

Valesokkeli osa II. Maanvaraisen alapohjan historia

Sisältö

Yhteenveto	1
1. Ensimmäiset RT-kortit matalaperustamisesta tuotettiin jo 1940-luvulla	2
2. Vuonna 1955 tuotettiin RT-kortti maanvaraisesta alapohjasta, jossa ei ollut lattialämmitystä	3
3. Innostus matalaperustamiseen kasvoi Pohjoismaissa 1950-luvulla.....	4
4. Ruotsalaiset tutkivat 1950-luvulla matalaperustamista ja sovelsivat amerikkalaisten oppeja.....	5
5. Suomessakin koottiin perustietoa kellarittomien talojen rakenteista	6
6. Suomessa julkaistiin vuonna 1957 RT-korttisarja maanvaraisista alapohjista	8
Sokkelirakenne	8
Maanvarainen alapohja	9
7. Riskejä havaittiin jo varhaisessa vaiheessa ja niistä varoiteltiin.....	11
8. Milloin ulkopuolen maanpinta alkoi nousta liian korkealle valesokkelitaloissa?	13
9. Kuinkas asiat ovat nyt	16
Kirjallisuus (ikäjärjestyksessä)	17

Yhteenveto

Valesokkelirakenteen historia liittyy hyvin kiinteästi maanvaraiseen alapohjaan. Aina 1950-luvulle asti rakennuksiin tehtiin yleensä routarajan alapuolelle ulottuvat perustukset. Tällöin rakennuksen alle oli luontevaa tehdä kellari, sillä muutoin jouduttiin rakentamaan "turhan takia" syvälle ulottuvia perusmuureja tai perustuspilareita. Kellarittomille osille alapohja tehtiin ryömintätilaisena rossilattiana. Ryömintätilaisissa rakennuksissa rakennuspaikaksi pyrittiin luonnostaan valitsemaan korkeampi, kuivana pysyvä alue.

Kellarirakenteen tarpeellisuudesta alettiin 1950-luvulle tultaessa esittämään epäileviä kantoja. Kellari nähtiin varsin kalliina rakenteena ja toisaalta haluttiin saada asuintilat samaan tasoon. Myös kulku rakennukseen haluttiin saada helpoksi, ilman korkeita ulkoportaita. Laskelmilla myös osoitettiin, että kellariton talo saattaisi tulla edullisemmaksi rakentaa.

Amerikassa kellariton maanvarainen alapohja oli otettu käyttöön joskus 1940-luvulla ja sieltä se Ruotsin kautta tuli Suomeen 1950-luvulla. Rakenteesta laadittiin Suomessa RT-kortit (rakennustietokortit, hyvän rakentamistavan ohjeisto), joiden myötä ratkaisu alkoi levitä käyttöön varsin nopeasti. Korteissa esiteltiin Ruotsin ratkaisusta poiketen myös omintakeinen betoninen valesokkeliratkaisu, mikä otettiin innolla käyttöön. Ohjeiden yleiset varoituksensanat rakenteen kosteusriskeistä unohdettiin, tai yksinkertaisesti vain sivuutettiin 1960-luvulla, ja ulkopuolen

maanpintaa alettiin nostaa reippaasti valesokkeliä vastaan. Tällöin puuseinän alaosan kosteusrasitukset lisääntyivät pahimmissa tapauksissa niin, että puurakenteet alkoivat homehtua ja jopa lahota. Alkoi myös ilmetä sisäilmaongelmia hajujen kulkeutuessa rakojen kautta sisälle.

Valesokkelirakenteesta luovuttiin lopullisesti 1990-luvulla uusien kosteusmääräysten myötä, jotka edellyttivät riittävän suurta korkeuseroa ulkopuolen maanpinna ja sisäpuolen lattiapinnan välillä. Seinän alaosan puutavaraa kiellettiin jättämästä betonivalujen väliin, jolloin valesokkelirakenne ei enää ollut mahdollinen.

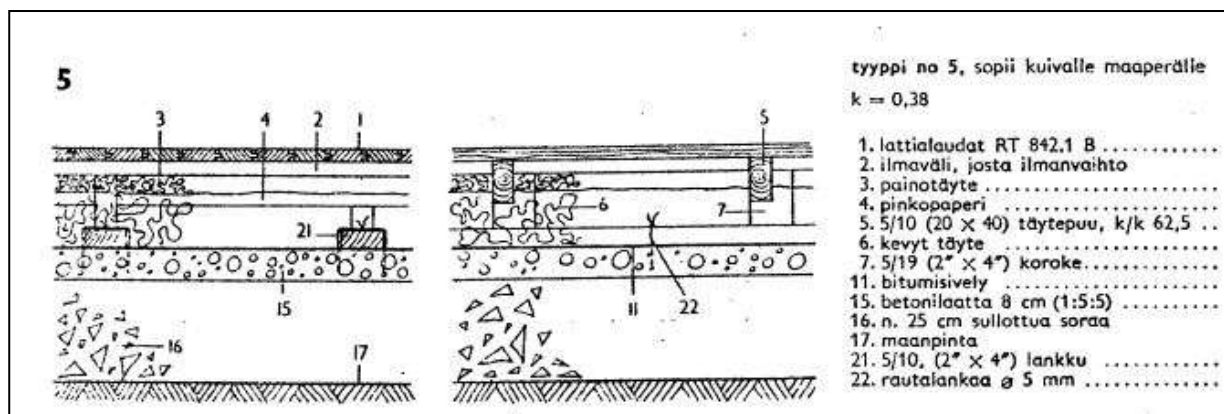
Matalaperustuksessa alapohjarakenteena käytetty betonilaatta valettiin alkuaikoina suoraan maanvaraan ilman alapuolen lämmöneristystä, jolloin etenkin koolatuissa puulattioissa syntyi suuri riski kosteusvaurioille. Näitä riskejä alettiin ymmärtää 1980-luvulla, jolloin betonilaatan alapuolelle laitettiin lämmöneristeeksi muovieristeitä (Styrox). Tällöin kosteusongelmat ainakin joksikin aikaa vähenivät. Tosin ongelmat ovat palanneet betonilattioiden ja niiden päällysteiden VOC-päästöjen muodossa, ja ovat nykyisin aivan liian yleisiä.

1. Ensimmäiset RT-kortit matalaperustamisesta tuotettiin jo 1940-luvulla

Aluksi muutama sana RT-kortistosta, jonka tuotteisiin jatkossa viitataan. Vuoden 1942 aikana Suomen Arkkitehtiliiton (SAFA) jälleenrakennustoimisto käynnisti rakennustietokorttien, RT-korttien, laatimisen. Korttien tavoitteena oli helpottaa ja standardisoida kiireellistä jälleenrakentamistoimintaa. Myöhemmin työstä vastasi SAFA Standardisoimislaitos, kunnes toiminta siirtyi vuonna 1972 perustetulle Rakennustietosäätiölle.

Ensimmäiset 70 RT-korttia julkaistiin vuonna 1943. Kortissa, nimeltään Puurakenteinen palkisto, esitettiin yhtenä rakenteena, yllättävää kyllä, maanvarainen alapohja (kuva 1). Selostuksen mukaan se sopi kuivalle maaperälle. Rakenne oli betonilaatta, jonka alapuolella oli 25 cm:n kerros sullottua soraa. Betonilaatan yläpinnassa oli bitumisively ja itse lattiarakenne oli koolattu puulattia.

Vuonna 1948 julkaistiin RT-kortti puualapohjista, jossa esitettiin vastaava maanvarainen alapohja (kuva 2). Ymmärrettävästi tämä rakenne vaurioituu helposti, jos betonilaatan alapuolinen maa on kostea, ja toisaalta jos betonin päällä oleva bitumisively ajan myötä hapristuu, eikä enää estä kosteuden kulkeutumista koolaustilaan.



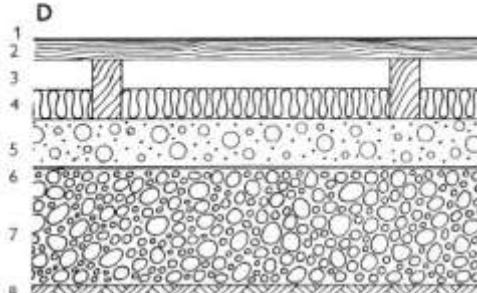
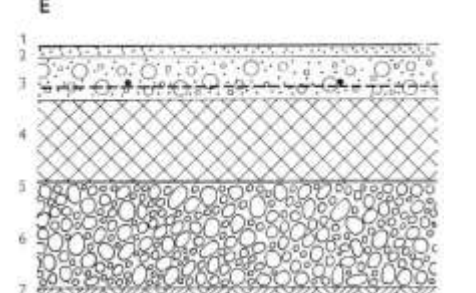
Kuva 1. Palkisto, puurakenteinen. Maanvarainen alapohja. RT 832.1 vuodelta 1943.

rakenteen tarkoitus	rakennusosa	aines	koko		laatu	menek- ki/m²	paino kg/m²	naulakoko		naulamene- kki	
			cm (mm)	tuuma				cm	tuuma	kpl/m²	g/m²
kosteuseristys	eristysively	bitumikerros ja bitumi			2 kertaa	2,1 kg	21				
lämpöeristys	aluskerros	hiekkä ja sora	20			0,2 m³	320,0	—	—	—	—
	betonilattia	betoni	6		1:4:4	0,06 m³	132,0	—	—	—	—
	ankkuriteräks	teräslankaa	≥ 3 mm	—	—	0,6 m	0,35	—	—	—	—
	kevyt täyte	kutterilastu + sahapuru	15	—	kuiva	0,3 m³	26,0	—	—	—	—
päällystys	tasakkeet	soiro	5x10	2x4	PP	0,4 m	1,2	—	—	—	—
	korokkeet	soiro	5x10	2x4	PP	2,1 m	6,3	—	—	—	—
	lattia	lattialauta RT 216.32/D	29x95mm	1 1/4 x 4	La₃	12,0 m	14,5	7,5	3	25	125

Kuva 2. Puupohjat, Alapohjat. Maanvarainen alapohja. RT 832.33 vuodelta 1948.

