



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ALUMIININ KÄYTTÖ RAKENNUSPELLITYKSESSÄ

TEKIJÄ: Jere Rautaparta

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jere Rautaparta	
Työn nimi Alumiinin käyttö rakennuspellityksessä	
Päiväys 12.3.2017	Sivumäärä/Liitteet 22
Ohjaaja(t) Lehtori Hannu Haaranen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) PetterSteel Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella alumiinin käyttöä rakennuspellityksessä perinteisen pellin sijaan. Toimeksiantajana oli PetterSteel Oy, kuopiolainen metallialan yritys, joka erikoistuu rakennuspeltiosiin ja -asennuksiin.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin rakennuspellitystä, alumiinia alkuaineena sekä alumiinin jalostus- ja työstövaiheita. Kustannuslaskennassa vertailukohtana oli perinteinen peltinen rakennuspellitystyö.</p> <p>Kustannuslaskenta osoittaa alumiinin käytön nostavan materiaalikustannuksia noin 40 % ja 15 % asennustöiden hintaa. Alumiinin korkeaa hintaa kompensoi sen pitkä elinikä ja ominaisuudet.</p>	
Avainsanat Alumiini, rakennuspellitys, rakentaminen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Jere Rautaparta			
Title of Thesis Aluminium in Sheet Metal Cladding			
Date	12 March 2017	Pages/Appendices	22
Supervisor(s) Lecturer Hannu Haaranen			
Client Organisation /Partners PetterSteel Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to examine the usage of aluminium in the coping and sheet metal cladding installations on construction sites. Traditional steel was used as a reference. The assignment was given by PetterSteel Oy, an company working in metal industry specializing in manufacturing and installations of coping products.</p> <p>In the thesis aluminium was studied as a building material and a chemical element as well as its processing and machining. In the cost accounting traditional steel was used as a comparison.</p> <p>As a result of this thesis the calculation of costs showed that the usage of aluminium increases the material expenses by 40 per cent and 15 per cent for installation. The higher price is compensated by a longer life cycle and the qualities of aluminium sheet cladding.</p>			
Keywords Aluminium, sheet metal cladding			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Työn tausta ja tavoitteet	6
1.2	Työn toimeksiantaja	6
2	RAKENNUSPELLITYS.....	7
2.1	Alumiini	7
2.2	Alumiini raaka-aineena	8
2.2.1	Alumiinin jalostus	9
2.3	Alumiiniseokset.....	10
2.3.1	Karkenematottomat seokset	11
2.3.2	Karkenevat seokset	11
2.4	Alumiiniseosten käyttö rakentamisessa	12
2.5	Alumiinin ominaisuuksia	13
2.5.1	Korroosio ja oksidikerros.....	13
2.5.2	Kierrätettävyys.....	14
2.5.3	Alumiinin tulevaisuus.....	14
3	ALUMIININ VALMISTUS JA TYÖSTÖ.....	15
3.1	Valmistus	15
3.1.1	Valssaus	15
3.1.2	Pursotus	15
3.1.3	Valu	15
3.2	Työstö.....	15
3.2.1	Taivutus	15
3.2.2	Syvävetäminen	16
3.3	Pintakäsittely	16
3.3.1	Anodisointi.....	16
3.3.2	Maalaus.....	16
3.4	Referenssikuvia.....	16
3.5	Kiinnitysmenetelmät.....	18
3.5.1	Jousto- eli puristusliitos	18
3.5.2	Hitsaus.....	18
3.5.3	Niittaus.....	18

3.5.4 Liimaus.....	18
4 KUSTANNUSLASKENTA PELLITYS	19
5 YHTEENVETO.....	20
LÄHTEET	21

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

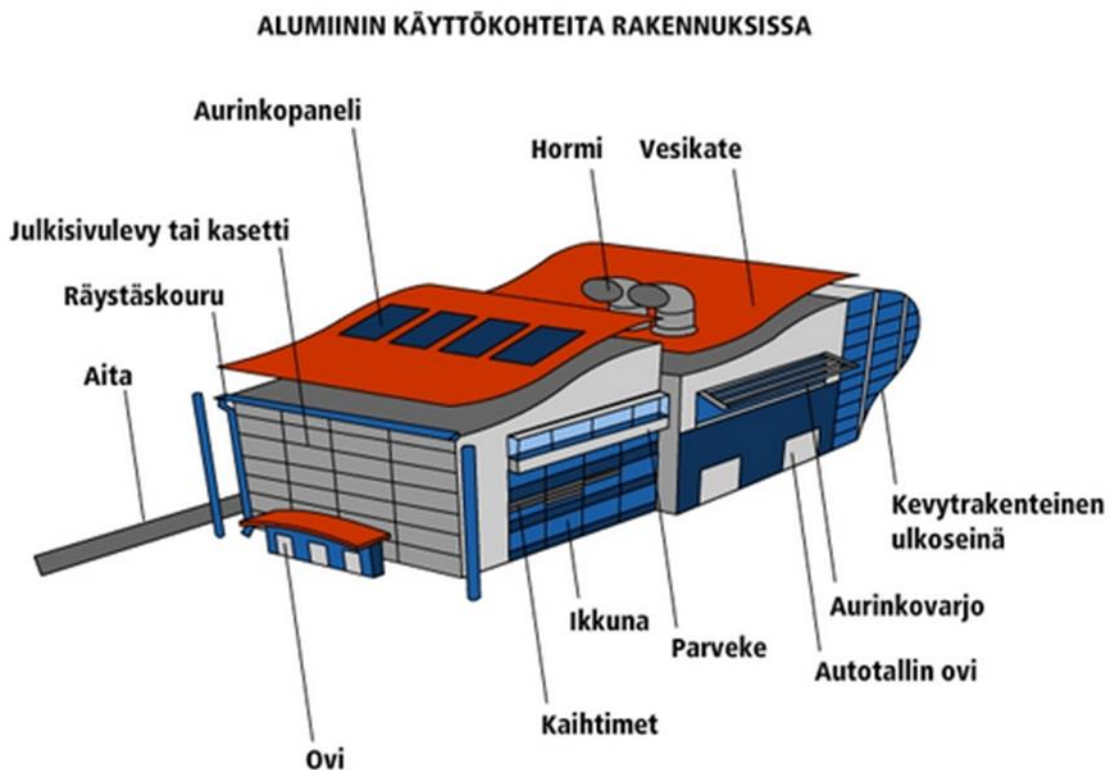
Alumiini on yleistynyt rakennusaineena huomattavasti ja sen käyttö on kokonaisvaltaista nykyteknii-
kan sovellutuksien ansiosta. Alumiini on hyvä vaihtoehto perinteisen pellityksen sijaan sen elinkaaren
ja ominaisuuksien ansiosta. Tässä opinnäytetyössä tarkastelemme alumiinin ominaisuuksia alkua-
ineena ja rakennusmateriaalina. Opinnäytetyössä vertaillaan rakennuspellityksen materiaali- ja asen-
nuskustannuksia alumiinisten ja peltisten rakenneosien välillä.

