

# Betonirakenne vahinkotilanteessa – tulipalot, vesivahingot

MIKA OIKARI  
DI, VANHEMPI ASiantuntija

AFRY BUILDINGS FINLAND OY

# Tulipalo

Kuumuus aiheuttaa suoraan rakenteiden vaurioitumista, mutta myös sammutustöillä on seurauksensa.

## Betonirakenne tulipalossa:

- Betonin vaurioituminen
- Raudoituksen vauriot
- Kiinnitysten ja liitosten rikkoutuminen
- Muodonmuutokset
- Palokaasuista imeytyneet yhdisteet

## Sammutustöiden välittömät vaikutukset betonirakenteeseen:

- Sammutusveden aiheuttama lämpöshokki
- Kiireellä tehdyt purkutyöt
- Rakenteiden kaatuminen, kappaleiden putoaminen
- Kastuneiden rakenteiden, erityisesti sisätiloissa olleiden, suojaamattomuus (pakkanen, sade)

# Betonin vaurioituminen tulipalossa

Betoni- ja teräsosat vaurioituvat eri tavoilla, rakenteen vauriot ovat usein seurausta molemmista.

- Betoni on palamaton materiaali ja kestää hyvin korkeita lämpötiloja.
- Huono lämmönjohtavuus, rakenteen sisäosat ja palolta suojassa oleva puoli kuumenevat hitaasti.
- Rakenteeseen saattaa palotilanteessa syntyä suuria paikallisia lämpötilaeroja johtuen lämmön hitaasta johtumisesta ja esim. palokaasujen virtauksista riippuen.

## Betonin palovaurioissa muistettava:

Betonirakenteen toimivuus voi vaarantua jo ennen kuin näkyviä betonivaurioita on syntynyt.

# Lämpötilojen arviointi on tärkeää

- Kirjalliset lähteet, mitä on tapahtunut
- Betonin pinnan värimuutokset
- Lohkeamat, halkeamat
- Noki
- Ympäröivien rakenteiden vauriot
  - Muoviosien sulaminen
  - Puun hiltyminen
  - Lasivillan sulaminen
  - Lasin pehmeneminen
  - Alumiiniosien sulaminen



Vaurioitumisen kannalta oleellista on korkeiden lämpötilojen VAIKUTUSAIKA



# Sekundääristen havaintojen tekeminen lämpötiloista





## Sekundääristen havaintojen tekeminen lämpötiloista



# Betonirakenteen vaurioituminen tulipalossa

Betonin vaurioituminen kuumuudesta etenee palolle altistuvasta pinnasta hitaasti syvemmälle.

- Kosteuden poistumisen seurauksena syntyy jo matalissa lämpötiloissa kutistumista ja säröilyä sekä myöhemmin pinnan lohkeamia.
- Myös sisäiset lämpötilaerot aiheuttavat jännityksiä ja lohkeamista.
- Merkittävää pysyvää lujuuskatoa syntyy yli 300°C (jäännöslujuus luokkaa 80%).
- Kun betoni käy palossa 500-600°C:ssa, värimuutos vaaleanpunaiseksi ja kiviaineksen kvartsin muodonmuutos (jäännöslujuus enää noin puolet alkuperäisestää).

Betonilaatujen tulipalonkestossa on eroja, samoin betonin iällä on merkitystä vaurioitumiseen.

Betonin palovaurioissa muistettava:

Betonin kimmomoduuli ja taivutusvetolujuus alenevat palossa nopeammin kuin puristuslujuus.



Rakenteeseen voi syntyä suuria muodonmuutoksia, vaikka kantokyky säilyy.

# Betonirakenteen vaurioituminen tulipalossa

Teräsosien ja raudoituksen vaurioituminen voi tapahtua jo ennen betonin vakavaa vaurioitumista.

- o Raudoitusteräksen lujuusominaisuudet säilyvät palon alussa hyvin ja palautuvat lähes täysin vielä jopa 600°C:n lämpötilasta.
- o Jänneteräksillä lujuuden lasku alkaa huomattavasti aikaisemmin ja jäännöslujuus rakenteen jäähtyttyä jää alhaisemmaksi jo matalammista lämpötiloista.
- o Raudoituksen tartunta vaurioituu pysyvästi jo ennen teräksen ominaisuuksien romahdusta, erityisesti jännepunoksilla.
- o Ruostumattomalla teräksellä merkittäviä pysyviä muutoksia ominaisuuksiin syntyy tavallisia teräsosia aikaisemmin.

RST:n lämpölaajeminen poikkeaa betonista hieman, toisin kuin tavanomaisen raudoituksen.

## Betonirakenteen palovaurioissa muistettava:

Teräksen jäännösominaisuudet palon jälkeen voivat olla riittävät, mutta muodonmuutokset eivät palaudu.



