

LIITE 3**LAAJARUNKOISTEN LIIKUNTAHALLIEN LAADUNTARKASTUS -
SUUNNITTELUN JA SUUNNITELMIEN TARKASTUSLISTA / PORA****1. LÄHTÖTIEDOT**

Liikuntahallin rakentaminen perustuu hankkeeseen ryhtyvän tahon tekemiin kohdekohtaisiin tilamäärittelyihin ja vaatimuksiin sekä yhteiskunnan määrittelemiін rakentamista koskeviin vaatimuksiin, jotka on esitetty Maankäyttö- ja rakennusasetuksessa (MRA) pykälässä 50 (Rakennuksen olennaiset tekniset vaatimukset). Suomessa on käytettävissä kaksi eri suunnitteluohjekokonaisuutta (Liite 4), joihin liittyy eräitä ehtoja:

- Suomen Rakentamismääräyskokoelman (RakMK) mukaiset määräykset ja ohjeet, jotka perustuvat Maankäyttö- ja rakennuslakiin (MRL),
- Eurooppalaiset esistandardit (Eurocodet) sekä niiden käyttämiseksi esistandardivaiheessa (ENV) laaditut kansalliset soveltamisasiakirjat (National Application Documents). Kun em. eurooppalaiset esistandardit muutetaan varsinaisiksi eurooppalaisiksi standardeiksi (EN) niitä käytetään yhdessä kansallisten liitteiden (National Annex) kanssa.
- RakMK:n ja Eurocoden ohjeita koskien kuormituksia tai kestävyyksien laskentaa tai niitä koskevia lukuarvoja ei saa käyttää ristiin samassa rakennuskohteessa. Suunnitteluohjeen eri kohdat yhdessä määrittelevät lopullisen rakennuksen rakenteet ja sen toimivuus ja kokonaisvarmuus muodostuvat sen eri osien toimivuuksien, ominaisuuksien ja varmuuksien summana. Samat ehdot koskevat myös RakMK:n ohjeiden eri versioita sekä muiden maiden suunnitteluohjeita.

Suunnitteluohjeet eivät ole velvoittavia, eivätkä ne voi myöskään koskaan olla 100 % kattavia. Johonkin tapaukseen suoraan soveltuvien ohjeiden puuttuessa on sovellettava harkiten muuta parasta käytettävissä olevaa koetulosta, tietoa tai ohjetta!

Erityisesti uusien rakenneratkaisujen ja materiaalien myötä joudutaan hakemaan uusia ohjeita. Monissa tapauksissa olisi uusien rakenneratkaisujen osalta syytä teettää rakennekokeita, joilla todetaan rakenteen kelpoisuus ja toimivuus. Riskittömämpää olisi kuitenkin käyttää aiemmin tunnettuja testattuja rakenneratkaisuja.

Esimerkiksi, tuuli- ja lumikuormien jakautumisesta erilaisilla seinä/kattopinnoilla edellä mainituista suunnitteluohjeista kumpikaan ei anna erityisen tyhjentävää selvitystä. Joissakin tapauksissa on tällöin käytettävä jotain muuta mahdollisia ohjeita, tai koetuloksia, joissa on testattu kyseistä tapausta lähellä olevia sopivia tapauksia. Muita, ehkä paremmin sopivia kuormitusjakautumia voi käyttää, kunhan käyttää ohjeiden mukaisia ominaiskuorma-arvoja. Tuulikuormien jakautumien selvittämiseen on käytettävissä tuulitunneleita ja CFD-ohjelmia.

2. RAKENTEELLISET PERIAATTEET JA TARKASTUS

Huom! Puutteet missä tahansa alla mainituista kohdista kasvattavat oleellisesti riskiä koskien erilaisia ennalta arvaamattomia vaaroja, vaurioita ja sortumia. Suunnitteluohjeiden lähtökohtana on se, että jostakin syystä aiheutuva vahinko ei saa olla suhteettoman suuri verrattuna alkuperäiseen syyhyn.

2.1 Tarkastus

Rakennepiirustusten perusteella EI voi todeta rakenteiden kelpoisuutta tai kestävyyttä. Niistä ei myöskään pysty aukottomasti toteamaan kuinka rakenteiden on tarkoitus toimia.