2. Vuonna 1955 tuotettiin RT-kortti maanvaraisesta alapohjasta, jossa ei ollut lattialämmitystä

Vuonna 1955 julkaistiin erillinen RT-kortti maanvaraisalapohjista, joissa ei ollut lattialämmitystä. Perustukset tuli salaojittaa. Rakenteet perustuivat maanvaraiseen betonilaattaan, jonka alla oli 20 cm someroa (harjusora), sepeliä tai karkeaa soraa. Ratkaisut oli tarkoitettu kuiville rakennuspaikoille. Kosteilla rakennuspaikoilla, tai kun ei ollut käytettävissä kunnollista soraa, tuli betonilaatan pintaan tehdä bitumisively (vedenpaine-eristys). Perustustyyppinä olivat betonilaatan päälle koolattu puulattia (kuva 3) ja pelkkä maanvarainen betonilaatta (kuva 4). Jo vuonna 1957 tämä kortti korvattiin uudella kortilla, kun julkaistiin kokonainen korttisarja maanvaraisalapohjista. Siitä kerrotaan enemmän tuonnempana.

 1 linoleumi + kovaakustulevy 2 lattialauta 2,2 cm 3 saira 5,0 x 7,5...10,0 4 5 cm mineraalivillalevy 5 6...8 cm betonilevy 6 siltä pohvi (ei höyrytiivis) 7 20 cm somer, sepeli tai korkea sora 8 peruspohja k-arvo ≈ 0,35	 1 lattian päällyste 2 2 cm betonitasaus 3 6...8 cm betonilevy, vähimmäisarvoeaus e. 5 mm k/k 4 5...15 cm lämmöneristyskerros, esim. lastuvillalevy, kevyt- betoni, kevytsora 5 siltä pohvi ellei lämmöneristyskerros ole levy 6 20 cm somer, sepeli tai korkea sora 7 peruspohja k-arvo = ks tyyppi F
<i>Kuva 3. Maanvaraisalapohja, ilman lattialämmitystä. Koolattu puulattia. RT 839.11 vuodelta 1955</i>	<i>Kuva 4. Maanvaraisalapohja, ilman lattialämmitystä. Betonilaattalattia, jossa oli eristeenä lastuvillalevy, kevytbetoni tai kevytsora. RT 839.11 vuodelta 1955.</i>

3. Innostus matalaperustamiseen kasvoi Pohjoismaissa 1950-luvulla

1950-luvulla rakennusallalla Pohjoismaissa, voimistui näkemys kellarin tehottomuudesta taloustilana hintaansa nähden. Myös asumismukavuuden kannalta tilat pyrittiin saamaan yhteen kerrokseen. Nämä ajatukset johtivat lopulta maanvaraisen perustuksen voittokulkuun pientaloissa.

Matalaperusteisen talon kehitystyö kulminoitui kolmeen ongelmakohtaan (Ericsson, 1956 ja 1960):

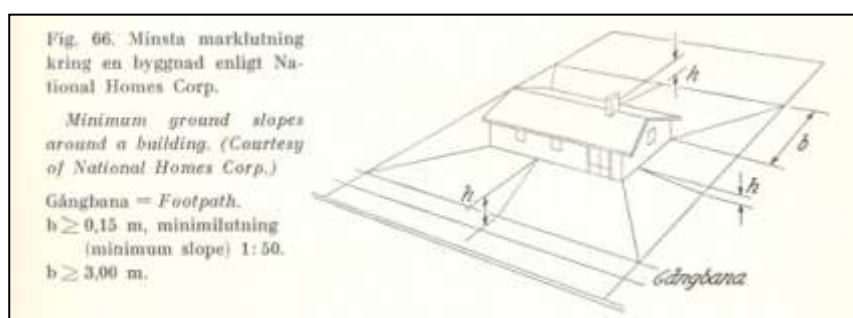
1. Routaongelma. Miten välttää sokkelin routiminen.
2. Lämpöongelma. Kuinka paljon maanvaraisen betonilaatan kautta karkaa lämpöä ja onko lattia kylmä, jos ei käytetä lattialämmitystä.
3. Kosteusongelma. Missä olosuhteissa syntyy kosteusvaurioita ja kuinka ne voidaan välttää.

Edelliset ovat sinänsä hyvin ajankohtaisia ongelmia edelleenkin maanvaraisten lattioiden osalta, etenkin kosteusongelma. Ruotsalaiset, kuten myös suomalaisetkin, hakivat oppia USA:sta ja Kanadasta tekemällä sinne opintomatkvoja. Samoilla opintomatkjoilla suomalaiset selvittelivät laajemminkin puurunkotalojen lämmöneristämistä, sekä rakennuspaperien ja rakennuslevyjen käyttöä, kuten myös puuseinien ulkopuolista rappausta.

Ruotsissa julkaistiin vuonna 1956 tutkimus kellarittomista rakennuksista, siis matalaperustuksesta. Suomessa laajemmin käyttöön otetut matalaperustusratkaisut perustuivat paljolti ruotsalaisiin selvityksiin, sillä omaa tutkimusta meillä oli tuohon aikaan niukasti. Ruotsissa matalaperusteisten rakennusten tekeminen aloitettiin 1940-luvun loppupuolella. Senpä vuoksi on syytä tarkastella tarkemmin ruotsalaisten tekemää työtä.

4. Ruotsalaiset tutkivat 1950-luvulla matalaperustamista ja sovelsivat amerikkalaisten oppeja

Ruotsissa kannettiin voimakasta huolta maanvaraisten lattioiden kosteustoimivuudesta, sillä niissä oli jo 1940-luvulla havaittu joitakin vaurioita. Mielenkiintoisena yksityiskohtana voidaan mainita, että Amerikasta ruotsalaiset toivat suoraan ohjeiston rakennuksen ulkopuolisen maanpinnan kallistuksista. Ohjeet siirtyivät sittemmin sellaisenaan myös Suomen normeihin, missä ne ovat edelleen löydettävissä aivan samassa muodossa. Tosin uusimmissa ohjeissa on korjattu kuvassa esiintyvä lievä epä johdonmukaisuus kallistussuhteesta 1:50, joka on nykyisin merkitty 1:20.

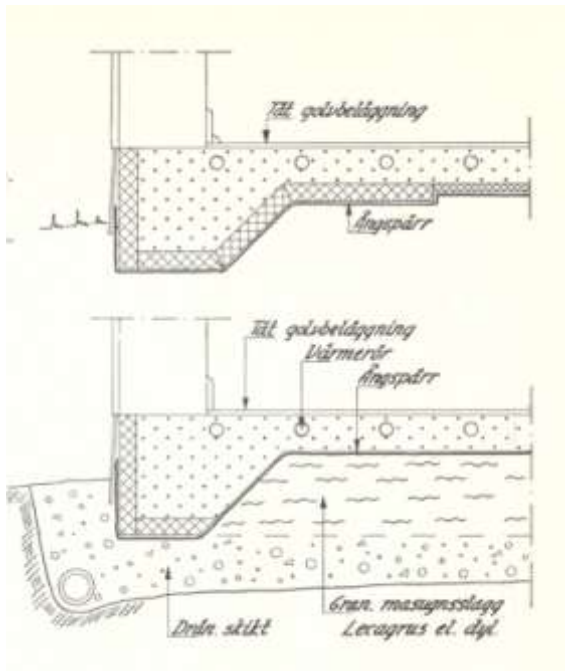


Kuva 5. Rakennuksen ulkopuolisen maanpinnan kallistukset USA:ssa. (Ericsson 1956 ja 1960)

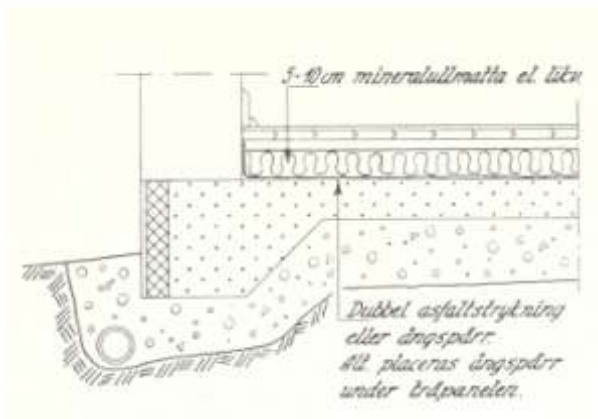
Ruotsalaisissa tutkimuksissa (Ericsson 1956) ja asiantuntija-artikkeleissa pohdittiin monipuolisesti matalaperustuksen ratkaisuja ja niiden toimivuutta. Rakenne-esimerkeissä ei kuitenkaan esitelty missään muodossa valesokkeliratkaisua, vaan käytettiin aina suoraa sokkeliä, jolloin ulkopuolista maanpintaa ei voitu nostaa puuseinän yläpuolelle. Ruotsissa oli jo tuolloin voimassa määräys, jonka mukaa valmiin lattiapinnan tuli olla 30 cm ylempänä ulkopuolen maanpintaa (Amerikassa oli voimassa samanlainen suositus). Tämä määräys jo sinällään teki tarpeettomaksi kehittää valesokkeliratkaisuja. Näin ollen Ruotsin rakennukset säästyivät tältä sokkelin riskirakenteelta.

