

Javaslatok üveghibák elkerülésére

Ez a kiadvány az ablakfóliához kapcsolt két közismert üveghibát fejt ki, a hőterhelésből fakadó törést és a szigetelő üveg tömítési hibáit. Ezen felül segítséget kíván nyújtani az ablakfólia-telepítés szükségességének vizsgálatához speciális helyzetekben. Az itt leírt útmutató esetében az ablakfólia két különböző típusra van osztva: víztiszta biztonsági fóliák és hőabszorpciós napvédő filmek. Az utóbbi fóliák lehetnek a színezett, bevonatos vagy spektrálisan szelektív filmek bármilyen kombinációi. A bemutatott eljárás, mely speciális helyzetekben segítséget nyújt a fóliatelepítés szükségességének eldöntésében, számos pontot foglal magában az ablak állapotáról és a telepítés jellemzőiről. Az eszerint folytatott vizsgálatok eredményei alapján konzervatív döntés születhet arról, hogy az ablakfólia telepítése egy adott alkalmazáshoz ajánlatos-e vagy sem. Ha az ablakfólia használata az itt felsorolt kritériumok szerint kevés kockázattal jár, akkor érdemes felkeresni az ablakfólia gyártóját a javasolt telepítéssel vagy a fóliaválasztással kapcsolatban. A gyártó képviselői vagy szakképzett tanácsadók még pontosabb elemzésekkel segíthetik a döntés meghozatalát, és kötetlenebb javaslatot adhatnak az ablakfóliák használatát illetően. A film gyártója az elsődleges szaktekintély annak eldöntésekor, hogy telepítsenek-e ablakfóliát, vagy hogy melyik fóliára essen a választás, mivel az adott körülmények sosem azonosak, és a fólia gyártójának adatai és tapasztalata nagy segítség lehet a végső döntés meghozatalában.

Hőterhelésből fakadó törés

A hő ablakfelületen való egyenetlen eloszlása okozza a hőterhelésből fakadó töréseket. Az egyenetlen eloszlás leggyakoribb oka az üveg napsütés miatti egyenlőtlen melegedése. A hőterhelésből fakadó törés az ablaktábla szélén keletkezik, hő által előidézett húzófeszültség és a széleken lévő repedések vagy sérülések együttes eredményeként. Ezenfelül komoly felületi sérülések vagy repedések is okozhatnak hőterhelésből fakadó töréseket. Ezt a problémát súlyosbíthatja az üveg fajtája, felületi vagy szélén lévő sérülés, az üveg hőelnyelési tulajdonságai, az ablak keretbe ágyazott része, kedvezőtlen beltéri árnyékoló-berendezések és kültéri árnyékolási körülmények.

Feltéve, ha az üveg gyártása és behelyezése elfogadható, a hőterhelésből fakadó törés nem jelent problémát a hőkezelt üvegen (hődzett üveg), és általában nem lesz probléma szakszerűen gyártott és behelyezett hőkezelt üvegnél, amíg az üvegezés naphőelnyelése nem haladja meg a 50-60 %-ot. A víztiszta biztonsági fóliák csekély mértékben befolyásolják csak az üveg hőelnyelési tulajdonságait, ezért a hődzett üvegre való felhelyezésének minimális a hatása. Azonban a hőelnyelő fóliának a hőkezelt üvegre való telepítése néhány esetben az üvegezés teljes hőelnyelését annyira megnöveli, hogy elősegítheti a hőterheléses törést. Ez leginkább csak akkor lehet probléma, ha a kérdéses üveget szakszerűtlenül gyártották vagy helyezték be.

A szigetelő üveg zárási hibái

Szigetelő üvegek gyártása során szigetelt légrést alakítanak ki két vagy több üvegtábla között, melyeket állandó vastagságú távköztartókkal választanak el egymástól. A szigetelés lényege,

hogy minimalizálja a légrésbe történő páramigrációt. Ezen felül szárítóanyagot tesznek a szigetelő üvegtáblák peremére, mely felszívja a szigetelésen áthatoló nedvességet. Szigetelési hiba akkor léphet fel, ha a légrés szárazon tartásához használt szikkatív már nem szívja fel a migráló nedvességet vagy más párakat. Ez természetes öregedési folyamat miatt következhet be, vagy olyan nem kielégítő üvegszerkezet miatt, amely hagyja a nedvességet megtapadni a szigetelő üvegek peremén. A szigetelési hiba eredménye a többletpára felgyülemzése a légrés üvegfelületein. Ettől az üvegnek párás vagy ködös kinézete lehet. Míg sokszor a fóliát okolják a szigetelő üveg hibája miatt, kevés objektív adat van az állítás alátámasztására.

Az üveg típusa

Jelen leírás esetében az üvegtípuson az alábbiak szerint vagy az edzett vagy a hőkezelt üveget értjük.

Edzett üveg

Az egyszerű sík üveget általában edzett float üvegnek vagy egyszerűen edzett üvegnek hívják. Az edzett üveg gyártási folyamata során a megolvasztott üveget egyenletesen olvasztott ónnal teli kádba öntik. Az olvasztott üveg hajlamos egybefüggő felületet képezni, mivel az olvasztott ón felszínén úszik. Mivel az ón olvadási pontja sokkal kisebb, mint az üvegé, az üveg megszilárdul, ahogy lassan lehül az olvasztott ón felszínén. Az üveg megszilárdulása után egy hűtőkazánba kerül, ahol a maradékfeszültség minimalizálása érdekében lassan lehül. E folyamat eredménye az edzett üveg termék, mely nagyon sík és felületei közel párhuzamosak. Mivel az edzett üvegnek minimális a maradék felületi kompressziója, a hőterhelésből fakadó törések kockázatának minimalizálása érdekében óvatosan kell eljárni a termék használata során.

Hőkezelt üveg

Az edzett üveg erőssége hőkezelési eljárással nagymértékben fokozható. E folyamat során az edzett üveget a lágyulási pontjához közeli hőmérsékletre hevítik fel, aztán szabályozott ütemben lehűtik. A hűtési folyamat során az üveg felszíne gyorsabban hül le, mint a belseje, ezért a maradék kompressziós stressz az üveg felületébe záródik. Ezt a feszültséget meg kell szüntetni, mielőtt az üveg a húzófeszültség miatt eltörne. A maradék kompressziós feszültség szintjét a hűtési folyamat sebessége szabályozza. Azt az üveget, amelyiknek magas a maradék felületi kompresszió, edzett üvegnek nevezik, és amelyiknek közepes, azt pedig hőkezelt üvegnek. Mind a hőkezelt, mind az edzett üveg megfelelő maradék felületi kompresszióval rendelkezik, hogy az általános hőterhelésből fakadó hibákat nagy valószínűséggel ki lehessen küszöbölni.

