

BETONIVALMISOSIEN LAATUPOIKKEAMIEN KÄSITTELY



LOKAKUU 2006

1. JOHDANTO	3
2. LAATUPUUTTEET	4
2.1. MITTAPOIKKEAMAT	4
2.1.1. <i>Toleranssiohje</i>	4
2.1.2. <i>Ohjearvojen soveltaminen käytännössä</i>	4
2.2. PINNAN LAATU	6
2.2.1. <i>Pinnan tasaisuus</i>	6
2.2.2. <i>Värin ja tummuusasteen vaihtelut</i>	6
2.3. TAIPUMAT JA KÄYRYYS	8
2.3.1. <i>Jännitetyt tuotteet</i>	8
2.3.2. <i>Seinäelementit</i>	9
2.4. HALKEAMAT	9
2.4.1. <i>Lämpöliikkeiden aiheuttamat halkeamat</i>	9
2.4.2. <i>Kutistumishalkeamat</i>	10
2.4.3. <i>Esijännityksen aiheuttamat halkeamat</i>	9
2.4.4. <i>Käsittelyssä syntyneet halkeamat</i>	11
2.4.5. <i>Pintojen halkeiluluokitus</i>	11
2.5. MUU LAATU	12
3. LAATUPUUTTEIDEN VAIKUTUKSET	12
3.1. VARMUUSTASO	12
3.2. SÄILYVYYS	13
3.3. ESTEETTISET TEKIJÄT	13
4. TYYPILLISET PUUTTEET JA NIIDEN KÄSITTELY	14
4.1. PILARIT JA PALKIT	15
4.2. SEINÄELEMENTIT	29
4.3. ONTELOLAATAT	33
4.4. TT- LAATAT	41
4.5. KUORILAATAT	47

1. Johdanto

Tämä ohje on tarkoitettu ensisijassa elementtien valmistuksen laadunvalvontaan sekä suunnittelijoiden ja valmistajien koulutukseen. Tarvittaessa sitä voidaan käyttää myös asiantuntijoiden tekemän valmiin tuotteen laadun arviointiin.

Virheiden välttäminen tuotannossa kokonaan on lähes mahdotonta. Tämän vuoksi on tärkeää, että betonielementtien kanssa työskentelevät tietävät, kuinka toimia mahdollisesti ilmenevien virheiden kanssa.

Laatupuutteet voivat vaihdella vakavuudeltaan pienistä pintavirheistä rakenteellisesti merkittäviin virheisiin. Koska monet virheistä sijoittuvat laatuvaatimusten normaalin poikkeaman sisälle tai eivät kuulu laadunvalvonnassa tarkastettavaan ominaisuuksiin, ei aina voida valita pelkästään elementin hyväksymisen tai hylkäämisen välillä.

Virheen aiheuttajia voivat olla esimerkiksi sääolosuhteet, käytettyjen raaka-aineiden laatu tai tuotteen huono käsittely varastointi-, kuljetus- tai työmaan vastaanottovaiheessa. Tuotetta voidaan vaurioittaa myös asennettaessa.

Ohjeessa kerrotaan yleisimmät virhetyypit. Korjaustoimenpiteen valintaan vaikuttavat virheen vakavuus, korjauksen toteutettavuus, kustannukset ja elementin käytettävyyden korjauksen jälkeen.

Mikäli elementissä on suurempia laatupuutteita, jotka eivät ole korjattavissa, tulee se joko hylätä kokonaan tai muuttaa sen käyttötarkoitusta.

Ohjeen sisältö perustuu suurelta osin vastaavaan *fib*:n julkaisun käsikirjoitukseen ” Treatment of imperfections in precast concrete” vuodelta 2006. Betonipintojen laatua koskevat vaatimukset ja ohjeet löytyvät laajemmin julkaisusta BY 40, Betonirakenteiden pinnat/ Luokitusohjeet. 2003. Betonirakenteiden säilyvyysvaatimukset eri rasioluokissa on esitetty Betoninormeissa BY 50. Ohje tukeutuu betonielementtejä koskeviin ja laadintahetkellä voimassaoleviin normeihin ja standardeihin.

Ohjeen suositukset ovat viitteellisiä ja ne tulee aina tarkistaa tapauskohtaisesti asiantuntijoiden toimesta. Jos laatupuutteet voivat vaikuttaa tuotteen tai rakenteen kantokykyyn, tulee yleensä vastaavan rakennesuunnittelijan ottaa kantaa asiaan. Jos taas kyse on ei- rakenteellisista puutteista kuten esimerkiksi tuotteen pintalaadusta, päätöksen tekevät yleensä tilaaja ja elementtivalmistaja sekä tarvittaessa arkkitehti yhdessä.

2. Laatu puutteet

2.1. MITTAPOIKKEAMAT

2.1.1. Toleranssi ohje

Betonielementit ovat teollisesti valmistettuja tuotteita. Niiden laatua tarkkaillaan ja niiden on oltava mittatarkkuudeltaan vaatimusten määrittelemissä sallituissa rajoissa.

Betonielementit liitetään usein rakennusvaiheessa paikallavalettuihin betonirakenteisiin, jotka noudattavat eri mittatarkkuusvaatimuksia. Tällöin syntyy helposti ristiriitatilanteita. Myös teräsrakenteille on olemassa omat mittatarkkuusvaatimuksensa.

Täten erilaiset vaatimukset joudutaan yhdistämään niin, että ongelmat työmaalla saadaan minimoitua ja rakenteet sovittua yhteen.

Koska rakennustyömailla harvoin tutkitaan rakennusosien mitallisten vaatimusten täyttymistä, jää moni poikkeama huomaamatta.

Betonielementtien toleranssit esitetään julkaisussa ”Betonielementtien toleranssit 2003.

Betonikeskus ry.” Toleranssiluokkia on kaksi, normaaliluokka N ja erikoisluokka E.

Paikallavalettujen betonirakenteiden toleranssit esitetään julkaisussa BY 39 vuodelta 1995.

Teräsrakenteiden toleranssit esitetään Tassu- projektissa laaditussa julkaisussa

”Teräsrunkorakenteiden ja metallijulkisivujen toleranssit” vuodelta 2006.

2.1.2. Ohje arvojen soveltaminen käytännössä

Betonivalmistusosien mittatarkkuus esitetään valmistustoleranssina ja rakentamistoleranssina.

Rakentamistoleranssi sisältää valmistuksen, paikalleenmittauksen ja asennustyön mittatarkkuuden.

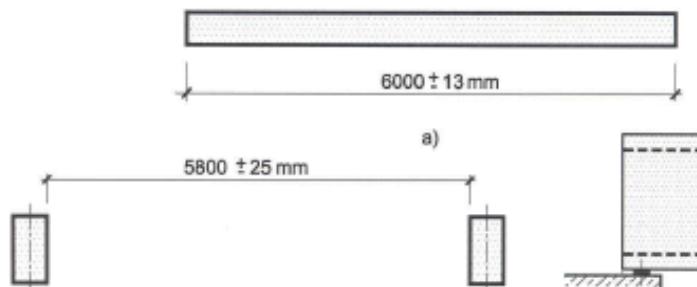
Työmaalla tapahtuva erilaisten toleranssien yhteensovittaminen vaatii hyvää arviointikykyä ja käytännön kokemusta. Peruseriaate on, että mittapoikkeamien ei anneta kasautua vaan pyritään tasaamaan poikkeamat asennusvaiheessa.

Mikäli toleranssiluokitukseen nojaten hylätään vielä käyttökelpoinen tai vaihtoehtoisesti hyväksytään käyttöön kelpaamaton tuote, toimitaan väärin. Jos tuote ei sovellu käyttökohteeseen, se on luonnollisesti hylättävä. Lopullisen päätöksen tekijöitä voivat olla ensijassa vastaava työnjohtaja, valvoja, valmistajan edustaja, arkkitehti tai vastaava rakennesuunnittelija.

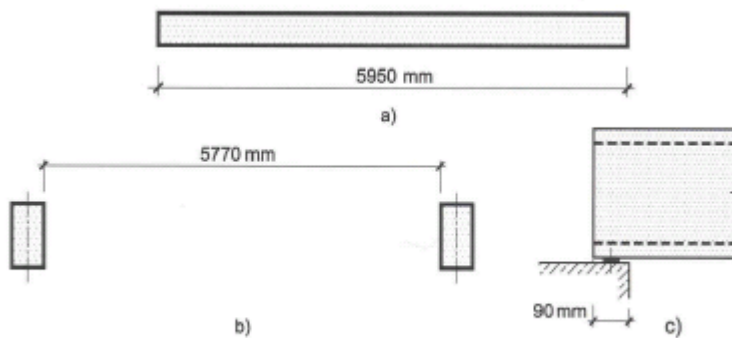
Kuitenkin, mikäli valmistusosien laatu on hylkäysrajalla, tulee materiaali hylätä aina, jos epäillään sen jollakin tavalla vaarantavan rakenteen toimivuutta.

Seuraava esimerkki havainnollistaa käytännön menettelyjä.

Kuva 2-1 esittää kahden paikallavaletun palkin varaan sijoitetun ontelolaatan. Kuva 2-1a) kertoo laatan jännevälin ja sallitun poikkeaman. Kuvasta 2-1b) nähdään kantavien palkkien välinen tarkka etäisyys. Laatan tukipituus ja sallittu poikkeama on esitetty kuvassa 2-1c).



Kuva 2-1. Valmistus- ja asennustoleranssit. Esimerkki.



Kuva 2-2. Mittapoikkeamien toteutuminen. Esimerkki.

Oletetaan kuvan 2-2- mukaan, että sekä betonielementin että paikallavaletun betonirakenteen mittapoikkeamat ylittävät ohjearvojen sallitut rajat.

Laatan jänneväli 5950mm ylittää sallitun mittapoikkeaman. Palkkien keskinäinen etäisyys 5770 mm ylittää myös sallitun toleranssin. Tästä huolimatta, koska sekä elementissä että paikallavaletussa rakenteessa olevat virheet pienentävät rakenteen mittoja, on laatan tukimitta vaatimukset täyttävä 90 mm.

Koska kummankaan virheen ei todeta aiheuttavan lopulliselle rakenteelle ongelmia, voidaan rakenteet tässä tapauksessa hyväksyä rakennuksen osiksi. Hyväksynnän voivat tehdä esim. vastaava työnjohtaja ja/tai vastaava rakennesuunnittelija.

Esimerkki osoittaa, että pyrittäessä tehokkaaseen ja hyvään rakentamiseen, yksittäisistä laatuvaatimuksista voidaan joskus poiketa rakennusosien kelpoisuutta arvioitaessa, kunhan lopullinen rakenne täyttää vaatimukset. Tämänkaltaisen työskentelytavan omaksumisen on todettu johtavan tehokkaaseen ja käytännölliseen rakentamiseen.

2.2. PINNAN LAATU

Betonielementtien pinnoissa voi esiintyä puutteita tavoitelatuun nähden. Yleensä virheet syntyvät valun aikana tai johtuvat muotin puutteellisesta laadusta, väärytyypisistä muottiöljystä tai betonilisäaineiden virheellisestä käytöstä.

Betonipintojen laatua valvotaan erityisesti pinnan epätasaisuuksien, väri vaihteluiden ja halkeaminen osalta.

2.2.1. Pinnan tasaisuus

Yleisimpiä virheitä ovat hammastukset, huokokset, valupurseet, harvavalut, pinnan aaltoilut, nystermät ja kolot. Virhettä verrataan tavoitelatuun ja näin arvioidaan sen vaikutukset tuotteen käytölle sekä mahdollinen korjaustarve.

Betonipintojen luokitusohjeet on esitetty julkaisussa BY 40. Betonirakenteiden pinnat/ luokitusohjeet 2003. Julkaisussa vaatimukset esitetään 4 eri vaatimusluokassa. Luokkaan C sijoittuvia tuotteita suositellaan käytettäväksi ainoastaan ei- näkyviin jäävissä rakenteissa (esim. perustukset ja alaslaskettujen kattojen betonipinnat). Luokkaa AA , jossa pintoja ei saa korjata, käytetään puolestaan erittäin korkealaatuisissa rakennuskohteissa ja kohteissa, missä pintaa tarkastellaan enintään 5 metrin etäisyydeltä. Pinnan laatuvaatimukset koskevat myös viisteen aluetta, esim. valupurseet ja –haavat.

Joissakin tilanteissa betonipinta voi olla myös liian sileä. Väliseinäelementin laatoitusalueksi tuleva pinta ei saa olla liian kiiltävä ja ”lasimainen”, jotta vesieristysmassa ja kiinnityslaasti tarttuvat riittävästi alustaan. Tarvittaessa pinta karhennetaan ennen laatoitustyötä. Jotkut julkisivumaalit voivat myös vaatia betonialustan esikarhennusta hiomalla, hiekkapuhaltamalla tai jollain muulla luotettavalla tavalla. Usein vaaditaan sementtiliiman poisto muottipinnasta. Tarvittaessa maalauksesta vastuussa oleva taho voi tarkastaa pinnat etukäteen.

2.2.2. Väriin ja tummuusasteen vaihtelut

Betonin harmaasävyt

Erilaisten väripigmenttien ja kiviainesten ansiosta voidaan valmistaa erivärisiä betonipintoja. Pienet väri vaihtelut ovat betonipinnoille luonnollisia. Harmaassa betonissa ilmenee väri vaihtelun lisäksi tummuuseroja.

Betonipinnan vaaleuteen vaikuttavat käytetty sementtiaines, muottipinnan ominaisuudet, hienon kiviaineksen väri, vesi-sideaine-suhde ja betonin kosteus. ISO 2470- luokitus määrittelee betonipinnan vaaleuden asteikolla 0-100. Nolla tarkoittaa mustaa ja 100 valkoista.

Valkoinen sementti vaihtelee välillä 75...80 ja normaali Portlandsementti välillä 24...30 ISO 2470- luokituksella mitattuna.

Väribetoni

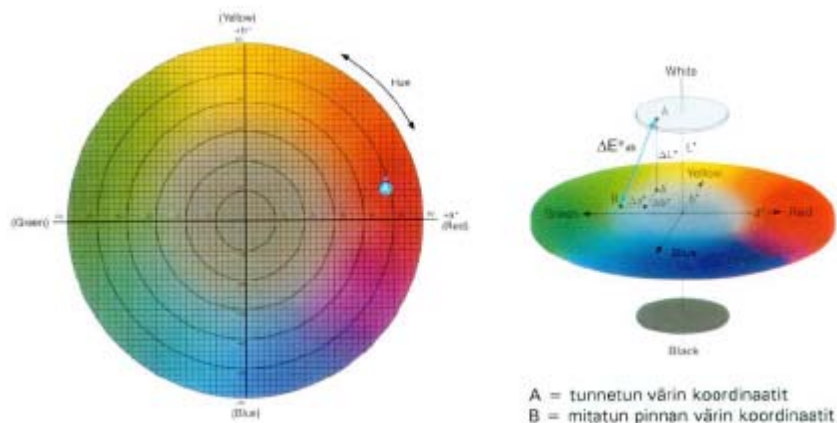
Väribetonipinnassa oleellista on itse värisävyyn tasaisuus. Epätasaiseen väriin voi olla useita syitä. Taulukossa 2-1 on esitetty väribetonipinnan sävy- ym. virheitä ja niiden syitä.

Taulukko 2-1. Väribetonipinnan virheiden syyt.