Maanvaraisalapohjissa kannettiin Ruotsissa huolta myös lattian lämpimyydestä, minkä vuoksi niihin varsin yleisesti esitettiin asennettavaksi lattialämmitys. Sokkelialueen kylmyyden ja routimisen estämiseksi esitettiin myös ratkaisu, jossa keskuslämmitysputket asennettiin lattiaan ulkoseinustalle. Tällaista ratkaisua pidettiin lattialämmitystä kätevämpänä tapana Pohjoismaissa ja sellaisena se sittemmin yleistyi rakentamisessa. Suomessa siitä tuli likimain tyyppiratkaisu 1960-luvulta lähtien keskuslämmitystaloissa.

Ruotsalaisten koetalotutkimuksissa havaittiin varsin pian, että matalaperustuksen routimisen estämiseen riittää rakennuksesta jo luonnostaan karkaava lämpö, minkä vuoksi siitä ei niin kovasti enää tarvinnut kantaa huolta. Tosin edellytyksenä tälle oli, että rakenteen reuna-alueella käytettiin vain kohtuullisessa määrin lämmöneristeitä. Sen sijaan keskityttiin tarkastelemaan sisäpuolisen lattiapinnan lämpimyyttä ja ennen kaikkea rakenteiden kosteustoimivuutta. Seuraavassa on esitetty muutamia rakennekuvia tutkimusjulkaisusta (kuvat 6 ja 7). Oleellisia huomiota on, että betonilaatan alla ei välttämättä ole lämmöneristettä, ja että sokkelirakenteessa ei ole valesokkeliä, kuten jo edellä todettiin. Ulkopuolelta rakenteen alaosa voitiin suojata asbestisementtilevyllä.



Kuva 6. Ruotsalainen maanvarainen lämmitetty betonilaatta. Ensimmäisessä vaihtoehdossa koko betonilaatan alla on lämmöneriste ja sen alapuolella höyrynsulku estämässä maakosteuden kulkeutumista ylöspäin. Toisessa vaihtoehdossa betonilaatan alla on kevytsoraa ja höyrynsulku on suoraan betonilaatan alla. Tässä ratkaisussa tuli salaojitussoran olla ensiluokkaista. (Ericsson 1956 ja 1960)



Kuva 7. Ruotsalainen koolattu puulattia ilman lattialämmitystä. Höyrynsulku on kuvassa merkitty betonilaatan pintaa, mutta sille esitettiin vaihtoehtoinen paikka lattialaudoituksen alle, jolloin koolaukset tuli lahosuojata. Lattian alapuolella tuli olla kunnollinen kapillaarikatko. (Ericsson 1956 ja 1960)

Ruotsissa matalaperustaminen sai lentävän lähdön, sillä vuosien 1956-1960 aikana siellä rakennettiin yli 20 000 kellaritonta pientaloa (omakotitalo, rivitalo). Vauhti näytti 1960-luvulle tultaessa vain kasvavan, ollen vuositasolla jo 6 000 taloa. Ruotsissa tehtiinkin 1960-luvulla selvityksiä, miten nämä uudentyypiset talot olivat vastanneet suuriin odotuksiin, niin teknisesti kuin taloudellisestikin. Erityisenä kiinnostuksen kohteena oli, kuinka perustamistapaan liittyvät ongelmat ja riskit oli kyetty hallitsemaan. Näitä selvityksiä seurattiin tarkoin myös suomalaisten asiantuntijoiden keskuudessa.

5. Suomessakin koottiin perustietoa kellarittomien talojen rakenteista

Suomessa tehtiin Suomen Arkkitehtiiliiton (SAFA) toimesta selvitystyötä vuosien 1954 - 1955 aikana kellarittomien pientalojen perustamiskysymyksistä. Selvityksessä, joka julkaistiin heti vuoden 1956 alussa, käytiin lävitse lähinnä ruotsalaisten tuottamaa materiaalia, jota täydennettiin amerikkalaisilla ja tanskalaisilla opeilla. Keskeisin ruotsalainen tietolähde oli edellisessä luvussa

mainittu Hans Ericsson, jonka tutkimuksiin keskeisesti nojaten lähdettiin työstämään suomalaista näkökulmaa matalaperustamisesta.

Selvitystyön tavoitteena oli mitä ilmeisimmin hankkia taustatietoja julkaistavia uusia RT-kortteja varten. Työhön ottivat osaa tuon ajan terävimmät rakennusalan henkilöt, muun muassa A. Ervi, M. Hilska, T. Tuomola ja E. Koiso-Kanttila.

Peruslattiatyyppinä oli lämmitetty lattia. Lämmittämättömien lattioiden osalta todettiin, että niiden tulisi olla kosteusvaurioiden välttämiseksi tuulettuvia (puulattiat). Toisaalta todettiin myös, että tuulettumattomia lattioita on tehty lukemattomia, ja arvailujen varaan jää kuinka ne tulevat jatkossa kestävänsä. Yleensä lähdettiin siitä, että lämpöolosuhteet maanvastaisessa alapohjassa ovat varsin hyvin tunnettuja, mutta kosteudenkulku vaatisi lisäselvityksiä. Kosteuskysymysten osalta viitattiinkin tanskalaisiin tietoihoin.

Kosteusrasitukset jaettiin tuttuun kolmeen osaan: pintavedet, kapillaarivesi ja vesihöyry. Pintavesien osalta todettiin ytimekkäästi, että niiden vaikutus voidaan estää tehokkaalla pinta- ja salaojituksella, sekä sijoittamalla betonilaatta riittävän korkealle maanpinnasta ja kallistamalla ulkopuolen maanpinta sokkelista ulospäin. Kapillaarisen veden vaikutukset ehdotettiin katkaistavaksi 10- 15 cm:n paksuisella karkealla (pestyllä) soralla tai somerolla.

Vesihöyryn muodossa olevan kosteuden liikkumisesta todettiin, että se tunnettiin huonosti. Kuitenkin lähdettiin siitä, että maanvastaisen alapohjan alla olevassa maassa suhteellinen kosteus on yleensä lähellä 100 % (sama oletamus pätee edelleenkin). Koska maaperän lämpötilaa ei vielä tuolloin tunnettu tarkoin, niin laskelmien teko kosteudenkulusta oli epävarmalla pohjalla. Tästä johtuen vesihöyrynkulkua tarkasteltiin erikseen lämmitetyssä ja lämmittämättömissä lattioissa. Lämmittämättömissä lattioissa ei höyrynsulkua pääsääntöisesti tarvittu. Lämmitetyissä lattioissa ongelma nähtiin monisyisempänä, joten siihen ei katsottu voitavan antaa mitään yleisohjetta.

Tärkeä toteamus julkaisussa oli, että maanvaraisalapohjaisissa puutaloissa tuottaa jalustan rakenne ongelmia, koska betonilaattaa ei voida routavaaran vuoksi nostaa liian ylös maanpinnasta, mutta toisaalta ei puuseinää voida lahoamisvaaran vuoksi aloittaa liian läheltä maanpintaa. Ruotsissa näissä tapauksissa todettiin käytettävän puuseinän alaosan suojana asbestilevyä silloin, kun puuseinä tulisi liian lähelle maanpintaa. Suomalaisen selvityksen tekijät eivät kuitenkaan vielä tässä julkaisussa esittäneet betonista valesokkelirakennetta, vaan esittelevät ruotsalaisia ratkaisuja. Näin ollen jää arvailujen varaan, miksi seuraavana vuonna 1957 ilmestyneissä RT-korteissa esiteltiin betoninen valesokkeli jo niin itsestään selvänä ratkaisuna. Todennäköistä on, että se miellettiin sinänsä samankaltaiseksi, suojaavaksi ratkaisuksi asbestisementtilevyn kanssa. Tosin käytännössä niillä on melko suuri ero sillä, tuskinpa kenellekään tulisi mieleen kasata maata asbestisementtilevyä vasten, kun taas betoninen valesokkeli ikään kuin houkutteli maata itseään vasten.

6. Suomessa julkaistiin vuonna 1957 RT-korttisarja maanvaraisista alapohjista

Suomessa julkaistiin vuonna 1957 RT-korttisarja maanvaraisalapohjista ja sokkeliliittymistä, edellä kuvatun selvitystyön pohjalta. Julkaistut RT-kortit olivat seuraavat:

- Ulkoseinän alaosa maanvaraisalapohjaisissa rakennuksissa, RT 820.1/1957
- Perustus maanvaraisalapohjaisissa rakennuksissa, RT 817.11/1957
- Maanvaraisalapohjat ilman lattialämmitystä, RT 839.12/1957 (korvasi vuoden 1955 kortin)
- Maanvaraisalapohja, joissa on lattialämmitys, RT 839.15/1957

Jatkossa on tarkasteltu erikseen sokkelirakennetta ja maanvaraista alapohjaa.