1.2 Työn toimeksiantaja

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on PetterSteel Oy, joka valmistaa ja asentaa rakennuspeltistoja
sekä erilaisia rakennuspeltiosia. Vuonna 2008 perustettu PetterSteel on rakennuspellityksen koko-
naisvaltainen palveluyritys. PetterSteel Oy käyttää myös alumiinia pellityksissä ja listoituksissa, ja
opinnäytetyössä vertaillaan alumiinia perinteisen pellityksen kanssa. Työssä käydään läpi alumiinin
jalostus ja työstäminen rakennusaineeksi.

2 RAKENNUSPELLITYS

Rakennuspellitys kehitettiin 1850-luvulla ja 1900-luvun alussa se yleistyi rakennustapana. Pellityksien avulla rakennuksien käyttöikä nousi, asumismukavuus parani ja rakennusmateriaalina pelti oli kevyempi, vahvempi ja helpommin työstettävissä puuhun verrattuna. Nykyään pellityksiä käytetään laajasti julkisivurakenteissa, parvekkeissa, vesikatteissa ja ovi- sekä ikkunalistoituksissa niin rakennusten sisä- kuin ulkotiloissakin (kuva 1).



KUVA 1. Alumiinin käyttökohteita rakennuksissa. (Eurokoodi9.fi)

2.1 Alumiini

Alumiini on hyvin yleinen alkuaine, jota esiintyy metalleista eniten maankuorella, noin 8% maaperässä, ja sitä syntyy rapautumisen johdosta koko ajan lisää. Eniten alumiinia esiintyy päiväntasaajalla, mutta Suomessakin erittäin paljon. Alumiinin järjestysluku on 13 ja sen sidokset epämetallien kanssa ovat erittäin kovalenttisiä.

Puhdasta alumiinia ei sellaisenaan yleensä käytetä. Kaikissa teollisissa sovelluksissa siihen voidaan sekoittaa seosaineita, joilla parannetaan sen ominaisuuksia. Seosaineiden lisäämisen lisäksi alumiinin

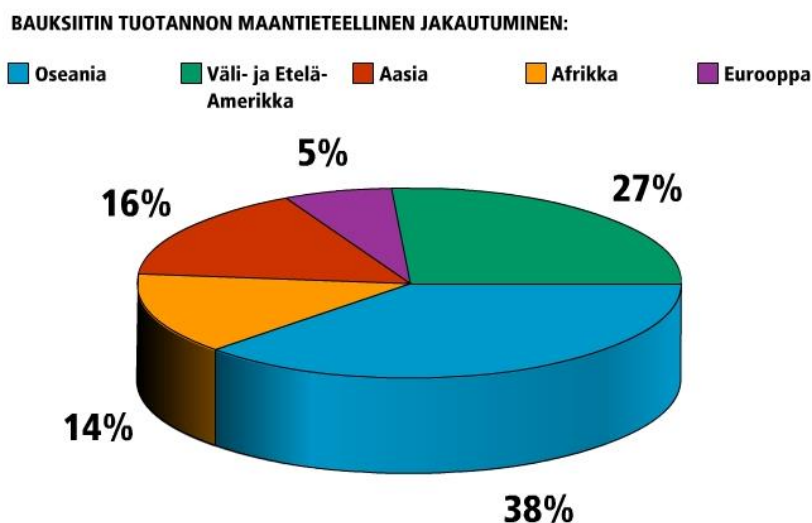
ominaisuuksia voidaan parantaa lämpökäsittelyillä. Lämpökäsittelyllä voidaan parantaa karkenevien seosten lujuutta ja muuttaa venymisominaisuuksia materiaalia muovattaessa. (Eurokoodi9.fi)

Euroopassa alumiinin käyttö rakennusmateriaalina kasvaa vuosittain n. 2,5 %. Alumiinia käytettiin Suomessa vuonna 2010 noin 71 000 tonnia erilaisina tuotteina. Saksassa vuosittainen käyttömäärä on jo 500 000 tonnia. Alumiinin keveys, lujuus, korroosionkestävyys, palamattomuus, kierrätettävyys, kulutuskestävyys, sitkeys, sähkön- ja lämmönjohtavuus tekevät siitä ainutlaatuisen materiaalin käytettäväksi lukuisissa monipuolisissa sovellutuksissa. Alumiini on tunnettu sen erinomaisesta lujuus-paino suhteesta, se on kevyttä mutta todella vahvaa (Helsinki.fi). Tämä yhdistelmä tarjoaa suunnittelijoille ja arkkitehdeille suuren muotoilu- ja suunnitteluvapauden.

