Välisseinte montaaž VII. Katuse ehitamine VIII. Seadmete vundamentide ehitamine ja põrandate tegemine IX. Viimistlustööd X. Muud tööd

M ä r k u s.\* Põrandate aluseid võib teha ka kolmandas staadiumis, kui pinnas võimaldab kraanadel ja transpordivahenditel liikuda.

Lisaks hoonete ehitamisele ja seadmete vundamentide rajamisele tuleb tööstushoonetes veel monteerida tehnoloogilised, energeetilised ja töteseadmed ning vajalikud torustikud. Need montaažitööd koondatakse omaette spetsialiseeritud voolu ning tehakse sageli üheaegselt hoone ehitamisega.

Tööstushoonete konstruktsioonide montaaži püütakse teha transpordivahenditelt, kuna seda võimaldavad suured avad ja eelnevalt tehtud mulla tagasitäide või valminud põranda alus. Kui kasutatakse juhitavaid järelikarusid, on võimalik monteerida ratastelt fermisid avale isegi kuni 30 m, mis võimaldab ära jätta tülika eelmontaaži ehitusplatsil.

Ühekorruseliste erilaadsete tööstushoonete (rasket tüüpi hooned) ehitamise tehnoloogiat ei saa jagada selgelt eraldatavateks staadiumideks. Siin organiseeritakse mitu omavahel seotud (lähendatud) spetsialiseeritud voolu, mille ehitustoodanguks on hoonete või ehitiste osad (vundamendid, hoone või ehitise karkass, piirdekonstruktsioonid ja katus, monteeritud tehnoloogilised seadmed jne.). Spetsialiseeritud vooludest osutub üks kõige tähtsamaks, põhiliseks, kõige suurema töömahuga ja kõige suuremaid ning kallimaid masinaid nõudvaks. Selle põhilise spetsialiseeritud voolu intensiivsus ja tempo määrab teiste voolude tempo ja intensiivsuse ning avaldab suurt mõju objektivoolu kestusele. Põhilisteks spetsialiseeritud vooludeks võivad tihti kujuneda mullatööd ja betoonitööd massiivsete vundamentide rajamisel tehnoloogiliste seadmete alla. Need spetsialiseeritud voolud võivad eelneeda hoone karkassi monteerimise spetsialiseeritud voolule. Sel juhul avaneb töörinne seadmete montaažiks koos karkassi montaažiga ning neid spetsialiseeritud voolusid on siis võimalik ajaliselt ühitada (see on nn. lahtine montaaž). Kui aga seadmete vundamentide betoneerimistöode ja nendeks vajalike mullatööde spetsialiseeritud voolud organiseeritakse pärast hoone karkassi montaaži spetsia-

liseeritud voolu, tuleb seadmed monteerida hoone sees ja katuse all, (see on nn. kinnine montaaž).

### 3.2.2. Montaažimeetodi ja kraana valik

Raudbetoondetailide montaaž võib toimuda diferentsiaal- või kompleksmeetodil.

Montaaž diferentsiaalmeetodil toimub kas ühe või mitme kraanaga. Üks kraana monteerib iga käiguga eri liiki detaile. Mitu kraanat teevad igaüks ühe käigu igas montaaži-piirkonnas ja igaüks neist monteerib eri liiki detaile. Nagu siit selgub, on diferentsiaalmeetodiga montaažil kraanade liikumise tee pikk, kuid eeliseks (võrreldes kompleksmeetodiga) on monteeritud ja ajutiselt kinnitatud detailide parem väljarihtimise võimalus ja mitme kraanaga montaažil kraanade tõstejõu parem kasutamine. Kergelt ja keskmist tüüpi hooned monteeritakse tavaliselt diferentsiaalmeetodil. Väikeste avadega (kerget tüüpi) hoonetes liigub kraana montaažil keset löövi. Suurte avadega (keskmist tüüpi) hoonetes liigub kraana postide ja kraanatalade montaažil löövi ääres ning katusedetailide montaažil löövi keskel. Sel juhul võib keskmist tüüpi hoonete postide ja kraanatalade montaažil kasutada väiksema tõstejõuga kraanat ning katusedetailide montaažil suurema tõstejõuga kraanat.

Kompleksmeetodit kasutatakse tavaliselt rasket tüüpi hoonete juures ja siin monteeritakse kõik põhilised detailid kraana ühe käiguga, kusjuures võib kasutada hoone põiklõike ulatuses korraga mitut kraanat. Eriti otstarbekohane on kompleksmeetodi kasutamine keerulise konstruktiivse skeemiga hoonete montaažil ja seal, kus hoonet tahetakse anda eksploatatsiooni osade kaupa.

Montaažikraana või kraanade komplekti valik oleneb tehnilistest teguritest, nagu hoone mõõtmed, monteeritavate konstruktsioonide kaal, nende mõõtmed ja paiknemine hoone plaanis ja kõrguse suunas. Nende tehniliste tegurite alusel võib välja valida mitu kasutamiseks otstarbekat kraana tüüpi. Lõplik kraana valik toimub tehnilis-majanduslike näitajate alusel, milleks on:

- 1) konstruktsiooniühiku (ühe tonni) montaaži omahind,
- 2) kraana viibimise kestus objektil,
- 3) töömahukus monteeritud konstruktsiooniühiku (ühe tonni) kohta.

Konstruktsioonide ühe tonni montaaži omahind määratakse valemiga

$$M_{\text{ü}} = \frac{1,08 \cdot M_{\text{mas.vah.}}^{\text{tootm.}} + 1,5 \cdot \sum T_{\text{mont.}}}{P_{\text{vah.}}} + \frac{1,08 \cdot \sum E}{P} \left( \frac{\text{rbl.}}{t} \right),$$

kus 1,08 - masinate eksploatatsiooni ja ühekordsete kulude lisakulude koefitsient,  
1,5 - monteerijate töötasu lisakulude koefitsient,

$M_{\text{mas.vah.}}^{\text{tootm.}}$  - kraana ühe masinvahetuse tootmisomahind  $\frac{\text{rbl.}}{\text{mas.vah.}}$ ,

$\sum T_{\text{mont.}}$  - monteerijate lüli (ilma kraanajuhita) töötasu vahetuses  $\frac{\text{rbl.}}{\text{mas.vah.}}$ ,

$\sum E$  - kraana masinvahetuse tootmisomahinna määramisel arvestamata jäänud ettevalmistuse ja abitoode kulud (kraanateede ehitamine jne.) rbl.,

$P_{\text{vah.}}$  - keskmine vahetuse jooksul monteeritud konstruktsioonide kogus tonnides (kraana eksploatatsiooniline tootlikkus)  $\frac{t}{\text{mas.vah.}}$ ,

$P$  - montaažitööde kogumaht objektil tonnides (t).

Kraana ühe masinvahetuse tootmisomahind  $M_{\text{mas.vah.}}^{\text{tootm.}}$  määratakse valemiga:

$$M_{\text{mas.vah.}}^{\text{tootm.}} = \frac{\ddot{U}}{T_{\text{vah.}}} + \frac{A}{T_{\text{a.vah.}}} + M_{\text{ekspl.}} \frac{\text{rbl.}}{\text{mas.vah.}},$$

- kus  $\ddot{U}$  - ühekordsed kulud: kraana ehitusplatsile transportimise, kokkumonteerimise, proovimise ja lahtimonteerimise kulud rbl.,  
 $A$  - kraana amortisatsioonikulud aastas koos kaudsete kuludega rbl/a,  
 $T$  - montaaži kestus kraanaga antud objektil vahetustes  $\text{mas.vah.}$ ,  
 $T_{\text{a.vah.}}$  - kraana normatiivne tööaeg aastas vahetustes  $\frac{\text{mas.vah.}}{a}$ ,  
 $M_{\text{ekspl.}}$  - kraana jooksvad eksploatatsioonikulud vahetuses koos kaudsete kuludega  $\frac{\text{rbl.}}{\text{mas.vah.}}$ .

Kraana viibimise kestus objektil (vahetustes) määratakse valemiga

$$T = T_{\text{vah.}} + T_{\text{k}} \text{ vah.},$$

- kus  $T_{\text{vah.}}$  - montaaži kestus kraanaga antud objektil vahetustes määratakse valemiga

$$T_{\text{vah.}} = \frac{V}{P_{\text{vah.}}},$$

- $V$  - montaažitööde kogumaht objektil tonnides,  
 $T_{\text{k}}$  - kraana kokkupanemise, proovimise ja lahtivõtmise kestus objektil vahetustes.

Töömahukus monteeritavate konstruktsioonide ühiku (ühe tonni) kohta määratakse valemiga

$$Q_{\text{ü}} = \frac{\sum Q_{\text{m}} + \sum Q_{\text{mont.}} + \sum Q_{\text{e}}}{P_{\text{vah.}}} \frac{\text{in.tundi}}{t},$$

- kus  $\sum Q_{\text{m}}$  - masina teenindamise (masinistide töö), ehitusplatsile transportimise, kokkumonteerimise, proovimise ja lahtimonteerimise töömahukus ühe masinvahetuse kohta  $\frac{\text{in.tundi}}{\text{mas.vah.}}$ ,  
 $\sum Q_{\text{mont.}}$  - monteerijate käsitsitöö töömahukus ühe masinvahetuse kohta  $\frac{\text{in.tundi}}{\text{mas.vah.}}$ ,  
 $P_{\text{vah.}}$  - keskmine vahetuse jooksul monteeritud konstruktsioonide kogus tonnides  $\frac{t}{\text{mas.vah.}}$ ,  
 $\sum Q_{\text{e}}$  - ettevalmistustööde töömahukus in.tundi,  
 $P$  - montaažitööde kogumaht objektil t.

### 3.2.3. Hoonete jagamine montaažiipiirkondadeks ja haardealadeks

Et ühekorruseliste tööstushoonete ehitamisel rakendada voolehituse põhiprintsiipe - pidevus ja ühtlus ning protsesside maksimaalne lähendamine -, tuleb hooned jagada montaažiipiirkondadeks ja haardealadeks. Montaažiipiirkonnad ja haardealad võivad olla ühesugused või eri suurusega.

Hoone jagamine montaažiipiirkondadeks oleneb hoone tüübist, tehnoloogiliste seadmete ja vundamentide asetusest ning ehitamise meetodist.

Montaažiipiirkonnaks võetakse niisugune ühekorruselise hoone väikseim osa (plaanis), mis tagab minimaalsed organisatsioonilised vaheajad hoone montaaži ja järgnevate ehitus-protsesside vahel ning võimaldab kiiremini anda eksploatatsiooni hooned (tsehhid) osade kaupa (piirkonnad, löövid, järjekorrad) koos tehnoloogiliste seadmete sõlmedega.

Montaažiipiirkonna suuruse arvutamise meetodika on toodud käesoleva loengukonспекти esimeses osas ("Voolehituse alused" I, lk.36...39).

Keskmist tüüpi ühekorruseliste tööstushoonete montaažil diferentsiaalmeetodiga kahe või mitme kraana abil langeb montaažiipiirkonna suuruse arvutamine ära. Sel juhul võetakse montaažiipiirkonnaks üks lüüv temperatuurivuurude vahel või terve lüüv.

Ühekorruseliste monteeritavast raudbetoonist tööstushoonete montaažiipiirkondadeks jagamine ja montaažiskeemid on toodud joonistel 26, 27, 28.

Rasket tüüpi ühekorruseliste tööstushoonete montaažil kompleksmeetodiga üheaegselt mitme kraanaga terve hoone laiuses võetakse montaažiipiirkonnaks samuti temperatuuriplokk, kuid juba kõikide lüüvide ulatuses (terve hoone laiuses, joon.28), või plokeeritud agregaatide piirkond. Plokeeritud agregaadid koosnevad põhilistest tehnoloogilistest ja abiseadmetest ning vajalikest torustikest koos vundamentidega ning neid on võimalik eraldi proovida ja anda eksploatatsiooni.