Virhe	Kuvaus	Todennäköinen syy
Väri vaihtelu	Väri vaihtelee koko pinnalla	Materiaalit - Sementin tyyppi tai laatu vaihtunut - Raaka- ainelähde vaihtunut - Vaihtelua lisäaineissa Betonin sekoitus - Prosessissa ja annostuksissa vaihtelua
Kiviaineksen haitallinen näkyminen	Pinta näyttää täplikkäältä tummempine karkean kiviaineksen alueineen	Muotti - Liian joustava ja ”pumppaa” tärytysvaiheessa Betonin sekoitus - Liian vähän hienoainesta - puutteita hiekan laadussa Valu - Liiallinen tärytys
Vaaleat läikät	Pinnassa vaaleampia alueita	Materiaalit - Kiviaines kuivaa tai huokoista Jälkihoito - Pinta kuivunut nopeasti riittämättömän jälkihoidon vuoksi
Hydrataatio- vaiheen väri virhe	Pinnan plastisessa kovettumisvaiheessa kosteuden liikkumisen aiheuttamat sävyerot. Laikut ja väri virheet pyrkivät esiintymään pystypinnoilla ja pinnan reuna-alueilla.	Muotti - Muottipinnan imukyky vaihtelee - Muotin saumat vuotavat Betonin sekoitus - Korkea vesisementtisuhte - Liian valuva massa Pintahidastin - Epätasainen tai riittämätön määrä Jälkihoito - Epätasainen kovettuminen
Kiviaineksen erottuminen	Hienon kiviaineksen erottuminen tai muotista valuminen aiheuttaa laikukkaan pinnan.	Muotti - Pieni pinnan absorptio - Vettä muotin pohjalla Betonin sekoitus - Laiha seos, jossa korkea vesisementtisuhte - Virheellinen rakeisuuskäyrä Valutapa - Liiallinen tärytys - Alhainen valulämpötila
Värittömyys tai likaisuus	Likaiset raaka- aineet	Muotti - Tahroja tai likaa muotilla, likainen puutavara, ruostetta teräsosista Pintahidastin - Epäpuhdasta tai väärin käytetty Materiaalit - Likaantuneet Jälkihoito - Likaiset jälkihoitotilat - Likainen jälkihoitovesi tai peitteet

Väriin määrittämiseen on olemassa useita luokituksia. Esimerkiksi CIELAB- järjestelmää voidaan käyttää apuna värillisten ja harmaiden betonipintojen väriin määrittämisessä (kuva 2-5).

CIELAB- järjestelmässä väri määritellään vaaleusasteen ilmoittavalla koordinaatilla L ja värin syvyyden ilmoittavilla koordinaateilla a ja b. Tämänkaltaiset järjestelmät ovat kuitenkin hyvin tarkkoja ja vaativat huolellisen perehtymisen järjestelmään.



Kuva. 2-6. CIELAB-värijärjestelmä.

Pintojen väri- ja tummuuseroja voidaan tarkastella myös silmämääräisesti. Yleensä on suositeltavaa tehdä mallielementti suurempia julkisivupintoja valmistettaessa. Julkisivussa näkyvä virhe syntyy useimmiten kahden vierekkäisen elementtipinnan liian suuresta värierosta. Mikäli asennetaan samanlaisia, keskenään täysin vaihtokelpoisia kuorielementtejä rinnakkain, voidaan värierot ottaa huomioon elementtien sijoitusta valittaessa.

2.3. TAIPUMAT JA KÄYRYYS

2.3.1. Jännitetyt tuotteet

Esijännitetyt ontelolaatat ja palkit ovat yleensä ylöspäin kaarevia. Valmistaja ilmoittaa ontelolaatoille laskennallisen taipuman ylöspäin. Poikkeama tästä saa olla +/- 6 mm tai L/1000, kuitenkin enintään +/- 10 mm.

Joissakin tilanteissa käyryydet saattavat poiketa keskimääräisestä lasketusta taipumasta esimerkiksi laatasta olevien isojen reikien johdosta tai ajateltua pidemmästä varastointiajasta johtuen. Valmistaja voi joutua sijoittamaan yksittäisen laatan myös sellaiselle valualustalle, jossa on vaadittua enemmän esijännityspunoksia. Joissakin tapauksissa on hyvä pyrkiä rajoittamaan kaarevuutta jo suunnittelussa esim. käyttämällä laatoissa yläpunoksia tai pienempää punosjännitystä.

Vierekkäisten laattojen kaarevuuseroja voidaan tasata asennusvaiheessa joko painamalla tai nostamalla laattaa enintään 1 mm/ pituusmetri enintään 320 mm korkeilla ontelolaatoilla ja enintään 0,5 mm/ pituusmetri yli 320 mm korkeilla ontelolaatoilla.

Esijännitetyjen palkkien kaarevuus tulee ottaa jo suunnittelussa huomioon mahdollisesti myös tuen korkoa määrättäessä, jotta valmiin lattian korot saadaan täsmäämään. Toleranssijulkaisussa on annettu sallitut poikkeamat ennakkoon suunnitellusta (lasketusta) taipumasta.

2.3.2. Seinäelementit

Seinäelementit voivat käyristyä varastossa lämpöliikkeistä, kutistumasta ja varastointitavasta johtuen. Laattapintaaiset julkisivut kaareutuvat kutistumasta johtuen kuperiksi. Toleranssiohje antaa normaaliluokassa rajaksi L/400 ja erikoisluokassa L/600. 6 metriä pitkälle elementille tämä tarkoittaa enintään 15 mm:n tai 10 mm:n taipumaa.

Nauhaelementtien kiinnitys runkoon tulisi suunnitella niin, että niitä voidaan asennusvaiheessa oikaista. Tällöin tulee kuitenkin varoa liiallista oikaisevaa voimaa, ettei elementti katkea.

2.4. HALKEAMAT

Betonin halkeilun aiheuttaa yksi tai useampi voima ja niiden aiheuttama jännitystila. Yleisimpiä syitä halkeiluun ovat betonin kuivumiskutistuma, lämpöliikkeet sekä muut betoniin kohdistuvat ulkoiset ja sisäiset rasitukset. Esijännitetyissä elementeissä jännevoima voi aiheuttaa rakenteellista halkeilua, koska jännevoimat on suunniteltu rakenteen lopputilanteen kuormitusta varten. Halkeiluun vaikuttavat betonissa käytetyt raaka-aineet, säättekijät, valmistusprosessi, jälkihoito ja käsittely, raudoitus ja betonin lujuus.

Betonirakenteissa ilmenee usein halkeamia, jotka eivät välttämättä ole haitallisia. Vaikka halkeamat ovat yleensä enemmän esteettinen kuin rakenteellinen haitta, voivat ne myös olla merkki puutteellisesta suunnittelusta tai ylikuormituksesta.

Betonielementtien halkeamat voidaan jakaa seuraaviin tyypeihin:

- Lämpötilamuodonmuutoksista aiheutuvat halkeamat
- Plastiset ja kuivumishalkeamat
- Mekaaniset halkeamat

2.4.1. Lämpöliikkeiden aiheuttamat halkeamat

Betoni reagoi lämpötilanvaihteluihin laajenemalla ja kutistumalla. Halkeamia syntyy, jos jäähtymisen aikana tapahtuva kutistuminen aiheuttaa suurempaa vetorasitusta kuin minkä betoni halkeamatta kestää. Tilanne on kriittisin betonin plastisessa vaiheessa.

Sementin hydrataatio on eksotermisen reaktio. Lämmön kokonaismäärä ja lämmönmuodostumisaste riippuu sementtityypistä ja määrästä. Mitä vähemmän lämpöä muodostuu, sitä pienempi on lämpöhalkeilun riski.

SR- sementtien käyttö antaa pienemmän lämpötilanousun kuin tavallinen Portland- sementti.

Sementtimäärän lisääminen lisää lämmönmuodostusta ja täten betonin lämpölaajenemista. Sementtimäärät riippuvat betonin lujuus- ja säilyvyysvaatimuksista. Korkeat sementtimäärät voivat johtaa muihin ongelmiin, kuten lisääntyneeseen kuivumiskutistumaan.

Betonilla, mikä lämpölaajenee vähemmän, on pienempi riski lämpölaajenemisesta johtuvien halkeamien syntymiseen. Betonin lämpölaajenemisvoimakkuus riippuu myös siihen käytetystä kiviaineksestä.

Myös huono jälkihoito voi aiheuttaa betoniin lämpölaajenemisesta johtuvia halkeamia. Betonielementti peitetään normaalisti muovipeitteillä, kunnes elementti saavuttaa halutun lujuuden. Näin lämpötila pysyy mahdollisimman tasaisena ja lämpötilanvaihteluista johtuvien halkeamien syntyminen estetään.

2.4.2. Kutistumishalkeamat

Plastinen halkeilu

Plastiset kuivumishalkeamat syntyvät heti kun betoni on valettu ja aiheutuvat veden erottumisesta pintaan ja betonin painumisesta.

Halkeamat syntyvät, kun veden haihtumisaste betonin pinnalta ylittää veden pintaan nousun määrän. Tämä on yleistä, kun on kuumaa, kuivaa ja/tai tuulinen sää tai kun betonin painuma viivästyy.

Kuivumiskutistuma

Pitkän ajan kuivumiskutistuma syntyy, kun vesi poistuu sementtiliiman geelihuokosista. Näin muodostuvat sisäiset rasitukset voivat johtaa halkeiluun, jos ne ylittävät betonin kestämän vetojännityksen.

Kuivumiskutistuminen kehittyy yleensä seuraavasti :

- 14 - 34 % lopullisesta kutistumisesta tapahtuu 2 viikon kuluessa
- 40 - 80 % lopullisesta kutistumisesta tapahtuu 3 kuukauden kuluessa
- 66 - 85 % lopullisesta kutistumisesta tapahtuu 1 vuoden kuluessa

Betonin kosteudenhallintaohjeissa (Betonitieto Oy) annetaan tarkempia ohjeita eri betonilaatujen kuivumisnopeudesta ja miten kosteusmittauksen avulla voidaan ennustaa jäljelläolevan kutistuman määrä.

Kuivumiskutistumaan vaikuttavat mm.

- elementin tilavuuden suhde pinta-alaan
- kiviainesrakeiden suhde kokonaisuutensa
- veden ja sideaineen suhde
- huokoskokojakauma
- sementin laatu ja määrä
- hienon ja karkean kiviaineksen suhde
- betonin lujuus, riski kutistumalle kasvaa mitä lujempaa betonia käytetään.

Halkeilua voidaan vähentää minimoimalla betonimassan vesimäärä kuitenkin myös suurta notkistinmäärää välttäen.

2.4.3. Esijännityksen aiheuttamat halkeamat

Esijännitettyyn betonielementtiin voi tulla halkeilua esijännitysvoiman johdosta seuraavista syistä;

- jännitysvaiheen kuormitusta ja siitä elementtiin syntyviä jännityksiä ei ole otettu riittävästi huomioon

- esijännityksen laukaisu on liian nopea tai epätasainen
- ankkurointialueen halkaisuraudoitus on puutteellinen
- betonin laukaisulujuus on riittämätön
- tuotepoikkileikkauksessa on liikaa punoksia (ontelolaatat)
- punostartunta on heikko (betoni ei ole tiivistynyt, punokset ovat öljyyntyneet tms.)
- tuotteen irroitus muotista esijännityksen laukaisun jälkeen rikkoo elementtiä
- elementti on suunniteltu liian monimuotoiseksi

Tarkemmin eri tapaukset käyvät ilmi kappaleessa 4.

2.4.4. Käsittelyssä syntyneet halkeamat

Mekaaniset halkeamat johtuvat yleensä elementin huonosta käsittelystä ja ne syntyvät usein varsinaisen valmistusvaiheen jälkeen.

Varastoinnin ja käsittelyn aikana syntyneiden halkeamien yleisimmät aiheuttajat ovat

- ylikuormitustilanne tehtaassa
- virheellinen nostaminen tai
- virheellinen pinoaminen/ varastointi
- suunnitteluvirhe (liikaa varauskoloja, kavennuksia tms.)

Asennusvaiheessa syntyvät halkeamat ovat yleensä merkki vakavammasta virheestä ja kyseinen elementti tulee aina tarkastuttaa valmistajalla ja / tai suunnittelijalla.

2.4.5. Pintojen halkeiluluokitus

Betonin pinnassa esiintyvät halkeamat voivat alentaa rakenteen kestävyttä ja/ tai olla esteettinen haitta.

Halkeilu on ominaista teräsbetonirakenteille, koska niiden jännittämätön raudoitus ei toimi kunnolla ennen halkeilua. Halkeamien leveyttä voidaan rajoittaa raudoituksen avulla.

Alle 0.05 mm leveitä halkeamia kutsutaan mikrohalkeamiksi ja ne voidaan yleensä jättää huomioimatta. Yli 0.3 mm leveät halkeamat vaativat yleensä korjaustoimenpiteitä, joilla ehkäistään niiden aiheuttamat säilyvyys- ja ulkonäköongelmat.

Raudoitettun betonin luonteesta ja taloudellisista syistä johtuen on tarkoituksenmukaista, ettei halkeiluvaatimuksia aseteta liian vaativiksi ja että niitä sovelletaan vain asiaankuuluviin rakenneosiin. Esimerkiksi taivutettu teräsbetonipalkki voi joissakin tapauksissa kuormitettuna halkeilla niin paljon, että useita tämän kohdan mukaisia ulkonäköön liittyviä vaatimuksia ei palkille voida asettaa.

Halkeilun rajoittaminen voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- halkeamien sijaintia, leveyttä ja määrää ei rajoiteta
- halkeamien sijaintia, leveyttä ja määrää rajoitetaan
- vain mikrohalkeilu sallitaan (alle 0,05 mm leveät halkeamat).

Halkeamien leveys, sijainti, suunta ja määrä vaikuttavat betonipinnan ulkonäköön. Monilta betonipinnoilta, joille on asetettu esteettisiä vaatimuksia ja joita voidaan katsoa läheltä, tulee edellyttää halkeilemattomuutta. Jos kyseessä on taivutettu kantava teräsbetonirakenne, ei tämä aina ole

mahdollista. Silloin halkeamaleveys on rajoitettava riittävän pieneksi ja rakenne on tarvittaessa jännitettävä.

Betonipintojen ulkonäköön vaikuttavan halkeilun raja-arvot esitetään tarkemmin julkaisun BY 40 liitteessä 3.

Pinnoittamattomassa betonissa pienikin halkeama voi näkyä häiritsevästi kastuneen pinnan kuivuessa, kun halkeama näkyy leveänä tummana kaistana kuivuvassa pinnassa.

Tehtyjen tutkimusten mukaan 0,3 mm tai tätä leveämmät halkeamat herättävät ihmisissä huolestumista.

2.5. MUU LAATU

Betonielementteihin voi tulla käsittelyssä lohkeamia ja murtumia, jotka pitää arvioida tapauskohtaisesti. Kappaleen 4 taulukoissa annetaan tarkempia ohjeita. Erityisen huolellisesti pitää katsoa murtumat tukipinnoilla ja niiden läheisyydessä.

Mikäli nostoelinten lähellä on ennen asennusta isompia halkeamia, tulee siitä ilmoittaa valmistajalle ja varmistua, että tuote on edelleen turvallisesti nostettavissa. Seinäelementtien valmistuksenaikaisessa muotilta nostossa voi nostolenkin ympäristö elementin pinnalta murtua, ellei valmistajalla ole oikeanlaista kippimuottikalustoa käytössään. Nostolenkki voi olla myös taipunut. Tällöin on arvioitava lenkin takaisintaivutuksen mahdollinen vaikutus lenkin teräslatuun mm. lämpötila huomioon ottaen.

Elementit voivat olla myös likaisia työmaalle tuotaessa tai asennusnoston alkaessa. Tarvittaessa elementit pestään. Samalla muutetaan kuljetus- tai varastointitapaa siten, että likaantumista ei pääse enää tapahtumaan.

Elementistä voi puuttua teräsosia tai tartuntoja suunnitteluvirheen, suunnitelmien myöhästymisen tai valmistusvirheen vuoksi. Tällöin harkitaan tapauskohtaisesti, voidaanko elementti ottaa käyttöön lisäämällä siihen jälkikäteen esim. poraamalla tai hitsaamalla tartuntoja tms. Rakenteen toimintaan tai työturvallisuuteen vaikuttavat korjaukset hyväksyy vastaava rakennesuunnittelija tai valmisosasuunnittelija.

Teräsosien maalipinnoite tai sinkitys on myös voinut rikkoutua käsittelyssä. Tämä tulee korjata ennen asennusta tai viimeistään asennushitsausten jälkeen.

Onnettomuustapauksissa, esim. rekan kaatuessa kuljetuksen aikana, tulee elementtien käyttökelpoisuus aina tarkistaa vastaavan rakennesuunnittelijan toimesta.