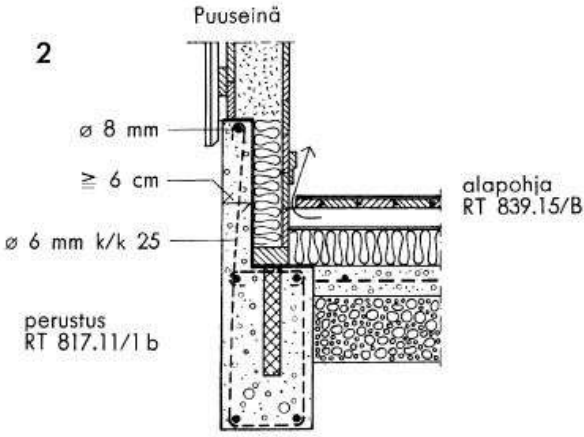
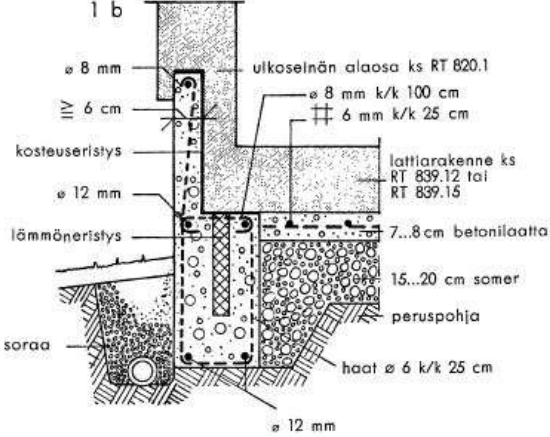
Sokkelirakenne

RT-korteissa esitettiin kaksi sokkeliratkaisua, suora sokkeli (kuva 8 ja 9) ja valesokkeli (kuvat 10 ja 11). Korttien esimerkkikuvissa ei ulkopuolista maanpintaa kuitenkaan nostettu valesokkelitapauksessakaan puuseinän alaosan yläpuolelle.

Kortissa todettiin, että "maanvaraisalapohjissa alkavat ulkoseinät yleensä, niin läheltä maanpintaa, että vain harvoja seinärakenteita voidaan sellaisenaan käyttää muuttamatta rakennetta seinän alaosassa". Esitetyt ratkaisuesimerkit soveltuivat kohteisiin, joissa seinä alkaa alemmalla kuin 50 cm korkeudelta ympäröivästä maanpinnasta.

Suorassa sokkelissa korvattiin asbestisementtilevyllä (ruotsalaisten tavoin) ulkoverhouslaudoitus, joka olisi joutunut liian lähelle maanpintaa. Valesokkelitapauksen osalta todettiin, että "purutäytteen tai muun lahoavan täytteen käyttöä alaosassa on vältettävä, koska seinän betonipinnassa ajoittain saattaa esiintyä vesihöyryn tiivistymistä kondenssimuodostunutta vettä, joka lahoattaisi sen". Seinän alaosaan onkin merkitty lämmöneristeeksi mineraalivillaa. Käytännössä ei kuitenkaan näin menetelty, vaan eristeenä hyvin yleisesti käytettiin sahanpurua, siihen asti kunnes mineraalivilla korvasi kokonaan puueristeet.

Kuva 8. Ulkoseinän alaosa maanvaraisalapohjaisissa rakennuksissa. Suora sokkeli. RT 820.1 vuodelta 1957.	Kuva 9. Maanvaraisalapohjaisen rakennuksen perustusratkaisu. Suora sokkeli. RT 817.11 vuodelta 1957.

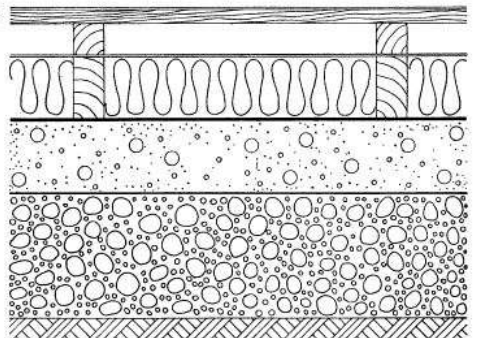
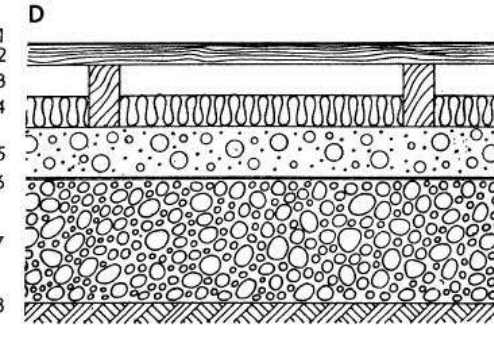
	
Kuva 10. Ulkoseinän alaosa maanvaraisalapohjaisissa rakennuksissa. Valesokkeli. RT 820.1 vuodelta 1957.	Kuva 11. Maanvaraisalapohjaisen rakennuksen perustusratkaisu. Valesokkeli. RT 817.11 vuodelta 1957.

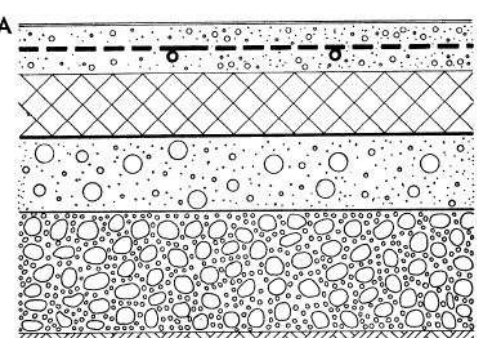
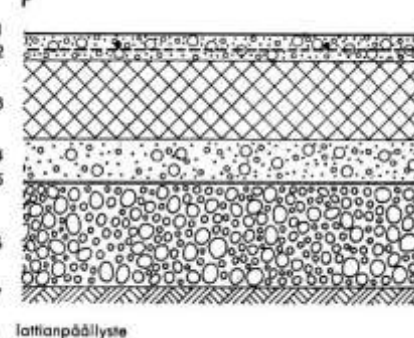
Maanvarainen alapohja

Vuoden 1957 RT-korteissa maanvaraisen alapohjan kaksi perustyyppiä olivat lämmitetty lattia (kuva 12 ja 14) ja lämmittämätön lattia (kuva 13 ja 15).

Lämmitetyissä lattioissa käytettiin höyrytiivistä kosteussulkua, jollainen oli esimerkiksi 2 - 3-kertainen bitumisively. Erityisen tärkeä höyrytiivisyys oli tiivistä lattiapinnoitetta käytettäessä (linoleumi, kumi, muovi). Mahdollisena lattiarakenteena esitettiin sekä koolattu puulattia, sekä betonilaatta- ja kaksoislaattalattia. Betonilaatan alapuolisena lämmöneristeenä oli 1950-luvulla käytettävissä vain kevytsoraa, jota esitetäänkin käytettäväksi silloin, kun ei käytetä koolattua puulattiaa betonilaatan päällä. Myös kaksoislaattalattia esitetään, ja siinä laattojen välissä on lämmöneristeenä lastuvillalevy, kevytbetoni tai kevytsora. Yli 10 m leveissä rakennuksissa lattian keskiosa voitiin jättää ilman lämmöneristystä, mikäli pohjavesi oli yli 2 m:n syvyydellä.

Koolattujen puulattioiden tapauksessa betonilaatan alla oli 15-20 cm karkeaa kiviainesta (somer, sepeli tai karkea sora) kapillaarisena katkona. Betonilaatan ja maan välissä käytettiin erotuskaistana sitkeää pahvia. Lisäksi RT-korteissa todettiin, että lämmittämättömissä lattioissa ei voida kokonaan välttää sisäilman kondensoitumiselta, minkä vuoksi lämmöneristeenä ei tule käyttää helposti lahoavia lämmöneristeitä, kuten sahanpurua tai kutterinlastua. Tätä tärkeää kehotusta ei kuitenkaan käytännössä noudatettu, vaan lattioissa nimenomaan käytettiin näitä puueristeitä. Syynä tähän oli ymmärrettävästi näiden materiaalien helppo paikallinen saatavuus ja halpuus.

B  1 lattianpäällyste, lattialauditus 2 korokkeet, ilmapäli 3 kovakuitulevy 4 korokkeet, lämmöneristys 5 2...3 bitumisivelyä (ks. kohta 11) 6 teräsbetonilaatta ks. RT 817.11 7 sitkeä pahvi 8 15...20 cm sepeli tai somerkerros 9 peruspohja	D  1 linoleumi + kovakuitulevy 2 lattialauta 2,2 cm 3 5,0x7,5...10,0 lahkoyllästetty soiro 4 5 cm mineraalivillalevy 5 teräsbetonilaatta ks. RT 817.11 6 sitkeä pahvi 7 15...20 cm somer, sepeli tai karkea sora 8 peruspohja k-arvo ~ 0,35 kcal/ m · h · °C
Kuva 12. Maanvaraisalapohja, jossa on lattialämmitys. Betonilaatan pinnassa on höyrytiivinä kosteussulkuna bitumisively. RT 839.15 vuodelta 1957.	Kuva 13. Maanvaraisalapohja ilman lattialämmitystä. Betonilaatan pinnassa ei ole kosteussulkua. Lattiakoolaukset ovat lahkoyllästettyä puuta. RT 839.12 vuodelta 1957.