Kokenut rakennetutkija voi nähdä piirustuksista, jos jossakin kohdassa on käytetty poikkeavaa tai uutta rakenneratkaisua, mistä ei löydy testaustuloksia Suomesta eikä myöskään ulkomailta, tai jos johonkin ratkaisuun voi liittyä ongelmia esimerkiksi sen sitkeyden tai eheyden säilymisen suhteen.

Rakennepiirustukset laaditaan valmistusta ja rakentamista varten. Rakenteiden kestävyudet voi todeta vain rakennelaskelmista! Rakennesuunnitelmien ja rakenteiden tarkastus osana riskianalyysiä tai sen tulosten perusteella tapahtuu kahdessa vaiheessa:

- a) Rakenteellisten periaatteiden tarkastaminen (= suunnittelun laadun tarkastus), ja
- b) rakenteiden vaurioille ja erilaisille virheille alttiiden yksityiskohtien tarkastus.

Tarkastuksen ei tarvitse kattaa kaikkia rakenteen yksityiskohtia, koska rakennevaurioiden ja sortumien selvityksissä on todettu, että ne yleensä johtuvat useista eri osatekijöistä, jotka ovat vaikuttaneet samanaikaisesti, ja jo yhdenkin vaaran havaitseminen ajoissa olisi voinut estää onnettomuuden. Paikallinen vaurio voi huonon suunnittelun takia laajeta, ja siitä saattaa aiheutua rakenteen laaja äkkinäinen sortuminen, josta aiempien onnettomuuksien perusteella arvioiden aiheutuu helposti henkilövahinkoja!

2.2 Rakenteelliset periaatteet

Hallin rakenteellisista periaatteista on tärkeää tarkistaa erityisesti seuraavat kohdat, joiden selvittäminen ja tyydyttävä noudattaminen on tärkeää hallin rakenteellisen turvallisuuden kannalta. Laajarunkoisten liikuntapaikkojen rakennesuunnittelun laadun tarkistuksessa on selvitettävä ainakin seuraavat seikat:

- hallin samanlaiset ja erilaiset rakenneosat sekä geometrian että kuormitusten osalta, ja rakenteiden symmetrian hyväksikäyttäminen mitoituksessa, ja onko kutakin erilaista rakenneosaa tai tapausta varten laadittu omat laskelmansa,
- onko hallista laadittu kattavaa kuormituskaaviota koskien sitä, kuinka eri kuormitukset, sekä pystysuunnassa että poikittaisessa ja pituussuunnassa, johdetaan perustuksille,
- onko poikittaiset pääkannattajat tehty riskittömästi käyttäen mahdollisuuksien mukaan isoja tehdasvalmisteisia rakenne-elementtejä ja tunnettuja ainettarikkomattoman laadun-

varmistuksen piiriin sisällytettäviä liitostyyppijä (hitsaus- ja ruuviliitokset), joiden toiminta on todettu rakennetestien avulla,

- mitkä ovat hallin poikittaisten ja pitkittäisten kuormaa siirtävien rakenneosien ja elementtien mitoitusperusteet (reunaehdot FEM-laskelmissa),
- selviääkö tai löytyykö kunkin rakenneosan määräävä kuormitusyhdistelmä laskelmista tai analyysin lähtötiedoista,
- onko hallin rakennemalli mahdollisesti 3-dimensioinen, jolloin on syytä tarkistaa poikittaisten ja pitkittäisten rakenneosien väliset ns. primääriset voimaliitokset ja niiden liitostekniikka mahdollisten vaurioiden vaikutusten rajoittamiseksi ja voimien siirtämiseksi vähemmän rasitetuille osille,
- kuinka on tehty hallin hoikkien rakenneosien stabilisointi (yhteenveto hoikista rakenneosista, hoikkuuksista ja niiden tuennan tarpeesta rakenneosittain),
- hallin sivuttaissiirtymien rajoittaminen (rungon jäykistysjärjestelmän kuvaus),
- onko suunnittelija antanut rakenteiden valmistuksesta, kuljettamisesta, nostoista ja asennuksesta, tai laaduntarkastuksesta kohdekohtaisia ohjeita,
- onko hallin hitsausliitoksista, joiden hyväksikäyttöaste on yli 50 %, laadittu luettelo standardin SFS 2373 mukaisesti.