3. LAATUPUUTTEIDEN VAIKUTUKSET

3.1. VARMUUSTASO

Rakenteen kantokyky yleensä heikentyy, jos

- poikkileikkaus pienenee mittaepätarkkuuksista johtuen
- pääraudoituksen väärä sijainti pienentää ns. tehollista korkeutta
- rakenteessa on halkeamia leikkausrasitetuilla alueilla
- betonin lujuus alittaa suunnittelulujuuden
- elementin tukipinnat asennettaessa jäävät alle minimiarvojen tai
- rakenteesta jää pois toimivaa raudoitusta

Näissä tilanteissa vastaavan rakennesuunnittelijan tulee ottaa kantaa, missä määrin kantokyky on heikentynyt ja varmuustaso alentunut.

Rakenteen varmuuskertoimet ottavat huomioon sallitut poikkileikkauksen ja terästen sijainnin mittapoikkeamat sekä normaalit betonin lujuusvaihtelut. Mikäli epäillään, että betonin lujuus ei täytä suunnittelulujuutta, voidaan rakenteesta porata lieriöitä ja koestaa niiden lujuus. Jos poratun lieriön lujuus on vähintään 85 % suunnittelulujuudesta, rakenne täyttää vaatimukset betonin lujuuden osalta.

Tyypillinen virhe ontelolaattojen raudoituksessa on punosluisto. Tehtaalla havaittu luisto merkitään laatan päähän, kyseinen punos katsotaan toimimattomaksi ja suunnittelija tarkistaa laatan kantokyvyn riittävyden. Mikäli laatta toimitetaan työmaalle, sen kantokyky on luistosta huolimatta todettu riittäväksi. Jos vastaanottotarkastuksessa havaitaan merkitsemättömiä punosluistoja, niistä ilmoitetaan tehtaalle ja rakennesuunnittelijan tulee tarkistaa kantokyvyn riittävyys.

Mikäli elementissä on halkeamia, se on usein merkki puutteellisesta raudoituksesta tai jälkihoidosta tai virheellisestä käsittelystä. Jos raudoituksessa tai muuten havaitaan kantokykyyn vaikuttavia puutteita, rakenne voidaan mitoittaa tarkemmin uudelleen. Jos kantokyky osoittautuu tarkemmissakin laskelmissa riittämättömäksi, tuotteelle etsitään uusi käyttö, sen kantokykyluokitusta alennetaan tai tuote hylätään.

3.2. SÄILYVYYS

Betoninormeissa (BY 50) esitetään betonin säilyvyysvaatimukset. Nämä koskevat betonin sideaineen määrää ja tyyppiä, vesi-sideainesuhdetta, betonin minimilujuutta, teräksen suojabetonikerroksen paksuutta sekä betonin huokostusta. Betonirakenteelle määritellään suunnittelukäyttöikä. Tämä vaatimus koskee myös rakenteen teräsoasia. Valmistaja on velvollinen tallentamaan säilyvyyteen liittyvät valmistustiedot.

Mikäli valmistuksessa tapahtuu laadunalituksia, jotka vaikuttavat rakenteen säilyvyyteen ja käyttöikään, voidaan rakenteen käyttöikä määritellä laskennallisesti tarkemmin BY 50- liitteen 4 mukaan.

Terästen puutteellista suojabetonikerrosta voidaan parantaa erilaisilla pinnoitteilla. Betonissa olevat halkeamat voidaan paikata injektoimalla ja pinnoittamalla ja teräsoasia voidaan maalata. Mikäli tilaajan kannalta riittävää käyttöikää ei ole saavutettavissa, tuote tulee vaihtaa.

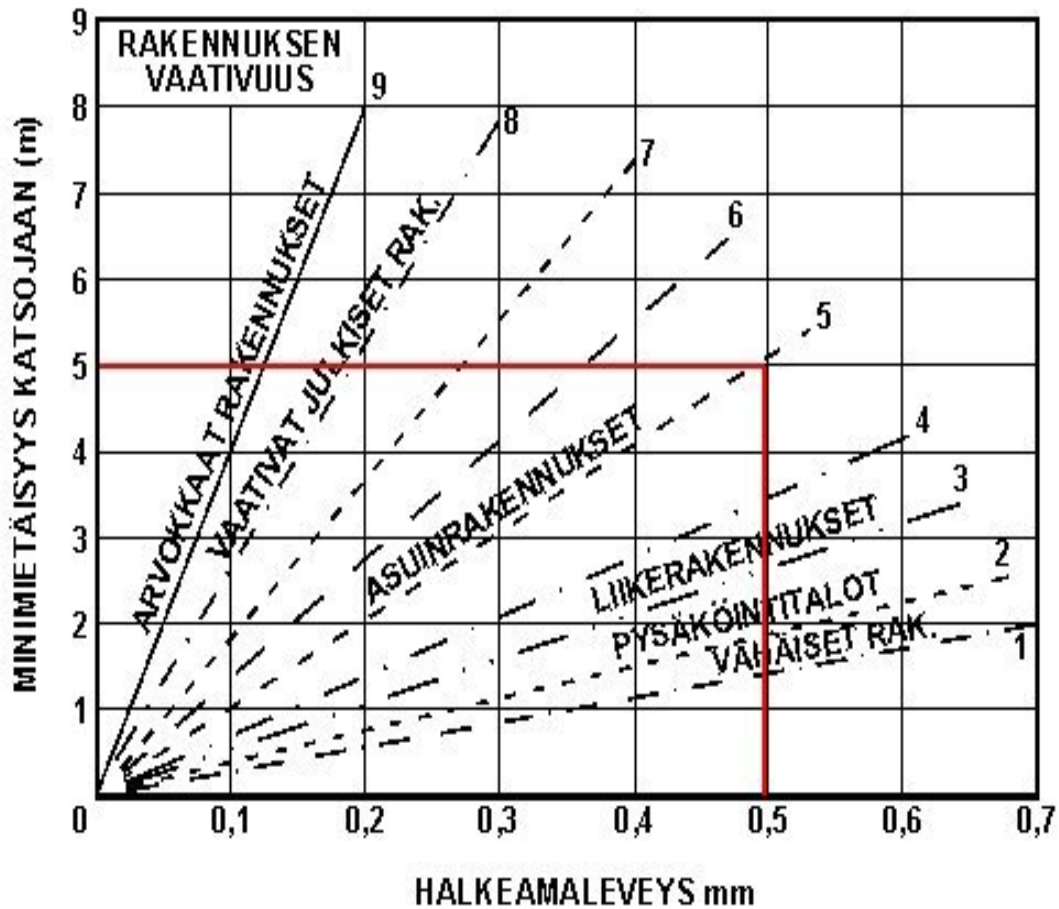
3.3. ESTEETTISET TEKIJÄT

Monet elementteihin kuljetus- ja asennusvaiheessa syntyneistä vaurioista ovat ainoastaan esteettinen haitta. Ulkonäkövaatimukset kullekin tuotteelle vaihtelevat suuresti, jopa samanlaisten elementtien välillä, ja ne määritellään kohdekohtaisesti.

Mahdollisten halkeamien vaikutusta voidaan arvioida ottaen huomioon, että

- suurin osa ihmisistä pystyy visuaalisesti erottamaan halkeaman, mikäli sen leveys (mm) on sama luku kuin katsojan etäisyys (m) halkeamaan. Ulkorakenteissa on otettava huomioon halkeaman ympäristön likaantuminen ja kastumisen jälkeen hitaampi kuivuminen.
- kuva 3-1 havainnollistaa silmämääräisesti havaittavien halkeamien leveydet katseluetäisyyteen nähden. Kuvasta nähdään, että esimerkiksi pientaloissa 0,5 mm:n halkeama on 5 metrin päästä katsottuna häiritsevä.

Betonielementtien esteettiset puutteet voidaan useimmiten korjata siten, että tuotteesta tulee vaatimuksia vastaava.



Kuva 3-1. Esteettisesti hyväksyttävät halkeamaleveydet.

4. TYYPILLISET PUUTTEET JA NIIDEN KÄSITTELY

Seuraavassa käsitellään runko- ja julkisivuelementtien mahdollisia laatu­puutteita painopisteen ollessa rakenteiden halkeamissa. Kunkin puutteen syyt ja vaikutus tuotteen käytettävyyteen pyritään arvioimaan tuotekohtaisesti. Yleensä syyt löytyvät suunnittelun tai valmistuksen virheistä ja siksi on tärkeää löytää heti korjaustoimet asian korjaamiseksi seuraavaksi valmistettavissa tuotteissa.

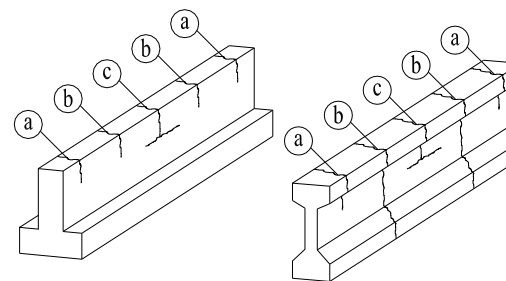
Taulukoissa esitettyjen halkeamien lisäksi tuotteisiin tulee halkeamia käyttötilanteen kuormilla, mutta niitä ei ole käsitelty tässä julkaisussa. Erityisen tärkeää on tarkistaa ja arvioida tuotteen kelppoisuus, kun se joutuu olosuhteisiin, missä on tiukat säilyvyysvaatimukset.

Useimmissa tapauksissa tuote voidaan korjata joko tehtaalla tai työmaalla käyttötarkoitukseensa sopivaksi. Mikäli tämä ei ole mahdollista, tuote joudutaan hylkäämään tai muuttamaan sen käyttötarkoitusta.

4.1. PILARIT JA PALKIT

POIKITTAISET HALKEAMAT PALKIN YLÄOSASSA

Tämäntyyppiset halkeamat ovat yleensä kohtisuorassa palkin pituussuuntaa vastaan ja kulkevat palkin yläosan halki näkyen myös sivuille. Joissakin tapauksissa halkeama saattaa ulottua vertikaalisti palkin läpi tai muodostua palkin sisälle lähelle keskiosaa kulkien palkin pituussunnan myötäisesti.

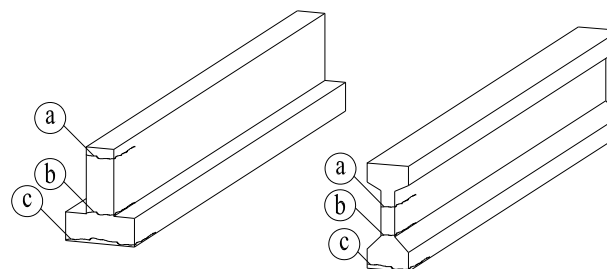


Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Esijännityksen aiheuttama taivutus jännevälin keskellä ylittää palkin yläreunan vetolujuuden. Halkeamat 'c'</p> <p>Puuttuva tai riittämätön palkin päiden alapuolisen punostartunnan irroittaminen. Halkeamat 'a'</p> <p>Yläosan puutteellinen raudoitus. Halkeamat 'b, c'</p> <p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Yläosan raudoituksen virheellinen sijoittaminen. Halkeamat 'a,b,c'</p> <p>Nostopisteiden virheellinen sijoittaminen.</p> <p>Betonin kuivumiskutistuma.</p> <p>Liian varhain suoritettu lämpökäsittely aiheuttama muotin laajentuminen.</p>	<p>Vähennetään jännevälin keskelle kohdistuvaa esijännitystä ja/tai lisätään raudoitusta estämään halkeilua.</p> <p>Lisätään punostartunnan irroitusta ja/tai lisätään raudoitusta estämään halkeilua.</p> <p>Vahvistetaan palkin yläpinnan raudoitusta.</p> <p>Varmistetaan yläosan raudoituksen oikea sijainti ja paikallapysyminen valun ajan.</p> <p>Varmistetaan nostopisteiden oikea sijainti.</p> <p>Levitetään jälkihoitoaine aiemmin ja/tai suihkutetaan pintaa vedellä kuivumisen estämiseksi.</p> <p>Suoritetaan lämpökäsittely myöhemmin.</p>	<p>Yksiaukkoisissa palkeissa halkeamat 'b' ja 'c' eivät aiheuta suurta haittaa ja korjaantuvat usein itsestään palkin kuormituksen aikana.</p> <p>Halkeamatyyppi 'a' voi vähentää palkin leikkauslujuutta, etenkin jos se sijaitsee negatiivisen taivutusmomentin alueella. (kyseinen tilanne voi syntyä jos palkki liitetään jatkuvaan rakenteeseen) Tällaisessa tapauksessa palkin kantavuus tulee arvioida halkeamien sijainnit ja suuruudet huomioiden.</p> <p>Mikäli 'c' - tyyppin halkeama kulkee vaakasuunnassa palkin uuman läpi, palkin kantavuus saattaa olla heikentynyt. Suunnittelijan tulee tarkistaa palkin kantokyky.</p> <p>Plastiset halkeamat ovat yleisiä sidelankojen yläpuolella. Niillä ei ole vaikutusta palkin kestävyYTEEN.</p>	<p>Vähäiset halkeamat eivät vaadi korjausta. Mikäli palkin tiedetään joutuvan alttiiksi syövyttävälle olosuhteille, tulee harkita halkeamien paineinjektointia esim. epoksilla.</p> <p>Jos halkeamien todetaan heikentävän rakennetta, tulee harkita rakenteen vahvistamista tai hylkäämistä.</p>

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>Betonin alhainen laukaisulujuus.</p> <p>Viivytys elementin esijännityksen laukaisussa.</p> <p>Plastinen halkeilu.</p> <p>C. Virhe käsittelyssä</p> <p>Tukien virheellinen valinta. Halkeamat 'b'</p> <p>Palkin vääntyminen käsittelyn yhteydessä.</p>	<p>Nostetaan betonin laukaisulujuutta.</p> <p>Laukaistaan esijännityspunos heti kun betoni on riittävän vahvaa. Estetään lämpökäsittelyn palkin nopea jäähtyminen ennen laukaisua.</p> <p>Aloitetaan lämpökäsittely aiemmin ja/tai muutetaan massaa hitaammin kuivuvaksi.</p> <p>Varmistetaan tukipisteiden oikea sijainti.</p> <p>Varmistetaan, ettei palkkiin kohdistu vääntömomenteja käsittelyn aikana.</p>		

PITUUSSUUNTAISET HALKEAMAT PALKIN UUMAN JA LAIPAN PÄÄDYISSÄ

Tämäntyyppiset halkeamat syntyvät yleensä palkin päihin noin metrin matkalle. Halkeamat ovat yleensä vaakasuuntaisia punosten tasossa ja ulottuvat leveysuunnassa palkin halki.