Az edzett üvegben indukált maradék felületi kompresszió szintje általában elég ahhoz, hogy ez a termék biztonsági üvegnek minősüljön. Ezért a legtöbb edzett üvegterméket jól látható sarokmarással jelölik meg, mely bizonyítja, hogy az üveg megfelel a biztonsági üvegre vonatkozó szabványoknak. A jelölés mutatja, hogy az üveg teljesen edzett.

Ha nincs ilyen sarokmarás, a gyakorlatban két polarizált fóliaív használatával lehet közvetlenül megkülönböztetni az edzett és a hőkezelt üveget egymástól. Egy-egy fóliaívet kell az üvegtábla mindkét oldalára elhelyezni, és meg kell vizsgálni az áthatoló fény jellegét.

Az edzett üveg semleges megjelenést, míg a hőkezelt üveg maradék feszültségből fakadó foltokat fog mutatni.

Az üveg színe

Az üvegtáblákat általában víztiszta, színezett vagy bevonatos üvegből gyártják. A színezési vagy bevonatfelviteli folyamatok különbségei befolyásolják az üveg szoláris, optikai és hőelnyelési tulajdonságait. E leírás tekintetében a legfontosabb a teljes abszorpciós tulajdonságok hatása a nagy hőstressz kialakulására. Ha a fóliázott edzett üveg teljes napenergia-elnyelése meghaladja az 50-60%-ot, akkor a hőből fakadó feszültség nagyon fontossá válik. A jelenleg létező egyetlen megbízható módszer a fóliázott üveg teljes napenergia-elnyelésének megbecslésére a laboratóriumi tesztelés vagy a számítógépes modellezés a labortesztek adatai alapján.

A víztiszta biztonsági fóliát bevonatos vagy színezett üvegre anélkül lehet telepíteni, hogy jelentősen megváltozna a hőterhelésből fakadó törés kockázata. Azonban ugyanúgy, mint a szigetelő üvegnél, a fólia telepítése előtt lehetséges, hogy az üveg törésközeleli állapotban van. Ilyen esetben a fólia applikálása után eltörhet az üveg, amit helytelenül a fóliatelepítéssel hozhatnak összefüggésbe. Ezért ha a fóliázatlan üveg napenergia-elnyelése a kritikus pont közelében van, tanácsos lehet a fóliát ilyen üvegre nem feltelepíteni.

Víztiszta üveg

A víztiszta üveget a lehető legkevesebb nem üveg összetevővel gyártják, hogy szintelen legyen és magas fényáteresztése 75% és 92% között mozogjon. A víztiszta üveg teljes napenergia-elnyelése függ a vastagságtól, és általában 3% és 41% között mozog.

Színezett/bevonatos üveg

A színezett üveg úgy készül, hogy a kívánt színnek megfelelően színezéket adnak a tiszta üvegmasszához, így a színezékek szerves részét képezik az üvegmátrixnak. A színezett üveg látható fényáteresztése 14% és 83% között van, míg a teljes napenergia-elnyelése az üveg vastagságától és a hozzáadott színezék mennyiségétől és típusától függ. Általában a színezett üveg teljes napenergia-elnyelése 3% és 41% között mozog.

A bevonatos üveg kémiai gőzlecsapással készül on-line úsztatott üveg gyártási folyamat vagy különféle vákuumlecsapásos technológiával off-line folyamat során. A bevonatos üveget sokszor tükrös vagy reflektív üvegnek is hívják. Az ilyen fajta üvegen van low-e bevonat is, mely elsődlegesen hosszuhullámú infravörös sugarakat ver vissza. A bevonatok az üveg szoláris/optikai tulajdonságait és az arcukat is befolyásolják.

Egy bizonyos színezett vagy bevonatos üveg teljes napenergia-elnyelésének értékét a gyártó dokumentumai alapján kellene meghatározni. Ha a teljes elnyelés nem ismert, nem javasolt az ablakfólia edzett üvegre való telepítése.

Üvegszerkezet

E leírás szempontjából az üvegszerkezeteket négy fő, alább definiált csoportra osztjuk: monolit, szigetelő, laminált és egyéb.

Monolit

A monolit üveg az elsődlegesen gyártott üvegtermék. Egyszerűen egy sík, egyenletes vastagságú üvegdarabból áll. Régebben a monolit üveg ablak- vagy síküveg gyártási folyamatok során készült. Azonban gyakorlatilag ma a világon gyártott monolit üvegeknél kizárólag a float üveg technológiát alkalmazzák. A monolit float üveg edzéssel és hőkezeléssel is készülhet, ahogy ez az üvegtípusoknál leírásra került.

Laminált üvegek

A laminált üveg gyártása során több üvegréteget ragasztanak össze polivinil-butirál (PVB) réteg(ek) segítségével vagy néhány esetben folyékony gyanta használatával. Általában a ragasztott üveg két darab azonos vastagságú üvegből és egy középső rétegből áll, ahogy azt az ábra mutatja. A középső réteg elsődleges funkciója az üvegrétegek biztonságos összetartása. Ha a laminált üveg eltörik, a középső réteg segít összetartani az eltört üvegdarabokat.

Szigetelő üveg

A szigetelő üveg gyártásakor egy gázzal töltött légrést zárnak két vagy több üveg közé, melyeket azonos vastagságú térközök választanak el egymástól. Az üvegtáblák közötti szigetelést számos különböző típusú anyag és tömítő használatával érik el. Ezen felül szárítót helyeznek el a peremtömítésnél, ami felszívja a tömítésen keresztül behatolt párát. A szigetelő üveg tömítési hibája bővebben kifejtésre került a „Szigetelő üveg hibái” fejezetben.

Míg semmifajta erőfeszítés nem tudja garantálni a minden problémától mentes szigetelő üveg gyártását, vannak olyan gyártók, akik szigetelő üveg minőségbiztosítási programokban vesznek részt, hogy minőségi termékgyártást biztosítsanak. Ezen minőségbiztosítási programoknál ASTM standardok alapján független vizsgálatokat végeznek a szigetelő üvegtáblákon, hogy a kész termékek megfelelnek-e a teljesítményteszt követelményeinek és ellenőrzik a gyártók minőségbiztosítási irányelveit. A minőségbiztosítási oklevéllel rendelkező üvegtáblák fóliázása kevesebb kockázatot jelent, mint az ilyen oklevéllel nem rendelkező üvegek fóliázása.

Egyéb üvegek

Számos egyéb üvegtípussal lehet találkozni a piacon, ide értve a huzalhálós, a texturált és a mintás üveget. Az ilyen üvegek gyártási folyamataival általában együtt járnak a felületi vagy peremrepedések, melyek az ilyen termékek fóliázását kockázatosabbá teszik.