Konstruksioonide montaaži skeem ja piirkondade montaaži järjekord olenevad tehnoloogiliste seadmete montaaži organiseerimise viisist ja hoonega külgnevate teenindusruumide paiknemisest. Ehitus- ja montaažitööde maksimaalse ühitamise eesmärgil alustatakse konstruksioonide montaaži teenindusruumide hoonega külgnevast piirkonnast või piirkonnast, kus algab seadmete montaaž. Seejuures on soovitatav monteerida piki lüüvisid (mitte põiki), et paremini võimaldada transpordivahenditel monteeritavate konstruksioonide juurdevedamisel sõita takistusteta läbi ehitatava hoone.

### 3.3. Mitmekorruseliste tööstushoonete ehitamise tehnoloogia

#### 3.3.1. Ehitamise tehnoloogia struktuur

Ühelaadsete mitmekorruseliste tööstushoonete ehitamise tehnoloogia on võimalik jagada staadiumideks:

I staadium - esimese korruse põrandapinnast allpool asuvate konstruksioonide ehitamine,

II staadium - korruste ja katuse konstruksioonide montaaž,

III staadium - viimistlustööd.

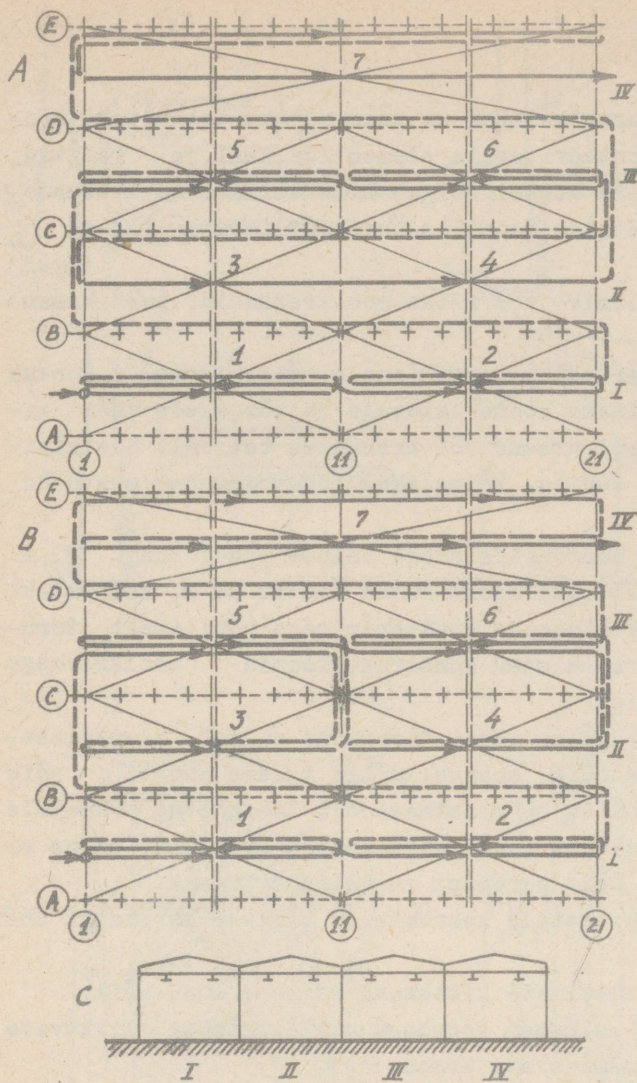
Tehnoloogilised seadmed monteeritakse omaette spetsialiseeritud vooluga, mis võimalikult ühitatakse hoone ehitustöödega.

Üksikute staadiumide protsessid erinevad teineteisest oma iseloomult, töömahtude paiknemiselt hoone ulatuses ja kasutatavate masinate poolest.

Iga tehnoloogilise staadiumi protsesside kulgemiseks organiseeritakse spetsialiseeritud voolud, mille lähendamise ja võimaliku ühitamise tulemusel saadakse objektivool.

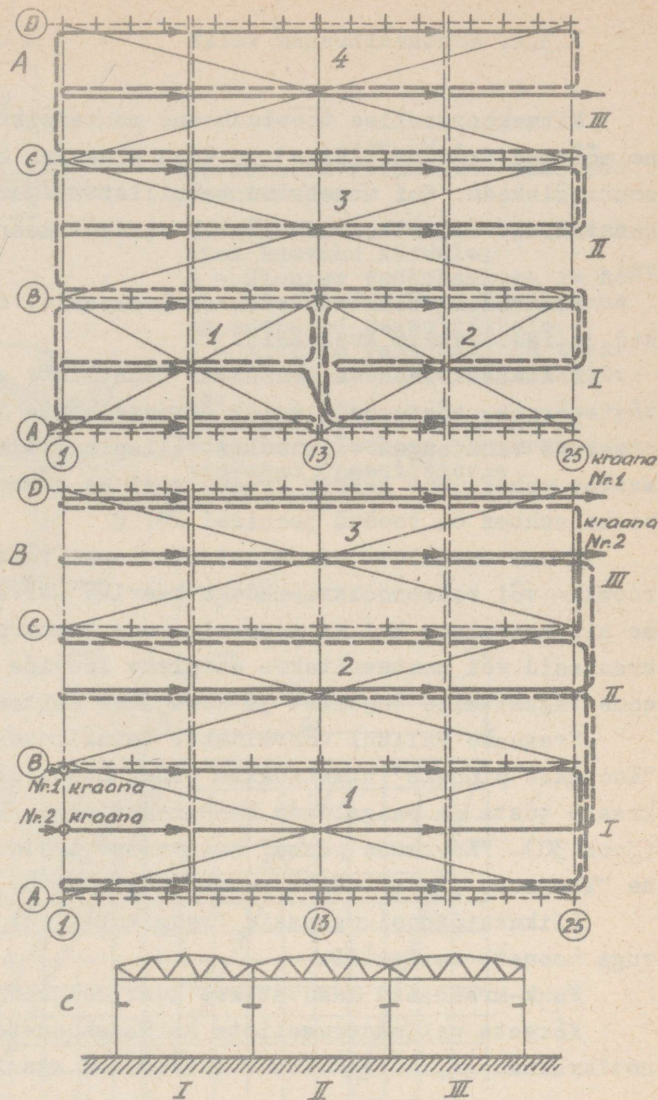
Iga spetsialiseeritud vool koosneb osavooludest, mis kujutavad protsesside kulgemist montaažiipiirkondadel ja haardealadel.

Erilaadsetes mitmekorruselistes tööstushoonetes paiknevad protsesside tömahud korrustel ja sektsioonides ebaühtlaselt, samuti võib muutuda ka protsesside koostis ning isegi spetsialiseeritud voolude kulgemise järjekord hoonete eri osades. Seetõttu erilaadsete mitmekorruseliste tööstushoonete ehitamisel (nii nagu erilaadsete ühekorruseliste - rasket tüüpi - tööstushoonete juures) ei ole alati võimalik selgesti eraldada üksikuid tehnoloogilisi staadiume. Sel juhul objektivool koosneb mitmest spetsialiseeritud voolust, mida ei saa grupeerida tehnoloogilisteks staadiumideks.



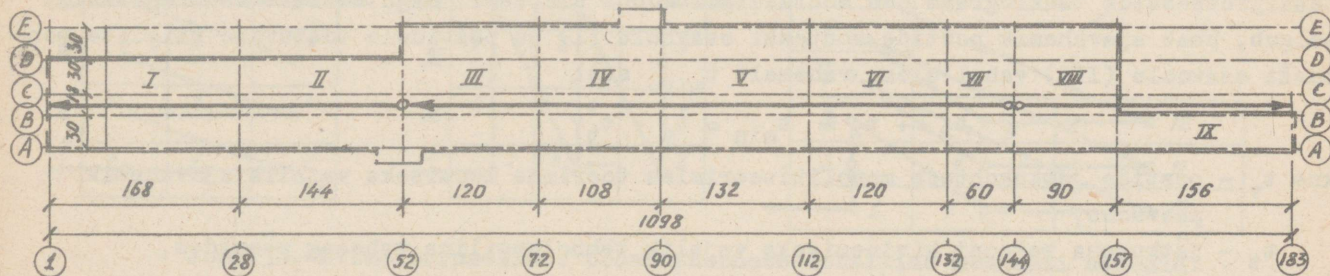
Joon.26. Ühekorruselise kergeti tüüpi tööstushoone montaažipiirkonnad ja montaaži skeem.

I...IV - löövide numbrid;  
 1...7 - montaažipiirkonnad;  
 A - detailide montaaž lõpetatakse montaažipiirkondades järjekorras 1, 5, 6, 3, 4 ja 7;  
 B - detailide montaaž lõpetatakse montaažipiirkondades järjekorras 1, 2, 3, 5, 6, 4 ja 7;  
 C - tööstushoone löige.



Joon.27. Ühekorruselise keskmist tüüpi tööstushoone montaažipiirkonnad ja montaaži skeem.

I, II ja III - löövide numbrid;  
 1, 2, 3 ja 4 - montaažipiirkondade numbrid;  
 A - montaaž ühe kraanaga;  
 B - montaaž kahe kraanaga;  
 C - tööstushoone löige.



Joon.28. Ühekorruselise rasket tüüpi tööstushoone montaažipiirkonnad ja montaaži skeem.

I...IX - montaažipiirkonnad;  
 1...183; A...E - hoone telgede tähistused.

### 3.3.2. Montaažikraana valik

Mitmekorruselise tööstushoone montaažikraana valikul on määravateks teguriteks hoone mõõtmed (kõrgus, laius) ja kuju plaanis, monteeritavate elementide kaal ja valitud montaažiskeem. Kui nimetatud tehniliste tegurite alusel selgub mitu võimalikku kraanade kasutamise varianti, siis lõplik variant määratakse tehnilis-ökonomiliste näitajate alusel.

Montaažil võib kasutada tornkraanasid, roomik- või ratas-noolkraanasid, pukk-kraanasid ja isetõusvaid kraanasid.

Montaažikraana valikul tema tehniliste näitajate järgi (noole väljaulatus, konksu tõstekõrgus, tõstejõud) tuleb arvesse võtta lisaks hoone laiusele ja kõrgusele veel minimaalne vahekaugus välisseina välispinnast kuni kraana või kraanatee teljeni. See minimaalne vahekaugus määrab kraana asetuse hoone suhtes. Võimalikud tornkraanade asetused hoone suhtes on toodud joonisel 29.

Hoone maa-aluse osa konstruktsioone võib monteerida hoone laiuse puhul kuni 20 m roomik- või ratasnoolkraanadega kaeviku servalt. Kui hoone laius ületab 20 m, kasutatakse nii maa-aluse kui ka maapealse osa konstruktsioonide monteerimiseks põhiliselt tornkraanasid või monteeritakse äärmiste löövide maa-alused konstruktsioonid noolkraanaga enne tagasitõite tegemist ja kraanatee ehitamist.

Kraanade valikul võrreldakse tehnilistest näitajatest "koormuse pinna" kasutamist. "Koormuse pinnaks" nimetatakse pinda hoone ristlõike suunas, mille igasse punkti võib kraana tõsta ja paigaldada konstruktsioone, kui ta on maksimaalselt lähendatud hoonele (joon.30). "Koormuse pinna" kasutamist iseloomustab hoone vertikaalse ristlõike pinna suhe "koormuse pinda". Mida suurem on see suhe, seda paremini on valitud kraana.

Liikuvaid noolkraanasid (roomikutel või ratastel) kasutatakse väikese korruste arvuga hoonete montaažil.

Pukk-kraanasid kasutatakse kuni neljakorruseliste kitsamate hoonete montaažil.

Kõrgete paljukorruseliste karkasshoonete esimesed korrused monteeritakse liikuvate noolkraanadega, kõrgemalasuavad korrused aga isetõusvate kraanadega.