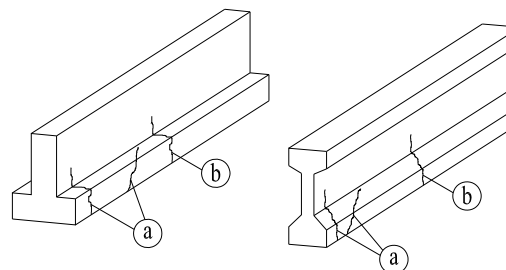


Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Liian voimakas tai epätasainen esijännitys. Punostartunnan puutteellinen poisto.</p> <p>Jännityserot palkin uuman ja laipan välillä.</p> <p>Palkin päätyjen puutteellinen hakarautoitus.</p>	<p>Uudelleen sijoitetaan tai tehdään tartunnattomiksi joitain esijännityspunoksia palkin päästä, jolloin paine jakaantuu tasaisemmin.</p> <p>Lisätään hakarautoitusta. Uudelleenjärjestetään punoksia tai poistetaan punostartuntaa paineen tasaisemman jakautumisen aikaansaamiseksi.</p> <p>Lisätään hakarautoitusta.</p>	<p>Mikäli halkeama ei ole esijännityspunosten kohdalla, sen vaikutukset ovat vähäiset. Halkeama sulkeutuu yleensä kuormituksessa syntyvän puristavan voiman ansiosta.</p> <p>Mikäli halkeama on esijännityspunosten kohdalla ja punokset ovat luistaneet, punokset ovat osittain menettäneet esijännitysvoimansa. Tästä voi aiheutua palkin taivutus- ja leikkauskapasiteetin heikentymistä.</p>	<p>Mikäli halkeama ei aiheuta palkille kantokyvyn alenemista, voidaan palkki käyttää normaalisti. Mikäli halkeamasta on ulkonäöllistä haittaa tai sen tiedetään joutuvan kosketuksiin haitallisen ympäristörasituksen kanssa, tulee harkita epoksi-injektointia tai palkin pinnoittamista.</p> <p>Halkeaman heikentäessä palkin rakenteellista kestävyyttä, tulee suunnittelijan arvioida tilanne.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Virheellisesti toteutettu esijännityksen laukaisu, esim. väärä laukaisujärjestys.</p> <p>Betonin heikko laukaisulujuus.</p> <p>Esijännityspunoksen liukuminen.</p>	<p>Laukaistaan esijännityspunokset hitaasti ja muutetaan laukaisujärjestystä.</p> <p>Muokataan betonimassaa siten, että riittävä laukaisulujuus saavutetaan laukaisuun mennessä tai vaihtoehtoisesti laukaistaan esijännitys myöhemmin.</p> <p>Varmistetaan esijännityspunosten puhtaus tai varmistaudutaan betonin riittävästä kestävydestä laukaistaessa esijännitys.</p>		
<p>Alimmaisten esijännityspunosten riittämätön suojausbetonikerros.</p>	<p>Varmistetaan riittävä suojaus kaikille esijännityspunoksille.</p>		

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>Betonimassan painuminen raudoituksen alapuolella</p> <p>Betonin tarttuminen muottiin purun yhteydessä. Väärä purkutapa.</p>	<p>Annetaan betonin asettua tärytyksen jälkeen ja tärytetään uudelleen. Muokataan betonimassaa juoksevammaksi ja vähemmän erottuvaksi.</p> <p>Varmistetaan muotin sisäosien sileys. Varmistetaan betonielementin hyvä irtoavuus muotista ja käytetään tarvittaessa tehokkaampaa muottiöljyä.</p>		

PYSTYSUUNTAISET JA VINOT HALKEAMAT PALKIN ALAOSASSA

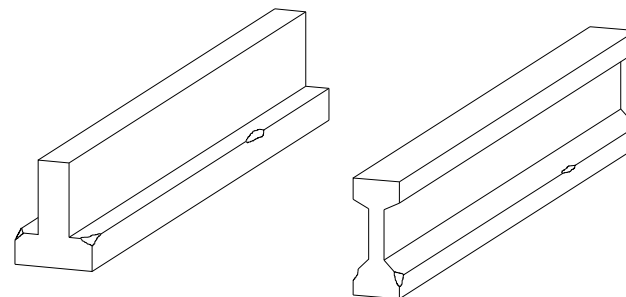
Tämäntyyppiset halkeamat lähtevät muodostumaan palkin alareunasta edeten ylöspäin. Palkin päähän muodostuva halkeama pyrkii yleensä diagonaalisesti kohti palkin keskiosaa, palkin keskeltä lähtevä halkeama yleensä pystysuoraan ylöspäin. Halkeamat voivat syntyä myös vasta asennusvaiheessa, kun rakenteelle tulee lisää kuormaa.



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa Palkin riittämätön taivutus- tai leikkauslujuus.</p> <p>Esijännityshäviöiden aliarviointi.</p> <p>Esijännityksen vähäinen määrä palkin päissä.</p> <p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Raudoitusten virheellinen sijoittaminen.</p> <p>Esijännityspunosten tartunnan pettäminen.</p> <p>Riittämätön esijännityspunosten jännitys.</p> <p>Päätylevyn tai päädyn teräsosien juuttuminen muottiin.</p> <p>Virheellinen lämpökäsittely.</p>	<p>Tarkistetaan lujuuslaskelmat mahdollisten virheiden varalta. Varmistetaan raudoituksen oikeellisuus.</p> <p>Huomioidaan vaikutukset huolellisemmin.</p> <p>Varmistetaan esijännityspunosten riittävä määrä</p> <p>Varmistetaan raudoituksen oikea sijoittelu ja määrä.</p> <p>Huolehditaan esijännityspunosten puhtaudesta ja betonimassan huolellisesta täryttämisestä. Varmistetaan betonin riittävä lujuus ennen laukaisua käyttämällä nopeampaa betonimassaa tai pidentämällä laukaisuaikaa.</p> <p>Tarkistetaan punosvenymät verrattuna laskennallisiin venymiin. Tarkistetaan todelliset jännityshäviöt laskennallisiin verrattuna.</p> <p>Muutetaan kiinnitystapaa ja estetään muottiin kiinnittyminen.</p> <p>Parannetaan lämpökäsittelyä.</p>	<p>Palkin päissä sijaitsevat, esijännityspunoksia vastaan kohtisuorat halkeamat voivat aiheuttaa punostartunnan pettämisen halkeaman ja palkin pään välillä.</p> <p>Tartuntapituus kasvaa. Tästä saattaa aiheutua leikkauslujuuden alenemista ja palkin pettäminen, ellei raudoitusta vahvisteta ja leikkauslujuutta lisätä.</p> <p>Mikäli punostartunnan pettämistä ei ole tapahtunut, taivutuskapasiteetti on säilynyt ennallaan.</p> <p>Mikäli esijännityspunosten liukumaa on tapahtunut, tulee palkki tarkastaa alentuneelle esijännitykselle. Kokeellinen kuormitus voi olla paikallaan palkin kestävyys toteamiseksi.</p>	<p>Jos punokset eivät ole luistaneet, voidaan halkemat injektoida epoksilla tarvittaessa.</p> <p>Jos punokset ovat luistaneet tai rauditus ei muuten ole riittävä, ei suunniteltua rakenteen kantokykyä saavuteta. Suunnittelijan tulee tarkistaa rakenteen kantokyvyn riittävyys.</p>

HALKEAMAT PALKIN NURKISSA

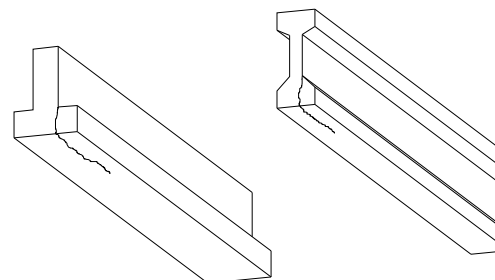
Diagonaalisia halkeamia tai lohkeamia laipan alareunassa. Halkeamatyyppi 'a' sijaitsee palkin alareunassa. Halkeamatyyppi 'b' puolestaan syntyy yleensä vain palkin päähän.



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>Palkki ei irtoa muotista ehyenä.</p> <p>Varaukset kiinni muotissa purettaessa muottia.</p> <p>Kiinnityslevyt eivät ole muotin suuntaisia.</p> <p>Virheellisesti laukaistut esijännityspunokset.</p> <p>Virheellinen järjestys esijännityksen laukaisussa.</p>	<p>Varmistetaan muottien puhtaus ja käytetään korkealaatuista muotiniirrotusaineita.</p> <p>Varmistetaan että varausten kiinnitykset irroitetaan ennen purkua.</p> <p>Asenna kiinnityslevyt huolellisesti ja kiinnitä riittävästi valun ajaksi.</p> <p>Varmistetaan, ettei palkki halkeile irrotusvaiheessa.</p> <p>Muutetaan laukaisujärjestystä tai laukaistaan esijännityspunokset hitaasti.</p>	<p>Mikäli laipan vaurioitunut kohta ei kuormitu, on kyseessä ainoastaan ulkonäköhaitta.</p> <p>Mikäli laippaa kuormitetaan, vauriot voivat aiheuttaa kestävyysheikentymistä, etenkin jos raudoituksia puuttuu tai ne on sijoitettu puutteellisesti.</p> <p>Vaikka laipan alapuolella sijaitsevat halkeamat voivat rajoittaa tukipinnan laajuutta ja paljastaa raudoituksia, niiden vaikutukset palkin kantokykyyn ovat vähäisiä.</p>	<p>Vähäiset halkeamat ei-kantavissa kohdissa vaativat ainoastaan pintakorjauksen.</p> <p>Kuormitettujen alueiden halkeamat tulee korjata injektoimalla tai tarkoitukseen sopivalla korjauslaastilla. Mahdollisesti paljastunut raudoitus tulee aina suojata.</p>
<p>B. Virhe käsittelyssä</p> <p>Nurkan kolhiintuminen käsittelyn aikana.</p>	<p>Suojataan nurkat käsittelyn/kuljetuksen ajaksi.</p>		

PITUUSSUUNTAISET HALKEAMAT LAIPOISSA

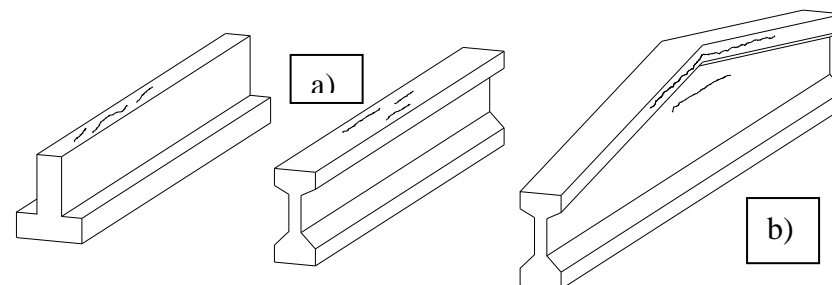
Halkeama syntyy yleensä palkin uuman ja laipan leikkauskohtaan, mistä se jatkuu kohti palkin pohjaa. Yleensä tämäntyyppiset halkeamat sijaitsevat palkin päissä.



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Väärä raudoituksen suunnittelu.</p> <p>Raudoituksen väärä sijoittelu.</p> <p>Esijännityspunosten virheellinen tartunnan poisto.</p>	<p>Tarkistetaan raudoitussuunnitelma.</p> <p>Sijoitetaan raudoitukset oikein.</p> <p>Varmistetaan esijännityspunosten oikea sijainti ja irroittaminen.</p>	<p>Palkin leuan kantokyky saattaa olla huomattavasti heikentynyt ja palkin toimiva tukialue voi olla muuttunut. Mikäli raudoituksia puuttuu tai ne ovat vaurioituneet, tulee valmistajan tarkastaa palkki.</p>	<p>Kohdissa, joissa laippaan/leukaan kohdistuu ainoastaan vähäistä kuormitusta tai halkeaman yli on riittävä raudoitus, voidaan halkeama korjata esim. epoksi-injektiolla.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Virheellinen järjestys esijännityksen laukaisussa.</p> <p>Elementti ei irtoa muotista.</p>	<p>Minimoidaan syntyvät jännitys-erot oikealla esijännityksen laukaisujärjestyksellä.</p> <p>Irroitetaan esijännityspunokset hitaasti.</p> <p>Varmistetaan muottipinnan sileyys.</p> <p>Käytetään isompaa muotin päästöä ja/tai öljytään muotit paremmin.</p>		<p>Kohdissa, joissa leukaan kohdistuu huomattavaa kuormitusta eikä halkeaman yli mene riittävää raudoitusta, tulee rakenne vahvistaa ylimääräisellä tuella tai ripustusraudotteella tai hylätä tuote.</p>

SATUNNAISET HALKEAMAT

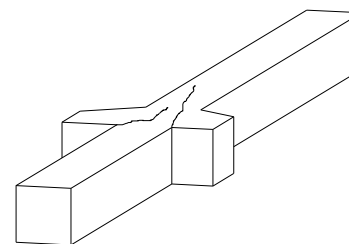
Halkeamat ovat pieniä ja muodostuvat palkin pinnalle. Syntyvät sattumanvaraisesti tai raudoituksen aiheuttamana.



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
A. Virhe suunnittelussa (b)			
Ylälaipan riittämätön haotus. Ylälaipassa liikaa tai liian suuria puristusteräksiä.	Muutetaan tai lisätään hakaraudoitusta Vähennetään puristusteräksiä tai korotetaan palkkipoikkileikkausta.	Palkin puristuspuoli voi murtua käyttötilan kuormilla.	Halkeillut palkin yläosa voidaan vahvistaa mantteloinnilla.
B. Virhe valmistuksessa (a)	Parannetaan seosta ja lämpökäsittelyä.	Yleensä vähäiset paitsi, jos halkeillut alue joutuu alttiiksi syövyttävälle ympäristötekijöille.	Halkeamiin voidaan tarvittaessa injektoida epoksia tai slammata betonilaastilla ellei pintabetoni peitä niitä.
Pinnan kutistuminen	Valun jälkeen, heti kun mahdollista, peitetään elementti. Ennen peittämistä suihkutetaan jälkihoitoaineella tai vedellä.		
Liian nopea kuivuminen.			
Ylimääräistä vettä betonimassassa.	Vähennetään seoksen vesimäärää ja lisäksi käytetään tarvittaessa notkistinta.		
Lämmön lisääminen liian varhaisessa vaiheessa kovettumista.	Säädetään lämpötilan nousua lämpökäsittelyssä.		
Liian korkea lämpökäsittelyn lämpötila.	Alennetaan lämpötilaa.		
Betonimassan painuminen yläpinnan raudoituksen kohdalla.	Massan alkupainumisen jälkeen massa tärytetään uudelleen.		

HALKEAMAT PILARIULOKKEIDEN JUURESSA

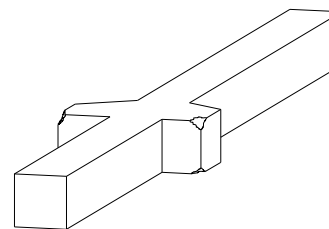
Halkeamat sijaitsevat pilari-ulokkeiden sisänurkissa, jatkuen pilarin sisäosia kohden.



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Puutteellinen raudoitus.</p>	<p>Ehkäistään halkeamat muuttamalla raudoitusta.</p>	<p>Mikäli raudoitukset eivät ole päässeet liikkumaan, vaikutukset ovat vähäisiä. Raudoituksen liikkumisesta aiheutuneet vauriot saattavat tulla ilmi vasta konsolin kuormituksen aikana.</p>	<p>Jos raudoitukset eivät ole liikkuneet, voidaan halkeamat esim. injektoida epoksilla.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Raudoituksen liikkuminen valun aikana.</p> <p>Betonin tarttuminen muottiin.</p> <p>Virheellisesti toteutettu esijännityksen laukaisu.</p> <p>Muotin laajeneminen lämpökäsittelyn aikana.</p>	<p>Varmistetaan raudoituksen paikallapysyminen valun aikana.</p> <p>Irroitetaan ulokkeiden muotit ennen esijännityksen laukaisua.</p> <p>Toteutetaan esijännityksen laukaisu siten, että jännitykset ovat tasaiset koko pilarin poikkileikkauksessa.</p> <p>Säädetään lämpötilaa.</p>	<p>Mikäli pilari tulee olemaan alttiina syövyttävälle ympäristötekijöille, tulee halkeamat korjata.</p>	<p>Puutteellisen tai liikkuneen raudoituksen aiheuttamat vauriot voidaan korvata päällystämällä uloke kuituvahvikkeella.</p> <p>Vaihtoehtoisesti uloke voidaan poistaa ja tehdä uudelleen tai hylätä tuote kokonaan.</p>
<p>C. Virhe käsittelyssä</p> <p>Virheellinen tuenta varastoinnin aikana.</p> <p>Käsittelyn aikana palkkiin kohdistunut isku.</p>	<p>Pilaria ei tueta ulokkeiden kohdalta.</p> <p>Käsitellään varoen.</p>		

HALKEAMAT/LOHKEAMAT PILARIULOKKEIDEN
ULKONURKISSA

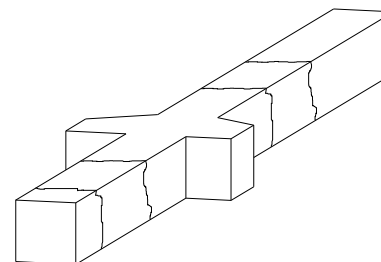
Tämäntyyppiset halkeamat sijaitsevat ulokkeen ulkonurkissa yleensä heti vetoraidoituksen vieressä.



