

## Tehnoloogia II, kood EHE019

### Harjutustööde portfoolio koostamise juhend

Töö alusmaterjalina on ette nähtud Moodle keskkonnas paiknevad Tehnoloogia I, Tehnoloogia II ja Ehituse organiseerimine õppematerjalid.

#### 1. Töös koostatakse seletuski ning graafiline osa.

##### 1.1. Seletuskirja vormistus

**NB! KORREKTSelt VORMISTAMATA TÖID VASTU EI VÕETA.** Töö vormistamisel on aluseks TTK kirjalik tööde vormistamise juhend.

**TÖÖ KOOSTAMINE LÕPPEB KAITSMISEGA, KAITSMISEKS ESITATAKSE AINULT TÖÖ GRAAFILINE OSA PABERIL.**

##### 1.2. Seletuskirja koosseis

- tiitelleht;
- sisukord;
- töö lähteülesanne (Hoone osade harjutuse ülesanne) koos juhendaja poolt antud betooni margi, kivinemistingimuse ja objekti kaugusega betooni valmistamise kohast.
- sissejuhatus;
- betooni mahu ja sarruse kulu arvutus, ettevalmistus tööjooniste koostamiseks;
- betooni kivinemise arvutus;
- tööjõu – ja masinate vajaduse arvutus;
- kasutatavate masinate valiku põhjendus;
- tööde teostamise kirjeldus;
- tööde kvaliteedinõuded;
- tööde ohutusnõuded;
- viidatud allikate loetelu

##### 1.3. Graafilise osa koosseis

- Hoone plaan koos vaheseinte, avade ja olulisemate mõõtudega. Joonisel näidata ära hoone paiknemine krundil, aluseks Hoone osad harjutustööde lähteülesanne. 1 leht
- Haardealade jaotus lähtuvalt valitud raketistest, joonisel näidata ära ka vahelaod ning raketise ettevalmistusalad. NB haardeala paigutada maksimaalselt lehele. Mõõtkava ei ole vaja kasutada. Iga haardeala vormistada eraldi joonisena. 4 lehte
- Sarruse tööjoonised. Esitatakse joonised koos tehnoloogilise sarrusega (abirauad, vahefiksaatorid) 2-3 joonist.
- Tööde kalendergraafik koos masinate ja materjalide vajaduse graafikuga. 1 joonis.

Graafilise osa vormistusel on soovituslik teha väljatrükk formaadile A-3. Joonised varustada pealkirja, numbri ning nõuetekohase kirjanurgaga.

## 2. Metoodiline juhend

**Esimese tegevusena pöörduda õppejõu poole, kes annab teile personaalse lähteülesande täienduse: betooni mark ja kivinemise tingimused ning betooni transpordi kaugus. Andmed leiate ka e-kursuselt, Harjutustöö portfoolio koostamise teema alt.**

### 2.1. Hoone plaaniline lahendus

Lähtuvalt Hoone osade harjutusülesandest joonestada digitaalselt välja hoone põhiplaan. **Hoonel joonestada välja ja kasutada töö alusena hoone esimese korruse lahendust, teine korrus ei kuulu töö koosseisu.** Lähtuvalt hoone plaani lahendusest muuta olemasolevaid seinapaksuseid:

- välissein 250mm;
- kandev sisesein 300mm;
- mittekandev sisesein 200 mm

Lähteülesandes näidatud avad (uksed, aknad) kanda kindlasti digitaalsele joonisele.

### 2.2. Raketised.

Koostada seinahaardealade joonis plaanis. Selleks kanda skemaatilisel haardealade jaotus hoone plaanilahendusele.

Seinte raketamiseks on võimalik laadida Moodle keskkonnast Peri TRIO raketise elemendid.

