

NÄHTAMATUNA SILMAPAISTEV,
OLEMATUNA RUUMELOOV,
KAITSVANA VAATEID VÕIMALDAV,
LÄBIPAISTVANA LÄBITUNGIMATU,
ÕHUKESENA SOOJAPIDAV,
KATKIMINEVANA TURVALINE –
KLAAS ON VÄLJUNUD RAAMIDEST NII
FÜÜSILISELT KUI LÜÜRILISELT...

PILLE NAGEL, ARHITEKT



Pille Nagel
ARHITEKT

KLAAS – ÜLLATAV JA ARENEV

VALGUSLUUGIST KLAASMAJANI

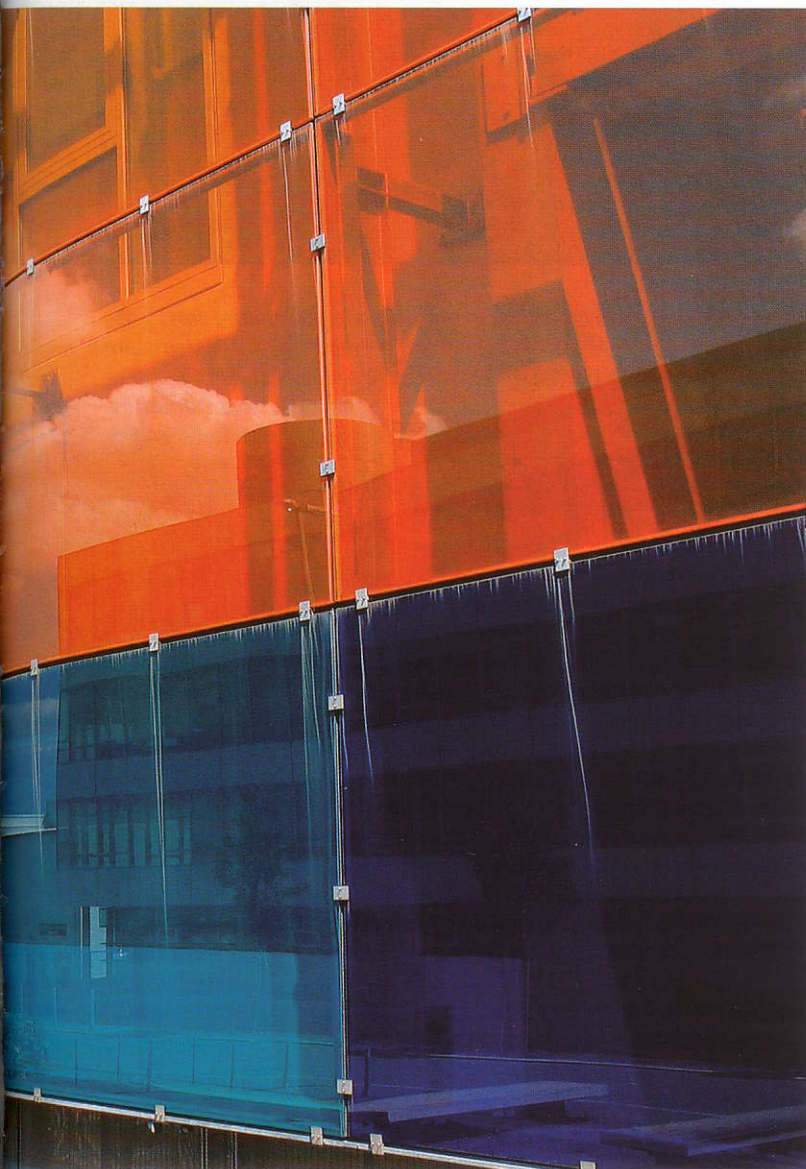
Akna suurus elamus, mõtlen siin eelkõige traditsioonilist elamut, on algul enim sõltunud klaasitegemise oskustest ja klaasi hinnast. Niikaua kui klaasi tehti puhudes, silindri kujust löigates ja taas leheks sulatades või pööritades kettaks puhudes, oli see kallis käsitöö. Akende suurus, kuju ja asend on pidanud arvestama ka klaasi kehva soojapidavust ja klaasilehe suurust ning kergest purunemist.