A  1 höyrytiivis lattianpäällyste (linoleumi, muovi, kumi) 2 7...8 cm betonilaatta 3 lämmöneristys 4 höyrytiivis kosteussulku 5 teräsbetonilaatta ks. RT 817.11 6 sitkeä pahvi 7 15...20 cm sepeli- tai somerkerros 8 peruspohja	F  1 lattianpäällyste 2 6...8 cm betonilaatta, rauditus $\text{II} \varnothing 5 \text{ mm k/k } 25 \text{ cm}$ 3 5...15 cm lämmöneristyskerros esim. lastvillalevy, kevytbetoni, kevytsora 4 teräsbetonilaatta ks. RT 817.11 5 sitkeä pahvi 6 15...20 cm somer, sepeli tai karkea sora 7 peruspohja Käyttämällä seuraavia eristyspaksuuksia saadaan alapohjalle ohaiset k-arvat: <table> <tr> <td>5 cm lastvillalevy</td> <td>~ 0,55 kcal/m · h · °C</td> </tr> <tr> <td>10 " kevytbetonia</td> <td>~ 0,50 "</td> </tr> <tr> <td>7 " kevytsora</td> <td>~ 0,50 "</td> </tr> </table>	5 cm lastvillalevy	~ 0,55 kcal/m · h · °C	10 " kevytbetonia	~ 0,50 "	7 " kevytsora	~ 0,50 "
5 cm lastvillalevy	~ 0,55 kcal/m · h · °C						
10 " kevytbetonia	~ 0,50 "						
7 " kevytsora	~ 0,50 "						
Kuva 14. Kaksoislaattalattia, jossa on lattialämmitys. Betonilaatan pinnassa on höyrytiivis kosteussulku. RT 839.15 vuodelta 1957.	Kuva 15. Kaksoislaattalattia ilman lattialämmitystä. Lattiassa ei ole höyrytiivistä kosteussulkua. RT 839.12 vuodelta 1957.						

7. Riskejä havaittiin jo varhaisessa vaiheessa ja niistä varoiteltiin

Kellarittoman talon tekniikkaa käsitteli ruotsalainen Walter Wredenfors Rakennustaito-lehdessä vuonna 1956 (käännös ruotsalaisesta Byggmästare-lehdestä). Hän toi terveisiä Amerikan matkaltaan, toteamalla muun muassa, että siellä on rakennettu paljon ryömintätalaisia rakennuksia etelävaltioihin, missä kosteusongelmat ovat hyvin vähäisiä. Vähitellen kyseisiä perustuksia on alettu tehdä myös pohjoisvaltioissa, jolloin kosteus- ja lämpöongelmat ovat nousseet esille. Artikkelissa todetaan, että ryömintätalilan maanpinnalle tai lattiapalkiston alle on asetettava bitumihuopa höyrynsuluksi, jotta välttyttäisiin kosteusvaurioilta. Eli tuolta jo juontaa ajatus ryömintätalilan maapohjalle asetettavasta tiiviistä kalvosta (esim. muovi), jota Suomessakin alettiin myöhemmin joissakin kohteissa käyttää.

Päähuomio artikkelissa oli kuitenkin maanvaraisissa lattioissa, joiden toimivuudesta tehtyjä kokeita kirjoittaja referoi. Erityisen mielenkiintoinen on kirjoittajan toteamus betonilattioiden päällysteiden kiinnitysvaurioista: "Bitumilla tai kumiliima-aineella, joilla lattiapäällyste tavallisimmin kiinnitetään betoniin, tehdyt kokeet osoittavat, että niiden kiinnityskyky pienenee huomattavasti, jos betoni tulee kosteaksi. Tähän on luultavasti syynä kemiallinen hajoamisprosessi, joka tapahtuu liima-aineessa betonin ja liima-aineen liittymäpinnassa ja jonka luultavasti aiheuttaa liima-aineen hartsien ja betonin alkalien välillä veden tai vesihöyryn läsnä ollessa tapahtuva kemiallinen reaktio."

Taas kerran on Rakennustarkkailijankin todettava, että ei mitään uutta auringon alla. Hyvin samankaltaisiahan ovat tämän päivän betonilattioiden ongelmat, joita putkahtaa esille liki viikoittain. Toki käytetyt materiaalit ovat hieman erilaisia, mutta perusongelma aivan sama, betonilaatan pitää olla kuiva ennen kuin sitä aletaan päällystää. Myös käytän aikana betonin pitää pysyä riittävän kuivana. Kovin yksinkertaista, mutta rakentajille jotenkin niin kovin, kovin vaikeaa.

Arkkitehtilehdessä nro 1-2 vuodelta 1959 Risto Ruso kirjoitti pientalojen kosteuskysymyksistä varsin syvällisen artikkelin. Alapohjat olivat tunnetusti arkoja kosteusvaurioille, ja asiantila tunnettiin maallikkojenkin parissa. Siitä huolimatta epäonnistumisia tapahtui. Artikkelissa todettiin, että suoraan maanpinnalle tehdyt lattiat olivat melko runsaasti käytettyjä ratkaisuja. Kirjoittaja muistutti, että suoraan maanvarassa olevan betonilaatan alapuolen sepeli- tai somerkerroksen tuli toimia hengittävänä ja kapillaarisuuden katkaisevana kerroksena RT-korttien ohjeiden mukaan. Tärkeätä oli, että pinta- ja pohjavedet eivät koskaan pääse tunkeutumaan täyttökerrokseen. Erityisesti sivukaltevassa maastossa tuli vedenohjaus järjestää huolella. Talon ulkopuolen kallistusten tuli olla riittävät, eli noudattaa esitettyjä vähimmäisvaatimuksia (ruotsalais-amerikkalaisista vaatimuksista kuva). Hienojakoisen perusmaan sotkeutuminen kapillaarikatkon kanssa tuli estää erillisellä maapohjustuksella.

Lattialämmitetyissä alapohjissa muistutettiin, että lattiaan tuli asentaa erillinen höyrytiivis kosteussulkukerros ainakin silloin, kun sisäpuolen lattiapinta tehtiin tiiviistä materiaalista, eikä lattiapinnan alustaa ole tuuletettu (RT-kortiston ohjeita tuli noudattaa). Tuotiin esille, että Ruotsalaisissa ohjeissa kosteussulku tehtiin paksusta kattovuovasta, lasikuituhuovasta tai muovikalvosta. Jos maapohja oli erityisen kosteaa, niin sulku suositeltiin tehtäväksi

kaksinkertaisena kermieristysenä. Eli kosteusriski tiedostettiin, ja vauriot pyrittiin estämään tehokkaalla kosteuseristyksellä.

Lattioissa, joissa ei ole lattialämmitystä, kosteudenkulkua lattiasta huoneilmaan ei tapahdu, joten ei tarvittu kosteussulkukerrostakaan. Todettiin lisäksi, että yläpuolisella lämmöneristyksellä varustettu betonilaatta toimi kyllin tehokkaana kosteussulkuna, jos sen yläpuolinen lattiarakenne oli tuulettuva. Toisaalta todettiin, että useissa tapauksissa, jos maapohja on kosteata, on kuitenkin syytä käyttää kosteuseristystä lattiassa (2-3 kylmäsiivelyä). Muussa tapauksessa etenkin linoleumipäälysteet saattavat kuhmuilla ja ehkäpä homehtua ja tiiviillä päälysteellä peitetyissä puulattioissa saattaa esiintyä lahoamista. Tämä näkökanta johti jatkossa siihen, että betonilaattojen yläpinta alettiin käsitellä miltei aina bitumisivelyllä. Artikkelissa suositeltiin myös, että lattiakoolaukset kannattaa tehdä lahonkestopuusta.

Artikkelissa tähdennettiin, että maanvaraisissa lattioissa tulisi käyttää lämmöneristeitä, jotka eivät ole arkoja lahottajille tai muille kosteudesta aiheutuville vaurioille. Eli tuli suosia mineraalikuituvalmisteita, kevytbetonia, kevytsoraa ja orgaanisista aineista lastuvillalevyä, ekspandoitua korkkia sekä muovieristeistä kosteutta hylkiviä laatuja. Tämän vuoksi lastuvillalevystä tuli varsin suosittu alapohja- ja sokkelieriste. Ajan saatossa se on kuitenkin osoittautunut lahoavaksi ja homehtuvaksi materiaaliksi pitkäaikaisessa kosteusrasituksessa.

Alapohjien lämmöneristysten paksuudesta ja sijoituksesta artikkelissa viitattiin voimassa olleisiin vuoden 1957 RT-kortteihin. Varoituksen sanana esitettiin, että liian ohut ja sopimaton lämmöneriste saattoi aiheuttaa alapohjan ulkoreunalle liian alhaisia lämpötiloja ja sitä kautta kosteuden kondensoitumista ja haittoja asumismukavuudelle.

