

[entry]nyt/global//global/global



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

**JUHO VASTAPUU**  
**BETONIN VALINTA LATTIOIHIN**  
Kandidaatintyö

TkT Jukka Lahdensivu lähetetty  
tarkastukseen 6.6.2016.

# TIIVISTELMÄ

**JUHO VASTAPUU:** Betonin valinta lattioihin

Tampereen teknillinen yliopisto

Kandidaatintyö, 27 sivua, 2 liitesivua

Kesäkuu 2016

Rakennustekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Talonrakentaminen

Tarkastaja: TkT Jukka Lahdensivu

Avainsanat: betonilattia, betonilaatta, lattialuokka, kutistuminen, halkeilu, betonin valinta, lattiabetoni, työselostus

# ALKUSANAT

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
1.1	Tutkimuksen tausta . . . . .	1
1.2	Työn tavoitteet . . . . .	1
1.3	Työn rajaukset . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Optimointi</b>	<b>1</b>
2.1	Optimointi matematiikassa . . . . .	1
2.2	Rakenteiden optimointi . . . . .	3
	<b>Viitteet</b>	<b>3</b>

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

## 1.2 Työn tavoitteet

## 1.3 Työn rajaukset

# 2 OPTIMOINTI

## 2.1 Optimointi matematiikassa

Matemaattisella optimoinnilla tarkoitetaan prosessia, jolla löydetään jollekin funktiolle paras mahdollinen arvo sille asetetut reunaehdot huomioiden. Asettamalla optimoitava kohde sekä halutut rajoite-ehdot matemaattiseen muotoon, voidaan optimoimalla löytää matemaattisin keinoin paras käypä ratkaisu. Käyvällä ratkaisulla tarkoitetaan ratkaisua, joka kuuluu annettujen rajoite-ehtojen joukkoon.

Matemaattisesti optimoinnissa on tavoitteena etsiä funktiolle käyvästä joukosta minimi- tai maksimiarvo. Optimointitekniikoita ja algoritmeja on kehitetty lukuisia ja kukin niistä soveltuu käytettäväksi eri tavalla eri optimointitehtäviin. Optimointi ja erilaisten optimoitimenetelmien tutkiminen on yksi matemaattisen operaatiotutkimuksen osa-alueista. Optimoinnista voidaan joissain yhteyksissä käyttää myös nimitystä matemaattinen ohjelmointi (engl. mathematical programming), jolla viitataan matemaattisten algoritmien kehittämiseen ja ohjelmoimista optimointitarkoituksiin. (**engopt**)

Optimointitehtävä kirjoitetaan matemaattisesti seuraavanlaisessa muodossa.

$$\text{Etsi } \mathbf{x} = \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{Bmatrix} \text{ joka minimoi } f(\mathbf{X}), \text{ siten että}$$

$$\begin{aligned} g_j(\mathbf{x}) &\leq 0, & j &= 1, 2, \dots, m \\ h_j(\mathbf{x}) &= 0, & j &= 1, 2, \dots, p \end{aligned} \tag{1}$$

missä  $\mathbf{x}$  on pystyvektori, joka sisältää  $n$ -kappaletta suunnittelumuuttujia,  $f(\mathbf{x})$  on tavoitefunktio,  $g_j(\mathbf{x})$  ja  $h_j(\mathbf{x})$  ovat rajoite-ehtoja. Rajoite-ehdot voivat olla yhtälön mukaisesti joko epäyhtälö- tai yhtälömuotoisesti ilmoitettuja. Suunnittelumuuttujien lukumäärä ( $n$ ) sekä rajoite-ehtojen lukumäärä ( $m$  ja/tai  $p$ ) eivät ole riippuvaisia toisistaan. Tällaista optimointitehtävää kutsutaan rajoitetuksi optimointiongelmakeksi. Optimointiongelman ei kuitenkaan tarvitse olla rajoitettu, vaan se voidaan ilmoittaa myös rajoittamattomana. (**engopt**)

Vektori  $\mathbf{x}$  sisältää optimointitehtävän kaikki suunnittelumuuttujat. Muuttamalla jonkin suunnittelumuuttujan  $x_i$  arvoa, muuttuu myös tavoitefunktion  $f(\mathbf{x})$  arvo. Suunnittelumuuttujista voidaan käyttää myös nimitystä optimointimuuttujat tai vapaat muuttujat, eli niiden arvoja voidaan muuttaa vapaasti kun haetaan tavoitefunktiolle arvoa. Toisistaan riippumattomien eli itsenäisten suunnittelumuuttujien lukumäärä on optimointiongelman vapausasteluku (design degree of freedom). Yleisesti ottaen suunnittelumuuttujien tulee olla toisistaan riippumattomia, mutta joissain tapauksissa niiden määrä voi olla ongelman vapausastelukua suurempi. Tämä on perusteltua esimerkiksi silloin, kun kohdefunktion määrittely pelkillä itsenäisillä suunnittelumuuttujilla olisi hankalaa. Jokaiselle suunnittelumuuttujalle täytyy myös pystyä asettamaan jokin numeerinen lähtöarvo, jotta optimointitehtävä pystytään suorittamaan.

Kohde- tai tavoitefunktio  $f(\mathbf{x})$  on optimointitehtävän matemaattinen muoto ilmoitettuna suunnittelumuuttujavektorin  $\mathbf{x}$  funktiona. Optimointitehtävän tavoitteena on joko minimoida tai maksimoida kohdefunktion arvo. Mikäli optimointitehtävässä on useampi kuin yksi kohdefunktio, käytetään tehtävästä nimitystä monitavoiteoptimointi. Tällöin kohdefunktio ilmaistaan matemaattisesti kohdefunktioiden joukko-

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = \begin{bmatrix} f_1(\mathbf{x}) & f_2(\mathbf{x}) & \cdots & f_p(\mathbf{x}) \end{bmatrix}, \tag{2}$$

jossa jokainen kohdefunktio koostuu kuitenkin samasta suunnittelumuuttujavektorista  $\mathbf{x}$ .

(**intro**)

## **2.2 Rakenteiden optimointi**

### **VIITTEET**