Tänaseks on tänu tehnoloogide ja tootjate ponnistustele klaasist saanud tõeline *hi-tech* toode. Tunneb, et pea kõigist klaasi halbade omadustest on jagu saadud ja tehnoloogilised piirangudki on kadunud. Klaasikasutuse ulatus sõltub üha rohkem maja eesmärgist, stiilist ja mugavustootlustest. Kui on vaja luua meeleolu, siis palun - klaas laseb mänglevalt kujundada loodusega ühtesulavaid, piimjalt kumavaid, kunstiliselt raskilisi või skulptuurseid/geomeetrilisi maju. Kui on soov reguleerida valguse ja soojuste läbikulgemist, siis intelligentsed klaashooned võivad seda teha juba ise, tumendades klaase või automaatselt katteid sulgedes-avades. Kui on huvi kogeda midagi tõeliselt üllatavat ja erutavat, siis proovige klaas-treppe, põrandaid, piirdeid ja vaadake taevast läbi klaasialadel klaas-katuste!





- ◀ Aken muutumises - viis, kuidas valgus ruumi tuua, võib olla väga eriline. Piimjas söövitatud klaas jagab valgust läbi topeltfassaadi ja valguslae. Arhitekt Peter Zumthor
- ▶ Klaas tungib aladele, kus seda varem oleks raske ette kujutada - pink Euroglas klaasitehase ees.



SOOJAPIDAVAMA KLAASI POOLE

Klaasitehnoloogide ja tootjate suurim töö on käinud siiski selle nimel, et välja töötada **energia-säästlikku** klaasi – sellist klaasi, mis võimaldab päikesesoojusel siseneda, laskmata toasoojust välja. Poole sajandi taguste esimeste modernistlike klaashoonete ehmata kogemus - suvel ruumides kuum, talvel külm -, need nõ. kasvuhoo- neprobleemid on olnud selle arendustöö liikumapanijaks. Praegu enam akna suurust kartma ei pea, sest klaasile lisatavad spetsiaalsed õhukesed kattedkihid (saadakse selektiivklaas) on suutelised vähendada talviseid soojuskadusid läbi akende ja vältima ülemäärast suvise päikesesoojuse sissepääsu. Selektiivklaasidega klaaspaketid saavad veelgi tõhusamaks, kui klaaside vahe täidetakse õhust raskema gaasiga (argoon või krüptoon).

Kui arvestada kogu aasta jooksul päikesest saadavat tasuta energiat, siis võivad tavaline sein ja klaassein sisekliima ja energiakulu poolest juba samaväärsedki olla. Võidujooks soojapidavama klaasi poole aga kestab. Klaaspakettide

- ◀ **Värviline vaiklaminaatklaas ja napid kinnitusklambrid – kas siit võiks saada meeleoluka ja kaasaegse veranda idee? Arhitekt Rüdiger Lainer.**

FOTOD: PILLE NAGEL

soojapidavusrekord ($U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$) on sealmaal, et võimaldaks teha läbipaistvat klaasmaja, mille klaasseinad on soojapidavamad kui Eesti norm välisseina soojapidavusele. See kallihinnaline klaasistruktuur pole siiski tarbijahuvi veel leidnud.

Eesti kliimas on oht, et liiga soojuskindla klaaspaketi välispinnale võib (kevaditi ja sügiseti) tekkida kondensaati. Selle vältimiseks võib akendes ja klaaskatustes kasutada elektriga köetavaid klaaspakette. Elektriga soojendatav klaaspakett lisab ruumi sisekliimale mugavust, kaotades külma õhu liikumise klaasi sisepinnal. Klaaskatuste puhul on elektrikütte kohuseks sulatada lumi ja jää.