### 3.3.3. Hoonete jagamine montaažipiirkondadeks ja haardealadeks

Ühelaadse mitmekorruselise tööstushoone montaažipiirkonnaks on korruse osa, mille ulatuses võib pidevalt monteerida konstruktsioone, pidades kinni vajalikest tehnoloogilistest vaheaegadest ja tagades seejuures konstruktsioonide püsivuse ning kompleksuse. Konstruktsioonide kompleksus montaažil peab tagama monteeritud piirkonnas järgnevate tööde tegemise võimaluse.

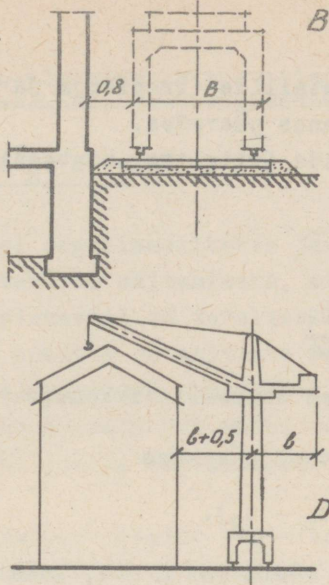
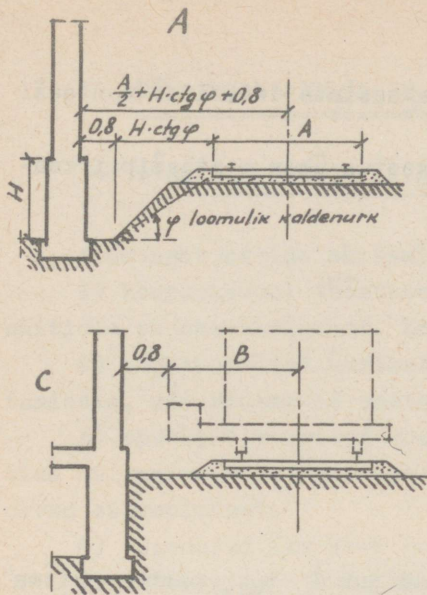
Montaažipiirkond koosneb ühest või mitmest sektsioonist (postide vahe ühe löövi ulatuses ühel korrusel, mis võib olla haardealaks) tavaliselt temperatuuriploki või poole hoone ulatuses, ning tema suurus määratakse arvutuse abil, mille aluseks on konstruktsioonide montaaži pidevuse nõue.

Joonisel 31 on näidatud mitmekorruselise tööstushoone raudbetoonkonstruktsioonide montaažiprotsesside tsüklogramm ühe montaažipiirkonna ulatuses. Nagu sellelt tsüklogrammilt selgub, peab ajavahemik postide montaaži osavoolu (I) ja postidele toetuvate riiglite montaaži osavoolu (III) vahel olema vähemalt  $t_{\min}$  s.t.

$$t_2 + t_3 \geq t_{\min} = t_v + t_t,$$

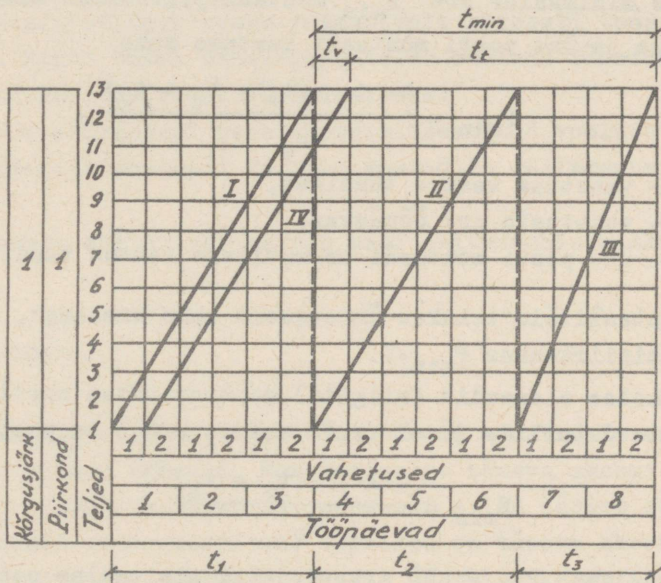
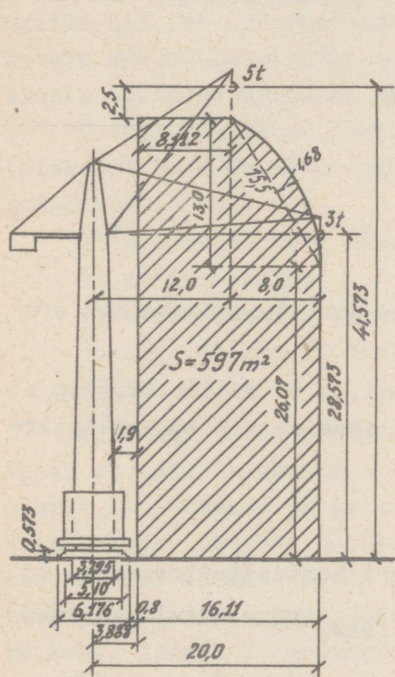
kus  $t_v$  - postide jätkukohtade monolitiseerimise töörinde loomiseks vajalik ajavahemik päevades,

$t_t$  - jätkukoha betooni kivinemiseks vajalik tehnoloogiline vaheaeg päevades,



Joon.29. Tornkraana võimalikud asetused hoone suhtes:

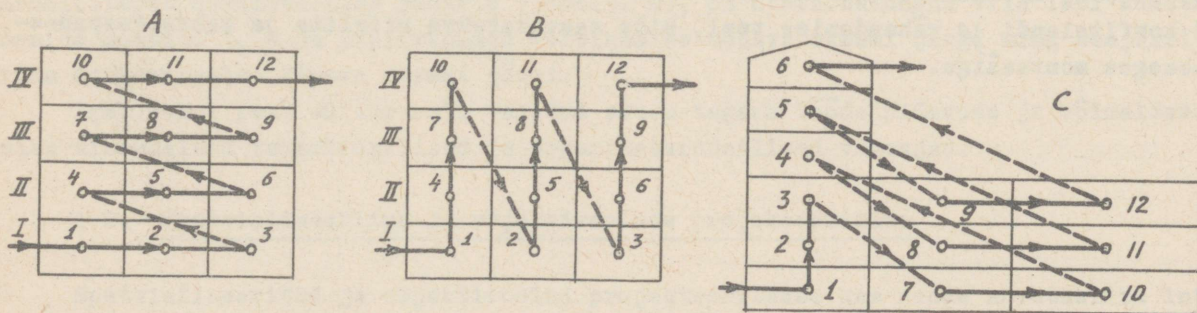
A - tornkraana on asetatud lah-tise kaeviku kõrvale;  
 B - ülemise vastukaaluga ja ho-risontaalse noolega tornkraana on asetatud tagasitäitele;  
 C - alumise vastukaaluga torn-kraana on asetatud tagasitäite-le;  
 D - ülemise vastukaaluga ja tšstetava noolega tornkraana on asetatud tagasitäitele.



Joon.31. Mitmekorruselise tööstushoone ühe montaaži-piirkonna montaažitööde tsüklogramm.

Joon.30. Tornkraana "koormuse pind".

Osavoolud: I - postide montaaž; II - postidele mitte toetuvate detailide montaaž; III - riiglite montaaž; IV - postide jätku-kohtade monolitiseerimine.



Joon.32. Mitmekorruseliste tööstushoonete detailide montaaži skeemid.

A - horisontaalse tõusva montaaži skeem;  
 B - vertikaalse tõusva montaaži skeem;  
 C - segamontaaži skeem;  
 1...12 - montaažipiirkonnad.

$t_2$  - postidele mittetoetuvate detailide (trepikoja ja vaheseinte detailid) montaaži kestus ühes montaažiipiirkonnas päevades,

$t_3$  - postidele toetuvate detailide (riiglite) montaaži kestus ühes montaažiipiirkonnas päevades.

Kui tähistada  $\varphi = \frac{t_1}{t_3}$ , siis

$$t_v + t_t = t_2 + \frac{t_1}{\varphi},$$

kus  $t_1$  - postide montaaži kestus ühes montaažiipiirkonnas.

Siit saame postide montaaži kestuse päevades

$$t_1 = \varphi \cdot (t_v + t_t - t_2).$$

Kui  $t_1 < t_3$ , siis koefitsient  $\varphi$  võetakse:  $\varphi = 1$ , kuna sel juhul  $t_{\min}$  peab olema montaažiipiirkonna alguses.

Postide minimaalne arv  $P_{\min}$  montaažiipiirkonnas määratakse kui kõikide postide montaaži kestuse ja ühe posti montaaži kestuse suhe

$$P_{\min} = \frac{c \cdot A \cdot \varphi \cdot (t_v + t_t - t_2)}{s_0},$$

kus  $c$  - vahetuse kestus tundides,

$A$  - vahetuste arv ööpäevas,

$s_0$  - ühe posti montaaži normatiivne kestus tundides.

Kui montaažitööd tehakse üheaegselt kahe kraanaga, siis on postide minimaalne arv ühes montaažiipiirkonnas  $P_{\min} \cdot 2$ .

Kui vahelae elemendid (riiglid) monteeritakse postide järel, s.t. mitte trepikoja ja vaheseinte detailide järel (s.t. kui  $t_2 = 0$ ), on postide minimaalne arv montaažiipiirkonnas

$$P_{\min} = \frac{c \cdot A \cdot \varphi \cdot (t_v + t_t)}{s_0}.$$

Kui sel juhul  $P_{\min} > P$ , s.t. vajalik minimaalne postide arv montaažiipiirkonnas on suurem olemasolevate postide arvust, kontrollitakse võimalust  $P_{\min}$  suurendamiseks kuni  $P$ -ni järgmiste moodustega:

a) postidele mittetoetuvate detailide montaaži ettenägemisega kohe pärast postide montaaži (s.t.  $P_{\min}$  valemisse lülitatakse suurus  $t_2$ );

b) tehnoloogilise vaheaja  $t_t$  lühendamisega kiirelt kivineva tsemendi kasutuselevõtmise või betooni kivinemise kiirendamise teel postide jätkukohtade betoneerimisel;

c) koefitsiendi  $\varphi$  vähendamise teel, mida saavutatakse riiglite ja vaheseinapanee-  
lide üheaegse montaažiga.

#### 4. Tööstusobjektide ja komplekside ehitusvoolud =====

##### 4.1. Ehitusvoolude liigid ja skeemid

Tööstusobjektide ehitamisel organiseeritakse järgmised ehitusvoolud:

1) kompleksvool tööstusettevõtte ehitamiseks, mis koosneb eriliigiliste hoonete ja ehitiste objektivooludest. Kompleksvool on tavaliselt kauakestev (2-3 aastat);

2) objektivoolud üksikute hoonete ja ehitiste või nende ühelaadsete gruppide ehitamiseks, mis koosnevad spetsialiseeritud vooludest;

3) spetsialiseeritud voolud hoonete või ehitiste üksikute konstruktiivsete elementide ehitamiseks ja üksikute tööliikide (maalritööd, mullatööd) tegemiseks, mis koosnevad osavooludest:

4) osavoolud üksikute ehitusprotsesside tegemiseks.

Organiseeritavate ehitusvoolude struktuur (s.t. samaliigiliste ehitusvoolude arv) oleneb objektide liigist, nende arvust ja mahust.

Objektide ehitamisel tuleb spetsialiseeritud voolude kulgemise ruumilised skeemid valida nii, et eelmine spetsialiseeritud vool avaks võimalikult kiiresti töörinde järgnevale spetsialiseeritud voolule. Eriti suurt tähelepanu tuleb osutada töörinde avamisele seadmete montaaži spetsialiseeritud voolu läbiviimiseks.

Ühekorruseliste tööstushoonete ehitamisel peab spetsialiseeritud voolude skeem (plaanis) vastama põhikonstruktsioonide montaaži valitud meetodile (diferentsiaal- või kompleksmeetod).