2.3 Puurakenteille ominaiset tarkastuskohteet

Liitokset

Jos liitoksessa on testaamattomia prototyyppijä, tulos on täysin riippuvainen suunnittelijan ammattitaidosta. Liitosten staattinen staattinen toiminta varsinkin isoissa liitoksissa saattaa olla ennalta arvaamonta ja liitokset muodostavat selvästi riskin.

Jos liitoksessa on lähes puun korkuisia jäykkiä (teräs)liitososia varsinkin puun ulkopinnoissa, niissä ei tapahdu muodonmuutoksia puun kuivuessa ja sen seurauksena puu halkeaa helposti. Tällaisia liitoksia ovat mm. tuelle tulevat liitokset ja ripustusliitokset palkkien kylkiin.

Jos liitoksiin tulee puun syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa voimia, niin puu voi haljeta helposti, koska puun vetolujuus syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa on pieni, suuruusluokkaa 1-2 % syiden suuntaisesta arvosta. Tällaisia rasiuksia voi tulla esimerkiksi erilaisista ripustuksista palkkien kylkiin.

Valmistus

Valmistajan kokemus ja yhteistyö

Rakennuttajan tulee arvioida valmistajan kokemus ja taito kyseisten rakenteiden valmistajana. Tässä selvitetään valmistajan referenssit, laadunvalvonnan taso, aikaisempi yhteistyö suunnittelun ja valmistuksen välillä sekä suunnitelma yhteistyöstä tässä projektissa.

Valmistajan laadunvalvonta

Valmistajalla pitää olla sellainen laadunvalvonta, joka sisältää kyseisen rakenteen valmistuksen laadunvalvonnan. Yleinen sertifikaatti laadunvalvonnasta ei ole riittävä. Ko. dokumenteista pitää näkyä konkreettiset valvontatoimenpiteet valmistuksen aikana

Suunnitellun rakenteen toteutettavuus

Suunnitelman pitää olla sellainen, että valmistajan ammattitaidolla rakenne pitää olla helposti toteutettavissa. Jos toteuttaminen on hankalaa, niin valmistusvirheen todennäköisyys kasvaa.

Rakenteiden pystytys ja käyttöönotto

Rakennuttajan pitää arvioida pystyttäjän kokemus ja taito kyseisten rakenteiden osalta. Sen lisäksi pitää selvittää referenssit, laadunvalvonnan taso, aikaisempi yhteistyö suunnittelun, valmistuksen ja pystytyksen välillä sekä yhteistyön mahdolliset erityispiirteet ko. projektissa.

Jos rakenteeseen joudutaan pystytyksen aikana tekemään liitoksia, on pystyttäjän ammattitaito arvioitava samoin perustein kuin valmistajankin. Jos puun kosteusmuodonmuutoksilla on merkitystä työmaa liitosten liitososien yhteensopivuuteen, se on otettava huomioon.

Jos rakenne kootaan syksyllä tai alkutalvesta, niin siinä oleva puu todennäköisesti kastuu ja paisuu. Nopean kuivauksen aikana puun pintaosat kuivuvat sisäosia nopeammin ja puu halkeilee pinnastaan.

Yleensä rakentamisaikataulu on liian kireä ja tästä johtuen rakenteiden loppukuivaus tehdään liian nopeasti. Tällöin puun pintaosat kuivuvat sisäosia nopeammin ja massiiviset puuosat halkeilevat. Siitä aiheutuu rakenteellinen riski ja siitä on myös ulkonäköhaittaa.

3. TARKISTUSLISTA KOSKIEN RAKENTEIDEN YKSITYISKOHTIA

Ao. tarkistuslista koskee pääasiassa laskelmia ja muuta dokumentaatiota. Listassa on eo. kohdassa mainittuihin suunnitteluperiaatteisiin liittyviä yksityiskohtia, jotka on syytä tarkastaa kaikkien laajarunkoisten liikuntapaikkojen rakennesuunnitelmista. Rakenneosien kestävyyydet ovat laskennallisia suu-reita, joiden vaatimustenmukaisuus voidaan todeta vain laskelmista.

Tarkistuslista on laadittu taulukoksi, missä viimeinen sarake on käytettävissä sen arvioimiseen (+ tai -), onko kyseinen kuormitus tai rakenteen piirre sellainen, joka löytyy tai on aiheellista tarkastaa riskianalyyssissä myös tarkasteltavan kohteen osalta.