Raketiskilpide arvu leidmiseks jagada hoone võimalikult ühtlasteks haardealadeks (võrdsed alad moodustada jooksvate meetrite alusel, alustad keerukamate haardealadest). Haardealadeid näha ette 4 tk. Haardealade jaotusel lähtutakse kahest peamisest tegurist:

- optimaalne raketise kilpide arv
- kraana tõstevõime

Töö eesmärk on kasutada optimaalset raketise kogust. Tõstemasina kasutamisel on eesmärgiks võimalikult väike tõstemasina ümberpaigutamine haardealade vahetamisel. Lisaks peab valitud tõstemasin tagama erinevate tööprotsesside teenindamise – raketise ehituse, sarruse paigalduse ja betoneerimise.

Mitme elemendist kokku liidetud raketiste tõstmisel jälgida, et spetsiaalsed raketiste tõstevahendid võtavad vastu koormust kuni 1500kg/tk ehk kahe tõstevahendiga tõstes võib raketise komplekt maksimaalselt kaaluda 3000kg. Tõstevahendite ja raketiste kohta leiate täpsemat infot Peri Trio postrilt : <https://1drv.ms/b/s!AjxRObI666SpkYFSYWnP4TNSk4VQaA?e=vKE0GU>

Raketise haardeala jooniste juures tuua välja avamoodustajate põhimõtteline lahendus ning iga moodustaja gabariidid. Lisaks raketise kilpide ja kinnitusvahendite spetsifikatsioon, tõstemasinate ja betoneerimistehnika paiknemine.

Raketise spetsifikatsioon on soovitatav vormistada järgmisel kujul:

Jrk	Nimetus	Kaal(kg)	Arv	Kaal kokku (kg)
1	TR/4 330x240	398	6	2388

Raketise elementide ja -kinnituste nimetuste ning kaalude leidmiseks kasutage Peri Trio tootekataloogi.

Raketis haardealade joonisel näidata selgelt töövuugi lahendus. Haardealade joonisel on **kohustuslik** näidata ka eelmise (valminud) seina paiknemine.

### 2.3. Sarrus.

Peale raketise haardeala jooniste valmimist koostatakse sarruse tööjoonised telghaaval kõikidele kandeseintele. Mittekandvatele seintele arvutatakse sarrus kulunormiga 40kg/m<sup>3</sup>.

Ühele joonise lehele mahutatakse maksimaalselt sarruse vaateid.

Joonestamisel arvestatakse järgnevate põhimõtetega:

- Vertikaalne sarrus d=16mm, samm 200mm.
- Horisontaalne sarruse d=12mm, samm 250mm
- Avade servad tugevdatakse sarrusega 2xd12 (sillus ja vertikaalosalad)
- Seinte lõpetused ja ava ümbrused tugevdatakse sarrusega d=10mm. Kasutatakse D kujuga rauda. D haara pikkus 500mm, D kõrgus vastavalt seina paksusele ja raua paiknemisele(horisontaal- või vertikaalasetus). D raud on kasutusel ka T kujulises seina liitesõlmes.

Joonistele kanda lisaks planeeritud vahefiksaatorite kujud ja asukohad. Iga vaate kohta koostada ka sarruse spetsifikatsioon.

Kui raketise kavandamisel on planeeritud jätkuraua karpide kasutus, siis sarruse joonisel peab näitama karpide paiknemise ning sarruse spetsifikatsioon peab karpe kajastama. Sarruse joonise vormistusnäiteid vaata Tehnoloogia II e kursusel. Sarrustööd II teema alt.

### 2.4 Tööjõukulu kalkulatsioon

Tööjõukulu kalkulatsioon esitada tabeli kujul seletuskirja koosseisus. Tööde ajamahukuse leidmisele eelneb betooni mahtude ja sarruse mahtude ning ava moodustajate mahtude leidmine.

Kalkulatsioonid koostada eraldi igal haardealal olevate seinte kohta. Seinte sarruse mahu leiata ptk 2.3 sarruse spetsifikatsioonide põhjal.