Alumiinia vertaillaan yleensä teräksen ominaisuuksiin, muokattavuuteen ja kestävyys. Alumiini on helpompaa muotoilla ja työstää kuin teräs, se on myös kevyempi materiaali ja kestää paremmin korroosiota. Alumiinin kierrätys uudelleensulattamalla aihioiksi on tehokkaampaa kuin teräksen kierrätys. Alumiinin heikkouksiin luetaan huono hitsauskestävyys ja primäärialumiinin valmistus sitoo paljon energiaa. Alumiinin palonkestävyys on myös huonompi kuin teräksellä (Eurokoodi 9: Alumiinirakenteiden mitoitus).

2.2 Alumiini raaka-aineena

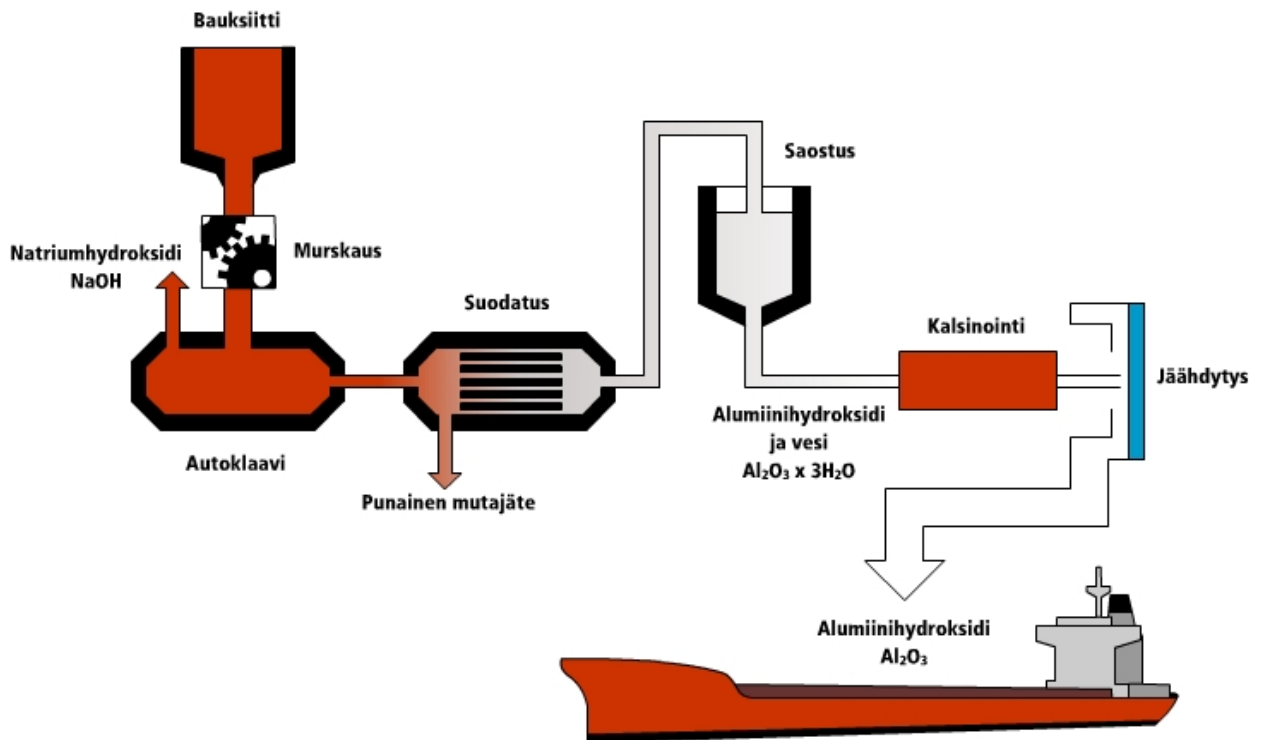
Suurin osa alumiinista maaperässä on sitoutuneena bauksiittiin, jossa alumiini esiintyy alumiinihydroksidina $Al(OH)_3$, luohittavassa bauksiitissa alumiinia on 20 - 30%. Bauksiitti on syväkivilajien silikaattimineraaleista rapautumisesta syntyvää ainesta. Eniten bauksiittia muodostuu päiväntasaajan molemmiin puolin trooppisissa olosuhteissa (kuvio 1). Vuosittain bauksiittia syntyy 50 kertaa enemmän rapautumisen tuloksena kuin mitä sitä louhitaan. Bauksiittia louhitaan avolouhoksissa ja se on väriltään suurimmaksi osaksi punaista tai punaruskeaa, koska maa-aineksessa on rautaoksideoja.



KUVIO 1. Bauksiitin tuotannon jakautumisesta maantieteellisesti (Eurokoodi9.fi).

2.2.1 Alumiinin jalostus

Bauksiitti kuljetetaan louhokselta jatkojalostukseen, jossa bauksiitista erotetaan alumiinioksidi Al_2O_3 Bayerin menetelmällä (kuva 2). Murskattu bauksiitti liuotetaan väkevään NaOH -liuokseen. Alumiini on liuoksessa natriumalumiinin NaAlO_2 muodossa ja liukenemattomat osat suodatetaan pois. Suodatetun liuoksen annetaan reagoida veden kanssa, jolloin syntyy alumiinihydroksidia $\text{Al}(\text{OH})_3$. Alumiinioksidi Al_2O_3 syntyy kun liuos kalsinoidaan, eli alumiinihydroksidi kuumennetaan 1200-1300 celsiusasteeseen.



KUVA 2. Bauksiitin jalostuksesta alumiinihydroksidiksi (Eurokoodi9.fi).