Egyszerűsített fagypontmérő teszt

A szigetelő üveg hibája olyan probléma, melyet ez a kiadvány szeretne bemutatni. Ahogy az a korábbiakban említésre került, nem tudunk olyan technikai információról, mely ok-okozati összefüggést állapít meg az ablakfólia telepítése és a szigetelő üveg szigetelési hibája között. Széles körben elfogadott, hogy megfelelő vizsgálatok és tesztek mellett a hétkönap üveg bevonása vagy színezése nem okoz szigetelési problémát. Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy az ablakfólia hatása hasonlít a bevonatok és a színezés hatásaihoz. Ennek ellenére néha helytelenül összefüggésbe hozzák az ablakfólia applikálását a szigetelési hiba jeleivel. Ez nagy valószínűséggel nem más, mint a fólia telepítése miatt a szigetelő üvegre fordított fokozott figyelem eredménye.

Az első dolog, amivel tisztában kell lenni a szigetelő üveggel kapcsolatban, az az, hogy minden ilyen típusú üveg átenged bizonyos mennyiségű párat a légrésbe. A pára szigetelésen keresztüli migrációja már a szigetelő üveg gyártásakor elkezdődhet. Ennek nem a szigetelés helytelen alkalmazása vagy hibája az oka; egyszerűen ilyen a termék természete. A minőségi szigetelő üveget minőségi anyagokból gyártják és többszörös tömítésük van, mely nagyban gátolja a pára migrációját a szigetelésen keresztül, ezzel meghosszabbítva a szigetelő üveg élettartamát. A pára migrációja addig folytatódik, amíg a szárító telítetté válik. Ekkor a további migráló párat már nem szívja fel semmi. Már csak idő kérdése, hogy a pára felhalmozódása elérje azt a pontot, ahol a kondenzáció láthatóvá válik az üveg belső felszínén. Az általános termális teljesítményt a víz légrésben való felgyülemzése minimálisan befolyásolja, kivéve ha a térközt semleges gázzal, mint például argonnal vagy kriptonnal töltötték fel. Ennek ellenére úgy tűnhet, hogy a szigetelő üveg tönkrement, mivel esztétikailag megváltozott.

Ezt a dolgot figyelembe véve a telepítőnek részletesen tájékoztatnia kell az ügyfelet a szigetelő üveg jellemzőiről, és kerülnie kell az ablakfólia applikálását olyan állapotban lévő üvegen, amelyik látszólag hamarosan tönkremegy.

A szigetelő üveg állapotának fontos indikátora a fagypont mérése. Ezt egy elég egyszerű teszttel lehet meghatározni, mely során hideg fémfelületet tesznek az egyik üvegtábla külső felületére. A két felület érintkezése fennmarad, miközben a hó az üvegről a fém felületére áramlik. Ekkor feljegyzésre kerül az a hőmérséklet, melynél a légrésben lévő pára kondenzálódik és odafagy az üvegtábla belső felületére. Ezt a hőmérsékletet hívják a szigetelő üveg fagypontjának. Minél alacsonyabb a fagypont, annál alacsonyabb a nedvesség- vagy páratartalom a gáztérben. A szigetelő üveg fagypontjának pontos meghatározása nagyon bonyolult és hosszadalmas folyamat, melynél nagyon pontos, drága felszerelés használata és hosszadalmas mérési folyamat szükséges. Szabályozott fagypontteszt lefolytatása minden egyes szituációban, mikor a fólia telepítése megfontolandó, általában időigényes és költséges egy átlagos telepítő számára. Ezért olyan egyszerűsített fagypontteszt került kifejlesztésre, amivel azonosítani lehet azokat a üvegeket, amik hamarosan tönkremennek.

Egyszerűsített fagypontmérési teszt lefolytatásához egy fagypontmérő műszerre van szükség. Ebben a műszerben van egy merev rézcsővezetékéből készült berendezés. A cső azon vége, amelyik érintkezésbe kerül a szigetelő üveggel, be van dugaszolva, és a másik végére egy nyílással rendelkező, eltávolítható fedél van erősítve. Az egész szerkezet külső

szigetelőborítással rendelkezik, hogy az energiafelvétel a cső szélein keresztül minimális legyen.

A fagypontmérő műszer használatához el kell távolítani a fedelet a rézcsőről, és meg kell tölteni a csövet száraz jéggel és etil-alkohollal. Az eltávolítható fedelet ezután vissza kell helyezni. E művelet közben a használonak ügyelni kell arra, hogy kerülje a rézcsővel vagy a száraz jéggel való közvetlen érintkezést. A száraz jég szilárd karbon-dioxid, mely olvadás helyett elpárolog. Ez egy alkoholos oldatban használható, 0 °C alatti hőmérséklet elérésére alkalmas tiszta fagyasztóanyag. A rézcsővel, hideg alkohollal vagy a száraz jéggel való érintkezés elkerülése érdekében kesztyűt vagy kézvédőt kell használni. A száraz jég eléri a -109.1°F (-78.5°C) hőmérsékletet.

A fagypontmérő műszer lezárt végét a szigetelő üveg külső felületéhez kell tartani két percig 1/8” (3.0mm) vastagságú vagy ennél vékonyabb üveg esetében, négy percig pedig 1/4” (6.0mm) vagy ennél nagyobb vastagságú üveg esetében. Ez idő eltelte után el kell távolítani a fagypontmérőt, és a szigetelő üveg kontaktfelületét azonnal le kell törölni alkohollal átitatott ruhával vagy zsebkendővel. Szigetelésen keresztüli szivárgást jelez jég, köd vagy víz 1/2” átmérőjűnél nagyobb felhalmozódása az üveg légréses felületén. Erre az üvegre nem szabad fóliát telepíteni, kivéve ha az épület tulajdonosa felelősségvállalási nyilatkozatot állít ki az ablakfólia használatáról. Ha nincs megfigyelhető jég-, köd- vagy vízfelhalmozódás az üveg belső felületén, még nem jelenti azt, hogy a szigetelő üveg sosem fog tönkremenni. Ahogy azt már korábban kijelentettük, minden ablakegység esetlegesen tönkremehet a légrésben lévő nagy mennyiségű nedvesség miatt. Azonban az biztos, hogy az ablak nincs azonnali veszélyben.