Koostatud arvutused kajastada järgnevas tabelis:

Töö	Ühik	Maht	Ajanorm in/h	Kokku in/h	Tööliste arv	Töö kestus
-----	------	------	--------------	------------	--------------	------------

Tööajanormid on järgnevad:

	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm 1n-h
1	Raketise kilpide eelmontaaž ja paigaldus	1m <sup>2</sup>	0,6
2	Ava moodustajate määrimine ja paigaldus	1tk	0,3
3	Avamoodustajate ehitus	1m <sup>2</sup>	0,6
4	Sarruse sidumine üksikvarrastest	1t	50
5	Seinte betooni paigaldus ja tihendamine	1m <sup>3</sup>	0,5
6	Raketise demontaaž ja puhastus	1m <sup>2</sup>	0,2
7	Avamoodustajate demontaaž ja puhastus	1tk	0,3
8	Raketise transport ehitusplatsil	1tõste	0,2

## 2.5 Betooni küpsusastme hindamine

Moodle keskkonnast leiata vastavalt teie õpperühmale hoone seinte betooni margi ja kivinemise tingimuse. Kasutades materjali Lisas 1 (lk.112...114), leiata betooni küpsusastme. Lisast 1 lk.114 on toodud betoonitugevuse kujunemise tabel. Tabelis viite kokku arvatud kraadpäevad ja betooni tugevusklassi, tulemuseks saate betooni kivinemise protsendi. Kraadpäevad leiata valemiga  $(T+10) \times \frac{\Delta h}{24}$ , kus

T- betooni temperatuur (°C)

$\Delta h$  – betooni temperatuuri mõõtmise intervall tundides

Erinevatel kivinemistingimustel leiata tekkivad kraadpäeva väärtused.

Küpsusastme tabelis on toodud betooni tähised K20, K30, K40 ja K50, teie lähteandmetes on esitatud betooni tugevus vastavalt tugevusklassidena C20/25, C25/30, ... Selleks, et kasutada betoon küpsusastme tabelit peate leidma teie betooni tugevusklassile vastava K tähise. Betoonimargi ülemineku tabeli leiata Tehnoloogia II alateema Betoneerimine alt. Sein lahtirakestamine on lubatud, kui betoon on saavutanud 50% normtugevusest. **Lahenduse tulemusena määrata, mitme päeva möödudes on võimalik sein lahti rakestada.**

Soovi korral võib leida betooni kivinemise lähtuvalt Sadgrove valemist. Metoodika kohta on võimalik leida rohkem infot BÜ 2014 väljaandest „Talvised betoonitööd“.

## **2.6 Kalendergraafik**

Tööde kalendergraafik vormistatakse eraldi lehel graafilises osas. Graafikus paigutatakse ühele lehele Gantti graafik, tööjõu vajadus, masinate vajadus ja materjalide tarne ajad.

## **2.7 Tõstemasinate valik**

Vastavalt tekkivatele koormustele ja haardeala paiknemistele leitakse sobiv tõstemasin või tõstemasinad. Valitud tõstemasinate juures tuua välja kaks alternatiivset lahendust ning analüüsida, milline tõstemasina kasutamine on otstarbekam. Tõstemasinate võrdlemisel tuua sisse ka masinate hinnad, mille leiate tõstemasinaid rentivate ettevõtete kodulehtedelt. **Võrdluse tulemusena tooge välja valitud masinate hinna võrdlus kogu objekti lõikes, mille põhjal langetate otsuse.**

## **2.8 Betooni pumba valik**

Vastavalt materjali tarnijate võimalusele valida sobilik betooni pumpamise tehnika, andmed masinate kohta leiate peamiste betoonitootjate kodulehtedel, näiteks HC Betoon, Rudus Eesti, Betoonimeister, Pumpmix.... Valitud masina juures jälgida, et masin oleks optimaalsete parameetritega. Otsuse langetamise juures on aluseks betooni vastuvõtmise kiirus töömeeste poolt. Betooni vastuvõtmisega tegeleb 3..5 meest.