Alumiinihydroksidi pelkistetään Hall-Heroult- elektrolyysiprosessilla, jolla valmistettavan alumiinin puhtausaste on yli 99,5 %. Prosessissa alumiinioksidi pelkistetään 950 celsiusasteessa kryoliitti-liuoksessa (Na_3AlF_6), jossa on myös alumiinifluoridia. Liuokseen johdetaan sähkövirtaa, jolloin hiiliodit reagoivat alumiinioksidin kanssa ja syntyy sulaa alumiinia ja hiilidioksidia. Sula alumiini valuu elektrolyysikennon pohjalle, josta se poistetaan. Alumiini kuljetetaan vaalimoon, jossa alumiiniin voidaan lisätä seosaineita ja poistaa jäljelle jääneitä epäpuhtauksia kuten oksideja ja kaasuja. Seostuksen ja epäpuhtauksien poiston jälkeen alumiini valetaan aihioiksi, joiden painot vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. Pursotusaihiot painavat käyttökohteen mukaan 300-1 000kg, valimoharkot 1-25kg, valssausaihiot yli 500kg sekä lanka-aihiot 200-1 000kg.

2.3 Alumiiniseokset

Alumiiniseokset jaetaan muokattaviin ja valuseoksiin. Rakennustekniikassa käytetään lähinnä muokattavia seoksia, joista valmistetaan pursotettuja profiileja, levyjä, nauhoja, foliota ja takeita. Muokattavat seokset jaetaan karkenemattomiin ja karkeneviin seoksiin valmistustavan mukaan. Valuseoksia käytetään paljon kuljetusvälineiteollisuudessa painon säästämiseksi, mutta rakennetekniikassa valuseoksien käyttö on hyvin vähäistä.

Alumiinissa käytettävistä seosaineista tärkeimpiä ovat pii (Si), magnesium (Mg), mangaani (Mn) ja sinkki (Zn). Alumiiniseoksissa käytettävät seosaineet muuttavat seoksen ominaisuuksia lisättävän aineen mukaan. Seoksen lujuutta voidaan parantaa lisäämällä magnesiumia, piitä, kuparia tai sinkkiä. Mangaani ja kromi parantavat alumiiniseoksen korroosionkestävyyttä, mangaani pienentää myös seoksen raekokoa ja eliminoi raudan vaikutusta seokseen. Titaani ja kupari vaikuttavat seoksen pinnanlaatuun, kupari parantaa pinnan kiiltoa.

2.2.3 Seostamaton eli puhdas alumiini

Puhdas alumiini (Al 99-100%) on hyvin pehmeää ja sillä on pieni lujuus. Rakennuskohteissa puhtaan alumiinin lujuus ei yleensä riitä. Tämän vuoksi sen käyttö on rakentamisessa vähäistä. Puhtaan alumiinin ominaisuudet kuvassa 3. (Eurokoodi9.fi)

Seostamaton ja karkenematon		
Seoksen tunnus	SFS	AW-1070A
EN 755-2		[Al 99,70]
Nimelliskoostumus %	SFS	
EN573		Al 99,70
Toimitustila	SFS	
EN515		F ⁴⁾
R _m min	MPa	60
R _{p0,2} min	MPa	20
Murtovenymä A	%M	25
Kovuus HB (noin)		20
Kimmomoduuli	MPa	67 000
Tiheys kg/dm ³		2,70
Lämpöpiteneumiskerroin		
20...100 °C, 10 ⁻⁶ /°K		24
Sähkön johtavuus		
20 °C, MS/m		35
Lämmönjohtavuus		
20 °C, W/m °K		230

KUVA 3. Puhtaan alumiinin ominaisuudet. (Eurokoodi9.fi)

2.3.1 Karkenematottomat seokset

Puhtaaseen alumiiniin verrattuna karkenemattomien seosten lujuutta ja muita ominaisuuksia kasvatetaan seosainelisäyksellä. Mangaanin ja/tai magnesiumin lisäys muodostaa karkenemattomien seosten ryhmän. Lujuutta voidaan lisätä myös kylmämuokkauksella.

Alumiinimangaani-seokset ovat ominaisuuksiltaan hyvin lähellä puhtaan alumiinin puhtaan alumiinin, muovattavuus- ja hitsattavuusominaisuudet ovat lähes yhtä hyvät kuin puhtaalla alumiinilla. AlMn-seoksia käytetään rullamuovattavissa verhous- ja katelevyissä, joissa lujuus ei ole määräävänä kriteerinä.

Alumiinimagnesium-seokset ovat tunnettuja hyvästä korroosionkestävyydestä, ja niitä käytetäänkin pääasiassa suolapitoisessa ilmastossa ja merivedessä. Seokset soveltuvat erinomaisesti anodisointiin, tasalaatuisuutta vaadittaessa seoksen kromi- ja mangaanipitoisuuksien pitää olla pieniä.

2.3.2 Karkenevat seokset

Karkenevien seosten lujittuminen tapahtuu ensisijaisesti lämpökäsittelyllä. Tämän ryhmän seokset sisältävät yhtä tai useampaa seosainetta, jotka on valittu siten, että lujuuden kasvu saavutetaan erkautuskarkaisulla (vanhennus). Se edellyttää, että seosaineiden liukoisuuksien tulee vaihdella alumiinihilassa lämpötilan mukaan, jolloin seosaineiden erkautuminen on mahdollista.

Tavallisin karkeneva seostyyppi on alumiini-magnesium-pii, missä erkaantuminen perustuu magnesiumiin ja piihin, (MgSi). Myös alumiini-sinkki-magnesium muodostaa karkenevia seoksia, joissa erkaantuminen perustuu sinkkiin ja magnesiumiin (ZnMg).