Az üveg vastagsága

E leírás esetében háromféle alaptípusa van az üvegnek: monolit, laminált és szigetelő. Ezeknek az üvegtípusoknak a teljes definíciója az előző fejezetekben került ismertetésre. A monolit üveg tényleges vastagságát a tábla teljes vastagságaként definiáljuk. Az értékét mikrométer, reflektív-, és ultrahangos vastagságmérő használatával lehet megállapítani. Mindhárom műszer e leírás céljainak megfelelő, megbízható mérési értékeket ad. Meg kell jegyezni, hogy az üveg közvetlen mérés által meghatározott tényleges vastagsága általában valamivel kisebb, mint a névleges vastagság, amit az üveg kereskedelmi azonosításakor adnak meg. Az alábbi táblázat bemutatja a névleges és a minimális tényleges üvegvastagság közötti összefüggést. Például egy üvegdarabot, melynek a tényleges vastagsága 0.223” (5.66 mm), 1/4” (6.0mm)-es üvegnek kell nevezni.

Üvegvastagság táblázat

Névleges vastagság inch (mm)	Minimum vastagság inch (mm)	Névleges vastagság inch (mm)	Minimum vastagság inch (mm)
3/32 (2.5)	0.085 (2.16)	1/4 (6.0)	0.219 (5.56)
lami (2.7)	0.012 (2.59)	5/16 (8.0)	0.292 (7.42)
1/8 (3.0)	0.115 (2.92)	3/8 (10.0)	0.355 (9.02)
5/32 (4.0)	0.149 (3.78)	1/2 (12.0)	0.469 (11.91)
3/16 (5.0)	0.180 (4.57)	3/4 (19.0)	0.719 (18.26)

A szigetelő üveg vastagságát a monolit üvegtáblák egyéni vastagsága határozza meg. Ezért ha a szigetelő üveg két darab 1/8" (3.0mm) vastag monolit üvegből készült, akkor vastagságát 1/8" (3.0mm)-nek kell venni.

A laminált üveg névleges vastagságát a laminált üvegben lévő üvegtáblák névleges vastagságának megkétszerezésével lehet megállapítani. Ezért ha a laminált üveg két darab 1/8" (3.0mm) vastagságú monolit üvegből készült, akkor a laminált üveg vastagságát 1/4" (6.0mm)-nek kell venni. Meg kell jegyezni, hogy a laminált üvegdarabon végzett ultrahangos vastagságmérés csak az üveg egyik rétegének vastagságát adja meg. A mikrométer vagy az optikai mérés adja meg a laminált üvegtábla teljes vastagságát (mindkét üvegtábla plusz a középső réteg vastagsága).

Általános szabályok:

- Napvédő fólia használata nem javasolt víztiszta edzett üvegnél, ha az üveg vastagsága meghaladja a 3/8" (10.0mm) vastagságot.
- Napvédő fólia használata nem javasolt színezett edzett üvegnél, ha az üveg vastagsága meghaladja a 1/4" (6.0mm)-t.
- Napvédő fólia használata nem javasolt bármilyen vastagságú víztiszta vagy színezett edzett, laminált üvegnél.

Specifikus javaslatokért olvassa el a fóliagyártó utasítását ezekkel a speciális üvegtípusokkal kapcsolatban.

Az ablak mérete

Az ablak méretét az üveg területe határozza meg. A területet az üvegtábla négyszögének méretei alapján számoljuk ki, melyeket megfelelő méretű szabványos mérőszalaggal határozunk meg. Ha az ablakméretek meghatározásra kerültek, akkor a területet az üveg hosszának és szélességének szorzata adja meg.

Általános szabályok:

- Napvédő fólia használata nem javasolt 100 négyzetlábnál ($\approx 9,29 \text{ m}^2$) nagyobb területű monolit edzett üvegnél.
- Napvédő fólia használata nem javasolt 40 négyzetlábnál ($\approx 3,72 \text{ m}^2$) nagyobb területű edzett szigetelő üvegnél, ha az üveg vastagsága meghaladja a 1/4" (6.0mm)-t.
- Napvédő fólia használata nem javasolt bármilyen vastagságú edzett, laminált üvegnél.

Specifikus javaslatokért olvassa el a fóliagyártó ilyen speciális helyzetekre vonatkozó utasítását.

Keretezés

A keretek arra szolgálnak, hogy az üvegszélek deformálódását minimalizálják, a vizet és a levegőt kint tartsák az épületből, és hogy kipárnázzák illetve hőszigeteljék az üveget.

Fát, vinilt és alumíniumot gyakran használnak lakóházaknál, és alkalmanként kereskedelmi alkalmazásoknál is. Alumíniumot és acélt legtöbbször kereskedelmi célokra használnak. A legtöbb tervnél alumíniummal dolgoznak az alakok változatossága és a könnyű megmunkálás miatt.

Meg kell vizsgálni a keretezést, hogy biztosan megfelelő tartást biztosít-e az üvegnek, és hogy a felhasznált anyagok jól funkcionálnak-e, nem mutatják-e eldeformálódás jeleit, mely problémához vezetne más alkotóelemeknél.

Ezenfelül fontos megnézni a keretbe és a tömítésbe foglalt üveg mennyiségét. Ezt az ablak keretbe ágyazott részének nevezik. Ha az edzett üveg esetében ez a rész 1/2" (12 mm)-nél nagyobb, akkor a hőterhelésből fakadó törés kockázata jócskán nő, függetlenül attól, hogy van-e ablakfólia telepítve. Ezért ebben az esetben az applikálás nem javasolt.

Nedvesség az ablakrendszerben

Nagyon fontos kockázati tényező a szigetelő üveg hibái esetén a nedvesség és a pára, melyek áthatolnak a széléken lévő szigetelésen. Ez akkor következhet be, ha a nedvesség közvetlenül behatol az ablakrendszerbe és nem távozik rövid időn belül. Néhány esetben előfordulhat ablakrendszerbe beszoruló kondenzációs felhalmozódás is, mely olyan nedvességi feltételeket teremt, hogy a pára könnyebben bejut a szigetelő üvegbe. Ahogy a nedvszívó anyagok megszívják magukat, a szigetelő üvegen pára és vízcseppek lesznek láthatók, melyek jelzik a szigetelés hibáját.

Sok ablaknál egy nedvesség-elvezetőrendszer van beépítve a keretszerkezetbe, mely meggátolja a nedvesség hosszú ideig tartó felhalmozódását a szigetelésnél. Ez az elvezetőrendszer lyukakból vagy nyílásokból áll, melyek a gravitáció segítségével elvezetik a nem kívánt nedvességet egy gyűjtőrendszerbe az épületen kívülre, ahol az nem ártalmas a szigetelő üvegre vagy az épület részeire. Az elvezetőrendszert általában keresse az ablak alján vagy a vízszintes ablakpárkányon. Ellenőrizze a lyukak vagy nyílások méretét, elhelyezkedésüket, és hogy jól működnek-e. Néhány árulkodó jel az elvezetőrendszer működésével kapcsolatban csurgás vagy víz megjelenése az épület külsején. Ha a rendszer rosszul működik vagy nem működik, keressen vízfoltokat az ablak körül vagy az épület belsejében, általában az ablakfélfa és a párkány körül. Foltok jelenhetnek meg a plafonon és belső falfelületeken, melyek jelzik, hogy víz kerül az ablakrendszerbe, ami részben áthatol, részben bennmarad a rendszerben. Biztosra lehet venni, hogy ha a víz áthatol, akkor részben benne is marad az ablakcsatornában, hozzájárulva a szigetelési hibákhoz. Az elvezetőrendszer tesztelésének egyik módja, ha vizet öntünk a ablakcsatornába és megnézzük az elvezető lyukakat/ nyílásokat, hogy távozik-e a víz.