Mitmekorruseliste tööstushoonete ehitamisel esineb neli ehitusvoolude skeemi:

- 1) horisontaalne,
- 2) horisontaalne tõusev,
- 3) vertikaalne (tõusev või langev),
- 4) segaskeem.

Joonisel 32 on toodud näitena mitmekorruselise tööstushoone konstruktsioonide montaaži spetsialiseeritud voolu võimalikud skeemid. Horisontaalse tõusva skeemi (joon.32 A) juures alustatakse järgmise korruse konstruktsioonide montaaži alles pärast seda, kui kõik eelmise korruse konstruktsioonid on monteeritud. Vertikaalse tõusva skeemi (joon.32B) kasutamisel monteeritakse kõikide korruste konstruktsioonid üksteise kohal asuvate montaažipiirkondade kaupa. Sel juhul luuakse võimalus monteerida seadmed plokkidena üksteise kohal asuvates montaažipiirkondades ning alustada seadmete montaažiga mitmekorruselises tööstushoones enne konstruktsioonide montaaži lõppemist järgnevates kõrvalasuvates montaažipiirkondades. Erilaadsete tööstushoonete ehitamisel on mõnel juhul otstarbekas kasutada ka ehitusvoolude segaskeemi. Näiteks kui hoone kolmanda, neljanda ja viienda korruse montaažipiirkondades 3, 4 ja 5 on ette nähtud monteeritavale karkassile toetuvad monoliitsest raudbetoonist punkrid (joon.32 C), on otstarbekohane viia läbi konstruktsioonide montaaž 1, 2 ja 3. piirkonnas vertikaalse tõusva skeemi järgi ning seejärel monteeri horisontaalse tõusva skeemi järgi.

Igal juhul peab ehitusvoolu valitud skeem tagama tööde pidevuse ja võimaldama ette näha minimaalsed tehnoloogilised ja organisatsioonilised vaheajad.

##### 4.2. Spetsialiseeritud ja objektivoolude projekteerimine

Spetsialiseeritud ja objektivoolud projekteeritakse kas nende arvutusliku intensiivsuse (päevase töömahu) või etteantud tähtaja (kestuse) järgi.

Vaatleme mõlemat nimetatud juhtu.

#### 4.2.1. Spetsialiseeritud ja objektivoolude projekteerimine nende arvutusliku intensiivsuse järgi

Ehitusvoolu arvutuslikuks intensiivsuseks loetakse niisugust intensiivsust, mis:

- 1) on võrdne või kordne ehitusvoolust osavõtivate masinate tootlikkusega;
- 2) tagab küllaldase tööriinde järgnevatele ehitusvooludele;
- 3) vastab soovitavale brigaadi koosseisule ja teistele tootmisteguritele;
- 4) määratakse voolu püsiva perioodi kohta ehitustoodangu päevase töömahuga.

Spetsialiseeritud ja objektivoolude projekteerimisel arvutusliku intensiivsuse järgi on kõige tähtsamaks ülesandeks leida ehituskestus. Selleks tuleb aga:

- 1) määrata iga spetsialiseeritud voolu arvutuslik intensiivsus;
- 2) koostada iga spetsialiseeritud voolu kohta tehnoloogiline normaal;
- 3) määrata piirkondade ja haardealade süsteem iga hoone ja ehitise kohta ja voolude ruumilised skeemid;
- 4) määrata tööde mahud ja kestused montaažipiirkondades ja haardealadel (tööliste arvu saamiseks määratakse ka töömahukused inimvahetustes ja masinate arvu saamiseks masinvahetustes);
- 5) koostatakse spetsialiseeritud ja objektivoolude tsüklogrammid.

Põhilise juhtiva osavoolu (protsessi) arvutusliku intensiivsuse järgi (mis määrab spetsialiseeritud voolu arvutusliku intensiivsuse) määratakse kõikide teiste osavoolude arvutuslikud intensiivsused, lähtudes sellest, et osavoolude kestused objektile oleksid võrdsed. Seda saame teha järgmiselt.

Kui esimese osavoolu intensiivsus on

$$i_I = \frac{P_I}{t},$$

ja teise osavoolu intensiivsus on

$$i_{II} = \frac{P_{II}}{t},$$

siis lähtudes sellest, et osavoolude kestused on võrdsed, saame

$$t = \frac{i_I}{P_I} = \frac{i_{II}}{P_{II}} \quad \text{ehk} \quad \frac{i_{II}}{i_I} = \frac{P_{II}}{P_I}, \quad \text{ja siit:}$$

$$i_{II} = i_I \frac{P_{II}}{P_I}; \quad i_{III} = i_I \cdot \frac{P_{III}}{P_I}, \quad \text{jne.} \quad i_n = i_I \cdot \frac{P_n}{P_I},$$

kus  $P_I, P_{II} \dots P_n$  on osavoolude tööde mahud.

Nüüd tuleb määrata tehnoloogiliste normaalide ja tsüklogrammide koostamiseks vajalikud osavoolude kestused kõikides piirkondades.

Esimese osavoolu kestus esimeses piirkonnas on

$$\sum_1^{(1)} k^I = \frac{P_I}{i_I},$$

esimese osavoolu kestus teises piirkonnas on

$$\sum_2^{(2)} k^I = \frac{P_I}{i_I} \quad \text{jne.},$$

esimese osavoolu kestus viimases piirkonnas on

$$\sum_M^{(M)} k^I = \frac{P_I}{i_I}$$

jne. kõikide teiste osavoolude kohta samuti.

Siin suurused  $p_I^{(1)}, p_I^{(2)} \dots p_I^{(M)}$  tähistavad esimese osavoolu tööde mahtu piirkondades

1, 2...M.

Osavoolus töötavate tööliste arv määratakse valemiga

$$N = \frac{Q_0}{\alpha_0 \cdot t},$$

kus  $Q_0$  - osavoolu töömahukus inimvahetustes,

$t$  - osavoolu kestus vahetustes,

$\alpha_0$  - normide täitmise näitaja.

Tehnoloogiline normaal koostatakse iga spetsialiseeritud voolu kohta igas erinevas piirkonnas. Kui ühelaadisel objektil on kõik piirkonnad ühesugused (ühesuurused), tuleb iga spetsialiseeritud voolu kohta koostada ainult üks tehnoloogiline normaal. Erilaadsetel objektidel, kus esineb väga palju erisuguseid piirkondi, koostatakse tehnoloogiline normaal iga spetsialiseeritud voolu arvutusliku intensiivsuse ühiku kohta (s.t. päevase töömahu kohta).

Tehnoloogiliste normaalide ja voolude ruumiliste skeemide järgi koostatakse spetsialiseeritud voolude ja objektivoolude tsüklogrammid.

Tsüklogrammidel tuleb kõik voolud maksimaalselt lähendada teineteisele selleks, et vaheajad voolude vahel oleksid võimalikult lühikesed.

Kui vaadelda kahe teineteisele järgneva osavoolu lähendamist omaette igas piirkonnas, siis esinevad siin kaheksugused vaheajad:

- 1) minimaalsed organisatsioonilised vaheajad, mis on tingitud nõutava tööriinde loomise vajadusest;
- 2) tehnoloogilised vaheajad, mis olenevad ainult kasutatavate materjalide omadustest (betooni kivinemine, krohvi kuivamine jne.).

Kui esinevad mõlemad nimetatud vaheajad, siis minimaalseks arvutuslikuks võetakse suurim nendest.

Kahe teineteisele järgneva juhtiva osavoolu minimaalsed organisatsioonilised vaheajad iga piirkonna alguses ja lõpus (joon. 34) olenevad osavoolu kestusest ja haardealade arvust igas piirkonnas.

Need minimaalsed organisatsioonilised vaheajad määratakse joonisel 33 toodud valemite alusel.

N ä i d e. Arvutada kahe teineteisele järgneva osavoolu minimaalsed arvutuslikud vaheajad piirkonna "i" alguses ja lõpus, kui esimese osavoolu kestus selles piirkonnas on

$\sum_1^{i'} k^I = 10$  päeva ja teise osavoolu kestus samas piirkonnas on  $\sum_1^{i''} k^{II} = 7$  päeva ning kui esimene osavool kulgeb selles piirkonnas neljal haardealal ( $m_1^I = 4$ ) ja teine osavool kahel haardealal ( $m_1^{II} = 2$ ).

Antud juhul  $\sum_1^{i'} k^I > \sum_1^{i''} k^{II}$  ja  $m_1^I > m_1^{II}$ .

Vastavalt joonisele 33 tuleb organisatsioonilised vaheajad määrata järgmiste valemitega:

$$t_i^I = \sum_1^{i'} k^I - \sum_1^{i''} k^{II} \cdot \frac{m_1^I - 1}{m_1^I} = 10 - 7 \cdot \frac{4 - 1}{4} = 6,5 \text{ päeva,}$$

$$t_{i'}^I = \frac{\sum_1^{i''} k^{II}}{m_1^{II}} = \frac{7}{2} = 3,5 \text{ päeva.}$$

Osavoolude I ja II kestuste võrdlus piirkonnas „I“	Haardealade arvu (millel kulgevad osavoolud I ja II) võrdlus piirkonnas „I“	Minimaalsed organisatsioonilised vaheajad kahe teineteisele järgneva osavoolu I ja II vahel piirkonna „I“ lõpus „t <sub>i</sub> <sup>I</sup> “ ja alguses „t <sub>i</sub> <sup>II</sup> “	Kahe teineteisele järgneva osavoolu I ja II lähendamise skeem piirkonnas „I“
$\sum_i^I K^I > \sum_i^I K^{II}$	$m_i^I \leq m_i^{II}$	$t_i^I = \frac{\sum_i^I K^I}{m_i^I}$ $t_i^I = \sum_i^I K^I + t_i^I - \sum_i^I K^{II} =$ $= \sum_i^I K^I - \sum_i^I K^{II} \cdot \frac{m_i^I - 1}{m_i^I}$	
	$m_i^I > m_i^{II}$	$t_i^I = \frac{\sum_i^I K^I}{m_i^I}$ $t_i^I = \sum_i^I K^I + t_i^I - \sum_i^I K^{II} =$ $= \sum_i^I K^I - \sum_i^I K^{II} \cdot \frac{m_i^I - 1}{m_i^I}$	
$\sum_i^I K^I < \sum_i^I K^{II}$	$m_i^I = m_i^{II}$	$t_i^I = \frac{\sum_i^I K^I}{m_i^I}$ $t_i^I = t_i^I + \sum_i^I K^{II} - \sum_i^I K^I =$ $= \sum_i^I K^{II} - \sum_i^I K^I \cdot \frac{m_i^I - 1}{m_i^I}$	
	$m_i^I > m_i^{II}$	$t_i^I = \frac{\sum_i^I K^I}{m_i^I}$ $t_i^I = t_i^I + \sum_i^I K^{II} - \sum_i^I K^I =$ $= \sum_i^I K^{II} - \sum_i^I K^I \cdot \frac{m_i^I - 1}{m_i^I}$	

Joon. 33. Minimaalsed organisatsioonilised vaheajad kahe teineteisele järgneva osavoolu I ja II vahel ühes piirkonnas.

Seega on määratud minimaalsed organisatsioonilised vaheajad kahe osavoolu vahel piirkonnas "i".

Nüüd tuleb kontrollida, kas tehnoloogilised vaheajad ületavad minimaalseid organisatsioonilisi vaheaegu.

Oletame, et esimene osavool kujutab krohvitoide ja teine osavool maalritoide ning tehnoloogiline vaheaeg nende osavoolude vahel (krohvi kuivamise aeg) on 6 päeva. Sel juhul määrab minimaalse arvutusliku vaheaja nimetatud kahe osavoolu vahel piirkonna "i" alguses minimaalne organisatsiooniline vaheaeg 6,5 päeva ja piirkonna "i" lõpus tehnoloogiline vaheaeg 6 päeva. Seega antud juhul  $t_1^I = 6,5$  päeva ja  $t_{i,1}^I = 6$  päeva.