AlMgSi-seokset ovat kovuuksiltaan keskinkertaisen ja hyvän näilillä, niiden korroosionkestävyys on lähes puhtaan alumiinin luokkaa. AlMgSi-seoksien hitsattavuus ja muovattavuus ovat hyviä, joiden takia ne ovatkin ylivoimaisesti suosituimpia seoksia käytettäväksi pursotusprofiilien valmistuksessa. Hyvän anodisoituvuutensa ansiosta seokset soveltuvat arkkitehtoniseen käyttöön erinomaisesti, kuten julkisivurakenteisiin, oviin ja ikkunoihin.

AlMgSi-seokset kuuluvat 6000-sarjan alumiiniseoksiin, joista tärkeimpiä seoksia ovat AW-6060 ja AW-6063 (kuvio 2). Seoksien lujuus-, muokattavuus- ja korroosionkestävyyksiä voidaan muokata lisäämällä tai vähentämällä tiettyjä seosaineita valmistusvaiheessa.

KUVIO 2. Yleisempiä alumiiniseoksia ja niiden ominaisuuksia.

Seoksen tunnus SFS-EN 755-2		Seostetut karkenevat												
		AW-6060 [Al MgSi]			AW-6063 [Al Mg0,7Si]		AW-6063A ³⁾ [Al Mg0,7Si (A)]		AW-6005A [Al SiMg (A)]		AW-6082 [Al Si1 MgMn]		AW-6101 [Al MgSi (B)]	AW-7108 [Al Zn5Mg1Zr]
Nimelliskoostumus/ (seostus) % EN 573		Mg 0,50 Si 0,50			Mg 0,70 Si 0,40		Mg 0,70 Si 0,5 0		Si 0,70 Mg 0,60 Mn 0,30		Si 1,00 Mg 0,80 Mn 0,50		Mg 0,50 Si 0,40	Zn 5,30 Mg 1 Zr 0,20
Toimitustila ¹⁾ SFS-EN 515		T4	T5	T6	T6	T6	T6	T6	T5	T6	T6	T6	T6	
Mekaaniset ominaisuudet	Lujuusvaatimukset	R _m min MPa ²⁾		120	160	190	215	230	255	270	290	200	350	
		R _{p0,2} min MPa ²⁾		60	120	150	170	190	215	230	260	170	290	
		Murtovenymä A % min ²⁾		18	12	10	10	10	10	8	8	8	10	10
	Kovuus HB (noin)		40	50	60	70	75	85	80	95	70	110		
	Kimmomoduuli MPa		70 000			70 000	70 000	70 000	70 000	70 000	70 000	70 000	71 000	
Fysikaaliset ominaisuudet	Tiheys kg/dm ³		2,70			2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,77		
	Lämpöpitenehkero 20...100 °C, 10 ⁻⁶ /°K		23			23	23	23	23	23	23	24		
	Sähkönjohtavuus 20 °C MS/m													
	Lämmönjohtavuus 20 °C, W/m °K		220			220	210	210	190	190	220	140		

Rakennusalalla käytetyimmät muovattavat, karkenevat, seostetut alumiiniseokset ja niiden mekaaniset ja fysikaaliset ominaisuudet. (Eurokoodi9.fi)

2.4 Alumiiniseosten käyttö rakentamisessa

Alumiinin potentiaalisia käyttökohteita rakennusteollisuudessa ovat sellaiset kohteet joissa voidaan hyödyntää sen ominaisuuksia. Sisärakenteissa alumiinin etuja ovat muotoiltavuus, keveys ja lujuus ja ulkorakentamisessa säänkestävyys ja pintakäsittelykyky. Alumiiniseoksilla on toisistaan poikkeavia ominaisuuksia, joten käyttökohteisiin voidaan valita niihin parhaiten soveltuva seos. Seosten käyttökohteita esitetään taulukossa (kuvi 3).

Käyttökohteet	Levyt			Muotoprofiilit				
	AW-1070A Al99,5 (H14, H18)	AW-5754 AlMg3 (H14, H18)	AW-3103 AlMn1 (H18)	AW-6060 Al Mg Si (T 5)	AW-60603 AlMg0,7Si (T 6)	AW-6005 Al Si0,8 Mg (T 6)	AW-6082 Al Si1 Mg (T 6)	AW-7108 Al Zn5 Mg1
Seos ja toimitustila								
Sillat, nosturit, mastot, tornit pylväät, telineet		X			X	X	X	X
Rakennusten kantavat rakenteet				X	X	X	X	X
Katto- ja seinäverhoukset	X		X	X	X			
Ovet ja ikkunat			X	X	X	X		
meri-ilmastossa olevat rakenteet		X		X	X	X	X	

KUVIO 3. Alumiinipeltien käyttökohteet. (Eurokoodi9.fi)

Alumiinisovellusten valikoima ulottuu lämpöeristetyistä julkisivuista, ovista ja ikkunoista, vedeneristävistä järjestelmistä kattoihin ja seiniin, vakaista siltarakennelmista ja kantavista rakenteista asuintilojen sisustukseen ja design-tuotteisiin. Alumiini on todistanut olevansa vihreä rakennusmateriaali, jossa yhdistyy energian ja luonnonvarojen säästäminen yhdessä arkkitehtonisesti kiinnostavan ulkonäön kanssa uusissa rakennuksissa ja modernisoitavissa projekteissa.

2.5 Alumiinin ominaisuuksia

2.5.1 Korrosio ja oksidikerros

Alumiini on erinomaisen korroosionkeston omaava metalli. Se kestää useimpia nesteitä ja kaasuja. Ilmassa alumiinin pintaan muodostuu 0,01-0,1 mikrometrin paksuinen kova oksidikerros. Kerros on hyvin tiivis ja se suojaa alumiinia ympäristön tavanomaisilta haittavaikutuksilta. Jos oksidikerros vaurioituu mekaanisesti, se muodostuu uudelleen välittömästi. Oksidikerroksen kasvu pysähtyy itsestään muutamassa päivässä kuivassa ilmastossa. Kosteassa ympäristössä ja kohonneessa lämpötilassa kerros kasvaa nopeammin ja kerroksesta tulee paksumpi. Olosuhteet, jotka kasvattavat oksidikerroksen paksuutta, tiiviyttä ja eristyskykyä kasvattavat myös korroosionkestävyyttä (Leskinen 2016).