Meg kell vizsgálni azokat a szigetelő ablakokat is, melyeknek nincs elvezetőrendszerük, hogy biztosan ne halmozódjon fel nedvesség, mely szigetelési problémákat okoz vagy fog okozni. Az előző bekezdésekben ismertetett alapvető vizsgálati módszerek közül néhány felhasználható annak megállapításának érdekében, hogy a rendszer megfelelően működik-e, vagy hogy vannak-e problémák.

Az ablak anyagai

Szigeteléshez, az üveg beágyazásához és az ablak és a keret közötti hőszigeteléshez például üvegezőgumikat, tömítőket és ragasztószalagokat használnak. Az ablak anyagának az a szerepe, hogy meggátolja a víz, a levegő és más egyéb behatolását a keret/ablakszárny területére, ezek károsíthatják a szigetelő üveget vagy az épület belsejét, az épület falrendszerének egyéb részeivel együtt. Három általános ablakanyagot tárgyalunk.

Az üvegezőgumi szilárd anyagból vagy habból készíthető, és anyagát tekintve neoprénből, EPDM-ből, vinilszilikonból és más gumitípusú anyagból készülhet. Az üvegezőguminak ellenállónak kell lennie az elemekkel szemben, és meg kell őriznie elasztikus és keménységi tulajdonságait ahhoz, hogy megfelelően megtartsa és beágyazza a rendszerben használt üveget. Az üvegezőgumi rögzített és ékelt típusú lehet, a rendszertől vagy a konstrukció követelményeitől függően. Sok rendszer olyan vastagságú, keménységű, és profilú belső és külső üvegezőgumit használ, melyet úgy terveztek, hogy megfelelő nyomása legyen az üvegre, az üveg tőrőképessége, keretének anyaga, és az üvegezőgumi méreteinek figyelembevételével.

Tömítőanyagot önmagában és üvegezőgumival vagy ragasztószalaggal is lehet használni. A gyakran használt anyagok között van szilikon, poliszulfid, poliuretán, butil, akril és más zsírozható és megfelelő alakúra igazítható anyag. A megfelelő tömítő kiválasztása olyan tényezőktől függ, mint az illesztés mérete, hőtágulási/összehúzóási becslések, összeillesztett/tömített anyagok, és a tömítéssel érintkező környezeti tényezők. Sok tömítőanyag számos olyan tulajdonsággal rendelkezik, melyek alapos megfontolást igényelnek annak biztosítása érdekében, hogy törések, a tapadás megszűnése, elégtelen tartás, vagy nem megfelelő szigetelés ne léphessen fel. Alaposan meg kell vizsgálni a teljesítményjellemzőket és figyelembe kell venni az anyag különféle felülettel, úgy mint fém- és festett felületekkel, egyéb gumitömítésekkel/ ragasztószalagokkal való kompatibilitását az épület falrendszerében használt szigetelők helyes tervezésénél.

Ablakrendszerek tervezésénél gyakran használnak ragasztószalagokat, és ezek hasonló funkciót látnak el, mint a tömítők és az üvegezőgumik. Kaphatók szilárd anyagból és habból készült kivitelben, általában téglalap alakú keresztmetszetük van. Beszerezhetők egy- vagy kétoldalú ragasztófelülettel és butilformában is, bevonattal vagy anélkül. Ragasztószalagot használó ablakrendszereknél szükséges, hogy a szalag megfeleljen a nyomásfeltételeknek, és az épület környezeti és kompatibilitási követelményeinek is. Sok kivitelnél a szigetelés kiegészítő támogatásához használják a ragasztószalagot, ideiglenes beágyazó-anyagként, amíg a szigetelőanyag megköt. A ragasztószalagok rögzítést is biztosíthatnak a végleges gumitömítés alkalmazása előtt.

Az ablakanyagok állapota

Az ablakrendszer vizsgálatakor fontos megvizsgálni és meghatározni az ablakanyagok állapotát. Ezt az épület belső és külső részéről is el kell végezni. Ha az ablakanyagok láthatóan nem felelnek meg az elvárásoknak vagy tönkrementek, akkor a hőterhelésből fakadó törés és/vagy az üveg szigetelési hibájának esélye jelentősen megnő. A helyszín felmérésekor közről meg kell vizsgálni, hogy az ablak gumitömítései, szigetelőanyagai vagy ragasztószalagjai a rajzokon vagy az ablakrendszer specifikációjában meghatározott típusal megegyeznek-e. Kopás vagy az anyag alkalmatlanságának megállapítása érdekében akkor is

alaposan meg kell vizsgálni az ablakot, ha nincs írásos dokumentáció. Ha a tömitések elvesztették az anyagokat összetartó tapadásukat, vagy repedést illetve törést mutatnak, akkor valószínűleg már nem töltik be funkciójukat. Így víz juthat a keretbe vagy megszűnhet a hőszigetelés.

Az üvegezógumik és a ragasztószalagok leválhatnak vagy elmozdulhatnak eredeti helyzetükből. Ez üveg-fém kontaktust okozhat, és a fémkeret közvetlen kapcsolatba kerülhet az üveggel. Ez a helyzet rontja a hőstressz körülményeit.

Vizsgálja meg az ablak dimenzióvastagságának egységességét a keret kerülete körül. Az egyenetlen üvegananyag nem megfelelő tartáshoz és rossz hőszigeteléshez vezethet, illetve levegő- és vízszivárgást eredményezhet.

Napterhelés

Ha az üveg napsugárzás hatásainak van kitéve, azonnal emelkedik a hőmérséklete. Az árnyékolási és támogatási körülményektől függően a napsugárzás behatolása jelentős hőmérsékletkülönbséghez vezethet az üveg felületén. Ez a felületi hőmérsékletkülönbség hő által kiváltott feszültség megjelenéséhez vezethet.