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaiikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>Raidoitus liikkunut valun aikana.</p> <p>Virheellisesti toteutettu esijännityksen laukaisu.</p> <p>Betonin tarttuminen muottiin.</p> <p>Massan laajeneminen lämpökäsittelyn aikana.</p>	<p>Varmistetaan raidoituksen paikallapysyminen valun aikana.</p> <p>Toteutetaan esijännityksen laukaisu siten, että jännitykset ovat tasaiset koko pilarin poikkileikkauksessa.</p> <p>Irroitetaan ulokkeiden muotit ennen esijännityksen laukaisua.</p> <p>Säädetään lämpökäsittelyohjelmaa.</p>	<p>Mikäli raidoitukset eivät ole päässeet liikkumaan, vaikutukset ovat vähäisiä. Raidoituksen liikkumisesta aiheutuneet vauriot saattavat tulla ilmi vasta konsolin (ulokkeen) kuormituksen aikana.</p> <p>Mikäli lohkeamat ulottuvat ulokkeen kantavalle alueelle, voivat ulokkeen kantokyky olla heikentynyt.</p>	<p>Jos raidoitukset eivät ole liikkuneet, voidaan halkeamiin esim.injektoida epoksia tai korjata lohkeamat korjauslaastilla.</p>
<p>B. Virhe käsittelyssä</p> <p>Riittämätön tuenta varastoinnin aikana.</p> <p>Käsittelyn aikana palkkiin kohdistuva isku.</p>	<p>Palkkia ei tueta ulokkeiden kohdalta.</p> <p>Käsitellään varoen .</p>	<p>Mikäli pilari on alttiina syövyttävälle ympäristötekijöille, tulee halkeamat korjata.</p>	

POIKITTAISET HALKEAMAT

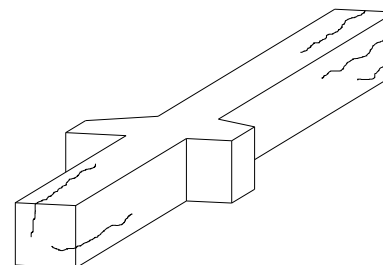
Halkeama on horisontaalinen ja kulkee yleensä hakaraidoiteiden mukaan. Halkeamat saattavat kulkea kauttaaltaan pilarin ympäri.



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>Betonin tarttuminen muottiin.</p> <p>Ulokkeiden kiinnittyminen muottiin.</p> <p>Massan laajeneminen lämpökäsittelyn aikana.</p> <p>Kutistuminen</p> <p>1. Ylimääräistä vettä betoniseoksessa.</p> <p>2. Betonin pinnan liian nopea kuivuminen.</p> <p>3. Lämmön lisääminen liian varhaisessa vaiheessa lämpökäsittelyä.</p> <p>4. Liian korkea lämpökäsittelyn lämpötila.</p>	<p>Varmistetaan muottipinnan sileys.</p> <p>Irrotetaan ulokkeiden muotit ennen esijännityksen laukaisua.</p> <p>Säädetään lämpökäsittelyohjelmaa.</p> <p>Vähennetään seoksen vesimäärää ja lisäksi käytetään tarvittaessa notkistimia.</p> <p>Valun jälkeen, heti kun mahdollista, peitetään elementti ja/tai suihkutetaan vedellä.</p> <p>Säädetään lämpökäsittelyohjelmaa.</p> <p>Alennetaan lämpötilaa.</p>	<p>Pienet halkeamat eivät aiheuta merkittävää haittaa.</p> <p>Mikäli elementin tiedetään joutuvan alttiiksi syövyttävälle ympäristötekijöille, tulee halkeamat korjata.</p>	<p>Halkeamat injektoidaan esim. epoksilla tai ne täytetään korjauslaastilla.</p>
<p>B. Virhe käsittelyssä</p> <p>Riittämätön tuenta varastoinnin aikana.</p> <p>Käsittelyn aikana palkkiin kohdistuva isku.</p>	<p>Sijoitetaan tukipisteet nostopisteiden kohdalle etäälle ulokkeista.</p> <p>Käsitellään varoen.</p>		

PITUUSSUUNTAISET HALKEAMAT PILARIN PÄISSÄ

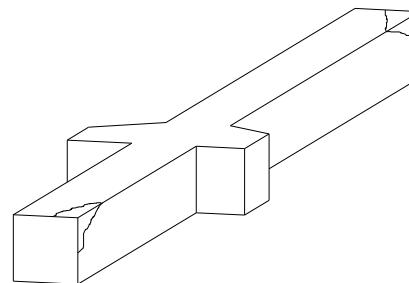
Tämäntyyppiset halkeamat muodostuvat pilarin päihin edeten pylvään pituusakselilla muutamasta millimetristä aina metriin saakka. Ne sijaitsevat yleensä esijännityspunosten kohdalla.



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Riittämätön reunan raudoitus ankkurointivyöhykkeellä.</p> <p>Riittämätön punosten suojabetonikerros.</p>	<p>Varmistetaan riittävä hakaraudoitus.</p> <p>Lisätään suojabetonikerroksen paksuutta.</p>	<p>Vaikutukset riippuvat pilarin ala- ja yläpään tuennasta ja liittostyyppistä.</p> <p>Suunnittelijan on syytä tarkistaa tilanne.</p>	<p>Jos raudoitus on riittävä, halkeamat voidaan korjata epoksi-injektiolla tai päällystämällä kuituvahvikkeella.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Betonin tarttuminen muottiin.</p> <p>Betonin riittämätön jälkikäsittely.</p> <p>Virhe muotista irrottamisessa</p> <p>Virheellisesti toteutettu esijännityksen laukaisu.</p> <p>Esijännityspunosten liukuma.</p>	<p>Varmistetaan muottipinnan sileys.</p> <p>Käytetään suojapeitteitä päiden lämpöhukan estämiseksi.</p> <p>Tehdään muotista purku varovaisemmin</p> <p>Laukaistaan esijännityspunokset hitaasti.</p> <p>Varmistetaan esijännityspunosten puhtaus ja betonin riittävä lujuus ennen esijännityksen laukaisua.</p>		

VINOT HALKEAMAT PILARIN PÄISSÄ

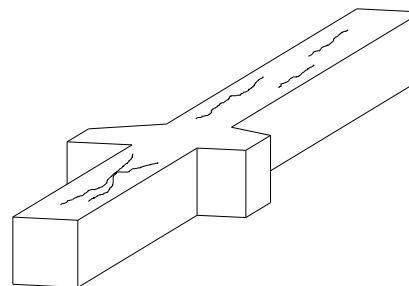
Halkeama syntyy yleensä pilarin kulmassa ulottuen myös pilarin toiselle sivulle.



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Riittämätön haka-raudoitus ankkurointivyöhykkeellä.</p> <p>Etäisyys pääraudoitukseen liian suuri.</p>	<p>Varmistetaan reuna-alueiden riittävä raudoitus.</p> <p>Vähennetään pääraudoituksen suojaetäisyyttä tai vaihtoehtoisesti lisätään ylimääräistä raudoitusta kulmien lähelle.</p>	<p>Vaikutukset riippuvat pilarin ala- ja yläpään tuennasta ja liitoksesta.</p>	<p>Jos riittävä raudoitus on kunnossa, halkeamat voidaan korjata epoksi-injektiolla tai esim. kuituvahvikkeella.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Betoni ei irtoa muotista.</p> <p>Päädyt kiinni muotissa noston aikana.</p> <p>Muotin laajeneminen lämpökäsittelyn aikana.</p> <p>Virheellinen esijännityksen laukaisu mahdollistaa pilarin liukumisen muotissa.</p>	<p>Varmistetaan muotin sisäpinnan sileys.</p> <p>Varmistetaan, että päätystopparit ovat irti betonipinnasta.</p> <p>Lasketaan lämpötilaa.</p> <p>Laukaistaan esijännityspunokset hitaasti.</p>		
<p>C. Virhe käsittelyssä</p> <p>Pilariin kohdistuvat poikittaisliikkeet käsittelyn aikana.</p> <p>Käsittelyn aikana palkkiin kohdistuva isku.</p>	<p>Pilaria ei lasketa nurkkien tai sivujen varaan.</p> <p>Käsitellään varoen.</p>		

SATUNNAISET HALKEAMAT

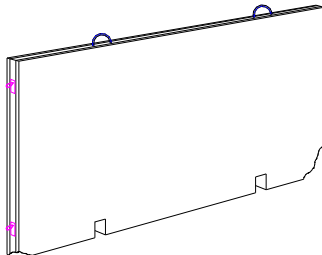
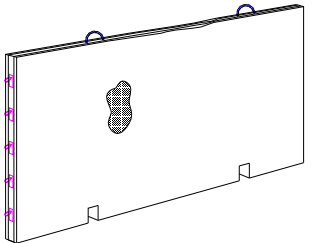
Ohuita pintahalkeamia tai karkeasti risteileviä halkeamia.



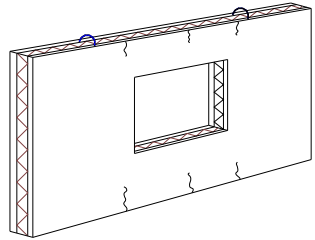
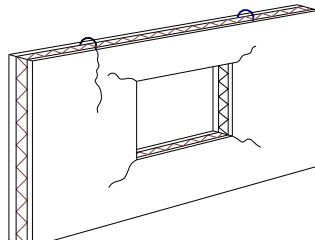
Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>Pinnan kutistuminen</p> <p>1. Liian nopea kuivuminen.</p> <p>2. Ylimääräistä vettä betonimassassa.</p> <p>3. Lämmön lisääminen liian varhaisessa vaiheessa kovettumista.</p> <p>4. Liian korkea lämpökäsittelyn lämpötila.</p> <p>Betonimassan painuminen yläraudoituksen kohdalla.</p>	<p>Valun jälkeen, heti kun mahdollista, peitetään elementti. Ennen peittämistä suihkutetaan jälkihoitoaineella tai vedellä.</p> <p>Vähennetään seoksen vesimäärää ja lisäksi käytetään tarvittaessa notkistimia.</p> <p>Hidastetaan lämmöntuloa lämpökäsittelyn aikana.</p> <p>Lasketaan lämpötilaa.</p> <p>Massan alkupainuman jälkeen se tärytetään uudelleen .</p>	<p>Yleensä vähäisiä, mutta vakavia mikäli vaurioitunut pinta joutuu kosketuksiin syövyttävien ympäristötekijöiden kanssa.</p>	<p>Mikäli korjaus on tarpeen, voidaan halkeamiin injektoida epoksia tai korjata laastilla.</p>

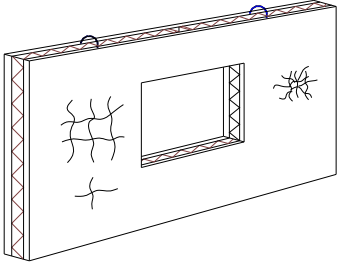
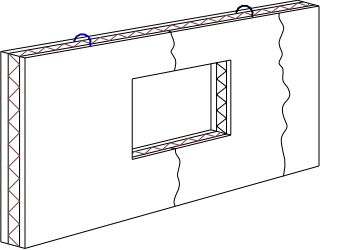
4.2. SEINÄELEMENTIT

VIRHEET KANTAVISSA SEINÄLEVYISSÄ

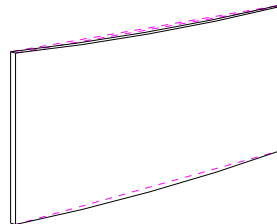
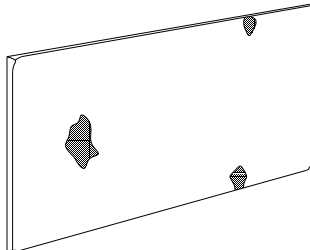
Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe valmistuksessa a) tuotantovirheestä johtuva tartuntojen tai liittimien puuttuminen</p> <p>b) muottien purkamisen yhteydessä, varastoinnissa tai kuljetuksessa vahingoittuneet kulmat</p>	<p>varmistetaan korkeampi tuotantolaatu</p> <p>Käsitellään varoen</p>	<p>- rakenteellinen kantokyky kärsii</p> <p>- liittimien puute voi estää asennuksen</p> <p>- esteettinen haitta</p> <p>- joissain tapauksissa tukipintojen korjaustoimenpiteet ovat tarpeen.</p>	<p>- varmistetaan rakenteellinen kestävyys</p> <p>- uusien vaarajonien poraus tai uusien liittimien hitsaus</p> <p>- mikäli korjaustoimenpiteitä ei voida suorittaa, tulee materiaali hylätä</p> <p>täytetään laastilla tai tasoitetaan pinta muuten</p>	<p>puuttuvia tartuntoja ja vahingoittuneita kulmia</p> 
<p>A. Virhe valmistuksessa a) epätasaiset tukipinnat ja pintojen puutteellinen viimeistely</p> <p>b) virheitä betonipinnoissa</p>	<p>huoleellisempi viimeistely</p> <p>- parannetaan seosta ja tärytystä</p> <p>- varmistetaan muottipinnan sileyys</p>	<p>vaarana pettäminen asennustilanteessa</p> <p>ei rakenteellisia riskejä, ylimääräiset korjauskulut mahdollisia</p>	<p>tasataan tukipinnat samanvahvuisella betonilla mielellään ennen ylempien rakenteiden asentamista</p> <p>pinta tasoitetaan ennen maalaamista</p>	<p>epätasaisuutta tukipinnoissa tai virheitä betonipinnassa</p> 

HALKEAMAT SANDWICHIN ULKOKUORESSA TAI ULKOKUORIELEMENTISSÄ

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Reunojen riittämätön raudoitus</p>	<p>Ulkoreunan raudoituksen vahvistaminen</p>	<p>Halkeaman leveyden ollessa välillä 0,1-0,2 mm, vaikutukset ainoastaan esteettisiä. Tätä leveämmät halkeamat riski teräskorroosiolle</p>	<p>Suurempiin halkeamiin voidaan injektoida laastia tai epoksia. Pinta voidaan käsitellä maalilla tai rapata. Sovittava yhdessä tilaajan kanssa.</p>	<p>Halkeamia levyn reunoilla</p> 
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Plastinen kutistuminen</p>	<p>- parannetaan lämpökäsittelyä - betonin kutistumisen pienentäminen</p>			
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Riittämätön raudoitus</p> <p>Betonikerros liian ohut</p>	<p>Lisäraudoitus</p> <p>Ulkoreunan vahvistaminen nostokohdient ympärillä</p>	<p>Halkeaman leveyden ollessa välillä 0,1-0,2 mm vaikutukset ainoastaan esteettisiä. Tätä leveämmät halkeamat muodostavat teräskorroosioriskin. Leveät halkeamat voivat aiheuttaa betonin rikkoantumisen noston yhteydessä.</p>	<p>Suurempiin halkeamiin voidaan injektoida laastia tai epoksia. Pinta voidaan käsitellä maalilla tai päällystää. Jos epäillään, ettei elementti kestä nostoa, on se hylättävä tai nostojen kestävyys varmistettava esim. apunostoilla suunnittelijan ohjeen mukaisesti.</p>	<p>Halkeamia aukon sisäkulmissa tai levyn nostokohdissa</p> 
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>a) halkeamat aukkojen ympärillä - nopea kutistuminen</p> <p>b) halkeamat nostokohdissa - betoni ei tarpeeksi kovaa käsittelyn alkaessa - vääränlainen nostotapa</p>	<p>- parannetaan jälkihoitoa - betonin kutistumisen pienentäminen - betonin lujuuden oltava vähintään 60 % lopullisesta lujuudesta ennen muottien purkua - kippimuotit</p>			