## **2.9 Betooniveokite valik**

Betooni veokite valikult lähtuda juhendaja poolt antud veokaugusest. Betooni tarne kiirusel on määravaks betoneerijate materjali vastuvõtmise kiirus. Betooniveokite arvutusel lähtuda üldvalemist, mille leiate Tehnoloogia I aines alateema Ehitustransport juurest. Betooniveokite koorma mahutavuse leiate kaubabetooni müüjate kodulehtedelt.

## **2.10. Töö teostamise kirjeldus**

Kirjeldada töid objekti lõikes. Sealhulgas vajalikke tööriistu ja vahendeid töö tegemiseks tööde lõikes.

## **2.11. Tööde kvaliteedi nõuded**

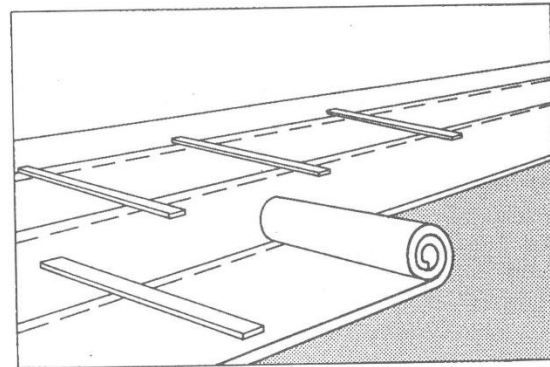
Tuua välja konkreetsed kvaliteedinõuded betoonkonstruktsiooni rajamisel. Betoonkonstruktsioonid kuuluvad normaalklassi. Peatüki koostamiseks saate kasutada harjutustöö teemas olevaid kvaliteedi nõuete slaide. Kirjutage oma sõnadega ümber tabelites sisalduv info.

## **2.12 Tööohutusnõuded**

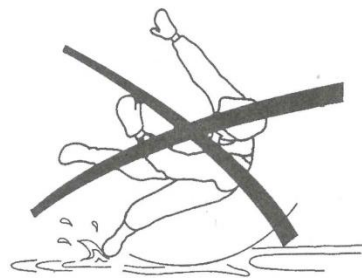
Tuua välja peamised tööohutusnõuded betoonitöödel.

### **2.13. Soovitatav töö koostamise käik**

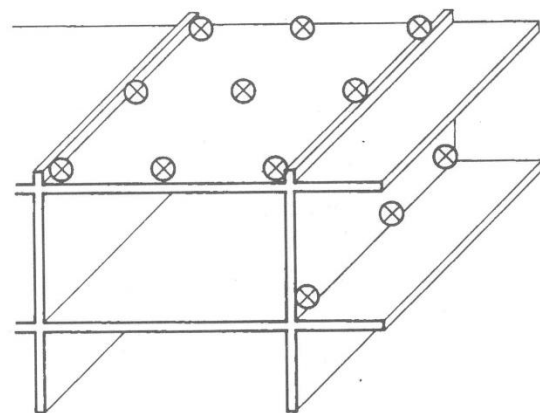
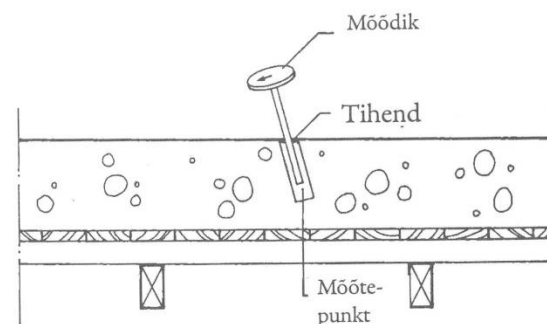
1. Joonestada välja hoone I korruse plaan digitaalselt
2. Jaotada hoone neljaks haardealaks. Joonisel näidata ka tõstemasina ja betoonitehnika paiknemine(1 graafiline leht)
3. Koostada sarruse tööjoonised telghaaval kõikidele kandeseintele (sõltuvalt kandeseinte arvust graafilist 2-3 lehte)
4. Koostada mahuarvutus betoonile ja sarrusele
5. Koostada tööajamahukuse arvutus
6. Koostada kalendergraafik (1 graafiline leht)
7. Koostada haardealade raketamise joonised koos avatäidete ja raketise detailide spetsifikatsiooniga (4 graafilist lehte)
8. Leida sobiv tehnika töö teostamiseks ja kanda masinate positsioonide haardealadele
9. Viia läbi võrdlus alternatiivsele tõstetehnikale
10. Määrata betoonseinte küpsusaste
11. Koostada tööde kirjeldus objektil
12. Koostada peamised nõuded kvaliteedile ja tööohutusel