A napterhelés mértéke nagy mértékben függ az üveg elhelyezkedésétől. Az északra néző üvegek kapják a legkevesebb napterhelést. Ebből kifolyólag az északra néző üvegeknél ritka a hőterhelésből fakadó törés. Minden más esetben elég a szoláris szigetelés ahhoz, hogy jelentős hőterhelésből fakadó feszültség lépjen fel. A délre néző üvegeknél lép fel a legkritikusabb általános hőfelhalmozódás napközben. A telepítés körülményeitől függően a délre néző üvegek esetében számítani lehet termális törésre.

Keletre néző üvegnél a kora reggeli napterhelés hatásai állnak fenn. Ez a terhelés különösen kritikus lehet a téli hónapokban, amikor az üveg a hideg téli éjszakán több óra alatt nagyon alacsony hőmérsékletre hűl le, és aztán hirtelen a kora reggeli napsütés káros hatásának van kitéve. Ez a helyzet sokszor vezet termális töréshez, ha az üveggel összefüggő körülmények kedveznek az üvegtörés bekövetkezésének. A nyugatra néző üvegek a délutáni napsütés hatásainak vannak kitéve, melyek a telepítés körülményeitől függően hasonló jelentős hőterhelésből fakadó feszültséghez vezethetnek. Ezért fontos figyelembe venni minden üvegtábla fekvését (É, ÉK, K, stb.) A termális törés lehetőségét általában figyelmen kívül lehet hagyni az északi félteken az északnyugati, északi vagy északkeleti fekvésű üvegtábláknál, a déli félteken pedig a délkeleti, déli, vagy délnyugati fekvéseknél. Azonban az összes többi fekvést figyelembe kell venni.

Külső árnyékolási körülmények

Ahogy az az előző fejezetben kifejtésre került, az üveg egyenetlen fűtése (nagy hőmérsékletgradiens) vezet jelentősebb hőstressz kialakulásához, mely az üveg termikus törését eredményezi. Az üveg külső árnyékolásból fakadó egyenetlen felmelegedése a nagy hőmérsékletgradiens keletkezésének egy módja. Az üveg- és fóliaiparban széles körben elérhető útmutatók a kritikus külső árnyékolási módok azonosításához. Ezeket az útmutatókat így lehetne összefoglalni:

- 1) Az üvegyiparban általánosan elfogadott, hogy az árnyékalakzatok, melyek az üvegen egyenes vonalú árnyékhatárokat képeznek és az üveg legnagyobb részét lefedik, elfogadhatóak a víztiszta edzett üvegnél. Még az egyenes vonalú árnyékalakzatok is okozhatnak problémát néhány esetben a színezett vagy bevonatos edzett üvegen, az árnyék méreteitől és az üveg árnyékolásának idejétől függően.
- 2) Kis szélességű szögletes vagy L-alakú árnyékalakzatok a szélek körül általában elfogadhatóak a víztiszta edzett üveg esetében, és csak részben elfogadottak színezett vagy bevonatos üvegeknél.
- 3) Az olyan árnyékalakzatok, melyeknél az árnyék területe nagyon keskeny az üveg pereme körül, részben elfogadottak a víztiszta edzett üveg esetében, és nem elfogadottak a színezett vagy a bevonatos üvegnél.

Belső árnyékolási berendezések

Lehetséges, hogy belső ablakkiegészítők és árnyékolási berendezések, úgy mint redőnyök, sötétítőfüggönyök, stb. hőcsapdát alakítanak ki az ablak mellett, ami súlyosbítja a hőmérsékletgradiens problémáját. A hőcsapda problémájának enyhítése érdekében ajánlott 2” (=5.08 cm) szabad teret hagyni az ablakkiegészítő és az üveg minden pontja között. Ezenkívül javasolt minimum 1½” (=3.81 cm) szabad teret hagyni az ablakkiegészítő tetején és alján, vagy az alján és az egyik oldalán. Végül javasolt, hogy minden fűtő- és hűtőberendezés az ablakkiegészítő helyiség felőli oldalára nézzen.

Az üvegfelület állapota

Az üveg olyan törékeny anyag, aminek az erősségét szinte teljes egészében a felszíni és a peremen lévő repedések jellege és eloszlása határozza meg. Néhány hiba a gyárban illetve a gyártás során keletkezik, néhány az üveg kezelése és behelyezése közben, míg néhány a használat időtartama alatt. A használat közben keletkezett hibákat különféle üveggel érintkező mechanikus és környezeti hatások okozzák. Köztudott, hogy a tipikus üvegtáblák általános használati körülményei akár 50%-kal is csökkenthetik az üveg erősségét pár év leforgása alatt. Ez a csökkenés idővel alakul ki és mosás, tisztítás és általános hatások eredménye.

Ha az üveg komolyabb hatásoknak van kitéve, akkor még tovább csökkenhet az erőssége. Ezek a komolyabb hatások általában extrém mechanikai érintkezések eredményei, melyek kopást, karcolást, vágást, vagy egyéb látható felületi deformálódást okoznak. Így a látható felületi vagy peremsérülés megjelenése jelzi, hogy az üveg erőssége jelentősen csökkent a használat körülményeiből kifolyólag. Nyilvánvaló felületi sérüléssel üvegre ablakfólia telepítése nem javasolt.

Az üvegtörés előzményei

Gyakran előfordul, hogy egy épületnek meg nem magyarázott üvegtörése van, melyet számos különböző tényező okozhatott. Ha az ismeretlen eredetű üvegtörések száma meghaladja a

üveg teljes mennyiségének 1%-át, óvatossággal kell eljárni. Nem szabad ablakfóliát telepíteni, míg a törés okai nem azonosíthatók és arra logikus magyarázat nincs. Sok törést kiváltó okot lehet az épület speciális körülményeire visszavezetni, és ezek a fólia telepítésével csak felerősödnek. Az olyan tényezők, mint a felületi és peremsérülés, árnyékalakzatok vagy belső árnyékolási berendezések hozzájárulhatnak a nem várt töréshez. Így minden szituációt fontos alaposan megvizsgálni. Meg kell keresni a régi épületdokumentációt, mely igazolhat bármilyen feltevést az ismeretlen eredetű üvegtörések lehetséges okaival kapcsolatban.

A vizsgálat folyamata

Alább található egy lista a megfontolandó tényezőkről, ha bizonyos ablakokra ablakfólia telepítését tervezik. Ezek a tényezők azonnali segítséget nyújtanak az előzetes döntés meghozatalában, hogy egy adott ablakrendszerre kerüljön-e ablakfólia vagy sem. Ezt a vizsgálati folyamatot akkor lehet hasznosítani, ha a tervezett telepítésnél hasonló tulajdonságú ablakokról van szó kis volumenű lakossági alkalmazásnál. Ebben az esetben javasolt egy reprezentatív ablakminta alapos vizsgálata, melyre a projekt elvállalása előtt a telepítőnek ablakfóliát kell feltennie. Ha a fóliázandó ablakok száma húsznál kevesebb, az összes egységet fel kell venni a mintába. Ha ez a szám meghaladja a húszat, akkor ki kell választani egy húsz egységből álló reprezentatív vizsgálati mintát. Ezután az alább bemutatott vizsgálatot kell lefolytatni a kiválasztott mintán. Ha bármelyik ablakegység nem felel meg a vizsgálati követelményeknek, akkor nem javasolt az ablakfólia telepítése a fólia gyártójával történő egyeztetés nélkül.