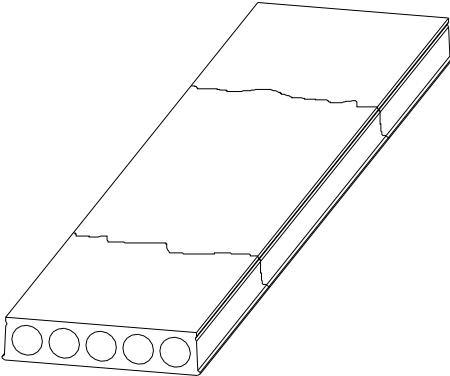
Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>a) Säännölliset ristikkäiset halkeamat</p> <ul style="list-style-type: none"> - erottunut betoniseos - betonin liian nopea kuivuminen - liian pieni kiviaineksen raekoko - liian vähän betonia raudituksen päällä <p>b) Epäsäännöllinen, verkkomainen halkeilu</p> <ul style="list-style-type: none"> - liian paljon sementtiä - erottunut betoniseos - epäonnistunut tasoitus - liian korkea lämpötila 	<ul style="list-style-type: none"> - parannetaan valua ja lämpökäsittelyä - suurennetaan kiviaineksen raekoko - riittävä suojabetonikerros raudituksen päällä - tarkistetaan suhteutus - huolellisempi pintojen tasoitus - huolellisempi lämpökäsittely 	<ul style="list-style-type: none"> - halkeaman leveyden ollessa välillä 0,1-0,2 mm vaikutukset ainoastaan esteettisiä - tätä leveämmät halkeamat riski teräskorroosiolle. 	<p>Normaalisti vaikutusta vain pinnan pakkasenkestävyyteen. Suurempiin halkeamiin voidaan injektoida laastia tai epoksia. Koko kohde voidaan käsitellä maalilla tai rapata, mikäli tilaaja niin päättää.</p>	<p>Pinnan halkeilu</p> 
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> - liian nopea lämpökäsittely - pitkän levyn kutistuminen estynyt (muotit aukoilta, teräskiinnikkeitä tms.) - liian aikainen muotista purku <p>vaurio syntyy yleensä noin viikon kuluttua</p> <p>b)</p> <p>Rungon lämpöliikkeet. Vaurio syntyy ensimmäisen vuoden aikana, rakenteen ala- tai yläosassa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vähennetään lämpökäsittelyä ja varmistetaan ulkokerroksen lämpötilan pysyminen alle 45 C. - tarkastetaan muotti ja tartuntateräkset - betonin lujuuden oltava vähintään 60 % lopullisesta lujuudesta ennen muottien purkua - asennetaan joustavammat liittimet seinälevyn ja rangan väliin. 	<ul style="list-style-type: none"> - halkeaman leveyden ollessa välillä 0,1-0,2 mm vaikutukset ainoastaan esteettisiä - tätä leveämmät halkeamat riski teräskorroosiolle -koko levy saattaa rikkoontua nostettaessa jos halkeamat ovat läpiasti ulottuvia 	<p>Mikäli halkeamat ulottuvat levyn läpi, tulee ne korjata tai levy hylätä.</p>	<p>Rakenteellisia halkeamia</p> 

VIRHEET KUORIELEMENTEISSÄ

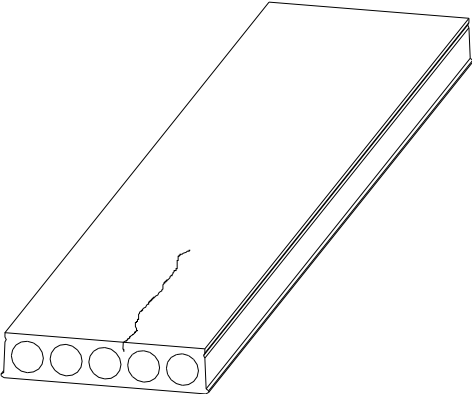
Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>a) Kaareutuminen - levyn kerrosten väliset erot tiheydessä ja kutistumisessa - auringonpaahde ja viruma varastossa - pitkä varastointiaika - liian suuri levykoko - tumma laatoitus julkisivupinnassa</p> <p>b) Muita mitallisia ongelmia - tuotteen riittämätön mitta- ja laatuvalvonta - suunnittelussa ei huomioitu pitkällä aikavälillä tapahtuvia muodonmuutoksia</p>	<p>- vältetään pitkiä varastointiaikoja ja suojataan pitkät levyt ja tummat pinnat auringonvalolta - huolellinen sekoitus, tärytys ja lämpökäsittely.</p> <p>Hyvä mittausjärjestelmä ja laadunvalvonta</p>	<p>Levyn/levypintojen ulkonäön kärsiminen. Eroja yhden elementtipinnan sisällä ja eri elementtien välillä.</p> <p>Voi rajoittaa arkkitehtonisia ja rakenteellisia käyttömahdollisuuksia ja/tai estää levyn asentamisen</p>	<p>Kuorielementit pystytään suoristamaan lähes aina normaalilla tai lisätyllä määrällä kiinnittimiä.</p> <p>Ohjearvot ylittäviä elementtejä voidaan käyttää, mikäli ne pystytään asennusvaiheessa pystyttämään rakenteelliset ja arkkitehtoniset vaatimukset täyttäen.</p>	<p>Kaareutuminen ja muita mitallisia virheitä</p> 
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>a) kiviaineksen erottumista</p> <p>b) väri ja tummuus vaihtelevat</p> <p>c) pinnoilla kalkkia</p> <p>d) pinnoilla likaa (öljy, ruoste,..)</p>	<p>- muutetaan tärytystä tai seoksen koostumusta</p> <p>- haluttaessa useita yhdenmukaisia levyjä, tulee käyttää samaa pigmenttimäärää ja samanlaista tärytystä ja lämpökäsittelyä jokaiselle levyille</p> <p>- varovainen lämpökäsittely, estetään juoksevan veden pääsy tuoreelle betonipinnalle</p> <p>- huolellinen tuotanto, säilytys ja kuljetus</p>	<p>Esteettinen ongelma</p>	<p>a) pinnan korjaus tai tuotteen hylkääminen</p> <p>b) pienet virheet pintojen ulkonäössä hyväksytään, mutta suuret johtavat levyn hylkäämiseen</p> <p>c) pesu suola-fosfori- tai etikkahapolla ja vedellä</p> <p>d) pesu tai muu puhdistus</p>	<p>Pinnan virheitä ja likaisuutta</p> 

4.3. ONTELOLAATAT

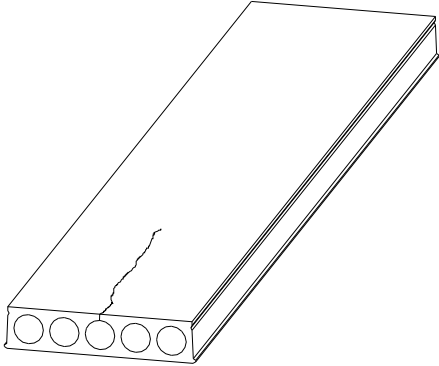
POIKITTAISET HALKEAMAT

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
A. Virhe suunnittelussa Liian suuri yläpinnan vetojännitys, esim. ulkokuormitus Liian alhainen laukaisulujuus	Vähennetään vetojännitystä tai lisätään raudoitusta Nostetaan laukaisulujuutta			
B. Virhe valmistuksessa 1. Pitkittäinen kutistuminen	Muutetaan seosta ja lämpökäsittelyä	Leikkauslujuus saattaa olla heikentynyt mikäli halkeama sijaitsee laatan päässä. Voi heikentää merkittävästi ulokkeiden leikkaus- ja taivutuslujuutta. Taivutusvastuksen heikentyminen elementin keskivaiheilla voi lisätä taipumista.	Lieviin halkeamiin voidaan injektoida epoksia. Onteloiden täyttövalu halkeaman kohdalta voi parantaa laatan leikkauslujuutta. Pienet yläpinnan positiivisen momentin alueella tai alapinnan negatiivisen momentin alueella olevat halkeamat eivät välttämättä vaadi korjausta. Jos laatussa on iso halkeama, vaurioitunut osa hylätään ja vaurioitumaton osa elementistä voidaan säilyttää myöhempää käyttöä varten.	
a. Liiallinen kosteus betonimassassa	a. Vähennetään seoksen vesipitoisuutta. Valun jälkeen heti kun mahdollista peitetään elementti.			
b. Liian aikainen lämpökäsittely	b. Lykätään lämpökäsittelyn lämmön nousun alkamista			
c. Liian korkea lämpötila lämpökäsittelyn aikana	c. Lasketaan lämpökäsittelyn lämpötilaa			
d. Lämmön epätasainen jakautuminen muotissa	d. Varmistetaan lämmön tasainen jakaantuminen			
2. Esijännityksen laukaisemisen viivästyisestä aiheutuva kutistuminen	Laukaistaan esijännitys heti kun elementti saavuttanut riittävän vahvuuden, mutta ei vielä jäähtynyt			

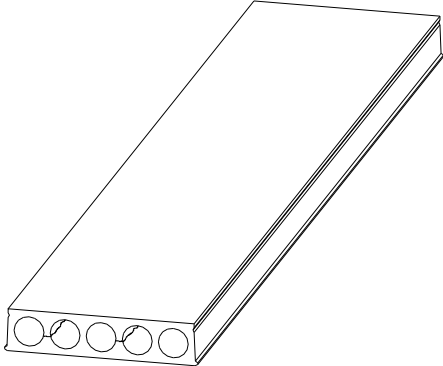
PITKITTÄISET HALKEAMAT ONTELOKANNAKSEN KOHDALLA

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>1. Painumia onteloiden päällä</p> <p>a. Liiallinen kosteus betonimassassa</p> <p>b. Liian aikainen lämpökäsittely</p> <p>2. Virheellisestä lämpökäsittelystä ja massan koostumuksesta aiheutuva kutistuminen</p> <p>c. Liiallinen kosteus betonimassassa</p> <p>d. Liian nopea kuivuminen</p> <p>e. Liian aikainen lämpökäsittely</p> <p>f. Liian korkea lämpötila lämpökäsittelyn aikana</p> <p>g. Epätasainen lämpökäsittely</p>	<p>1. Estetään painumat onteloiden päällä</p> <p>a. Vähennetään massan vesipitoisuutta</p> <p>b. Myöhäistetään lämpökäsittelyä</p> <p>2. Parannetaan massaa ja lämpökäsittelyä.</p> <p>c. Vähennetään vesipitoisuutta</p> <p>d. Valun jälkeen heti kun mahdollista peitetään elementti. Ääriolosuhteissa ennen peittämistä suihkutetaan jälkihoitoaineella tai vedellä.</p> <p>e. Lykätään lämpökäsittelyn lämmönousun alkamista</p> <p>f. Lasketaan lämpökäsittelyn lämpötilaa</p> <p>g. Varmistetaan lämpökäsittelyn tasaisuus</p>	<p>Lievä halkeilu ei juuri aiheuta ongelmia käytölle. Mikäli laatta on haljennut koko pituudeltaan, voi kuormien jakaantuminen poikkisuunnassa muuttua, mikäli laatan päälle ei valeta pintabetonia.</p>	<p>Mikäli halkeilun vakavuus estää elementin normaalin käytön, voidaan sen vaurioitumattomat osat käyttää kavennettuna laattana tai lisätä kohteeseen pintabetoni.</p>	

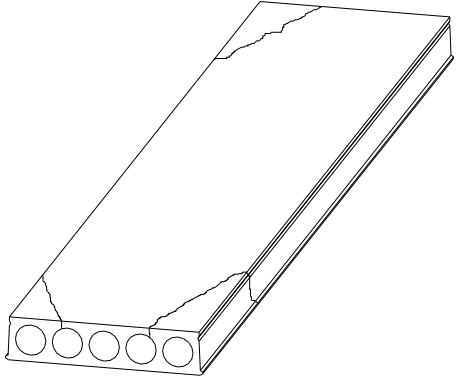
PITKITTÄISET HALKEAMAT ONTELOIDEN KOHDALLA

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>1. Poikittainen kutistuminen</p> <p>a. Ylimääräinen kosteus seoksessa</p> <p>b. Liian nopea kuivuminen</p> <p>c. Liian aikainen lämpökäsittely</p> <p>d. Lämpökäsittelyn liian korkea lämpötila</p> <p>e. Erot lämpökäsittelyssä ylä- ja alapinnan välillä</p> <p>2. Epätasainen betonin tiivistyminen</p> <p>3. Esijännitysteräksen epäkeskisyys</p> <p>h. Teräs liikkunut valun aikana</p> <p>i. Virheellinen punosten katkaisutapa</p> <p>4. Laippa liian ohut ontelomuotin liikkumisesta tai virheellisestä asettelusta johtuen.</p> <p>6. Ontelon liian suuri koko</p>	<p>a. Vähennetään seoksen vesimäärää</p> <p>b. Valun jälkeen heti kun mahdollista peitetään elementti. Ääriolosuhteissa ennen peittämistä suihkutetaan jälkihoitoaineella tai vedellä.</p> <p>c. Siirretään lämpökäsittelyä myöhemmäksi.</p> <p>d. Lasketaan lämpökäsittelyn lämpöä</p> <p>e. Korjataan lämpötilat yhdenmukaisiksi.</p> <p>Parannetaan tärytystä</p> <p>Sijoitetaan teräkset tasaisesti</p> <p>h. Estetään teräksen liikkuminen valun aikana</p> <p>i. Leikataan teräkset aloittaen keskeltä ja edeten reunoja kohti</p> <p>Varmistetaan onteloiden oikea sijoittelu</p> <p>Varmistetaan muottien oikea koko</p>	<p>Halkeamat voivat muuttaa ilman pintabetonia olevissa kohteissa kuorman poikittaista jakaantumista.</p> <p>Niillä voi myös olla vaikutusta laattoihin, joissa on aukkoja tai poikittaisia ulokekuormia.</p>	<p>Aukkojen valaminen umpeen voi paikata halkeamat.</p> <p>Pintabetonia käytettäessä ei halkeamia tarvitse erikseen korjata.</p> <p>Vakavan halkeaman kohdalla toimitaan siten, että vaurioitunut kohta poistetaan ja hylätään ja vaurioitumaton osa elementistä voidaan säilyttää myöhempää käyttöä varten.</p>	
<p>B. Virhe käsittelyssä</p> <p>Epätasainen pinon alusta tai pinon painuminen</p>	<p>Tasataan alusta, pinotaan raskaat laatat alimmaksi ja rajoitetaan pinon korkeutta</p>			

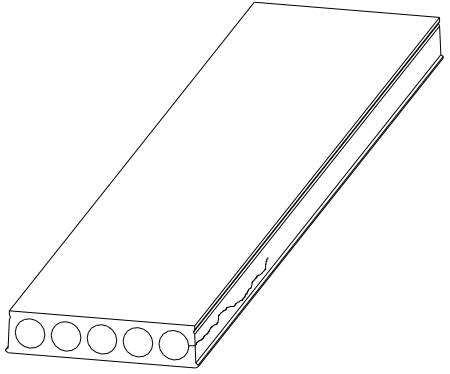
HALKEAMAT UUMASSA ESIJÄNNITYSPUNOKSEN YLÄPUOLELLA

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe suunnittelussa Liian suuri esijännitysvoima betonipoikkileikkaukseen nähden.</p>	<p>Vähennä uuman leikkausjännitystä. Levennetään uumaa. Lisätään ylös esijännityspunoksia Raudoitetaan uuma Vähennetään esijännityksen voimakkuutta</p>	<p>Halkeamat voivat alentaa leikkauslujuutta.</p> <p>Elementin leikkauskapasiteettia alennetaan rikkoutuneiden uumien osalta. Suunnittelijan tulee tarkistaa kantokyvyn riittävyys.</p>	<p>Leikkauslujuus voidaan saada osittain palautettua täyttämällä ontelot niiltä kohdin kuin laatasta on vaurioita.</p>	
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Puutteellinen laukaisulujuus 2. Elementin pohjan tarttumisen muottiin muottien purun aikana 3. Saha ei ole katkaissut laattaa riittävän syvältä. 4. Seos liian märkää tai kuivaa 5. Riittämätön tärytys. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lisätään laukaisulujuutta 2. Puhdistetaan ja öljytään muotin pinta tai varmistetaan kuiva kosketuspinta 3. Leikataan mahdollisimman läheltä esijännityspunoksia ja elementin pohjaa. 4. Muutetaan betonin suhteitusta 5. Parannetaan tärytystä ja tiivistämistä 			