- Tuleb tagada kaitsekatete paigalpäsimine.
- Kaitse tuleb teha võimalikult kiiresti, et betoonisegu ei jõuaks liigselt jahtuda.



- Vältitakse libedate kaitsevahendite kasutamist ja hoitakse ära kukkumisoht näiteks plaadis olevate avade kohas.



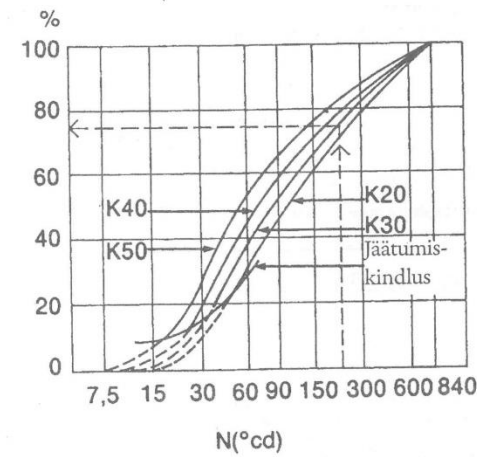
## Tugevuse kujunemine

Erimeetmete kasutuselevõtu eesmärk on turvata betooni tugevuse kujunemist ka talvetingimustes. Betooninormide kohaselt jälgitakse betooni omaduste arengut temperatuuri mõõtmisega või muul usaldusväärsel viisil.

Temperatuuri mõõdetakse betooni paigutatud soojusmöödikute abil. Selleks võib olla näiteks betooni torgatud plasttorudesse pistetud tavaline elavhõbetermomeeter või elektriline seade, mis mõõdab temperatuuri tarindisse paigaldatud andurite abil. Kui kasutatakse plasttorusse torgatud termomeetrit, tuleks toru täita veega, siis on mõõdetud temperatuur võimalikult ligilähedane betooni tegelikule temperatuurile.

Mõõtmispunkte paigutatakse küllaldaselt servadesse ja keskele. Kõrvaloleval joonisel on näha juhendavad sein- ja plaattarindi mõõtmispunktid.