A. LÄHTÖTIEDOT

1) Hallin muoto ja siitä riippuvat kuormitustapaukset,

Tarkastettava kuormitus, seikka tai kohta	Vert.
Poikkileikkauksen symmetria tai epäsymmetria, ja siitä aiheutuvat erilaiset kuormitusjakautumat, ja eri asemassa olevat samanlaiset rakenneosat	
Lumikuorman mahdollinen kinostuminen	
Tuulikuorman käsittely, erillistapaukset: a) kaatava tuulikuorma	
b) osapintojen paineet ja mitoituskuormat	
Kuormitusyhdistelyt / määrävän rasiuksen löytyminen kullekin rakenneosalle	
Hallin lappeella pituussuunnassa jatkuvien rakenteiden kuormitus	
Hallin katossa päätykenttien lisätyt painekertoimet ja vastaava tuulenpaine	
Lumen liukuminen katolta, tai törmäminen alempana oleviin rakenteisiin	
Tuulikuorma hallin päätyihin, sen siirtyminen hallin kattoon, ja sen vaikutukset:	
a) jakautuminen katossa hallin korkealla osalla	
b) puristus- ja imukuormat, vaikutukset orsissa tai orsistikoissa	

2) Muut kuormituseikat

Tarkastettava kuormitus, seikka tai kohta	Vert.
Katon jäykistysristikoiden toiminta päädyn tuulikuormille (erityisesti henkselistikoissa puristetut sauvat!)	
Kuormitusten jakautuminen useille jäykistysristikoille	
Hallin katon sivusiirtymät hallin pituussuunnassa	
Jäykistysristikoiden kiinnitys rakennuksen perustuksiin	
Perustuksien mitoituskuormat per pilariantura	
Viiston katon ohutlevyjen lumikuormasta aiheutuva pinnan suuntainen kuormitus, ja sen johtaminen rakennuksen perustuksille	
Katon värähtelyn ominaistajuudet ja riskit pakkovärähtelylle	
Hallin lisävaakavoimien huomioon ottaminen	
Lämpöpitenevät, liikuntasauvojen tarve	

B. RAKENNEOSAT JA NIIDEN MITOITUS

1) Poikittaiset pääkannattimet

Tarkastettava kuormitus, seikka tai kohta	Vert.
Tuulen imukuormituksen huomioon ottaminen	
Mahdollisesta katsomosta aiheutuvat rakenteet ja tuennat, katsomon rakenteet	
Pääkannattimien kokoonpanon jatkosliitosten laippojen hitsausliitosten mitoitus, ja laadunvarmistus ainetta rikkomattomalla menetelmällä	
Pääkannattimien ja orsien tai orsistikoiden kiinnitysten mitoitus määrävälle kuormitusyhdistelmälle, jotta varmistetaan kuormien siirtyminen vauriossa	
Kantavien rakenneosien liitosten mitoittaminen viistoille tai vääntöä aiheuttaville kuormille tai kuormaresultanteille	
Nivelliitosten muodonmuutoskyky ja momenttiliitosten sitkeys	

2) Hallin pitkittäiset orret tai orsivistikot

Tarkastettava kuormitus, seikka tai kohta	Vert.
Orsivistikoiden yläpaarteiden mitoitus määräävälle kuormitusyhdistelmälle	
Orsivistikon paarteiden nurjahduspituudet, ja alapaarteiden hoikkuus puristuksessa	
Katon mahdollisten taiteiden kohdalla sijaitsevien palkkien tai ristikoiden sauvojen nurjahduspituudet	
Orsien tai orsivistikoiden yläpaarteiden kiinnitys pääkannattajiin, kiinnityspulttien mitoitus	
Pääkannattajiin liittyvien rakenteiden kiinnityskappaleiden hitsien riittävän luotettava ainetta rikkomaton tarkastus	
Kattoristikoiden parre- ja diagonaalisauvojen mitoitusperusteet, vältettävä liiallisia epäkeskeisyyksiä; niitä saa olla vain ohjeiden sallimissa rajoissa	
Liitosten välykset ja rakenteiden toleranssit ja sallitut mittapoikkeamat hallin jäykistämisen suhteen	

3) Katon ohutlevyt ja muut rakenteet

Tarkastettava kuormitus, seikka tai kohta	Vert.
Ohutlevyjen mitoitus, erityisesti taipumarajatilat	
Ohutlevyjen kiinnitykset orsiin tai orsivistikoihin (ja pääkannattajiin)	
Viistolle katolle tulevan katon pinnan suuntaisen kuormakomponentin vaikutus, ja ankkurointi	
Ohutlevyjen käyttäminen hallin jäykistämiseen	
Ohutlevyjen kiinnitykset räystäällä.	

