

No literature**Write on every examination paper**

- **Code, name and date of the exam**
- **Your name, student number and department**

1. What causes hydration heat of concrete? Explain the features which effect on the heat evolution of Portland cement. 5 p.
Mistä aiheutuu betonin hydrataatiolämpö? Selosta portlandsementin lämmönkehitykseen vaikuttavat tekijät.
2. Explain the use of fly ash and ground granulated blast furnace slag as concrete binders. How does their hydration and properties differ from concretes produced by Portland cement? Are there some restrictions in their use? 6 p.
Selosta lentotuhkan ja masuunikuonan käyttö betonin sideaineena. Miten niiden hydrataatio ja ominaisuudet eroavat Portlandsementistä valmistetun betonin ominaisuuksista? Onko niiden käytölle joitakin rajoituksia?
3. Explain the mechanism of function and production technology of self consolidating concretes. What are the benefits and possible disadvantages? In concreting works what kind of structures self consolidating concretes are suitable for and in which structures it should not be applied? 6 p.
Selosta itsetiivistyvien betonien toimintamekanismi ja valmistustekniikka. Mitkä ovat sen edut ja haitat? Minkälaisen rakenteiden betonointiin se soveltuu ja missä sitä ei tulisi käyttää?
4. Your task is to design and produce a reinforced basement slab which should be free of shrinkage cracks. What kind of possibilities based on concrete technology and concrete work-related are available? Choose the best combination of these and give the reasons for your choice. 6 p.
Tehtäväsi on valmistaa maanvarainen betonilattia, johon ei saa syntyä kutistumis-halkeamia. Mitä betoniteknologisia ja työtekniisiä mahdollisuksia on käytettävissä? Valitse näistä paras yhdistelmä ja perustele valintasi.
5. a) Define the basic rules for proportioning fibre reinforced concrete.
b) Explain the course of mix design of self consolidating concrete in short. 4 p.
*a) Mitkä ovat pääperiaatteet suhteittaan kuitubetonia
b) Selosta lyhyesti itsetiivistyvän betonin suhteituksen kulku*
6. Define the mix proportions of concrete for exposure classes XC3, XF1 and XA2 (from sulphates) for a service life of 50 years. Use the requirements of the tabular data from the Finnish Concrete Code By50 given as an appendix. Make sure that the chosen air amount suits your maximum size of aggregate. For the mix design you have fast-setting cement Pika-sementti CEM I 52.5 R (**not SR**), with cement strength of 56 MPa. If needed, you also have

fly ash, ground granulated blastfurnace slag and silica powder at your use. JUSTIFY YOUR ANSWER. The target slump of the concrete is 90 mm and the batch volume is 1,5 m³.

The aggregate is combined of three grading classes. Take into account the amounts of air and crushed material and do the appropriate corrections in the passing values. A hint: if no analytical answer for the group of equations is found, use the method of trial and error. Grading of the aggregate fractions is presented in attachment 'Betonin koostumus'. The dosage of the air-entraining agent is 0,030 % of the amount of binder and its density is $\rho_{aea} = 1,18 \text{ kg/dm}^3$. The air-entraining agent is calculated as a part of the mixing water.

Check the frost durability of the concrete by calculating the F-factor using the following assumptions: the amount of efficient water is the amount determined from the mix design and the measured air amount is 5 %. **Is the concrete in compliance with the requirements?**

This problem is solved with the forms given and they must be returned with students name included.

DO NOT MAKE ANY MARKINGS ON THE CONCRETE CODE.

8 p.

Suhteita pakkasenkestäävä betonia rasitusluokkien XC3, XFI ja XA2 (sulfaattirasituksesta) mukaan 50 vuoden käyttöiälle. Käytä taulukkomitoitusta betoninormien By50 mukaan (mukaan liitteissä). Varmista, että valitsemasi ilmamäärä on sopiva käyttämäsi maksimiraekoon kanssa. Käytössäsi on Pikasementtiä CEM I 52,5 R (ei SR), jonka koestuslajuus on 56 MPa sekä tarvittaessa lentotuhkaa, masuunikuonaa tai silikajauhetta. PERUSTELE VALINTASI. Betonin tavoitenotkeus on 90 mm. Tarvittava betoniannos on 1,5 m³.

Runkoaine yhdistetään kolmesta eri runkoainelajitteesta. Vihje: Jos runkoaineiden yhdistäminen ei onnistu kolmen yhtälöryhmän avulla, yhdistä lajiteet kokeilemalla. Muista ottaa huomioon sepelin ja ilman vaikutus rakeisuuskäyrään. Kaikki runkoainetta koskevat tiedot ovat Betonin koostumus -lomakkeella. Huokostimen annostus on 0,030 % sideaineen määrästä ja sen tiheys ρ_{aea} on 1,18 kg/dm³. Huokostin lasketaan suhteituksessa osaksi vesimäärää.

*Tarkista toteutunut pakkasenkestävyys laskemalla F-luku seuraavilla oletuksilla:
Tehollinen vesi on suhteituksesta saamasi vesimäärä; betonista mitattu ilmamäärä on 5 %.
Onko betoni vaatimusten mukaista?*

Tehtävä ratkaistaan liitteiden avulla, jotka on palautettava nimellä varustettuna.

Älä tee tentissä jaettaviin normeihin omia merkintöjä.