Pärast minimaalsete arvutuslike vaheaegade määramist kahe teineteisele järgneva osavoolu vahel iga piirkonna alguses ja lõpus tuleb need omavahel teineteisele maksimaalselt lähendada kas graafilisel või analüütilisel meetodil.

Graafilise meetodi kasutamisel kantakse tsüklogrammile alguses esimese osavoolu graafik ning sellest paremale meelevaldsele kaugusele nõrga joonega teise osavoolu graafik. Seejärel lähendatakse teise osavoolu graafik esimese osavoolu graafikule nii, et kõikide piirkondade alguses ja lõpus jääksid kahe osavoolu vahele minimaalsed arvutuslikud vaheajad. Samuti toimitakse järgmiste osavoolude graafikutega. Nii saadakse spetsialiseeritud voolu tsüklogramm, mille järgi on võimalik leida tehnoloogilise tsükli kestused igas piirkonnas ning spetsialiseeritud voolu kogukestus. Objektivoolu tsüklogrammi saamiseks lähendatakse samal moel teineteisele kõikide spetsialiseeritud voolude graafikud ning leitakse objektivoolu arendamise perioodi ning kogu objektivoolu kestused.

Analüütilise meetodi kasutamisel on kahe teineteisele järgneva (I ja II) osavoolu lähenemise arvutuslik ajavahemik (kui need osavoolud on teineteisele maksimaalselt lähendatud kuni kriitilise asendini piirkonna "i" lõpus) esimese piirkonna alguses (joon.35 A):

$$O_1^I = \sum_1^{i'} k^I - \sum_1^{i'} k^{II} + t_1^I,$$

ja viimase piirkonna lõpus (joon.35 B):

$$O_{M'}^I = \sum_{i+1}^{M'} k^{II} - \sum_{i+1}^{M'} k^I + t_{i,1}^I,$$

kus  $\sum_1^{i'} k^I$  - esimese (I) osavoolu kestus esimese piirkonna algusest kuni piirkonna "i" lõpuni;

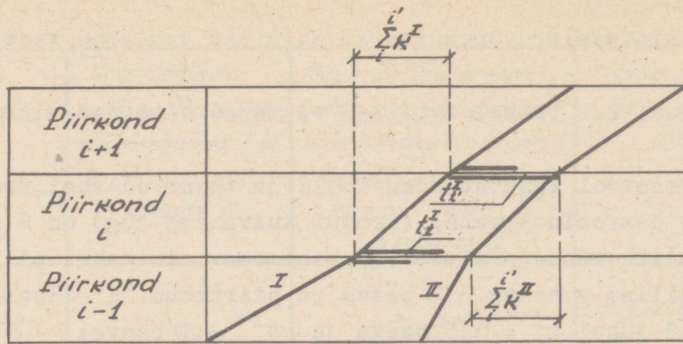
$\sum_1^{i'} k^{II}$  - teise (II) osavoolu kestus esimese piirkonna algusest kuni piirkonna "i" lõpuni;

$t_{i,1}^I$  - minimaalne arvutuslik vaheaeg I ja II osavoolu vahel piirkonna "i" lõpus;

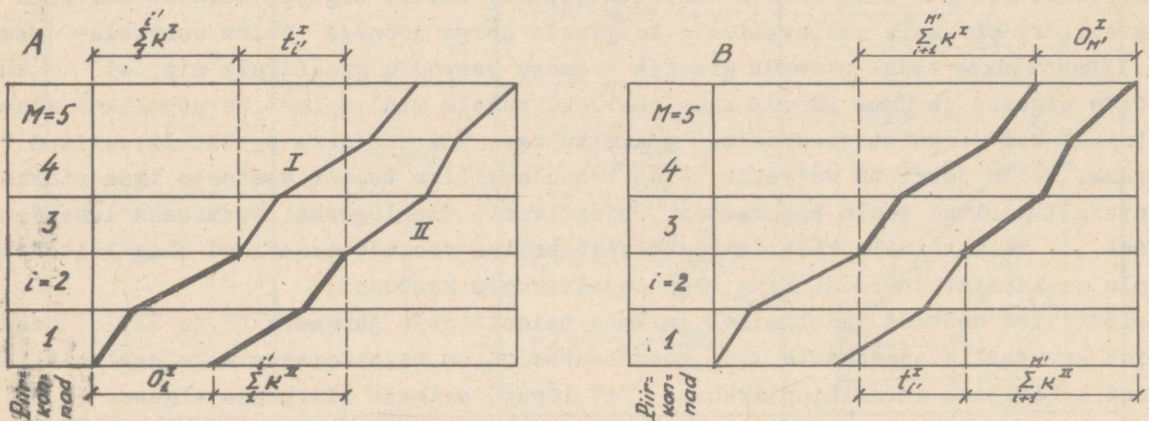
$\sum_{i+1}^{M'} k^{II}$  - teise (II) osavoolu kestus piirkonna "i+1" algusest (või piirkonna "i" lõpust) kuni viimase piirkonna lõpuni ( $M'$ );

$\sum_{i+1}^{M'} k^I$  - esimese (I) osavoolu kestus piirkonna "i+1" algusest (või piirkonna "i" lõpust) kuni viimase piirkonna lõpuni ( $M'$ ).

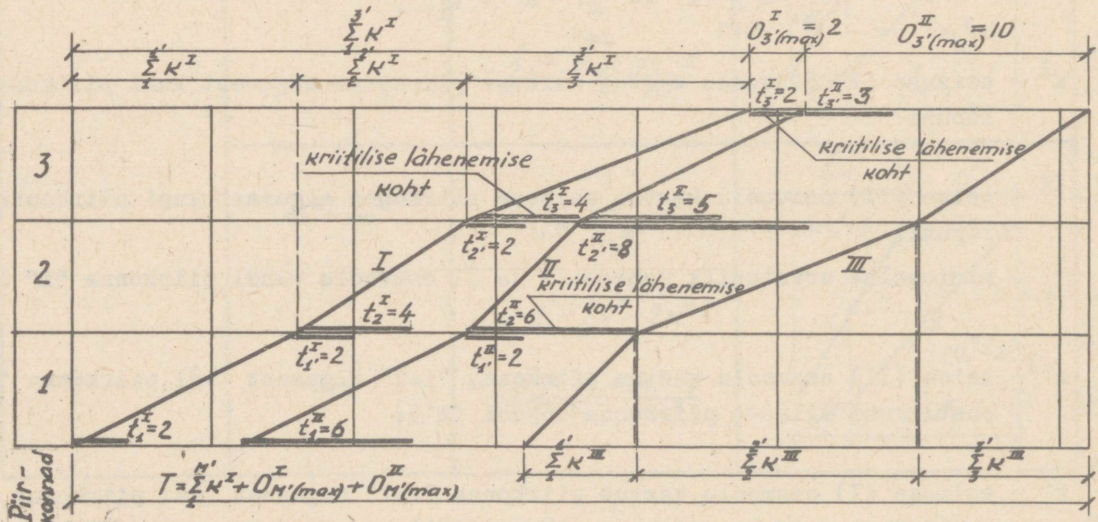
Osavoolude lähendamise analüütilise meetodi kasutamisel leitakse lähenemise suurimad ajavahemikud ja kriitilise lähenemise kohad nende valemite järgi vastavalt allpool toodud näitele.



Joon.34. Minimaalsed organisatsioonilised vaheajad kahe teineteisele järgneva osavoolu vahel iga piirkonna alguses ja lõpus.



Joon.35. Mitterütmiliste osavoolude lähenemise määramine:  
 A - esimese piirkonna alguses;  
 B - viimase piirkonna lõpus.



Joon.36. Kolme mitterütmilise osavoolu kriitiline lähendamine minimaalselt vajalike vaheaegade säilitamisega osavoolude vahel.

N ä i d e. Leida kolme osavoolu lähenemise suurimad ajavahemikud viimase piirkonna lõpus ( $M'$ ) ja kriitilise lähenemise kohad ning määrata nendest kolmest osavoolust koosneva spetsialiseeritud voolu kestus. Andmed osavoolude kohta on toodud tabelis 12.

T a b e l 1 2

Andmed osavoolude kestuse kohta piirkondades ja nende minimaalsete arvutuslike vaheaegade kohta

Piirkonna nr.	Osavoolu I kestus piirkondades $\sum_i^{i'} k^I$	Minimaalsed arvutuslikud vaheajad I ja II osavoolu vahel piirkondade lõpus $t_{i'}^I$ ja alguses $t_i^I$	Osavoolu II kestus piirkondades $\sum_i^{i'} k^{II}$	Minimaalsed arvutuslikud vaheajad II ja III osavoolu vahel piirkondade lõpus $t_{i'}^{II}$ ja alguses $t_i^{II}$	Osavoolu III kestus piirkondades $\sum_i^{i'} k^{III}$
1	2	3	4	5	6
3	10	$\frac{2}{4}$	8	$\frac{3}{5}$	6
2	6	$\frac{2}{4}$	4	$\frac{8}{6}$	10
1	8	$\frac{2}{2}$	8	$\frac{2}{6}$	4

Leiame kõigepealt I ja II osavoolu lähenemise suurima ajavahemiku viimase, s.t. kolmanda piirkonna lõpus ( $M'=3$ ). Selleks määrame ajavahemikud nende osavoolude vahel kolmanda piirkonna lõpus:

1) lähtudes minimaalsest arvutuslikust vaheajast kolmanda piirkonna lõpus ( $t_{3'}^I = 2$ )

$$O_{3'}^I = \sum_{3'}^{3'} k^{II} - \sum_{3'}^{3'} k^I + t_{3'}^I = 0 - 0 + 2 = +2;$$

2) lähtudes minimaalsest arvutuslikust vaheajast piirkondade 2 ja 3 piiril ( $t_{\frac{2}{3}}^I = 4$ )

$$O_{\frac{2}{3}}^I = \sum_{\frac{2}{3}}^{3'} k^{II} - \sum_{\frac{2}{3}}^{3'} k^I + t_{\frac{2}{3}}^I = 8 - 10 + 4 = +2;$$

3) lähtudes minimaalsest arvutuslikust vaheajast piirkondade 1 ja 2 piiril ( $t_{\frac{1}{2}}^I = 4$ )

$$O_{\frac{1}{2}}^I = \sum_{\frac{1}{2}}^{3'} k^{II} - \sum_{\frac{1}{2}}^{3'} k^I + t_{\frac{1}{2}}^I = 12 - 16 + 4 = 0;$$

4) lähtudes minimaalsest arvutuslikust vaheajast piirkonna 1 alguses ( $t_1^I = 2$ )

$$O_1^I = \sum_1^{3'} k^{II} - \sum_1^{3'} k^I + t_1^I = 20 - 24 + 2 = -2.$$

Seega on I ja II osavoolu lähenemise suurim ajavahemik kolmanda piirkonna lõpus  $O_{3'}^I = 2$  päeva ja see tekib siis, kui lähtuda kolmanda piirkonna lõpu ja piirkondade 2 ja 3 piiri minimaalsetest arvutuslikest vaheaegadest. Järelikult I ja II osavoolu kriitiline lähenemine toimub nendes kohtades.

Määrame nüüd ajavahemikud II ja III osavoolu vahel kolmanda piirkonna lõpus:

1) lähtudes minimaalsest arvutuslikust vaheajast kolmanda piirkonna lõpus ( $t_{3'}^{II} = 3$ )

$$O_{3'}^{II} = \sum_{3'}^{3'} k^{III} - \sum_{3'}^{3'} k^{II} + t_{3'}^{II} = 0 - 0 + 3 = +3;$$

2) lähtudes minimaalsest arvutuslikust vaheajast piirkondade 2 ja 3 piiril ( $t_{3'}^{II} = 8$ )

$$O_{3'}^{II} = \sum_{3'}^{3'} k^{III} - \sum_{3'}^{3'} k^{II} + t_{3'}^{II} = 6 - 8 + 8 = +6;$$

3) lähtudes minimaalsest arvutuslikust vaheajast piirkondade 1 ja 2 piiril ( $t_{2'}^{II} = 6$ )

$$O_{3'}^{II} = \sum_{2'}^{3'} k^{III} - \sum_{2'}^{3'} k^{II} + t_{2'}^{II} = 16 - 12 + 6 = +10;$$

4) lähtudes minimaalsest arvutuslikust vaheajast piirkonnas 1 alguses ( $t_{1'}^{II} = 6$ )

$$O_{3'}^{II} = \sum_{1'}^{3'} k^{III} - \sum_{1'}^{3'} k^{II} + t_{1'}^{II} = 20 - 20 + 6 = +6.$$

Seega on II ja III osavoolu lähenemise suurim ajavahemik kolmanda piirkonna lõpus  $O_{3'}^{II} = 10$  päeva ja seda tingib minimaalne arvutuslik vaheaeg teise piirkonna alguses.