Ehitusettevõte <b>BETONIPOJAT KY</b>		BETOONI TUGEVUSE ARENG aja-temperatuuri mõõtmistulemustega Talvine betoonimine, lahtiraketamistugevus						
Ehitusplats <b>KORPITIEN SILTA</b>	Aadress <b>KORPELA</b>		Ehitusloa nr Telefoninumber <b>123 456</b>					
Tarindiosa	Betoonitud betooniga <b>K 30 - 1</b>	Lahtiraketamistugevuse nõue <b>MN/m²</b>						
Betooni tugevusnõue K, <b>30</b>								
$N_+ = \sum (T+10) \Delta h / 24$		$N_- = \sum 0,4 (T+10) \Delta h / 24$						
$\Delta h$ - mõõtmisintervall tundides								
T - betooni temperatuur mõõtmispunktis								
$N_+$ - temperatuurööpäevade summa		$N_+$ - sobib temperatuurivahemikku 0°C ... 40°C $N_-$ - sobib temperatuurivahemikku -10°C ... 0°C						
Kuupäev	Mõõtmispunkt 1				Mõõtmispunkt 2			
	T [°C]	$\Delta h$	$N_+$ ja $N_-$	Klõ	T [°C]	$\Delta h$	$N_+$ ja $N_-$	
12.1	16	+15						
	18	+17	2	2.25				
	22	+24	4	5.67	22	+16		
13.1	3	+25	5	7.29	3	+20		
	7	+24	4	5.67	7	+21		
	12	+20	5	6.25	12	+20		
	16	+15	4	4.17	16	+16		
	22	+15	6	6.25	22	+16		
14.1	7	+12	9	8.25	7	+13		
	16	+10	9	7.50	16	+9		
15.1	7	+10	15	12.50	7	+10		
16.1	7	+8	24	18.00	7	+9		
17.1	7.30	+5	24.5	15.31	7.30	+6		
18.1	7	+9	23.5	18.60	7	+9		
19.1	8	+10	25	20.83	8	+9		
20.1	7	+5	23	14.38	7	+6		
22.1	7	+5	48	30.00	7	+5		
23.1	7	+8	24	18.00	7	+9		
24.1	7	+10	24	20.00	7	+9		
			$\Sigma N$	221				$\Sigma N$
24.1.1982				Juuso Tarkka				



Esimest korda mõõdetakse temperatuuri kohe betoonimise lõpetamise järel ja sealt edasi 3–4-tunnise intervalliga. Kui temperatuur muutub tehtud soojendus- või termotöötuskava kohaselt, võib mõõtmisintervalli pikendada.

Mõõtmistulemused ja -aeg märgitakse jälgimisblanketile (vt lk 113).

Mõõtmistulemuste põhjal arvutatakse betooni tugevust kirjeldav temperatuurööpäevade arv (N) jälgimisblanketil olevate valemite järgi.

Temperatuurööpäevade summa (N) abil saab hinnata betooni hetketugevust kõrvaloleva graafiku järgi.

Selline meetod sobib tugevuse hindamiseks vaid siis, kui kasutatakse tavalist soojendamist. Termotöötuse puhul tuleb tugevuse kujunemist hinnata eelkatsetega või mõnel muul ettenähtud viisil. Termotöötuse puhul jälgitakse termomeetritega, et temperatuur tarindi kõigis osades püsiks projektikohane.

### Temperatuuri mõju tugevuse kujunemisel

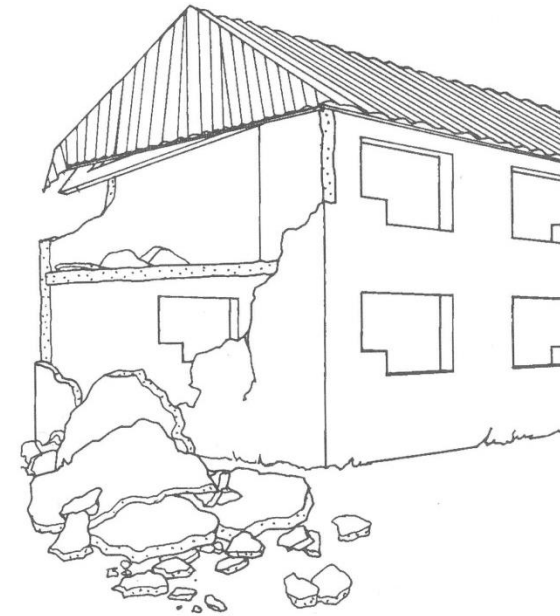
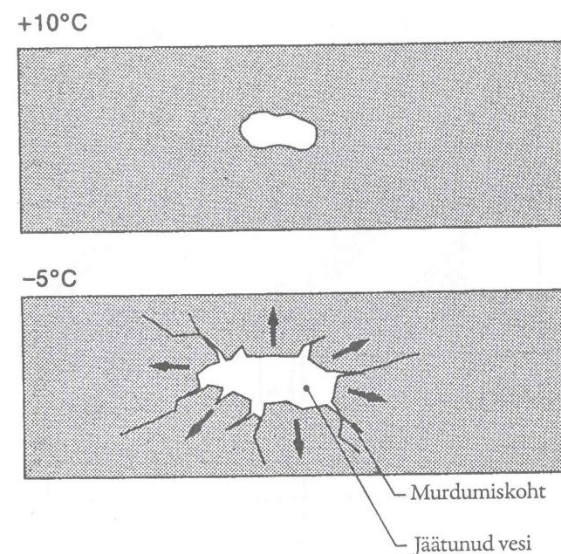
Betooni tugevuse kujunemiskiirus oleneb paljudest teguritest, näiteks temperatuurist, tsemendiliigist, vesitsementsuhtest ja lisaainetest. Kõige rohkem mõjutab siiski temperatuur.