4) Puurakenteisten hallien erityispiirteitä

Tarkastettava kuormitus, seikka tai kohta	Vert.
Onko puurakenteiden liitoksissa testaamattomia prototyyppejä	
Onko liitoksissa lähes puuosan korkuisia jäykkiä teräsosia	
Tuleeko liitoksiin puun syitä vastaan kohtisuoria voimia	
Onko valmistaja tehnyt aikaisemmin vastaavia rakenteita	
Onko pystyttäjä tehnyt aikaisemmin vastaavia rakenteita	
Onko rakenteessa liitoksia, joiden mittoihin puun kosteusmuodonmuutoksella on merkitystä	
Pystytetäänkö rakenne syksyllä tai talvella	
onko rakenteiden kuivaussuunnitelmaa ennen käyttöönottoa	

Taulukko. Suunnitteluohjeet (kantavien rakenteiden suunnittelussa) Suomessa.

	Suomen Rakentamismääräyskokoelma:n osat	EUROCODEt (YM:n Suomessa käyttöön hyväksymät ohjeet) 1)
Kuormitukset	B1 (1998) Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, määräykset RIL-144 (2002) Rakenteiden kuormitusohjeet N:o 578 Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta	ENV 1991-1: 1994 Osa 1: Suunnitteluperusteet ENV1991-2-1:1995 Osa 2-1: Tiheydet, oma paino ja hyötykuormat ENV 1991-2-3:1995 Osa 2-3: Lumikuormat ENV 1991-2-4:1995 Osa 2-4: Tuulikuormat ENV 1991-2-6:1997 Osa 2-6: Työnaikaiset kuormat
Rakenteiden lujuus ja mitoitus	B2 (1990) Kantavat rakenteet , määräykset B3 (2004) Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet B4 (2001) tai B4 (2005) Betonirakenteet, ohjeet B6 (1989) Teräsohutelvyrakenteet, ohjeet ja vast. B6 Standardit 2001 B7 (1996) Teräsrakenteet , ohjeet ja vastaavat sovellettavat B7 Standardit 2001 B10 (2001) Puurakenteet, ohjeet Sovellettavat standardit määrittelevät mm. käytettävät teräspuolivalmisteet, kuten levyt ja profiilit, ja teräsrakenteiden hitsaamiseen liittyvät seikat ja laskentaohjeet.	ENV 1993-1-1:1992 Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt ENV 1993-1-1:1992 /A1:1994 (muutos) Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt, Liitteet D ja K (muutos A1:1994) ENV 1993-1-1:1992 /A2:1998 (muutos) Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt, Liitteet G,H,I,N ja Z (muutos A2:1998) ENV 1993-1-5:1997 Osa 1-5: Yleiset säännöt. Lisäsäännöt tasomaisille levyrakenteille, joihin ei kohdistu poikittaista kuormaa ENV 1992-1-3:1994 Osa 1-3: Betonielementit ja rakenteet ENV 1995-1:1993 Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt.
Muut ohjeet, ja palomitoitus	A1 (2000) Rakennustyön valvonta, määräykset ja ohjeet A2 (2002) Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat, määräykset ja ohjeet A4 (2000) Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet E1 (2002) Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet	Betoni: ENV 1992-1-2:1995 Osa 1-2: Rakenteellinen palomitoitus Teräs: ENV 1991-2-2:1995 Osa 2-2: Palolle altistettujen rakenteiden kuormat ENV 1993-1-2:1995 Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteellinen palomitoitus ENV 1995-2:1994 Rakenteiden palomitoitus

- 1) Osa eurokoodeista on jo lopullisesti hyväksytty CEN-järjestön toimesta, jolloin niiden merkinnäksi on muuttunut ENV:n sijasta EN! Kuhunkin ohjeeseen liittyy suomalainen Kansallinen soveltamisasiakirja (National Annex).