Spetsialiseeritud voolu kestus on:

$$T = \sum_{1'}^{M'} k^I + O_{M'(\max)}^I + O_{M'(\max)}^{II} = (8 + 6 + 10) + 2 + 10 = 36 \text{ päeva.}$$

Käesolevas näites toodud kolme osavoolu graafikud pärast nende maksimaalset lähendamist on näidatud joonisel 36 kujutatud tsüklogrammil. Kuna need kolm osavoolu kujutavad üht spetsialiseeritud voolu, siis oleme ülaltoodud arvutuste abil projekteerinud spetsialiseeritud voolu ning lahendanud ka eespool püstitatud ülesande - leidnud spetsialiseeritud voolu kestuse (ning ka selle tehnoloogiliste tsükli kestused).

Analoogiliselt tuleb arvutada ka objektivool, mis koosneb mitmest spetsialiseeritud voolust. Siin tuleb samuti põhilise spetsialiseeritud voolu intensiivsuse (või selle viimase osavoolu intensiivsuse) järgi määrata teiste spetsialiseeritud voolude intensiivsused (nii et järgneva spetsialiseeritud voolu esimese osavoolu kestus oleks võimalikult võrdne eelmise spetsialiseeritud voolu viimase osavoolu kestusega). Edasi tuleb määrata üksikute spetsialiseeritud voolude vahelised minimaalsed arvutuslikud vaheajad (teineteisele järgnevate spetsialiseeritud voolude viimase ja esimese osavoolu vahel, nagu see on toodud eespool) iga piirkonna alguses ja lõpus. Siis tuleb spetsialiseeritud voolusid maksimaalselt lähendada teineteisele (vastavalt käesoleva loengukonspekti I osas lk. 45...49 toodud meetodikale), arvesse võttes spetsialiseeritud voolude kulgemise ruumilisi skeeme, ning määrata objektivoolu kestus ning tehnoloogiliste tsükli kestused ja konstrueerida objektivoolu tsüklogramm.

#### 4.2.2. Spetsialiseeritud ja objektivoolude projekteerimine nende etteantud kestuse järgi

Spetsialiseeritud ja objektivoolud projekteeritakse nende etteantud kestuse järgi graafilis-analüütilise meetodi abil järgmiselt.

Kõigepealt määratakse osavoolude kestused. Teades objektivoolu etteantud kestust  $T_{\text{obj}}$  ja selle arendamise perioodi ligikaudset kestust  $T' = \tau$ , võib esimeses lähenduses oletada, et kõikide osavoolude kestused ( $t$ ) on võrdsed objektivoolu toodangu valmimise perioodi kestusega ( $T_{\text{tv}}$ ), s.t. et:

$$t = T_{\text{tv}} = T_{\text{obj}} - T' = T_{\text{obj}} - \tau.$$

Tööde mahtude ja töömahukuse alusel arvutatakse kõikide osavoolude kestused kõikides piirkondades.

Näiteks esimese osavoolu kestus piirkonnas "i" on

$$\sum_i^{i'} k^I = t^I \cdot \frac{P_i^I}{P^I},$$

kus  $t^I$  - esimese osavoolu kestus;

$P_i^I$  - esimese osavoolu tööde maht piirkonnas "i";

$P^I$  - esimese osavoolu tööde maht kõikides piirkondades.

Saadud suurused  $\sum_i^{i'} k^I$  ümardatakse täisarvulisteks (vahetustes) ning seejärel kan-

takse esimese osavoolu graafik tsüklogrammile. Sellest graafikust kantakse paremale minimaalsete organisatsiooniliste ja tehnoloogiliste vaheaegade kestused iga piirkonna alguses ja lõpus. Seejärel kantakse tsüklogrammile järgmise osavoolu graafik, lähendades teda maksimaalselt esimese osavoolu graafikule jne. kuni viimase spetsialiseeritud voolu viimase osavooluni (pidades silmas spetsialiseeritud voolude kulgemise ruumilisi skeeme).

Kui saadud objektivoolu kestus erineb tunduvalt etteantud kestusest, siis korratakse (pärast osavoolude kestuste ja vaheaegade muutmist) tsüklogrammi koostamist.

### 4.3. Kompleksvoolu projekteerimine

Tööstusettevõtete ehitamisel tuleb organiseerida kompleksvoolud, mis haaravad järgmisi objekte:

- 1) põhitootmise tsehhid;
- 2) abitsehhid;
- 3) teenindavad hooned;
- 4) energeetikaobjektid;
- 5) transpordi ja side objektid;
- 6) magistraalsed ja territooriumisisesed välisvõrgud;
- 7) territooriumi heakorrastus.

Suuremate tööstusettevõtete rajamisel (mille ehitamine kestab mitu aastat) nähakse ette ehitamine järkude ja käikuandmise komplekside järgi.

Kompleksvool koosneb mitmest objektivoolust. Objektivooludesse lülitatakse ühesugused või ühelaadsed (ühetüübilised) hooned või ehitised.

Kompleksvool arvutatakse kas etteantud kestuse või etteantud tootmisvõimsuse (intensiivsuse) järgi. Vaatleme järgnevas mõlemat arvutamise juhtu konkreetsete näidete varal.

#### 4.3.1. Kompleksvoolu arvutamine etteantud ehituskestuse järgi.

Vaatleme näitena tehiskiu tehase ehitamise kompleksvoolu arvutamist etteantud ehituskestuse järgi.

Tehase põhiobjektideks on kaks ühesugust tehiskiu tootmise tsehhi hoonet, mille pikkus on 540 m, laius 126 m ja ehitusmaht 545 tuhat m<sup>3</sup>. Hoonete kandekonstruksioonid on monteeritavast raudbetoonist, detailide kaaluga kuni 10 t, ning seinad tellistest. Abitootmishooned ja teenindavad hooned on ühe- kuni kolmekordsed, tellistest seintega, monteeritavast raudbetoonist vahelagedega ning katuslagedega.

Tehas ehitatakse kahes järgus. Esimesse järku on lülitatud kõik tehase objektid, välja arvatud üks tehiskiu tootmise tsehhi hoone ning selle juurde kuuluvad välisvõrgud.

Tehase normatiivne ehituskestus on 36 kuud ( $T=900$  päeva).

Tehase ehitamise kompleksvool koosneb järgmisest kolmest objektivoolust:

- 1) kahe tehiskiu tsehhi hoone (põhitootmise tsehhide) ehitamine, mille kogumaksumus on 16000 tuh.rbl.;
- 2) abitootmishoonete (abitsehhide) ehitamine, mille kogumaksumus on 4000 tuh.rbl.;
- 3) välisvõrkude ehitamine, mille kogumaksumus on 5000 tuh.rbl.

Need kolm objektivoolu seotakse omavahel tehase ehitamise tehnoloogia alusel kompleksvoolu arvutusskeemi abil, mis on toodud joonisel 37.

Objektivoolud seotakse omavahel kahel tähtajal:

- 1) põhitootmise tsehhide ehitamise alguses (joon.A-A kompleksvoolu arvutusskeemil - joonisel 37);
  - 2) esimese ehitusjärgu lõpus (joon.B-B kompleksvoolu arvutusskeemil - joonisel 37).
- Nimetame need tähtajad objektivoolude sidumispunktideks.

Arvutusskeemil näidatakse iga objektivoolu ehitustoodangu valmiduse määr sidumispunktides. Ehitustoodangu valmiduse määr väljendatakse objektivoolu valminud objektide maksumusega (ehitusmontaažtööde mahuga rublades) ja tähistatakse sidumispunktis A tähega  $P_A$  ning sidumispunktis B tähega  $P_B$  (kusjuures lisatakse indeksina objektivoolu number, näiteks esimese objektivoolu kohta on valminud objektide maksumused sidumispunktides A ja B vastavalt  $P_{A1}$  ja  $P_{B1}$  jne.).

Antud näite juures on aluseks võetud järgmised objektivoolude omavahelise sidumise tingimused kompleksvoolus:

1) tehase ehitamise kompleksvool algab välisvõrkude ehitamisega (objektivool I) ning ennetab põhitootmise tsehhide objektivoolu III ennetuse E võrra:

2) põhitootmise tsehhide ehitamise objektivoolu III alguseks (joon.A-A joonisel 37) tuleb abitootmise tsehhide ehitamise objektivoolus II rajada kõik ehitustööde perioodil kasutatavad objektid, mille ehitus-montaažtööde maht on  $P_{A2} = 600$  tuh.rbl.;

3) põhitootmise tsehhide ehitamise esimese järjekorra valmimise (ehitus-montaažtööde maht  $P_{B3} = 8000$  tuh.rbl.) ajaks (joon.B-B) tuleb objektivoolus II teha ehitus-montaažitöid mahuga  $P_{B2} = 3400$  tuh.rbl. ja objektivoolus I mahuga  $P_{B1} = 4000$  tuh.rbl.

Vastavalt joonisele 37 on kompleksvoolu kestus:

$$T = E_1 + \tau_3 + T_{tv3},$$

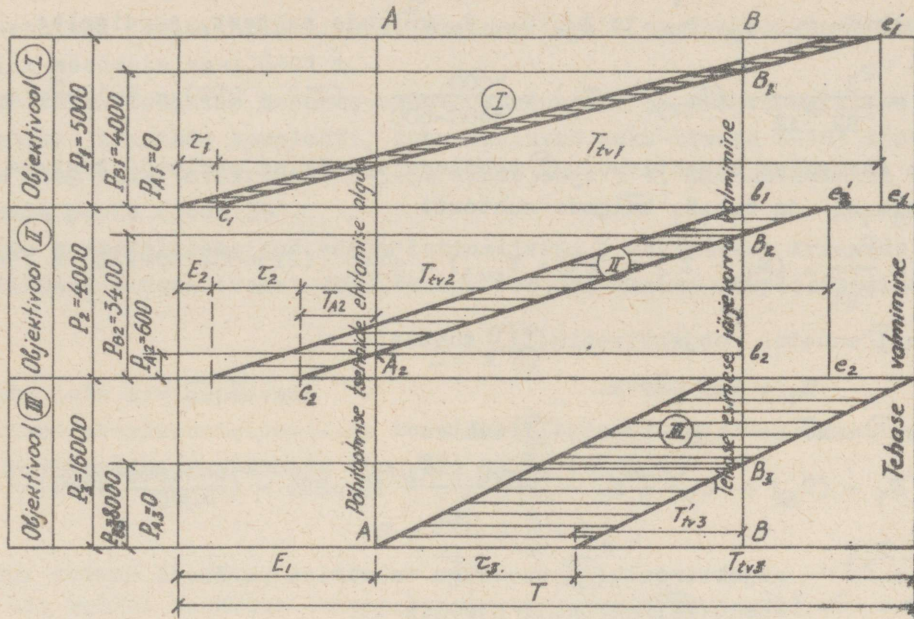
kus  $E_1$  - välisvõrkude objektivoolu I ennetus põhitootmise tsehhide objektivoolu III suhtes, mis määratakse kehtivate normatiivide, analoogiliste tehaste ehitamise kogemuste või esialgsete arvestuste alusel. Tavaliselt  $E_1 = 0,25 \dots 0,30 T$ ; antud juhul võtame  $E = 36 \cdot 25 \cdot 0,25 = 225$  päeva;