Ha a tervezett munka összetettebb, mint egy kis lakossági alkalmazás (pl.: olyan típusú, méretű, stb. ablakokat tartalmaz, amilyen egy nagy lakossági projektnél vagy akár nagyobb kereskedelmi alkalmazásnál előfordulhat), az alább kifejtettnél részletesebb eljárás lefolytása javasolt.

Először is ajánlott a teljes projektről a dokumentum végén lévő projekterven vázlatot készíteni. A vázlaton tüntesse fel a projekt nevét, dátumát és a személy nevét, aki az adatokért felelős. Ezenkívül tüntesse fel a rajzon használt körülbelüli méretarányt és egy megbízható iránytű alapján pontosan jelölje be északot. Minden fóliázandó ablakot egyértelműen jelöljön meg, és adjon nekik egyedi azonosítási számot, amit be kell írni a következőkben bemutatott fóliaválasztó táblázatba. Ha a projekt egy egyemeletes szerkezetből áll, akkor a vázlatot egy oldalon el lehet készíteni. Szükség szerint használjon további oldalakat nagy vagy többemeletes szerkezetekhez.

Ezenfelül javasolt kitölteni a fóliaválasztó táblázatot. Ez teljes leírást ad minden egyes a vázlatban egyedi számmal rendelkező ablakról. A rubrikákba írja be a projekt nevét, a dátumot, és az adatokért felelős személy nevét. A táblázat felsorol olyan elemeket, melyek hőstressz okozta töréssel vagy a szigetelő üveg hibáival kapcsolatosak. Összesen 17 bejegyzés van a táblázatban; teljesen ki kell tölteni minden fóliázandó üvegtípus esetében. Alább felsorolva található a táblázat kitöltéséhez szükséges információ és a fogalmak magyarázata. A táblázat utolsó bejegyzése jelöli, hogy a fóliatelepítés az ablakra javasolt-e vagy sem. Ha a táblázat bármelyik bejegyzése nem elfogadható, akkor nem javasolt az ablakfólia telepítése a fólia gyártójával történő egyeztetés nélkül.

A következők rövid magyarázatot adnak az információkról, amiket a fóliaválasztó táblázatban minden egyes bejegyzésnél fel kell tüntetni.

- 1) **Az ablak száma:** tüntesse fel az egyedi számot, mely az épület minden egyes vizsgált ablakát beazonosítja.
- 2) **Az üveg típusa:** írja be a vizsgált üveg típusát – edzett vagy hőkezelt.
- 3) **Az üveg színe:** tüntesse fel az üveg színét – víztiszta vagy színezett / bevonatos. Ha az üveg színezett / bevonatos, írja be az üveg teljes napenergia-elnyelési értékét; ha az üveg színezett / bevonatos és a teljes napenergia-elnyelés értéke nem ismert, akkor a fóliatelepítés nem javasolt.
- 4) **Az üveg szerkezete:** írja be az üvegszerkezet típusát – monolit, laminált vagy szigetelő üveg.
- 5) **Egyszerűsített fagypontmérő teszt:** szigetelő üveg esetében írja be a fagypontmérési teszt eredményét – megfelelt vagy nem felelt meg.
- 6) **Az üveg vastagsága:** írja be az üveg vastagságát. Ellenőrizze az ebben a dokumentumban leírt vastagságra vonatkozó korlátozásokat.
- 7) **Az ablak mérete:** írja be az üveg területét. Ez szükséges annak a meghatározásához, hogy az edzett és szigetelő üveg egyes típusainál az üveg nagyobb-e, mint az előírt.
- 8) **A keretezés:** tüntesse fel, hogy az ablakkeretezés megfelelő-e – megfelelt vagy nem felelt meg. A keret értékelésének kritériumai az ablak keretbe ágyazott része, nedvességi tényezők (felgyülemlik-e nedvesség a szigetelő üveg körül), illetve az üveg általános támogatási körülményei.
- 9) **Nedvesség az ablakrendszerben:** írja be, hogy van-e az ablakrendszernek nedvességgel kapcsolatos problémája - megfelelt vagy nem felelt meg. A szigetelő üvegnél fontos annak megállapítása, hogy a rendszer tart-e vissza vizet vagy nedvességet az üveg széleinek szigetelése környékén. Ha igen, az ablakrendszer nem felel meg.
- 10) **Ablakanyagok:** adjon rövid leírást az ablakanyagok kerületéről, beágyazásáról és szigeteléséről.
- 11) **Az ablakanyagok állapota:** írja be, hogy az ablakanyagok állapota megfelelő-e – megfelelt vagy nem felelt meg. Meg kell vizsgálni az üvegezógumikat, a tömítést és a ragasztószalagokat annak eldöntéséhez, hogy az üveg biztosít-e beágyazást és hőszigetelést a kerület körül. Ha ezek tönkrementek, akkor az ablakanyagok valószínűleg nem felelnek meg.
- 12) **Napterhelés:** írja be minden ablak legközelebbi égtájhoz való irányát – észak, északkelet, kelet, stb.
- 13) **Külső árnyékolási körülmények:** tüntesse fel, hogy az ebben a leírásban foglaltak szerint elfogadhatók-e a külső árnyékolási körülmények – megfelelt vagy nem felelt meg. Ismertesse az összes olyan árnyékolási körülményt, amely hatással lehet az ablakra.

- 14) **Belső árnyékolási berendezések:** tüntesse fel, hogy a belső árnyékolási berendezéseknél megfelel-e a térköz az itt leírtaknak – megfelelt vagy nem felelt meg.
- 15) **Az üvegfelület állapota:** tüntesse fel, hogy az üveg felületén van-e látható sérülés, karc, törés vagy más típusú felszíni sérülés – megfelelt vagy nem felelt meg.
- 16) **Az üvegtörés előzményei:** írja be a meg nem magyarázott üvegtörés százalékát ennél az üvegtípusnál. Ha ez az 1 %-ot meghaladja, akkor fólia telepítése erre az üvegtípusra nem javasolt.
- 17) **Végső javaslat:** Írja be, hogy a vizsgálat eredményei szerint javasolt-e fólia telepítése erre az üvegtípusra (igen/nem). Ha az előző bejegyzések közül bármelyik negatív, vagy ha e leírás szerint bármely körülmény nem megfelelő, akkor a következő bejegyzés ajánlott: „fólia nem javasolt”. Nem javasolt az ablakfólia telepítése erre az üvegtípusra a fólia gyártójával történő részletes egyeztetés nélkül.