Alumiinia syövyttävät voimakkaasti happamat ja emäksiset olosuhteet. Tällöin suojaava oksidikerros alkaa liueta pois. Alumiinipinnan korrosio happojen vaikutuksesta ilmenee valkoisena korroosiokerrostumana. Nykyiset haposateet alumiini kestää mainiosti. Mikäli ilmaston pH<4 tai pH>9 syöpyy alumiini suhteellisen tasaisesti koko pinnaltaan. Alumiinia ei kuitenkaan käytetä näissä olosuhteissa, joten yleisellä korroosiolla ei ole merkitystä. Tuore laasti ja betoni ovat kuitenkin erittäin emäksisiä, joten ne syövyttävät alumiinia. Näiden aineiden roiskeetkin aiheuttavat alumiiniin näkyviä jälkiä. On kuitenkin huomioitava, että betonivaluissa käytetään valumuottien siteinä usein esim. sillanrakennuksessa alumiinisia pyörötankoja. Pysyvissä rakenteissa alumiini pitäisi aina suojata esim.epoksinnoitteella upotettaessa betoniin. Näin pitäisi tehdä esimerkiksi valaisinpylväiden ja aitatolppien alaosille.Alumiini reagoi voimakkaasti kemikaalien kanssa. Jos oksidikerros jostakin syystä rikkoutuu, saattaa alla oleva alumiini altistua korroosiolle (Eurokoodi9.fi).

2.5.2 Kierrätettävyys

Alumiini on aineena täysin kierrätettävää ja uudelleen käytettävää laadun kärsimättä. Uudelleen sulatuksessa alumiinin hävikki on hyvin pieni, noin 3 %, ja tarvittava energiamäärä vain 5 % energiamäärästä, joka tarvittaisiin vastaavan alumiinimäärän valmistuksessa bauksiitista. Suomessa käytetystä alumiinista noin 74 % palautuu uudelleen käyttöön kierrätyksen jälkeen.

2.5.3 Alumiinin tulevaisuus

Alumiinin käyttö tulee kasvamaan rakennusmateriaalina runsaasti tulevaisuudessa, sen ominaisuuksien ja materiaalikustannuksien puolesta se haastaa perinteiset pellit jo nyt.

Käytön kasvaessa myös kierrätys lisääntyy, alumiinilla on pieni hiilijalanjälki ja yli 75 % alumiinista on kierrätettyä. Pitkä elinkaari ja olematon huollon tarve rakennusmateriaalina sopivat hyvin ikkuna- ja ovirakentamiseen, alumiinipellityksiin ja –rakenteisiin. Alumiinin työstettävyys, keveys ja lujuus tekee asennuksista ja rakentamisesta helpompaa työmailla.

3 ALUMIININ VALMISTUS JA TYÖSTÖ

3.1 Valmistus

Yleisimpiä alumiinin valmistustekniikoita ovat valssaus, pursotus ja valu. Valmistustavat tuottavat eri tyyppisiä alumiinituotteita erilaisiin käyttötarkoituksiin.

3.1.1 Valssaus

Valssaamalla tehdään levytuotteita joita käytetään julkisivulevytyksissä ja sisäverhouslevyinä. Yleisimmät valssauksessa käytettävät alumiiniseokset ovat seostamattomia tai AIMg-seoksia, kaikki alumiiniseokset eivät sovellu valssattaviksi.

3.1.2 Pursotus

Pursotus on rakentamisessa käytetyin alumiinin valmistustapa. Pursotustekniikkaa käytetään profiilien, tankojen ja putkien valmistuksessa. Pursotettava profiili suunnitellaan lujuusopillisesti optimaaliseen muotoon ja profiiliin voidaan lisätä ruuviuria, saranatoimintoja, tartuntauria puristus- ja jousitoliitoksiin sekä kiinnitysuria tiivisteille. Asiakasprofiilit voidaan suunnitella kullekin asiakkaalle tarpeiden mukaan.

3.1.3 Valu

Valutekniikassa käytetään pääasiassa kierrätettyä alumiinia. Sopivien seosaineiden lisäyksellä valumassaan, alumiinin ominaisuuksista saadaan muokattua käyttötärpeeseen sopivia.

3.2 Työstö

3.2.1 Taivutus

Alumiinia voidaan taivuttaa erilaisilla taivutustyökaluilla kuten terästäkin. Eroja alumiinin ja teräksen taivutuksessa on alumiinin suurempi taivutussäde ja alumiinin suurempi takaisinjousto. Alumiinin työstössä nämä seikat on otettava huomioon.

Levymäisen alumiinin taivutussäde on yleensä $(0-6)t$, jossa t on levyn paksuus. Alumiinista voidaan valmistaa taivuttamalla esim. kattoprofiilipeltejä vastaavasti kuten teräksestäkin. Julkisivujen kasettijärjestelmissä voidaan käyttää myös taivutettuja alumiinikasetteja.

Polyesterijauhemaalatuilla alumiineja voidaan taivutus suorittaa kuten pinnoittamattomalla alumiinilla. Anodisoitu alumiini tulisi yleensä taivuttaa ennen anodisointia. Ohuet anodisoidut tuotteet voidaan kuitenkin yleensä taivuttaa ilman pinnoitteen vaurioitumista (Leskinen 2016).

3.2.2 Syvävetäminen

Syvävedossa alumiinilevy prässätään vetorenaan läpi, jolloin alumiinilevy ohenee ja muotoutuu prässin mukaan. Syvävetämällä valmistetaan mm. valaisimien heijastinumpioita ja happisäiliöitä.