$\tau_3$  - põhitootmise tsehhide objektivoolu III arendamise perioodi kestus, mis määratakse ehituskogemuste alusel (vt. ehitusnormid CH 306-65, lisa 8); antud juhul  $\tau_3 = 250$  päeva;

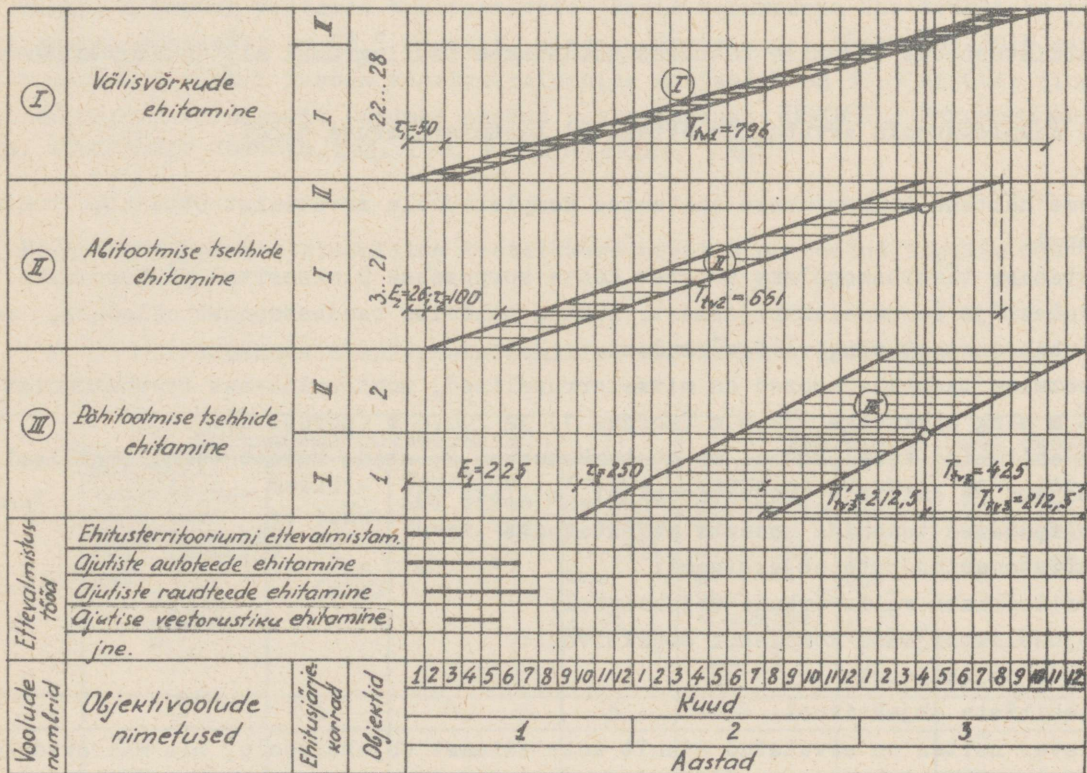
$T_{tv3}$  - põhitootmise tsehhide objektivoolu III toodangu valmimise perioodi kestus.

Antud juhul  $T_{tv3} = T - (E_1 + \tau_3) = 900 - (225 + 250) = 425$  päeva. Kuna antud näites ehitatakse kaks põhitootmise tsehhi pidevalt üksteise järel, siis iga põhitootmise tsehhi toodangu valmimise perioodi kestus on:

$$T'_{tv3} = 425 : 2 = 212,5 \text{ päeva.}$$



Joon.37. Tehase ehitamise kompleksvoolu arvestusskeem etteantud ehituskestuse järgi (voolehituse organiseerimise projekti staadiumis).



Joon.38. Tehase ehitamise kompleksvoolu tsüklogramm voolehituse organiseerimise projekti staadiumis.

Abitootmise tsehhide ehitamise objektivoolu (II) toodangu valmimise perioodi kestuse  $T_{tv2}$  saame kolmnurkade  $c_2, e_2, e_2$  ja  $A_2, b_2, B_2$  külgede suhtest, ja nimelt:

$$T_{tv2} = \frac{P_2}{P_{B2} - P_{A2}} \cdot (T'_{tv3} - \tau_3) = \frac{4000}{3400 - 600} \cdot (212 + 250) = 661 \text{ päeva.}$$

Välisvõrkude ehitamise objektivoolu (I) toodangu valmimise perioodi kestuse  $T_{tv1}$  saame kolmnurkade  $c_1 e_1 e_1'$  ja  $c_1 b_1 B_1$  külgede suhtest:

$$T_{tv1} = \frac{P_1}{P_{B1}} \cdot (E_1 - \tau_1 + \tau_3 + T'_{tv3}) = \frac{5000}{4000} \cdot (225 - 50 + 250 + 212) = 796 \text{ päeva.}$$

Objektivoolu (I) ennetus objektivoolu (III) suhtes:

$$E_1 = 225 \text{ päeva.}$$

Objektivoolu (I) ennetus objektivoolu (II) suhtes:

$$E_2 = E_1 - (T_{A2}' + \tau_2) = E_1 - \left( \frac{T_{tv2} \cdot P_{A2}}{P_2} + \tau_2 \right) = 225 - \left( \frac{661 \cdot 600}{4000} + 100 \right) = 26 \text{ päeva,}$$

kus  $T_{A2} = \frac{T_{tv2} \cdot P_{A3}}{P_2}$  - objektivoolu (II) toodangu valmimise perioodi kestus kuni objektivoolu (III) alguseni (joon.A-A).

Tehtud arvutuste alusel koostatakse kompleksvoolu tsüklogramm (joon.38), mille abt-sissteljele kantakse aeg kuude kaupa ning ordinaatteljele ettevalmistustööd ja põhiperioodi objektivoolud.

Arvutatud suuruste  $E, \tau$  ja  $T_{tv}$  ja sidumispunktide järgi kantakse tsüklogrammile ri-badena objektivoolud, mille laius võrdub voolu arendamise perioodiga või tehnoloogilise tsükliga  $\tau$ .

Ettevalmistustööde tegemise kestused näidatakse tsüklogrammi all joongraafikuna.

#### 4.3.2. Kompleksvoolu arvutamine etteantud tootmisvõimsuse järgi

Vaatleme näitena suhkrutehase ehitamise kompleksvoolu arvutamist etteantud tootmisvõimsuse järgi.

Suhkrutehase tööstuskompleks koosneb kahte korpusesse plokeeritud põhitootmise tsehhidest, ladudest ja soojuselektriijaamast, suhkru hoidmise raudbetoonist silodest, reast lahtistest abihoonetest ning välisvõrkudest.

Põhitootmise tsehhide hooned on mitmekorruselised, monteeritavast raudbetoonist, laiusega 36 m ning pikkusega 258,8 m (korpus 1) ja 270,8 m (korpus 2).

Tehase ehitamise kompleksvool on otstarbekohane koostada kuuest tehnoloogiliselt ühe-laadsete hoonete ja ehitiste objektivoolust, milleks on:

- 1) põhitootmise tsehhide hoonete objektivool;
- 2) lahtiste abihoonete objektivool;
- 3) territooriumi välisvõrkude objektivool;
- 4) soojuselektriijaama kompleksi objektivool;
- 5) silode objektivool;
- 6) abiehitiste objektivool.

Käesolevas näites on arvutatud ainult kolm esimest objektivoolu, mis määravad kompleksi ehitamise kestuse.

Põhitootmise tsehhide hoonete objektivoolus on juhtivaks spetsialiseeritud vooluks ehituskonstruksioonide montaaž koos tehnoloogiliste seadmete ning tehnoloogiliste torus-tike ja metallkonstruksioonide kohaletõstmisega. Tootmisvõimsuse määrab selle juhtiva

spetsialiseeritud voolu intensiivsus. Monteeritavate raudbetoonkonstruktsioonide maht on  $6544 \text{ m}^3$  ning seadmete kaal 6841 t.

Põhitootmise tsehhide hoonete konstruktsioonide ja tehnoloogiliste seadmete montaažil kasutatakse kraanade komplekti, kuhu kuuluvad pukk-kraana K-183 tõstejõuga 18 t ja avaga 44 m ning kaks tornkraanat M-5-5A tõstejõuga 5 t, mis asetatakse ehitatavate hoonete mõlemale poole (joon.39).

Juhtiva spetsialiseeritud voolu intensiivsus  $J$  määratakse kraanade eksploatatsioonilise tootlikkuse alusel (vahetuses), kusjuures ühe kraana eksploatatsiooniline tootlikkus on:

$$J = A \cdot S,$$

kus  $A$  - vahetuste arv ööpäevas,

$S$  - kraana eksploatatsiooniline tootlikkus vahetuses, mis määratakse eraldi konstruktsioonide ja seadmete montaaži kohta valemiga

$$S = \frac{420}{t_{ts}} \cdot \frac{P}{n} \cdot k_a,$$

kus  $t_{ts}$  - ühe tsükli keskmine kestus konstruktsioonide montaažil või seadmete kohale-tõstmisel (minutites);

$P$  - tööde kogumaht konstruktsioonide montaažil (kuupmeetrites) ja seadmete koha-letõstmisel (tonnides);

$n$  - ühe kraanaga sooritatud tõstmiste koguarv;

$k_a$  - kraana ajalise kasutamise koefitsient.

Tsüklite kestus võetakse käsiraamatute järgi: tornkraana ühe tsükli kestus konstruktsioonide montaažil on 25,5 minutit ning seadmete kohaletõstmisel 29,8 minutit; pukk-kraana ühe tsükli kestus konstruktsioonide montaažil on 33,3 minutit ning seadmete kohaletõstmisel 42 minutit (andmed saadud käsiraamatust: НИИОМТП. Строительно-монтажные краны. Справочное пособие. Изд. 2-е. Госстройиздат, 1960).

Kraanade eksploatatsioonilise tootlikkuse arvutus on toodud tabelis 13.

T a b e l 13

Kraanade eksploatatsioonilise tootlikkuse arvutamine

Kraanad	Ehituskonstruktsioonid				Tehnoloogilised seadmed			
	Keskmine monteeritavate elementide mahel $\frac{P_2}{n} (\text{m}^3)$	Keskmine tsükli kestus $t_{ts}$ (min)	Tsüklite arv vahetuses, kui $k_a = 0,89$	Kraanade eksploatatsiooni tootlikkus $S_2$ ( $\text{m}^3/\text{vah.}$ )	Keskmine monteeri-tavate elementide kaal ühel tõstmisel $\frac{P_1}{n} (\text{t})$	Keskmine tsükli kestus $t_{ts}$ (min.)	Tsüklite arv vahetuses, kui $k_a = 0,89$	Kraanade eksploatatsiooni tootlikkus $S_1$ (t/vah.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tornkraana M-5-5A №1	$\frac{750}{920} = 0,81$	25,5	$\frac{420}{25,5} \cdot 0,89 = 14,7$	11,9	$\frac{919}{682} = 1,35$	29,8	$\frac{420}{29,8} \cdot 0,89 = 12,5$	16,85
Sama, №2	$\frac{1350}{1570} = 0,86$	25,5	$\frac{420}{25,5} \cdot 0,89 = 14,7$	12,6	$\frac{1854}{1368} = 1,36$	29,8	$\frac{420}{29,8} \cdot 0,89 = 12,5$	17
Pukk-kraana K-183	$\frac{4444}{3188} = 1,4$	33,3	$\frac{420}{33,3} \cdot 0,89 = 11,3$	15,9	$\frac{4068}{791} = 5,14$	42	$\frac{420}{42} \cdot 0,89 = 8,9$	45,7

Määrame järgnevas iga kraana töötamise kestuse kraanade tootlikkuse ja tööde mahu järgi.