Lisähuomiona kannattanee mainita, että artikkelissa tuotiin esille erityinen huoli ryömintätilaisista alapohjista, joissa edelleen tapahtui paljon vaurioita, vaikka rakenteesta oli erittäin runsaasti käyttökokemusta. Ryömintätilan tuuletuksen määrästä esitettiin amerikkalainen kokemuspohjainen tieto, joka oli reippaasti suurempi kuin Suomessa käytetty. Amerikassa suositeltiin ryömintätilan vapaaksi korkeudeksi vähintään 45 cm. Lisäksi esitettiin menettely, joissa ryömintätilan maanpinnalle levitettiin bitumikermi tai muovikalvo estämään maasta tulevan kosteuden kulkeutumista ryömintätilan ilmaan (ks. edellä Wredenforssin samat näkemykset). Tällöin sokkelituuletusta voitiin vähentää huomattavasti.

Vuonna 1968 tehtiin Standardisoimislaitoksen toimesta tutkimus vuonna 1957 ja sitä ennen julkaistujen RT-korttien päivittämisestä. Tulosten perusteella uusittiinkin yksi maanvaraista alapohjaa käsittelevä kortti ja laadittiin uusi perustamistapoja käsittelevä kortti 1970-luvun alussa. Sen sijaan muut, edellä mainitut, vuoden 1957 RT-kortit säilyivät voimassa aina 1990-luvulle saakka, jolloin kaksi niistä peruttiin ja yksi korvattiin uudella. Tämäkin kertoo omalta osaltaan siitä, että maanvaraisen alapohjan ja sokkelirakenteen kehitystyö unohdettiin vuosikymmeniksi, vaikka näin ei olisi ollut syytä tehdä etenkään kosteustoimivuuden osalta.

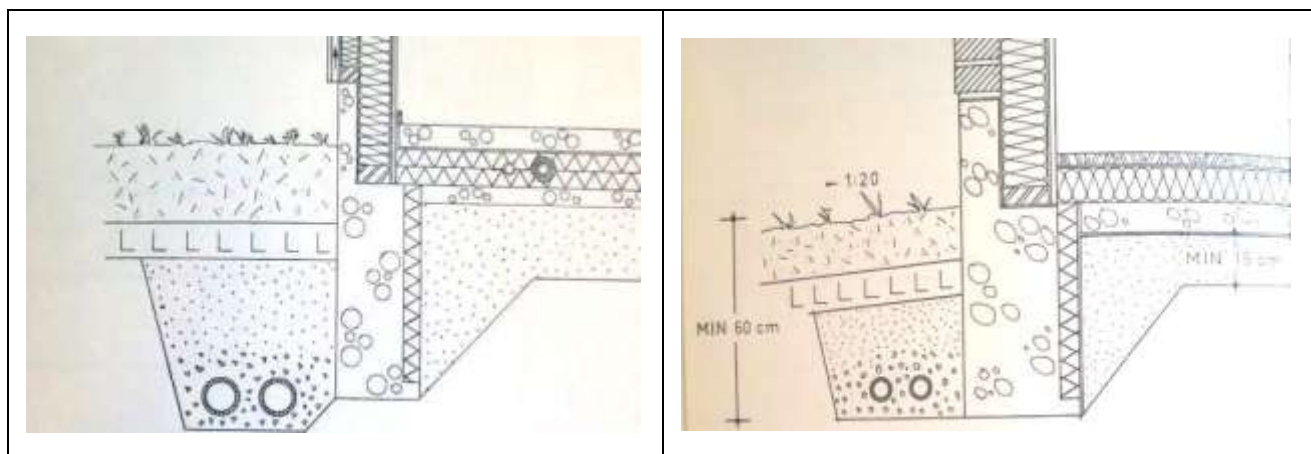
8. Milloin ulkopuolen maanpinta alkoi nousta liian korkealle valesokkelitaloissa?

Kuten aiemmin on todettu valesokkelirakenne esiteltiin vuoden 1957 RT-korteissa, mutta ulkopuolen maanpinta oli esimerkkikuvissa selkeästi ulkoseinän alaohjauspuun alapuolelle. Toisaalta ohjeissa todettiin, että lämmittämättömän alapohjan maanpinnan ja lattiapinnan välinen korkeusero **saa maksimissaan olla 30 cm**, jotta välttyttäisiin routavaurioilta.

Näin ollen vaikuttaa siltä, että edelliseen suositukseen sisältyi idea nostaa maanpinta entistä lähemmäs lattiapintaa, jolloin routimisvaara edelleen pieneni. Sinänsä, olipa syy mikä tahansa, niin ulkopuolen maanpintaa alettiin 1960-luvulla nostaa innokkaasti entistä ylemmäs, koska betoninen valesokkeli sen mahdollisti. Samalla unohdettiin maanvaraisten rakenteiden toimivuuden kannalta tärkeä ongelma eli kosteustoimivuus. Jos mielessä olisi jatkettu pitää rakennusratkaisujen kokonaistoimivuus ja RT-korttien varoitukset, niin ei tällaisiin rakenteisiin olisi menty. Lähdeaineiston perusteella näyttää jopa siltä, että RT-korttien laatimistyössä mukana olleista asiantuntijoistakin osa alkoi suosia riskialtista valesokkeliratkaisua.

Seuraavassa on esitetty muutamia esimerkkejä valesokkelirakenteesta, joissa ulkopuolen maanpinta oli nostettu puu-ulkoseinän alaosa ylemmäs. Kuvia, ja etenkin niiden lähteitä, tarkastelemalla syntyy kyllä helposti ajatus, että valesokkelirakenteen tämän kaltaisessa rakenteessa ei nähty mitään erityistä riskiä, saati sitten pohdittu rakenteen kosteusteknistä toimivuutta.

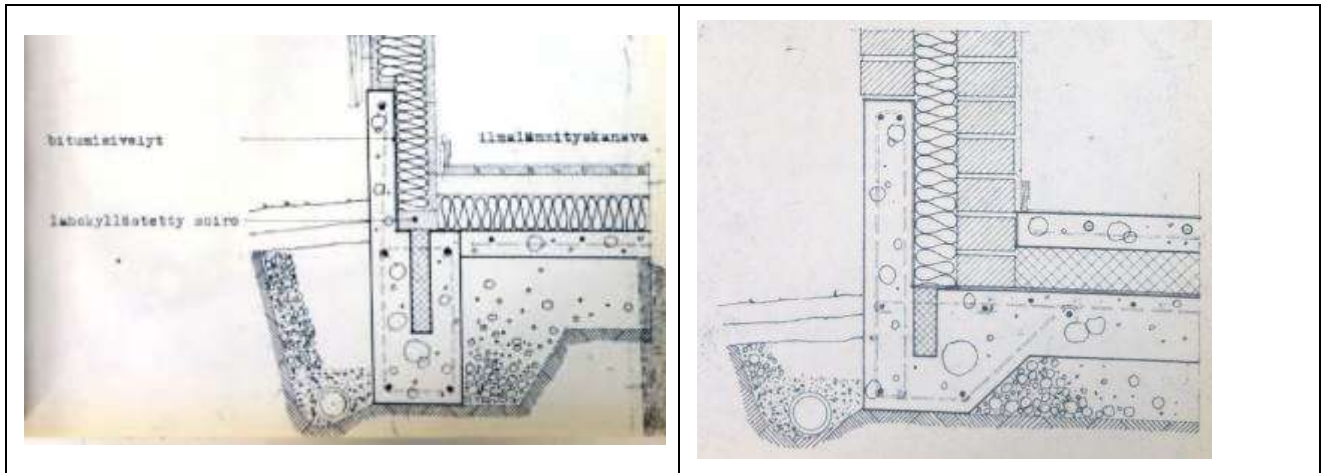
Vuonna 1968 julkaistussa omakotirakentajan opaskirjassa esiteltiin perustusratkaisuja, joissa maanpinta oli nostettu alaohjauspuun tasoon, tai jopa sitä korkeammallekin. Näin ollen puuseinän alaosa jäi betoniseen kaukaloon ja ulkopuolen pihavedet pääsivät kostuttamaan rakennetta.



Kuva 16. Sokkelirakenne, jossa maanpinta nousee liian korkealle. Näin valesokkelista oli tullut riskirakenne. Rakennamme omakotitalon, 1968.