Ha megállapításra került, hogy a vizsgált ablakoknak nincsen gyári vagy rejtett hibája, akkor követni kell a fólia gyártójának útmutatóját és tanácsait az alkalmazáshoz megfelelő egyedi fóliatípus kiválasztásával kapcsolatban.

Fóliaválasztási táblázat

1. Ablak száma					
2. Üveg típusa (edzett, hőkezelt)					
3. Üveg színe (víziszta, színezett/bevonatos)					
4. Üvegszerkezet (mono, lam, szig. üv.)					
5. Egyszerűsített fagyponteszt (+/-)					
6. Üvegvastagság inch (mm)					
7. Üvegméret in. x in. (mm x mm)					
8. Keretezés (+/-)					
9. Nedvesség az ablakrendszerben (+/-)					
10. Ablakanyagok (leírás)					
11. Az ablakanyagok állapota (+/-)					
12. Napterhelés (É, ÉK, K, stb.)					
13. Külső árnyékolási körülmények (+/-)					
14. Belső árnyékolási berendezések (+/-)					
15. Az üvegfelület állapota (sérült/sértetlen)					
16. Az üvegtörés előzményei (% nem megmagyarázott)					
17. Végső javaslat (fóliatelepítés: igen/nem)					

Projekt:..... Dátum:..... Készítette:.....

Javasolt szerszámkészlet

Vastagságmérő: ez az eszköz kézben elférő kártyaszerű vagy mérőtípusú műszer, mely vizsgálat közben meghatározza az üveg vastagságát. Mindkét műszer megfelel a körülbelüli vagy pontos üvegvastagság meghatározására.

Nagyító: legalább ötszörös nagyítóképességű nagyítót kell használni az ablaknyílás körüli speciális elemek, úgy mint az üvegyártó azonosító jele, az üvegen lévő bizonyos logók vagy más üveggel kapcsolatos jellegzetes elemek vizsgálatához, melyeket nagyító nélkül nehéz lenne észrevenni.

Mérőszalag: 16 láb ($\approx 4,87$ m) vagy ennél hosszabb mérőszalagot kell használni az ablak méreteinek meghatározásához. A mérőszalag az épület tényleges alaprajzának felméréséhez is használható.

Fémvonalzó (6 inch / kb. 15 cm): ezt a szerszámot olyan elemek pontos mérésére lehet használni, mint a homlokzat az üvegrendszer körüli, kerethez viszonyított méretek, illetve az üveg és az ablakrendszer más fontos részei.

Tolómérő: ezzel a szerszámmal az ablakrendszer részeinek méreteit és vastagságát, vagy az ablak vastagságát lehet megmérni, ha az üveget kivették, vagy ha hozzáférhetővé válik az üveg pereme.

Keretbe beágyazott üveg mérőszerszáma: ezt a mérőeszközt az üveg éléhez kell illeszteni, lehetőleg a felület és a keret közé, hogy meg lehessen határozni az ablak keretbe való tényleges bemélyedését.

Polarizált fólia: a fólia segítségével megfigyelhetők az üveg tényleges feszültségvonalai, melyek meghatározzák, hogy az üveg hőkezelt-e vagy sem. A hőkezelt üvegen könnyen fel lehet ismerni sötét foltokból és egyéb ismertetőjegyekből álló nagyon jellegzetes alakzatot.

Harmatpont- / Fagypontmérő: ezt a tesztberendezést szárazjéggel és alkohollal együtt kell használni annak megállapítására, hogy a szigetelő üveg fagypontja és harmatpontja ad-e okot aggodalomra.

Jégtörő: egyszerű jégtörőre azért van szükség, hogy feltörje a fagypontmérő berendezésben használt jeget.

Kesztyű: a fagypontmérő műszer kezelője viseljen bőrkesztyűt a bőr fagyásának megelőzése érdekében.

Műanyag tál: egy kis műanyag tál alkalmas a szárazjég tárolására, amíg azt felaprítják.

Stopper: a stopper hasznos a fagypontmérő műszer üveggel való érintkezési idejének mérésekor.

Törülköző: Jó felszívóképességű törülközők használhatók a maradék alkohol felitatásához, ami a fagypontmérő műszer használatakor esetlegesen kiömlik.

Hűtő: egy kis hűtőre a harmatpont/fagypontmérő műszer használatánál a szárazjég tárolásához van szükség.

Íránytű: az íránytűre az építkezés tényleges elhelyezkedésének és az egyes üvegtáblák irányának meghatározására van szükség.

Üvegező pálca: ez olyan nylon vagy műanyag szerszám, amellyel nyomást lehet gyakorolni az üvegezőgumi vagy a szigetelőrendszer kerülete körül a tapadás illetve az anyag elasztikusságának ellenőrzéséhez. Esetenként az üvegezőgumi behelyezéséhez vagy eltávolításához is használható.

Kis kéziszerszámok: például csavarhúzó (lapos/ csillagcsavarhúzó) és fogókészlet minden könnyen eltávolítható elem eltávolításához, és ha szükséges, az ablakrendszer bizonyos elemeinek ellenőrzéséhez praktikusak.

Üvegtisztító és törlőkendők: ezek az eszközök annak megállapításához szükségesek, hogy az üvegfelületen lévő bizonyos lerakódások vagy nedvesség eltávolíthatóak vagy maradandóak-e.

Fényképezőgép: kis kézi fényképezőgéppel le kell fényképezni minden kérdéses vagy dokumentálandó speciális körülményt. Minden olyan területet is le kell fényképezni, melyek leírása a kiértékeléshez szükséges adatfelvételkor nehéz.

Írótabla/jegyzetömb: az írótabla és a jegyzetömb a szükséges adatok rögzítésére szolgál, melyeket az adatgyűjtés során fel kell jegyezni. Ezen kívül minden olyan egyéb vázlatot vagy megjegyzést rögzíteni lehet bennük, melyek a helyszín felmérésekor szükségesnek bizonyulnak.

Hordozótáska: a táskát minden olyan szerszám vagy más eszköz tárolására lehet használni, melyeket el kell szállítani a projekt helyszínére. Egyéb eszközök, melyeket be kell tenni a hordozótáskába: egy törülköző, további törlőkendők és különféle szerszámok, melyek hasznosak az adatgyűjtési folyamatnál, illetve az üveg és az ablakrendszer vizsgálatánál.