Tornkraana M-5-5A N<sup>o</sup>1 töötamise kestus on:

$$\text{ehituskonstruktsioonide montaažil } \frac{P_2}{S_2} = \frac{750}{11,9} = 63 \text{ vahetust,}$$

$$\text{tehnoloogiliste seadmete montaažil } \frac{P_1}{S_1} = \frac{919}{16,85} = 54,5 \text{ vahetust,}$$

kokku 117,5 vahetust.

Tornkraana M-5-5A N<sup>o</sup>2 töötamise kestus on:

$$\text{ehituskonstruktsioonide montaažil } \frac{P_2}{S_2} = \frac{1350}{12,6} = 107 \text{ vahetust,}$$

$$\text{tehnoloogiliste seadmete montaažil } \frac{P_1}{S_1} = \frac{1854}{17} = 109 \text{ vahetust,}$$

kokku 216 vahetust.

Pukk-kraana K-183 töötamise kestus on:

$$\text{ehituskonstruktsioonide montaažil } \frac{P_2}{S_2} = \frac{4444}{15,9} = 280 \text{ vahetust,}$$

$$\text{tehnoloogiliste seadmete montaažil } \frac{P_1}{S_1} = \frac{4068}{45,7} = 89 \text{ vahetust,}$$

kokku 369 vahetust.

Kuna iga kraana töötamise kestus spetsialiseeritud voolus peab olema enam-vähem ühesugune, tuleb antud juhulette näha igale kraanale erinev töörežiim. Arvesse võttes nimetatud nõuet, valime järgmised kraanade töörežiimid:

1) tornkraana M-5-5A N<sup>o</sup>1 töötab nii ehituskonstruktsioonide montaažil kui ka tehnoloogiliste seadmete kohaletõstmisel ühes vahetuses, järelikult tema töötamise kestus on  $63 + 54,5 = 117,5$  tööpäeva;

2) tornkraana M-5-5A N<sup>o</sup>2 töötab ehituskonstruktsioonide montaažil ühes vahetuses ja tehnoloogiliste seadmete kohaletõstmisel kahes vahetuses, järelikult tema töötamise kestus on  $107 + 109:2 = 161,5$  tööpäeva;

3) pukk-kraana K-183 töötab ehituskonstruktsioonide montaažil kahes vahetuses ja tehnoloogiliste seadmete kohaletõstmisel kolmes vahetuses, järelikult tema töötamise kestus on  $280:2 + 89:3 = 140 + 30 = 170$  tööpäeva.

Ehituskonstruktsioonide montaaži ja tehnoloogiliste seadmete kohaletõstmise spetsialiseeritud voolu kestuse määrab pukk-kraana K-183 töö. Järelikult see kestus on ühtlasi ka põhitootmise tsehhide hoonete objektivoolu (III) toodangu valmimise perioodiks, ja on:

$$T_{tv3} = 170 \text{ päeva.}$$

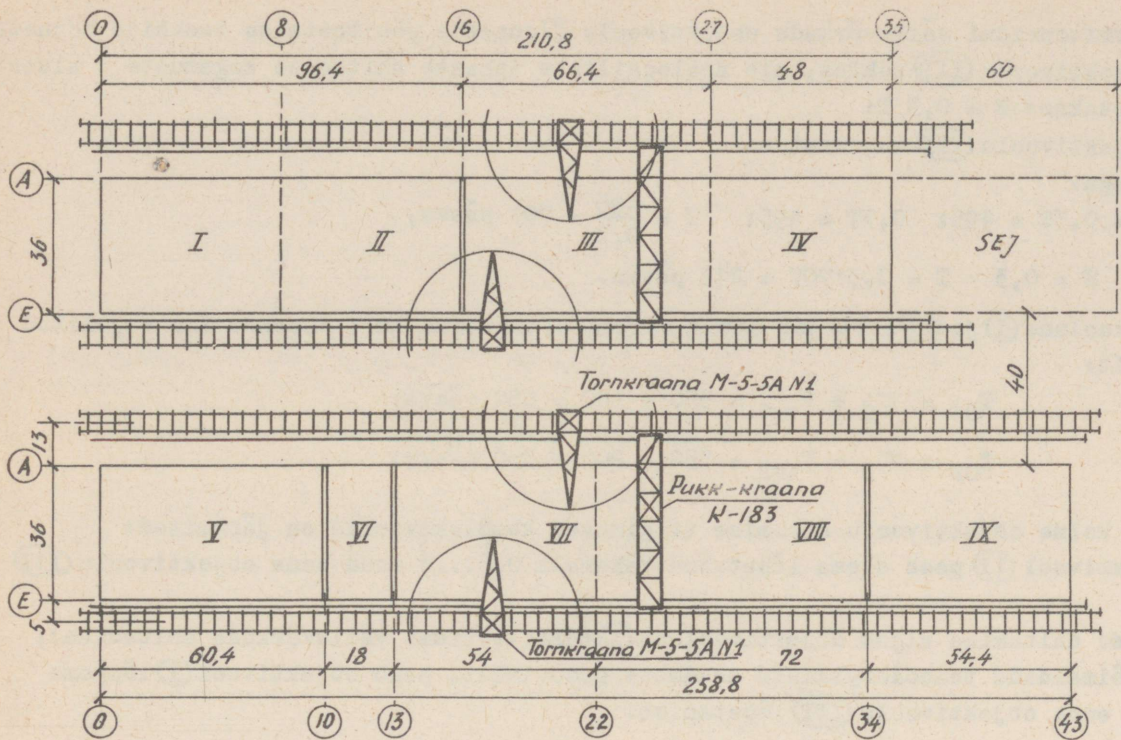
Põhitootmise tsehhide hoonete objektivoolu (III) kogukestus on:

$$T_{O3} = \tau_3 + T_{tv3} = 325 + 170 = 495 \text{ päeva,}$$

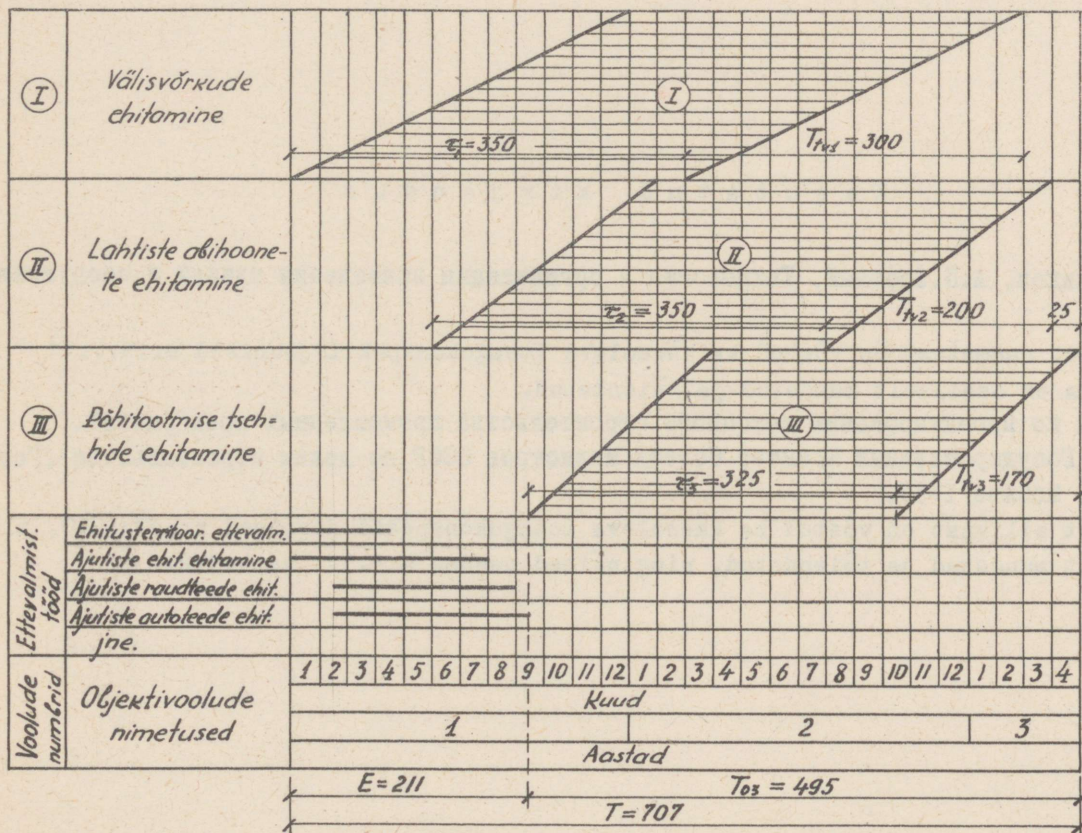
kus  $\tau_3$  - objektivoolu (III) tehnoloogilise tsükli või voolu arendamise perioodi kestus (vt.ehitusnormid OH 306-65, lisa 8).

Suhkruvabriku kogu ehituskestus määratakse valemiga:

$$T = E + T_{O3},$$



Joon.39. Kraanade komplekti paigutuskeem suhkrutehase põhitootmisoonete (põhiobjektide) ehitamisel.



Joon.40. Suhkrutehase ehitamise kompleksvoolu tsüklogramm (kolme objektivoolu ulatuses).

kus  $E$  - territooriumi välisvõrkude objektivoolu  $\textcircled{I}$  ennetus põhitootmise tsehhide hoonete objektivoolu  $\textcircled{III}$  suhtes, mis analoogiliste tehaste ehitamise kogamuste alusel võetakse:  $E = 0,3 T$ ;

$T_{03}$  - objektivoolu  $\textcircled{III}$  kogukestus.

Seega:

$$T = 0,3T + 495; \quad 0,7T = 495; \quad T = \frac{495}{0,7} = 707 \text{ päeva,}$$

ning ennetus  $E = 0,3 \cdot T = 0,3 \cdot 707 = 212$  päeva.

Objektivoolude  $\textcircled{I}$  ja  $\textcircled{II}$  arvutust antud näites ei esitata, kuid tuuakse ära vajalikud andmed, nimelt:

$$T_{01} = \tau_1 + T_{tv1} = 350 + 300 = 650 \text{ päeva;}$$

$$T_{02} = \tau_2 + T_{tv2} = 350 + 200 = 550 \text{ päeva.}$$

Esimese kolme objektivoolu sidumise tingimused kompleksvoolus on järgmised:

- 1) objektivool  $\textcircled{II}$  peab olema lõpetatud vähemalt 0,5...1 kuud enne objektivoolu  $\textcircled{III}$  lõpetamist;
- 2) tehase ehitamine algab objektivoolust  $\textcircled{I}$  (territooriumi välisvõrkude ehitamine);
- 3) et võimaldada tehnoloogiliste seadmete proovimist, peab objektivool  $\textcircled{I}$  lõppema 1,5...2 kuud enne objektivoolu  $\textcircled{III}$  lõpetamist.

Tehtud arvutuste ning objektivoolude omavahelise sidumise tingimuste alusel koostatakse tehase ehitamise kompleksvoolu tsüklogramm, mille abtsissteljele kantakse aeg kuude kaupa ning ordinaatteljele objektivoolud. Joonisel 40 on toodud osa suhkrutehase ehitamise kompleksvoolu tsüklogrammist (kolme objektivoolu ulatuses).

#### K a s u t a t u d   k i r j a n d u s

I. М.С.Будников, А.П.Обозный. Технология и организация возведения зданий и сооружений. Киев 1964.

Sellest raamatust on võetud ka käesoleva loengukonspekti joonised nr.1...11 ja 26...36, mida on osaliselt muudetud ja täiendatud.

2. Указания по проектированию поточного строительства промышленных предприятий. СН 306-65. Государственный Комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР). Москва 1965.

Sellest allikast on võetud ka käesoleva loengukonspekti joonised nr.37...40, mida on osaliselt muudetud ja täiendatud, ning näited osades 4.3.1. ja 4.3.2.

B-2187

Hind 35 kop.

TÜ RAAMATUKOGU  
  
1 0300 00536651 5