3.3 Pintakäsittely

Alumiinia voidaan pinnoittaa kaikilla yleisimmillä pinnoitusmenetelmillä. Rakennusteollisuuden käytämät alumiiniprofiilit ovat yleensä joko anodisoituja tai jauhemaalattuja. Alumiinin pinnoitus tehdään hyvin usein ulkonäkösyistä. Alumiinia ei välttämättä tarvitse pinnoittaa ollenkaan sen luontaisen oksidikerroksen takia.

3.3.1 Anodisointi

Alumiini voidaan käsitellä sähkökemiallisesti anodisoimalla eli eloksoinnilla, joka kasvattaa alumiinin luonnollista oksidikerrosta. Anodisointi tekee alumiinin pintakerroksista niin kovaa, että muokkaaminen on tehtävä ennen käsittelyä.

3.3.2 Maalaus

Alumiinia voidaan märkämaalata tai jauhemaalata. Rakennusteollisuudessa käytetään pääasiassa jauhemaalasta, sillä märkämaalauksella vaatii alumiinin oksidikerroksen poistamista mekaanisesti suihkupuhdistamalla tai hiekkapuhaltamalla. Jauhemaalauksessa alumiini esikäsitellään kemiallisesti, käsittely poistaa rasvajäämät ja peittää alumiinin ja näin parantaa maalin tarttuvuutta ja kestoikää. Maalamalla alumiiniin saadaan laajemmat väri vaihtoehdot ja pinnan kiiltoasteet, yleisimmin käytetään RAL-värikartan sävyjä (Leskinen 2016).

Jauhemaalauksella alumiiniin saadaan nopeasti yhdellä käsittelykerralla erittäin tasalaatuinen maali-pinta. Epoksipolyesteri ja polyesterijauhemaalit sopivat rakentamiseen, koska niillä on paras säänkestävyys. Polyesterijauhemaalit säilyttävät parhaiten kiilto-ominaisuutensa.

3.4 Referenssikuvia

Referenssikuvissa vesitornin pinnoitustyö 2,0mm paksulla EN AW 5754_h22 alumiinilla Haminassa, Taskalinmäellä. Alumiinin pinnoituksessa käytetty 3-kerros PVDF kohdesävyä, jossa 3 kerrosta kirjasta lakkaa johon on lisätty alumiinihilettä led-valojen säteenhajoitusta varten.



KUVA 4. Taskalinmäen vesitorni

Taskalinmäen vesitorni päivänvalossa. (Panu Leskinen)



KUVA 5. Taskalinmäen vesitorni

Vesitornin led-valaistus ja pinnoituksessa käytetyt alumiinihileet pääsevät pimeällä oikeuksiinsa. (Panu Leskinen)

3.5 Kiinnitysmenetelmät

Alumiinirakentamisessa komponentit pyritään valmistamaan konepajalla mahdollisimman suuriksi elementeiksi, alumiinin kevyt paino mahdollistaa suurienkin elementtien valmistuksen. Isot elementit helpottavat ja nopeuttavat asennustyötä työmaalla.

Alumiinirakenteiden kokoamisessa on käytössä monia menetelmiä, mm. ruuvikiinnitys, liimaus ja hitsaus. Työmailla pyritään käyttämään vain ruuvikiinnitystä ja puristusliitosta. Kiinnitysmateriaali valitaan ympäristörasituksen mukaan, mutta on huomioitava kiinnitysmateriaalin, alumiinin ja muiden metallisten liitososien välille muodostuvan galvaanisen korroosion mahdollisuus

Yleisin rakennustyömaalla käytetty kiinnitystapa alumiinielementeissä. Alumiinin liitoksissa käytetään kuumasinkittyjä tai ruostumattomia teräsruuveja, muttereita ja aluslevyjä. Usein ruuvit ovat itseporautuvia tai itsekierteittäviä. Syövyttävissä olosuhteissa on huomioitava materiaalien vaikutukset toisiensa kanssa (Eurokoodi9.com).

3.5.1 Jousto- eli puristusliitos

Puristusliitos on edullinen tapa liittää alumiiniprofiilit yhteen. Alumiinin suurempi taipuisuus teräkseen verrattuna mahdollistaa puristusliitosten tekemisen. Pursotettujen profiilien mittatarkkuuden kanssa puristusliitokset ovat kestäviä ja pitäviä liitoksia. Puristusliitosta käytetään esimerkiksi julkisivulasitusten runkojärjestelmissä sekä alakattojärjestelmissä.

3.5.2 Hitsaus

Alumiinin hitsaus tapahtuu nykyään useimmiten MIG- ja TIG-menetelmillä sekä piste- ja kitkahitsauksina. Menetelmät ja periaatteet ovat tuttuja teräsrakentamisesta. Alumiinirakenteiden suunnittelussa ja hitsauksessa täytyy muistaa että hitsattu alumiiniliitos on vain 60 prosenttia saman paksuisen perusaineen, teräksen, lujuudesta.