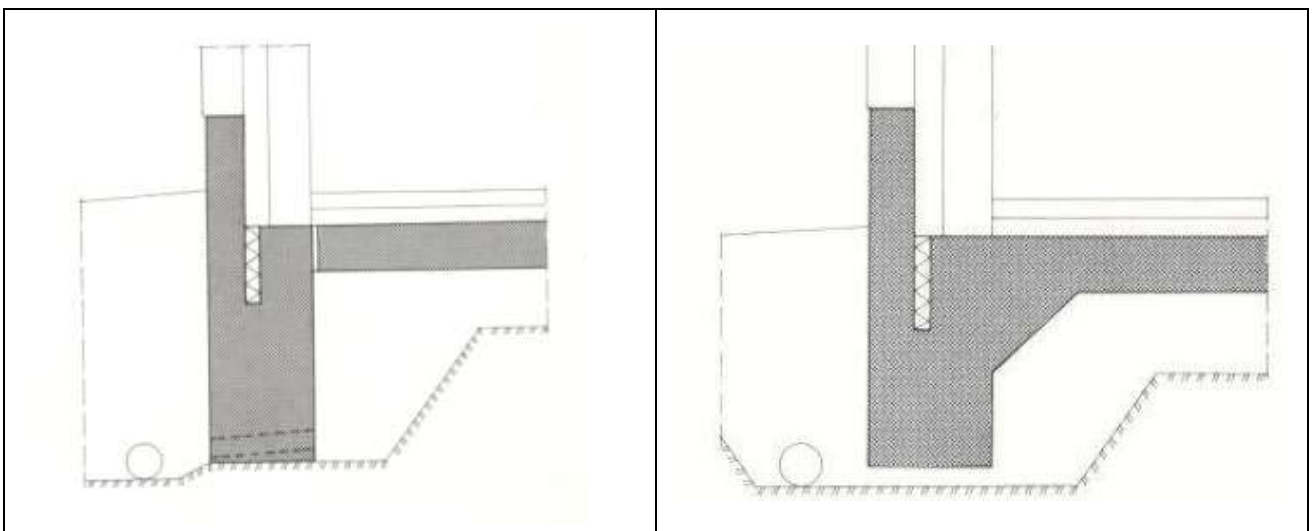
Myös opetustoimessa esiteltiin 1970-luvulla valesokkeliratkaisuja, joissa kosteusriskit alkoivat kasvaa. Sinänsä tuon aikaiset rakennusratkaisut olivat hyvin paljon samanhenkisiä kuin vuoden

1957 RT-kortit, sillä tärkeällä erolla, että ulkopuolen maanpinta oli hivuttautunut korkeammalle valesokkelia vasten.



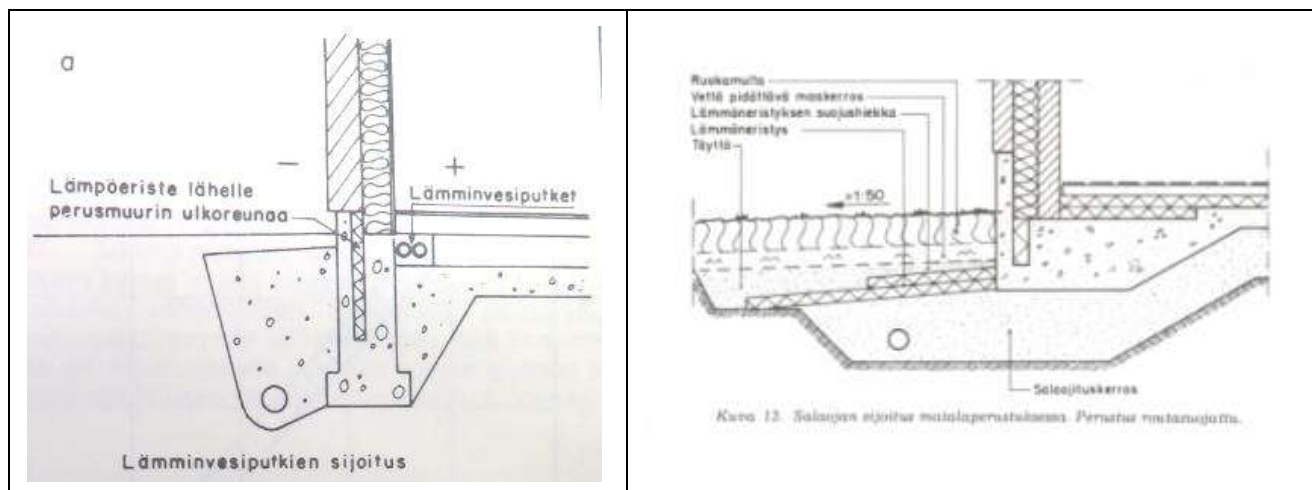
Kuva 17. Perustus ja ulkoseinän alaosa maanvaraisalapohjaisessa rakennuksessa yliopiston kuvamonisteesta vuoden 1970 taitteessa. Puulattian tapauksessa on kyseessä lämminilmalattia, jonka oletettiin parantavan rakenteen toimivuutta lämpötila- ja kosteusmielessä ainakin lämmityskaudella.

Myös vuosien 1971 ja 1972 RT-korttien periaatekuvissa esitettiin ratkaisuja, joissa ulkopuolen maanpinta oli jopa sisäpuolisen lattiapinnan kanssa samassa tasossa tai ylempänäkin. Tosin kyseessä oli perustamistapoja esittelevä kortti, mutta niissä on selvästi nähtävissä viesti siitä, että maanpinnan voi huoletta nostaa korkealle valesokkelia vasten.



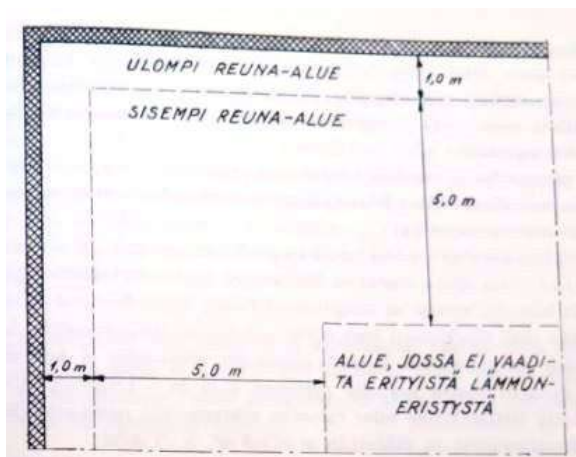
Kuva 18. Perusmuuri ja maanvarainen laatta. RT- 810.20 Perustamistavat, pientalot vuodelta 1971.

Rakennusinsinööriliiton (RIL) kirjoissa ja normeissa 1970-luvulla esiteltiin myös periaatteellisia rakennekuvia, joissa maanpinnan ja ulkoseinän alaosan korkeusasemiin ei kiinnitetty erityisempää huomiota. Ulkopinnan maanpinta ja sisäpuolen lattiapinta olivat hyvin lähellä toisiaan. Myös ulkoverhouksen alaosa oli hyvin lähellä maanpintaa, jolloin ulkoverhouksen alaosakin saattoi kärsiä kosteudesta (sadevedet).



Kuva 19. Routasuojaus, jossa maapohjaa lämmitetään ulkoreunoilla kulkevien keskuslämmityspotkujen avulla. Matalaperustusratkaisuja, joissa rakenteiden korkeusasemia ei ole liiemmin mietitty. RIL 95, Pohjarakennus, käsikirja vuodelta 1974. RIL 126, Rakennusten ja tonttialueiden kuivatus, vuodelta 1984.

Maanvaraisen lattian kohdalla on syytä mainita vielä yksi ongelmatekijä, joka on aiheuttanut kosteusvaurioita isommissa rakennuksissa. Maanvaraislattioiden osalta oli jo varhaisessa vaiheessa todettu, että lämmöneristettä tarvitaan ulkoseinien läheisyydessä, mutta keskialueella sen tarpeellisuus on vähäisempi. Vuoden 1962 Asuinrakennusten lämmöneristysnormeissa alapohja jaettiin kolmeen vyöhykkeeseen, joista keskivyöhykkeeltä lämmöneristys voitiin jättää pois. Koska lämmöneristyksellä on tunnetusti myös erittäin keskeinen merkitys maanvaraisten lattioiden kosteustekniselle toimivuudelle, niin tämä eristeen poisjättäminen on johtanut varsin usein hankaliin kosteusvaurioihin.



Kuva 20. Maanvaraisen alapohjan aluejako. Keskialueella, 6 m:n etäällä ulkoseinistä ei välttämättä tarvittu lämmöneristystä. Asuinrakennusten lämmöneristysnormit, 1962.

9. Kuinkas asiat ovat nyt

Tässä historiakatsauksessa nähdään, miten täysin uutta rakenneratkaisua alettiin tuoda käytäntöön, ottaen mallia muista maista, ja tehden jonkin verran omaakin tutkimusta ja selvitystyötä. Käyttöönottovaiheessa rakenteen toimivuutta pyrittiin miettimään kokonaisuutena, ja pohdittiin riskejä ja mahdollisia tuleviakin ongelmia, sen hetkisen parhaan tietämyksen pohjalta. Kuitenkin ohjeistaminen jäi vajavaiseksi, jolloin rakenteen yleistyessä ja suunnittelijakunnan laajentuessa ei enää rakenteen kaikkia riskejä jaksettu ottaa huomioon, tai muistettu. Ulkopuolen maanpintaa alettiin nostaa ylöspäin, jotta perustusratkaisusta tulisi lämpimämpi ja routimattomuus voitiin varmistaa. Samalla saatiin rakennukseen kulku helpoksi, eli ulkopuolen maanpinta ja sisäpuolen lattiapinta tulivat likimain samaan korkeuteen.

Valesokkelirakennetta ja maavaraista alapohjaa alettiin toistaa likimain kaikissa kohteissa eikä varoittavia Tuomaita liiemmin nähty montun reunalla. Vähitellen rakenteen kosteusongelmia alkoi tulla esille ja laho- ja home- sekä hajukeskustelut alkoivat. Rakennetta alettiin tutkia 1980-luvulla tarkemmin ja riskialttiiksi havaittiin, mutta otti vielä pitkän aikaa ennen kuin ratkaisusta kokonaan luovuttiin vasta 1990-luvulla.