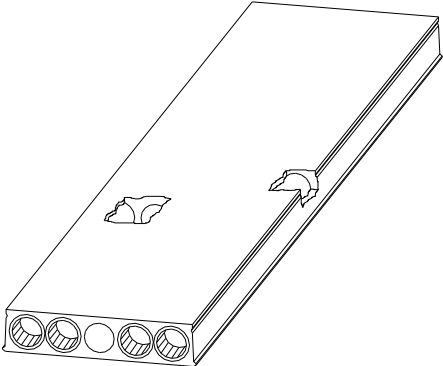
HALKEAMAT ELEMENTIN NURKISSA

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe valmistuksessa</p> <p>1. Leikkurin terä jää kiinni elementin kaareutuessa.</p> <p>2. Leikkaus ei riittävän syvä tai terä huonossa kunnossa</p> <p>3. Epätasainen pinoaminen</p> <p>4. Nostokoneiden epätasapainoisen noston aiheuttamat vauriot</p> <p>5. Liialliset vetojännitykset muottien purun aikana</p>	<p>1. Tuetaan elementti suoraksi sahattaessa.</p> <p>2. Leikataan mahdollisimman läheltä esijännityspunoksia ja elementin pohjaa. Käytetään kunnollista terää.</p> <p>3. Varmistetaan pinon suoruus</p> <p>4. Käytä nostopuomia tasaisen noston aikaansaamiseksi</p> <p>5. Noudatetaan oikeaa laattojen katkaisujärjestystä</p>	<p>Tämäntyyppiset halkeamat eivät yleensä aiheuta suuria ongelmia elementille, mutta voivat alentaa elementin leikkauslujuutta mikäli onteloiden väliset kannakset ovat vaurioituneet.</p> <p>Arvioidaan elementin leikkauslujuus vertaamalla sitä elementteihin, joissa nurkissa on aukot.</p>	<p>Korjaustoimenpiteet riippuvat tarvittavasta leikkauslujuudesta.</p> <p>Mikäli vaurio on merkittävä, poistetaan ja hylätään vaurioitunut kohta ja mahdollisesti hyödynnetään elementti muilta osin.</p>	
<p>B. Virhe käsittelyssä</p> <p>6. Vauriot kuljetuksen aikana</p>	<p>6. Varmistetaan asianmukaiset kuljetusolosuhteet</p>			

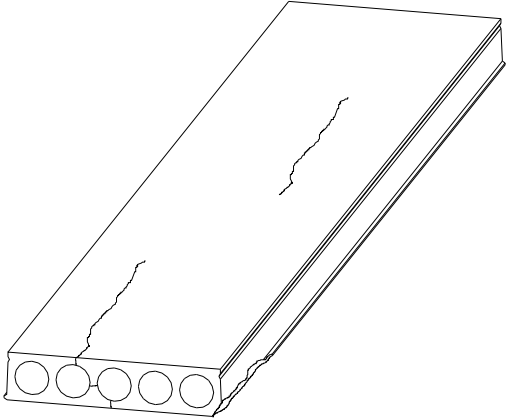
PITKITTÄISET HALKEAMAT ELEMENTIN REUNOISSA

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>a. Laatta liian ohut kestääkseen esijännityksestä aiheutuvaa painetta</p> <p>b. Esijännityspunosten halkaisija liian suuri laataan paksuuteen nähden.</p> <p>c. Esijännityspunosten sivuittainen liikkuminen valun aikana</p> <p>d. Heikko laukaisulujuus</p>	<p>a. Jos mahdollista, kasvatetaan laataan paksuutta.</p> <p>b. Pienennetään esijännityspunosten halkaisijaa</p> <p>c. Varmistetaan esijännityspunosten paikallapysyminen valun aikana</p> <p>d. Varmistetaan riittävä laukaisulujuus</p>	<p>Halkeamat voivat alentaa leikkauslujuutta.</p> <p>Arvioidaan elementin leikkauslujuutta ilman haljenneita ontelokannaksia.</p>	<p>Halkeamien korjaustoimenpiteet riippuvat tavoiteltavasta leikkauslujuudesta. Ontelot voidaan täyttää massalla.</p> <p>Mikäli vauriot ovat keskittyneet tietylle alueelle laatasta, voidaan se poistaa ja hylätä ja laatta muilta osin säilyttää.</p> <p>Reunakannasten halkeamat täyttyvät laatasta saumattaessa.</p>	
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>1. Betoni ei riittävän tiivistä esijännityspunosten ympärillä</p> <p>2. Betonikerrokset eivät liittyneet yhteen.</p> <p>3. Nostokoneiden aiheuttamat vauriot</p> <p>4. Sivujen katkaisu ei riittävän syvä tai perusteellinen</p>	<p>1. Varmistetaan betonin riittävä tiivistys</p> <p>2. Estetään valun epäjatkuvuuden syntyminen</p> <p>3. Käytetään nostopuomia tasaisen noston aikaansaamiseksi.</p> <p>4. Sahataan elementin läpi asti</p>			

PUUTTEET REI'ISSÄ, VARAUSSISSA JA NOSTOELIMISSÄ

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe suunnittelussa tai valmistuksessa</p> <p>1. Varauskolo laatan reunasta puuttuu</p> <p>2. Tilatut nostolenkit puuttuvat</p> <p>3. Nostokannas murtunut ennen nostoa</p> <p>4. Vesireikiä puuttuu</p> <p>5. Reikiä puuttuu</p> <p>6. Ontelotulppia puuttuu</p>	<p>Parannetaan suunnittelua mm. rei'ityksen lähtötietojen osalta.</p> <p>Parannetaan valmistuksen laadunvalvontaa</p>	<p>1. Kolo joudutaan tekemään työmaalla</p> <p>2. Nosto tehdään liinoilla tai ketjuilla</p> <p>3. Nosto tehdään liinoilla tai ketjuilla</p> <p>4. Vesireiät porataan työmaalla.</p> <p>5. Pienet pyöreät reiät porataan ja isot leikataan työmaalla</p> <p>6. Puuttuvat tulpat asennetaan ennen saumavaluja tai tukitaan ontelot muuten</p>	<p>Tilaaaja sopii toimittajan kanssa menettelytavat virheen korjaamiseksi.</p>	

SATUNNAISET HALKEAMAT

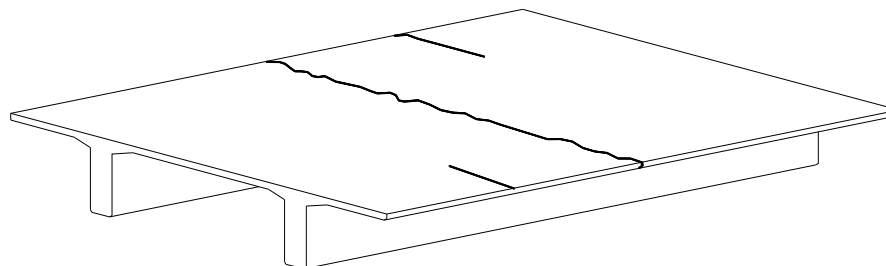
Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p>A. Virhe käsittelyssä</p> <p>1. Kuljetus</p> <p>a. Epätasainen kuljetusalusta</p> <p>b. Liian suuri kuljetusnopeus</p> <p>c. Puutteellinen kuljetuskalusto.</p> <p>d. Kuljetushenkilökunnan puutteellinen ammattitaito.</p> <p>2. Varastointi ulkotiloissa</p> <p>a. Epätasainen varastointialusta</p> <p>b. Väärin sijoitetut aluspuut</p> <p>c. Eri mallisia ja -kokoisia tuotteita samassa kasassa.</p> <p>d. Varastohenkilökunnan puutteellinen ammattitaito</p>	<p>1. Parannetaan kuljetusolosuhteita</p> <p>a. Varmistetaan kuljetuksen tasainen alusta</p> <p>b. Lasketaan kuljetusnopeutta</p> <p>c. Käytetään tarkoituksenmukaista kuljetuskalustoa.</p> <p>d. Koulutetaan kuljetushenkilökuntaa</p> <p>2. Säilytetään tuote asianmukaisessa paikassa</p> <p>a. Säilytetään tuote tasaisella alustalla</p> <p>b. Varmistetaan kantokahvojen oikea koko, muoto ja sijoittelu.</p> <p>c. Vain samankaltaisia tuotteita samaan kasaan. Kappalemäärärajoituksia ei tule ylittää.</p> <p>d. Koulutetaan varastohenkilökuntaa</p>	<p>Halkeaman sijainnista ja vakavuudesta riippuu, kuinka suuret vaikutukset sillä on laatan ominaisuuksiin.</p> <p>Määritetään vian vaikutukset laatan kantokykyyn ja leikkauslujuuteen. Tutkitaan laatta läpikotaisin ja arvioidaan korjauksen kannattavuus. Mikäli korjaustoimenpiteen todetaan palauttavan laatan suorituskyvyn, se suoritetaan. Jos ei, laatan vaurioitunut alue poistetaan tai koko laatta hylätään.</p>	<p>Joissakin tapauksissa vaurio voidaan korvata jälkivalulla saumauksen yhteydessä.</p> <p>Halkeamat voidaan korjata epoksi-hartsilla tai betoni-laastilla.</p> <p>Mikäli vauriot ovat keskittyneet tietylle alueelle laatasta, voidaan alue poistaa ja hylätä ja laatta muilta osin käyttää muussa kohteessa.</p>	

4.4. TT- LAATAT

POIKITTAISET HALKEAMAT KANSILAATASSA

Tämäntyyppiset halkeamat ovat yleensä kansilaatan poikkisuunnassa laatan yläpinnassa tai kulkevat pystysuunnassa kansilaatan läpi ripaan.

Tyypillinen tapaus

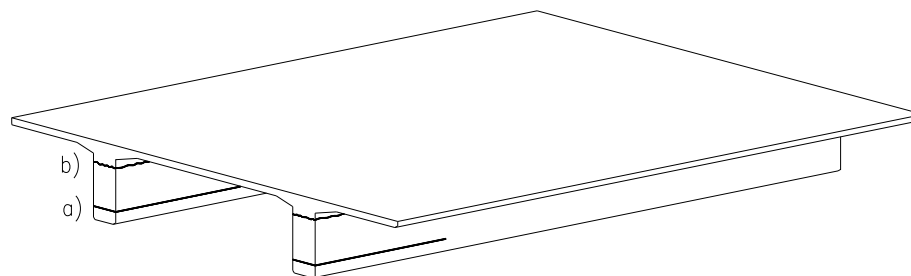


Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa Esi­jännityksen aiheuttama taivutus jännevälin keskellä ylittää laatan yläreunan vetolujuuden.</p> <p>Puuttuva tai riittämätön punostartunnan irrottaminen.</p>	<p>Vähennetään esijännitystä ja/tai lisätään raudoitusta estämään halkeilua.</p> <p>Lisätään punostartunnan irroitusta ja/tai lisätään kansilaatan raudoitusta estämään halkeilua.</p>	<p>Yksiaukkoisissa laatoissa halkeamat jännevälin keskellä eivät aiheuta suurta vaaraa ja sulkeutuvat usein itsestään laatan kuormituksen aikana.</p> <p>Halkeama lähellä laatan päätä voi alentaa laatan leikkauslujuutta, etenkin jos se sijaitsee negatiivisen taivutusmomentin alueella. (kyseinen tilanne voi syntyä, jos laatta liitetään jatkuvaan rakenteeseen) Tällöin laatan kantavuus tulee arvioida halkeamien sijainnit ja suuruudet huomioiden.</p> <p>Plastisia halkeamia saattaa esiintyä sidelankojen tai verkon terästen kohdalla. Niillä ei ole vaikutusta laatan kestävyYTEEN.</p>	<p>Vähäiset halkeamat eivät vaadi korjausta. Mikäli laatan tiedetään joutuvan alttiiksi syövyttävälle olosuhteille tai ulokekuormille, tulee harkita halkeamien injektointia esim. epoksilla.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Nostopisteiden virheellinen sijoittaminen. Laatta liiaksi ulokkeellinen.</p> <p>Betonin kuivumisesta aiheutuva kutistuminen.</p> <p>Liian varhain suoritettu lämpökäsittely aiheuttama muotin laajentuminen.</p> <p>Betonin alhainen laukaisulujuus.</p>	<p>Varmistetaan nostopisteiden oikea sijainti.</p> <p>Levitetään jälkihoitoaine aiemmin ja/tai suihkutetaan pintaa vedellä kuivumisen estämiseksi.</p> <p>Suoritetaan lämpökäsittely myöhemmin.</p> <p>Parannetaan betonin laukaisulujuutta.</p>		
<p>C. Virhe käsittelyssä</p> <p>Varastointitukien virheellinen valinta.</p> <p>Epätasaisten teiden aiheuttama tärinä.</p>	<p>Parannetaan käsittelyä</p> <p>Varmistetaan tukipisteiden oikea sijoittelu.</p> <p>Kuljetetaan varovaisemmin.</p>		

VAKASUUNTAISET HALKEAMAT RIVASSA

Tämäntyyppiset halkeamat syntyvät yleensä ripojen päihin, mistä ne voivat ulottua noin metrin verran keskiosaan päin. Halkeamat ovat yleensä vaakasuuntaisia a) punosten korkeudella tai b) ylempänä ja ulottuvat leveysuunnassa rivan läpi.

Tyypillinen tapaus



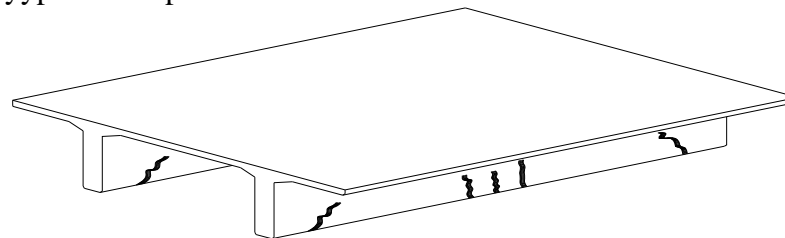
Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Liian voimakas esijännitys.</p> <p>Jännityserot rivan ja laipan välillä. Esijännitysvoiman suuri epäkeskisyys.</p> <p>Rivan päätyjen puutteellinen hakarautoitus.</p> <p>Väärä punostartunnan poisto yhdistettynä lisäraudoituksen puutteeseen.</p>	<p>Uudelleen sijoitetaan tai tehdään tartunnattomiksi joitain esijännityspunoksia rivan päästä, jolloin paine jakaantuu tasaisemmin.</p> <p>Lisätään hakarautoitusta. Uudelleenjärjestetään punoksia tai poistetaan punostartuntaa paineen tasaisemman jakautumisen aikaansaamiseksi.</p> <p>Lisätään hakarautoitusta.</p> <p>Parannetaan punostartunnan poistoa ja/tai vahvistetaan ripojen raudoitusta.</p>	<p>Mikäli halkeama ei ole esijännitysraudoituksen kohdalla, sen vaikutukset ovat vähäiset. Halkeama sulkeutuu yleensä kuormituksessa syntyvän puristavan voiman ansiosta.</p> <p>Mikäli halkeama on esijännityspunosten kohdalla, on olemassa riski, että esijännitysvoima on laatan päässä pienentynyt. Tästä saattaa aiheutua laatan taivutus- tai leikkauskapasiteetin heikentymistä.</p>	<p>Mikäli halkeamasta on ulkonäöllistä haittaa tai sen tiedetään joutuvan kosketuksiin haitallisten säärasitteiden kanssa, tulee harkita epoksi-injektointia tai rivan päällystämistä.</p> <p>Halkeaman heikentäessä laatan rakenteellista kestävyyttä, tulee suunnittelijan arvioida tilanne.</p>

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Virheellinen esijännityksen laukaisu.</p> <p>Virheellinen esijännityksen laukaisujärjestys.</p> <p>Esijännityksen laukaisujärjestys aiheuttaa jännityseroja rivin ja kansilaatan välille.</p> <p>Betonin alhainen laukaisulujuus.</p> <p>Yläpunoksen liukuminen.</p> <p>Betonin kutistumista estäviä teräsosia tai varauksia muotissa.</p> <p>Betonin tarttuminen muottiin purun yhteydessä.</p> <p>Punokset eivät ole täysin poikki tai tarttuneet päätymuottiin.</p> <p>Muotin päädyssä lämpökäsittely epäonnistunut.</p>	<p>Laukaistaan esijännityspunokset hitaasti.</p> <p>Varmistetaan esijännitysvoiman tasaantuminen laukaisun aikana.</p> <p>Minimoidaan uuman ja laipan välille syntyvät jännityserot oikealla esijännityksen laukaisujärjestyksellä.</p> <p>Muutetaan betonimassaa ja jälkihoitoa siten, että riittävä lujuus saavutetaan laukaisuun mennessä tai vaihtoehtoisesti myöhäistetään laukaisua.</p> <p>Varmistetaan esijännityspunosten puhtaus tai varmistaudutaan betonin riittävästä tiivistyksestä ja laukaisulujuudesta.</p> <p>Varmistetaan muotin sisäosien sileys.</p> <p>Varmistetaan laatan hyvä irtoavuus muotista ja käytetään tarvittaessa tehokkaampaa muottiöljyä.</p> <p>Varmistu, että punokset on täysin katkaistu eikä laatta tartu päätymuottiin muotista nostettaessa.</p> <p>Estä lämpöhäviöt.</p>		

PYSTYSUUNTAISET JA VINOT HALKEAMAT RIVASSA

Tämäntyyppiset halkeamat lähtevät muodostumaan rivan alareunasta edeten ylöspäin. Yleensä halkeilua esiintyy jännevälän keskialueella.