Rakenteessa käytetyt materiaalit on tunnettava, että vaurioitumisen riskiä voidaan arvioida.



# Betonirakenteen vaurioiden tutkiminen

- Tarkka aistinvarainen havainnointi
  - lohkeamat, halkeamat
  - värimuutokset
  - pinnan lujuus
  - muodonmuutokset
- Näytteenotto laboratoriotutkimuksia varten
  - lujuusominaisuudet
  - ohuthietutkimukset
  - maksimilämpötilat erityisesti raudoituksen ympärillä
  - teräksen jäännöslujuus (jännitetyt rakenteet)
- Ajoituksen ristiriita; varhaisessa vaiheessa sekundääristen havaintojen tekeminen on helpompaa, mutta betonin tutkiminen on vaikeampaa

TYÖTURVALLISUUS (putoamissuojaus, haitalliset aineet, rakenteiden vakaus)





# Vesivahingot tulipalon seurauksena

- Sammutusveden kulkeutumista rakenteisiin ei voi välttää
- Usein merkitys korjattavuuden kannalta on suurempi kuin betonirakenteiden vaurioiden
- Alkuvaiheen toimilla ratkaiseva merkitys vesivahinkojen laajuuteen
- Kosteudenhallinnan asiantuntija aina heti mukaan palovaurioselvityksiin, jos rakenteita on tarkoitus säästää ja korjata

Ensikäynti mahdollisimman pian

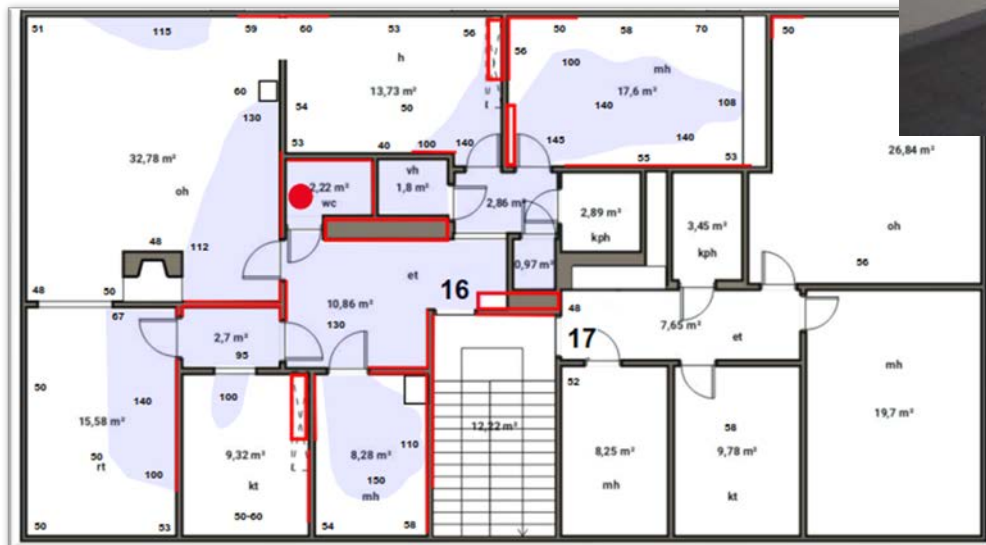


tarkoituksenmukaiset alkuvaiheen toimenpiteet



# Kosteusasioissa muistettava

- o Lähtötilanteen kartoitus, potentiaalisten ongelma-alueiden tunnistaminen
- o Alkuvaiheen toimilla voidaan joskus estää vakavien kosteusvaurioiden syntyminen/laajeneminen
- o Riskinarviointi kosteusasiantuntijan toimesta (missä kosteus on mahdollisesti ongelma, mistä kuivattaminen on vaikeaa yms.)





# Tulipalovaurioiden arviointi

Rakenteiden vaurioitumista tulee alusta saakka selvittää ja arvioida kokonaisuutena, koska korjaustavat kytkeytyvät aina toisiinsa vauriotyypistä riippumatta.

## Betonirakenteen vauriot:

- Lujuus (betoni, raudoitus, punokset)
- Muodonmuutokset, halkeamat
- Liitosten ja kiinnitysten toimivuus
- Pintavauriot

## Vesivahingon vaikutukset:

- Tunnistetut riskirakenteet, riskiarvio
- Vuotoveden kulkureitit ja leviäminen
- Muut vahingosta riippumattomat kosteuslähteet ja niiden mahdollisesti aiheuttama vaurioituminen
- Toimenpidesuositukset tilakohtaisesti kokonaisuus huomioiden



Miten rakenne toimii seuraavassa vahingossa?

# KIITOS!

Mika Oikari  
DI, vanhempi asiantuntija

AFRY Buildings Finland Oy

044 768 8205  
mika.oikari@afry.com