Kui temperatuur on ettenähtust madalam, kivistumine aeglustub. Näiteks betoon, mis kõveneb temperatuuril +5 °C ei anna ööpäeva möödumisel veel tugevuse märke. Kui temperatuur langeb alla 0 kraadi, hakkab betoonis sisalduv vesi jäätuma, ning –10 °C juures peatub tugevuse kujunemine täiesti.

Tugevuse kasvu saab kiirendada temperatuuri tõstmisega. Eriti märgatav on temperatuuri mõju kivistumise algfaasis.

### Betooni jäätumine

Kui temperatuur langeb 0 °C madalamale, hakkab betoonis olev keemiliselt sidumata vesi jäätuma. Vesi paisub jäätumisel ca 9%, mis põhjustab betoonis sisepingeid. Sisepinge võib kahjustada betooni, kui



betoon pole enne jäätumist jõudnud saavutada küllaldast tugevust.

Igasuguse tugevusega betoonil on olemas miinimumtugevus, mille saavutamise järel võib betoon jäätuda ilma oma lõplikke omadusi minetamata. Loomulikult eeldusel, et pärast ülesulamist on head kivistumisolud. Seda kõigile betooniliikidele iseloomulikkude miinimumtugevust nimetatakse betooni **jäätumiskindluseks**. Betooninormide kohaselt on see 5 MN/m<sup>2</sup>, olenemata betooni tugevusklassist. Jäätumiskindluse all mõistetakse tugevust, mille korral betoon talub ühekordset jäätumist.

Betooni jäätumine enne jäätumiskindluse saavutamist põhjustab lõpptugevuse märkimisväärset nõrgenemist. Jäätunud betoonil on tema tegelikust tugevusest sõltumatu nn pettetugevus, mis võib olla isegi 10–20 MN/m<sup>2</sup>. Pettetugevus kaob betooni sulamisel. Eriti ohtlik on see siis, kui jäätumist ei märgata. Pettetugevuse kadumine betooni sulamisel võib põhjustada tarindi kokkuvarisemise.

### Ülesanded

- 1 Miks tuleb sarrus enne betoonimist jääst sulatada?
- 2 Kui soe peab betoonisegu olema betoonimisel?
- 3 Kui kõrge tohib olla betoonis kasutatava vee maksimaalne temperatuur?
- 4 Loetlege betoonitarindi soojendamisviisid.
- 5 Milline ülesanne on trafol juhtmetega elektersoojenduse puhul?
- 6 Miks peab soojendusjuhe olema üleni betooni sees?
- 7 Milliseid eriomadusi on talvebetoonil võrreldes tavalise betooniseguga?
- 8 Miks vajab betoon talvel külmakaitset?
- 9 Kuidas jälgitakse betooni tugevuse kujunemist?
- 10 Määrake betooni jäätumiskindlus.