Maanvaraisen alapohjan osalta on todettava, että sen käyttöönoton aikana 1950-luvulla ei ollut kovin monia käyttökelpoisia, kosteudenkestäviä lämmöneristeitä, joita olisi voitu käyttää betonilaatan alla lämmöneristeenä, ja samalla myös kosteustoimivuuden parantajana. Kun polystyreenieristeet (Styrox) tulivat markkinoille maaeristeiksi, niin niitä alettiin käyttää betonilaatan alla, jolloin maanvaraisen lattiarakenteen kosteustoimivuus parani merkittävästi aikaisempiin ratkaisuihin verrattuna. Suoraan maanvaraan valettu betonilaatta ilman alapuolista lämmöneristystä oli siihen asti selkeä riskirakenne.

Ympäristöministeriön Rakentamismääräyksissä C 2, Kosteus vuodelta 1998, jotka korvasivat vuoden 1975 määräykset, annettiin ohjeita maanvastaisesta alapohjasta: ulkopuolen maanpinnan ja lattian yläpinnan välinen korkeusero tuli olla **vähintään 30 cm**. RT-korttien ohjeissa 1950-luvulla tuo vastaava korkeus oli **enintään 30 cm**. Rakennuksen ulkopuolisen maanpinnan kaltevuudelle asetettiin määräyksissä 1950-luvulta Amerikasta juontuvat vaatimukset. Kaltevuusvaatimuksessa samalla tarkennettiin vanha ristiriita. Alkuperäisessä ohjeessa esitettiin minimikaltevuussuhteeksi 1:50 ja korkeuseroksi 3 m:n matkalla 0,15 m. Uusissa määräyksissä esitetään kaltevuussuhteeksi 1:20, mikä on sopusoinnussa tuon 0,15 m:n kanssa. Sinänsä monien normien kuvissa vuosien varrella esiintyy tuo 1:50 kaltevuussuhde, jolloin 3 m:n matkalla kallistukseksi tulee vain 6 cm. Olisiko tässä erheessä yksi osasy siihen, että vanhojen rakennusten maanpinnan kallistukset tahtovat olla kovin vaatimattomia.

Rakentamismääräyksissä 1998 suositellaan myös, että ulkoseinän (verhouksen) alareunan tulisi olla vähintään 30 cm viereisen maanpinnan yläpuolella. Sitten on tärkeä suositus, jonka mukaan "sokkelin päällä olevan puurunkoisen seinän alaohjauspuun tulee olla kokonaan sen ulkopuolella olevan toimivan tuuletusvälin kohdalla niin, ettei mikään rakenneosa estä aluspuun kuivumista tuuletustilaan". Lisäksi alaohjauspuun tulee olla betonilaatan yläpuolella eikä puuta saa jäädä ainakaan betonivalun sisään. Käytännössä tämä suositus esti valesokkelin käytön.

Ympäristöministeriö on uusinnut rakentamismääräyksiä asetusten muotoon vuoden 2018 alusta lähtien. Asetuksen lisäksi on määräyksiin kiinteästi liitetty perustelumuietio, jota kannattaa tutkailla asetuksen ohella. Uudessa asetuksessa kosteusasiat ovat likimain säilytetty ennallaan.

Maanvastaist alapohjat ja sokkelirakenteet ovat kehittyneet riskittömämpään suuntaan, mutta ongelmista vapaita niistä tuskin koskaan saadaan. Sokkelirakenteen kosteustekninen toimivuus on tiukoilla jo nyt, puhumattakaan tulevaisuudessa ilmastomuutoksen tuomista lisähaasteista. Maanvaraisissa, kuten myös ryömintätilaisissa alapohjissa, esiintyy edelleen kosteudesta johtuvia monitahoisia ongelmia, joita on käsitelty ja tullaan käsittelemään blogin muissa artikkeleissa.

Kirjallisuus (ikäjärjestyksessä)

Puupohjat, Ala-. RT-kortti 832.33, vuodelta 1948.

Maanvaraisalapohjat, ilman lattialämmitystä. RT-kortti 839.11, vuodelta 1955.

Wredenfors, Walter. Kellarittoman talon tekniikka. Rakennustaito no 1 ja 2, vuodelta 1956.

Koiso-Kanttila, Erkki. Maanvaraislattioita koskevia näkökohtia. Teknillinen Aikakauslehti. Joulukuu 1956.

Kellarittoman pientalon perusteknillisiä näkökohtia. SAFA. Asemakaava- ja standardisoimislaitos. Helsinki 1956.

Perustus maanvaraisalapohjaisissa rakennuksissa. RT-kortti RT 817.11, vuodelta 1957. (Uusittiin 1972)

Ulkoseinän alaosa maanvaraisalapohjaisissa rakennuksissa. RT-kortti RT 820.1, vuodelta 1957. (Uusittiin 1993)

Maanvaraisalapohjat, ilman lattialämmitystä. RT-kortti 839.12, vuodelta 1957. (Peruttiin 1991)

Maanvaraisalapohjat, joissa on lattialämmitys. RT-kortti 839.15, vuodelta 1957. (Peruttu 1991)

Ruso, Risto. Pientalojen puuseinistä ja rakennuslevyjen käytöstä USA:ssa ja Kanadassa. Valtion teknillinen tutkimuslaitos (VTT), Tiedotussarja III-Rakennus 13. Helsinki 1957.

Ruso, Risto. Eräistä pienten asuintalojen kosteuskysymyksistä. Arkkitehti 1-2/1959. 7 s.

Ericsson, Hans. Hus utan källare. Grundläggningsmetoder. Statens nämnd för byggnadsforskning. Handlingar Nr 32 Transactions. Norrköping 1960. 139 s.

Vuorelainen, O. Maanvaraiselle betonilaatalle rakennettujen talojen alla vallitsevat lämpötilat ja lämpöhäviöt maaperään. VTT, Lämpöteknillinen laboratorio. Helsinki 1961. 108 s.

Rakennusten lämmöneristysnormi. Rakennusinsinööriyhdistyksen (RIY) normeja A 43, Helsinki 1962.

Strokirk, Evert. Kokemuksia kellarittomista taloista Ruotsissa. Rakennustaito no. 12, vuodelta 1962.

Jantunen, Aarne. Kellarittoman 1-kerroksisten asuinrakennusten kokeilu ja kustannusvertailu. Rakennustaito no. 12, vuodelta 1963.

Pohjarakennus 1964. Kurssikirja RIL 71, Helsinki 1964.

Pohjarakennuksen normit RIL 45, Helsinki 1964.

Salmela, Arto ja Koivu, Teuvo. Kellarittoman omakotitalon taloudellinen perustamistapa. Rakennustaito no. 7, vuodelta 1966.

Zilliacus, Lars ja Rastenberger, Paul. Rakennamme pientalon. Paraisten kalkkivuori osakeyhtiö. Turku 1968.

Kellarittomien pientalojen lämpöhäviöiden suunnitteluarvojen määrittäminen sekä lattia ja perustustyyppien kehittäminen. SAFA. Asemakaava- ja standardisoimislaitos. Helsinki 1968.

Koiso-Kanttila, E. Rakennusopin luentojen kuvamonisteet. Arkkitehtiosasto, Oulun yliopisto. Ilmeisesti vuodelta 1970. 60 s.

Perustamistavat, pientalot. RT-kortti 810.20, vuodelta 1971.

Perustusten salaojat. Tiiliputket. RT-811.41 vuodelta 1971.

Perustus, pientalon perusmuuri ja maanvarainen laatta. RT-kortti 817.13 vuodelta 1972.

Perustus, pientalon reunapalkilla vahvistettu maanvarainen laatta. RT 817.12 vuodelta 1972.

Rakennuspaikan salaojitus RIL 81, Helsinki 1972.

Pohjarakennus. Käsikirja RIL 95. Helsinki 1974.

Rakennustekniikan käsikirja. 4. Talonrakennustekniikka. Helsinki 1974.

Rakennusten ja tonttialueiden kuivatus RIL 126, 1979 (ja sitä seuraavat 4 tarkistettua uusintapainatusta).

Lämmön- ja kosteudeneristys. Käsikirja RIL 117. Helsinki 1979.

Partek, Rakennekirja. Helsinki 1979.

Siikanen, Unto. Puurakennusten suunnittelu. Helsinki 1987.

Puurakenteisen pientalon matalaperustus. Puuinformaation tekninen tiedote 6. Huhtikuu 1987. 11. s.

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. Ympäristöopas 29. Ympäristöministeriö. Helsinki 1997.

Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma C2. Ympäristöministeriö.

Rakennustiedon historiikki. Hämeenlinna 2002.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 2017.

Tulla, Kauko. Puurunkoisten omakotitalojen alussoiron kosteuspitoisuus. VTT. Espoo 1984. 26 s. + liitt. 11 s.

Tulla, Kauko. Maanvaraiseen alapohjaan liittyvien puurakenteiden kosteus. Kenttätutkimus. VTT. Espoo 1987. 31 s. + liitt. 7 s.

Tulla, Kauko. Betonisokkeliin ja maanvaraiseen betonilaattaan kosketuksissa olevien puurakenteiden kosteustekninen toimivuus. Oulun yliopisto, lisensiaattityö 1991. 71 s. + liitt. 13 s.

Tulla, Kauko. Arkistot.