Tyypillinen tapaus

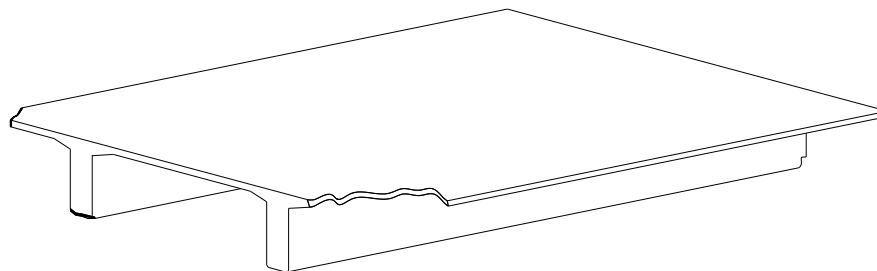


Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Laatan riittämätön taivutus- tai leikkauskapasiteetti. Liian vähän punoksia.</p> <p>Esijännityshäviöiden aliarviointi.</p>	<p>Tarkistetaan lujuuslaskelmat mahdollisten virheiden varalta. Varmistetaan raudoituksen oikeellisuus.</p> <p>Huomioidaan vaikutukset huolellisemmin.</p>	<p>Rivan päissä sijaitsevat, esijännityspunoksia vastaan kohtisuorat halkeamat voivat aiheuttaa punostartunnan pettämisen halkeaman ja rivan pään välillä.</p> <p>Mikäli punostartunnan pettämistä ei ole tapahtunut, taivutuskapasiteetti on yleensä säilynyt suunniteltuna.</p>	<p>Epoksi-injektiolla voidaan palkin leikkauslujuutta parantaa, mikäli raudoitukset yhä ovat riittävät.</p> <p>Mikäli raudoitukset eivät ole riittäviä, tulee harkita tuotteen hylkäämistä.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Raudoitusten virheellinen sijoittaminen.</p> <p>Esijännityspunosten tartunnan pettäminen rivan päässä.</p> <p>Riittämätön esijännityspunosten jännitys.</p> <p>Päätylevyjen tai elementin juuttuminen muottiin.</p> <p>Virheellinen lämpökäsittely.</p>	<p>Varmistetaan raudoituksen oikea sijoittelu.</p> <p>Huolehditaan esijännityspunosten puhtaudesta ja betonimassan huolellisesta täryttämisestä. Varmistetaan betonin riittävä lujuus ennen laukaisua.</p> <p>Tarkista punosvenymät verrattuna laskennallisiin venymiin. Tarkista todelliset jännityshäviöt laskennallisiin verrattuna.</p> <p>Muutetaan levyjen kiinnitystä.</p> <p>Parannetaan lämpökäsittelyä.</p>	<p>Mikäli esijännityspunosten liukumista on tapahtunut, tulee laatta tarkastaa alentuneelle esijännitykselle.</p> <p>Kokeellinen kuormitus voi olla paikallaan palkin kestävyuden toteamiseksi. Joissakin tapauksissa kuormankestävyyden alenemisesta ei välttämättä ole haittaa.</p>	
<p>C. Virhe käsittelyssä</p> <p>Ulokkeellisen laatan väärä tuenta varastoitaessa</p>	<p>Tuetaan laatta samalta kohtaa kuin lopullisessa rakenteessa.</p>		

HALKEAMAT JA LOHKEAMAT NURKISSA.

Lohkeamia tai halkeamia rivan tai kansilaatan nurkissa.

Tyypillinen tapaus

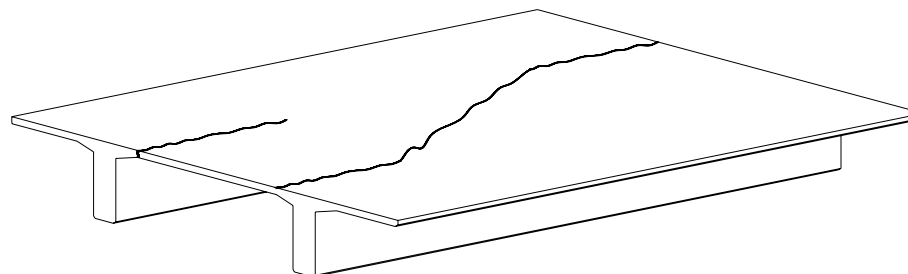


Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Kansilaatassa riittämätön poikittaisraudoitus</p>	<p>Lisätään poikittaisraudoitusta</p>	<p>Jos kannen raudoitus on liian alhaalla, sen kantokyky ulokekuormille on alentunut.</p>	<p>Jos laatan päälle valetaan pintabetoni, lohkeamilla ei yleensä ole merkitystä. Kansilaatan liian vähäinen raudoitus voi edellyttää tuentaa valuvaiheessa.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Kansilaatta ei irtoa muotista ehyenä.</p> <p>Varaukset kiinni muotissa purettaessa muottia.</p> <p>Kiinnityslevyt eivät ole muotin suuntaisia.</p>	<p>Varmistetaan muottien puhtaus ja käytetään hyviä muotinirrotusaineita.</p> <p>Varmistetaan että varausten kiinnitykset irroitetaan ennen purkua.</p> <p>Asenna kiinnityslevyt huolellisesti ja kiinnitä riittävästi valun ajaksi.</p>	<p>Mikäli laatan vaurioitunut kohta ei kuormitu, on se ainoastaan ulkonäköhaitta.</p> <p>Rivan päässä sijaitsevat lohkeamat ja halkeamat voivat pienentää tukipintaa ja paljastaa raudoituksia. Vaikutukset laatan kantokykyyn ovat vähäisiä, mikäli minimitukipinta-vaatimukset täyttyvät.</p>	<p>Vähäiset halkeamat ei-kantavissa kohdissa saattavat ulkonäkösyistä vaatia korjausta.</p> <p>Kantavien alueiden halkeamat tulee korjata esim.epoksi-injektoinnilla tai tarkoitukseen sopivalla korjauslaastilla. Mikäli raudoitus on näkyvissä, se tulee korroosiosuojata paikkaamalla.</p>
<p>C. Virhe käsittelyssä</p> <p>Nurkkien kolhiintuminen käsittelyn aikana.</p>	<p>Suojataan nurkat käsittelyn/kuljetuksen ajaksi. Tehdään työ huolellisemmin.</p>	<p>Kansilaatan halkeamasta voi kondensoitua kosteutta vesieristeen alle.</p>	

HALKEAMAT KANSILAATAN PÄÄSSÄ

Halkeama syntyy yleensä kansilaattaan rivan ja laatan leikkauskohtaan (a). Halkeama voi mennä pituussuunnassa lähes laatan läpi ja vaihtaa puolta (b).

Tyypillinen tapaus



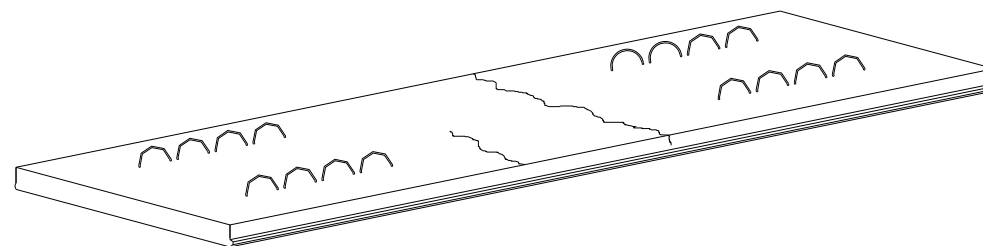
Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Kansilaatassa liian vähän poikittaisraudoitusta. (tyyppi a)</p>	<p>Lisätään tarvittaessa poikittaisraudoitusta (tyypit a ja b).</p>	<p>Näillä halkeamilla on harvoin vaikutusta laatan kokonaiskantokykyyn. Kansilaatan kantokyky saattaa olla paikallisesti heikentynyt.</p> <p>Laattaa on käsiteltävä varoen.</p>	<p>Jos kohteeseen tulee raudoitettu pintabetoni, mitään korjauksia ei tarvita.</p> <p>Kohdissa, joissa kansilaattaan kohdistuu vähäistä poikittaista kuormitusta ja halkeaman yli on riittävä rauditus, voidaan halkeama korjata epoksi-injektioinnilla.</p> <p>Mikäli raudoituksia puuttuu, tulee kansilaatan kantokyky erikseen tarkistaa.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Betonin tiivistys epäonnistunut</p> <p>Virheellinen järjestys esijännityksen laukaisussa.</p> <p>Laatta kaareutuu liikaa punosten laukaisuvaiheessa.</p> <p>Kansilaatta ei irtoa muotista.</p> <p>Liian nopea tai epätasainen lämpökäsittely</p>	<p>Tasaisempi tärytys</p> <p>Minimoidaan syntyvät jännityserot oikealla esijännityksen laukaisujärjestyksellä. Irroitetaan esijännityspunokset hitaasti. Parannetaan muottitekniikkaa. Estetään laatan liian aikainen irtoaminen muotista .</p> <p>Varmistetaan muottipinnan sileys. Käytetään isompaa muotin päästöä ja/tai öljytään muotit paremmin.</p>		
<p>C. Virhe käsittelyssä</p> <p>Laatta on joutunut vääntörasituksille (tyyppi b)</p> <p>1. muotistanostovaiheessa</p> <p>2. käsittelyssä ja varstoinnissa</p> <p>3. kuljetuksessa</p>	<p>Käytetään nostolaitteita, jotka eivät aiheuta laattaan vääntörasituksia.</p> <p>Lisää tarvittaessa poikittaisraudoitus</p> <p>Tarkistetaan varastopaikkojen suoruus.</p> <p>Huonoilla teillä pienennetään kuormaa tai parannetaan laattojen tuentaa.</p>		

4.5. KUORILAATAT

POIKITTAISET HALKEAMAT

Halkeamat ovat laatan yläpinnassa ja voivat ulottua laatan koko leveydelle.

Tyypillinen tapaus

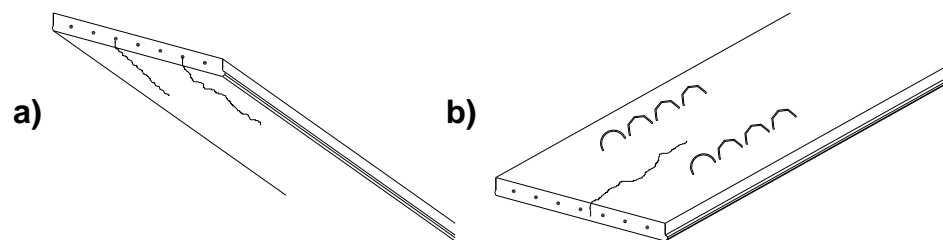


Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Laatassa on liikaa esijännitysteräksiä</p>	<p>Muutetaan suunnittelua esim. paksuntamalla laattaa.</p>	<p>Kuorilaatta tulee yleensä liittolaatan osaksi, jolloin halkeamat eivät heikennä kantokykyä.</p>	<p>Tarvittaessa laatta lisätetään ennen päällevalua.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Laatan lämpökäsittely on aiheuttanut halkeaman ennen esijännityksen laukaisua Laattaan on tullut kutistumishalkeama viikonlopun aikana</p>	<p>Muutetaan lämpökäsittelyä tai betonilaatua</p>		
<p>C. Virhe käsittelyssä</p> <p>Laattaa on nostettu liian keskeltä. Nostolenkit ovat väärässä kohtaa.</p> <p>Varastopinossa tai kuljetuksessa välipuut ovat olleet liian keskellä.</p>	<p>Muutetaan nostotapaa tai nostolenkkien paikkaa.</p> <p>Muutetaan välipuiden paikkaa.</p>		

Tyypillinen tapaus

PITUUSSUUNTAISET HALKEAMAT

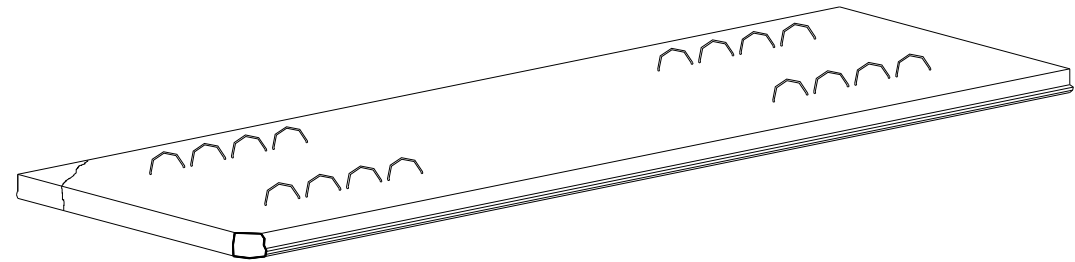
Halkeamat ovat laatan päässä joko a) punosten kohdalla alapinnassa tai b) punosten välissä.



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
<p>A. Virhe suunnittelussa</p> <p>Liian suuri punos tai esijännitysvoima</p>	<p>Muutetaan suunnittelua.</p>	<p>Punosluistot vähentävät laatan kantokykyä.</p>	<p>Laadunvalvontakriteerien mukaan liikaa luistanut punos hylätään ja laatan kantokykyä alennetaan.</p>
<p>B. Virhe valmistuksessa</p> <p>Punokset liian lähellä valualustaa. Punosluistoja.</p> <p>Virheellisesti toteutettu esijännityksen laukaisu.</p>	<p>Korjataan punosten asemaa valussa.</p> <p>Muutetaan laukaisua hitaammaksi tai punosten laukaisujärjestystä.</p>	<p>Pitkittäishalkeamat eivät muuten vaikuta laatan kantokykyyn.</p>	
<p>C. Virhe käsittelyssä</p> <p>Epätasainen tai liian äkkinäinen nosto.</p>	<p>Muutetaan nostotapaa tai parannetaan nostolaitetta.</p>		

Tyypillinen tapaus

HALKEAMAT/LOHKEAMAT ULKONURKISSA



Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus
A. Virhe valmistuksessa Laatan katkaisu on epäonnistunut	Sahausjärjestys ja sahan kunto valualustalla tarkistetaan.	Ei vaikutuksia kantokykyyn.	Yleensä ei edellytä korjaustoimenpiteitä. Lohkeamat voivat vaatia paikallisesti lisämuotin työmaalla.
B. Virhe käsittelyssä Laattaa on kolhittu siirroissa tai varastossa	Laattoja käsitellään varovaisemmin		