3.5.3 Niittaus

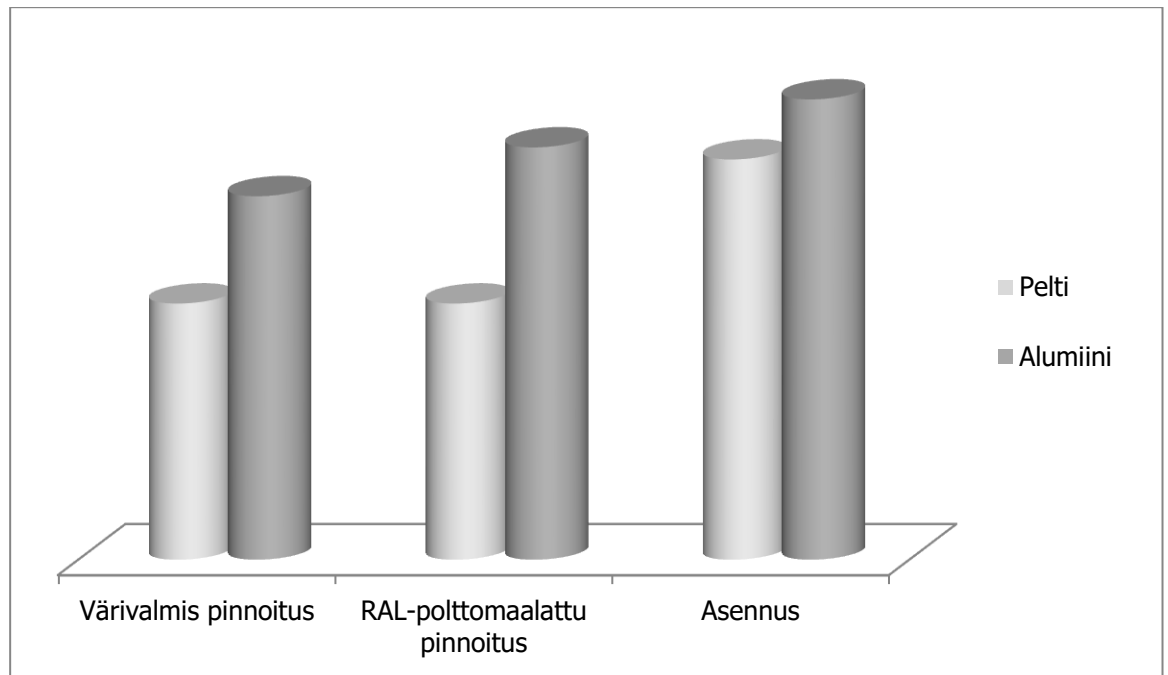
Niittiliitoksessa niiteille porataan reikä tai käytetään puristusniittausta, jossa niitti puristaa reiän itselleen oman geometriansa mukaan. Niittiliitoksia käytetään paljon autoteollisuudessa runkovaiheessa sekä lentokoneiden valmistuksessa.

3.5.4 Liimaus

Liimausta käytetään liitoksissa silloin kun liitoksen pitää jäädä joustavaksi. Joustavan sauman hitsaaminen liikkumattomaksi voi aiheuttaa rakenteessa väsymismurtuman, liimauksella vältetään myös hitsauksen aikaan saamia vetelyitä. Onnistunut liimaus edellyttää liimattavien pintojen oikean esikäsitteilyn ja sopivan liiman. Liimat ovat usein epoksi- ja polyuretaaniliimoja. Liimausta on käytetty mm. lentokoneiteollisuudessa jo 1940-luvulta lähtien, sekä junateollisuudessa.

4 KUSTANNUSLASKENTA PELLITYS

Alumiinilla voidaan korvata kaikki perinteiset rakennuspellitykset, pääasiassa ovi- ja ikkunapellitykset. Kustannuslaskelmassa (kuvio 4) pellitysarvio yhden kerrostalon pellitystöistä laskurin kautta. Kustannuslaskelma käsittää ikkunat, ovet, smyygi-, vesi-, kynnykset sekä asennuksen ja mahdolliset erillistyöt.



KUVIO 4. Kustannusvertailu alumiinin ja pellin välillä värivalmiista ja RAL-polttoaalatusta pellityksestä sekä asennuksesta. (Rautaparta 2016.)

Alumiinin käyttö pellitystöissä nostaa kustannuksia noin 40% kun käytetään värivalmiiksi pinnoitettua ja noin 60% RAL-polttoaalattua alumiinia. Pellitystyön asennuksen hinta kasvaa noin 15% alumiinilla pellitettäessä.

5 YHTEENVETO

Alumiini on tulevaisuuden rakennusmateriaali, joka pitkäikäisyydellään, lujuudellaan ja helppohoitoisuudellaan vakuuttaa pellityksissä, rakenneosien ja rakennemuodulien valmistamisessa. Nykyisellään alumiinin hinta on vielä korkea, mutta alumiinin käytön yleistyessä ja kierrätyksen kasvaessa materiaali- ja valmistuskustannukset huomattavasti.

Alumiinin valmistuksessa ja muokkaamisessa käytettävät työtavat ja tekniikat paranevat koko ajan ja uusia käyttömahdollisuuksia ja –sovelluksia tulee koko ajan lisää. Rakennuspellityksissä ja –osissa alumiini on mahdollistanut vapaammat kädet suunnittelijoille ja arkkitehteille materiaalin keveyden ja lujuuden ansiosta.

Alumiinin hinta on vielä korkea verrattaen rakennuspellityksessä yleisemmin käytettyyn teräspeltiin, kustannukset ovat noin 40% suuremmat käytettäessä värivalmiiksi pinnoitettua alumiinia ja noin 60% kun alumiini on RAL-polttomaalattua. Asennustöissä kustannukset ovat noin 15% suuremmat. Alumiinin korkeata hintaa kompensoi sen moninkertainen elinkaaren pituus teräspellityksiin verrattuna.

LÄHTEET

Eurokoodi9.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-06-13] Saatavissa: www.eurokoodi9.fi/

Helsinki.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-08-23] Saatavissa:

<http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/metallinkierratys/index.htm>

LESKINEN, Panu 2016-05-15. Alumiinin korroosio [PDF]

Sähköpostikeskustelu. Tibnor Oy

MIELITYINEN, Maunu 2016-04-05. Kustannuslaskenta [kuvio].

Sähköpostikeskustelu. PetterSteel Oy.

RAUTAPARTA, Jere 2016. Kustannuslaskenta [kuvio]. Google pilvialbumi [verkkajulkaisu]