Soojapidavateks klaasenteiks on otsitud teisigi lahendusi. Kahe klaasi vahelist ruumi saab täita läbikumavate isolatsioonimaterjalidega nagu akrüül-, polükarbonaat- või kvartsvaht (kärg). See on teema, mis on pakkunud mõtlemisainet nii tehnoloogidele kui väljakutset arhitektidele ja mõnedki eksperimentaalmaajad on juba sündinud.

KLAAS VÄLJUB RAAMIDEST JA LAIENDAB KASUTUSPINDA

Ehituslikust küljest vaadates võib öelda, et klaas on materjalina iseisvusvõimeline. Tänu karastamise ja lamineerimise tehnikatele ja uutele klaasikinnitusviisidele ei vaja klaas tahvel enam tingimata raamimist. Tugevdatud klaasist – **tarindiklaas**

sist – saab ehitada lennukaid klaaskatuseid, õhulisi klaastrepe, nähtamatuid piirdeid jne. Klaas on rakendatav ka talana või postina ning juba ongi ehitatud üleni klaasist hooneid. Julgete klaaskonstruktsioonide projekteerimine on aga ehituskonstruktoritelgi veel uus teema. Klaasi tehnoloogiliste omaduste ja tarindusviiside kohta on vähem teada kui tavaliste materjalide kohta.

Klaasfassaadid on viimasel aastakümnel teinud tugeva arengu raamidest vabanemise suunas. Varem domineerinud, monotoonsena tunduv klaasfassaadide võrgulaadne ruutraamistus hakkab taanduma ja teed andma vaevumärgatavate klambritega, punkt-kinnitustega või koormustaluva silikooniga liimitud klaasiga lahendustele. Klaastahvleid pannakse ka siinidel liuglema ja ribidena pöörlema. Elamute puhul töötavad need hästi talveaedades ja klaasitavates rõdudes, kus need loovad kliimat pehmemdava puhvertsooni, kuid samas ei ole vaadetele takistuseks.

TURVALISEM, TULD JA MÜRA TÕKESTAV KLAAS

Karastamine ja lamineerimine on avanud klaasile terve hulga kasutusvõimalusi seal, kus see varem võimalik polnud. Mõlemad tehnikad on aluseks **tuletõkkeklaaside** ja **turvaklaaside** tegemisel. Selleks lamineeritakse kokku mitmeid klaasikihte ja kombineeritakse vahekihtidega. Tuletõkkeklaaside puhul on karastatud klaasi kihtide vahel spetsiaalne läbipaistev kuumust absorbeeriv (neelav) geel. Turvaklaase koostatakse vaheldumisi asetatavatest klaasi ja kilekihtidest. **Mürasummutuseks** täidetakse klaaside vahe elastse müra absorbeeriva silikaatgeeliga.

KARDINATEST JA LUUKIDEST KAMEELEONKLAASIDENI

Akendega on (vähemalt kodu puhul) läbi aegade kaasnenud kardinaid, rulood või luugid. Nende abil saab valgust ja vaateid traditsiooniliselt "reguleerida". Koos klaasipindade suurenemisega on ka varjesüsteemid muutunud. Selleks võivad nüüd olla välised rulood, ribavarjed või ribiseinad. Arhitektid on hakanud viimaseid meelsasti kasutama, sest nendega saab fassaade vaheldusrikkamaks ja elavamaks muuta.

Karastamisel kuumutatakse klaastahvel ca 650°C-ni (voolavuspiirini) ja jahutatakse seejärel kiiresti külma õhuga maha. See muudab klaasi mitu korda tugevamaks kui tavaline klaas. Karastamine mõjutab ka klaasi käitumist purunemisel - tugeva puhul murdudes pudeneb klaas väikesteks ohututeks tükkideks. Lisaks peab karastatud klaas hästi vastu kuumusele ja talub temperatuuri kuni 275°C.

Lamineeritud klaas koostatakse kahest või enamast klaasikihist, neid plastkile abil ühendades. Kile sulatatakse klaasikihtidega kokku suure rõhu all ja kõrgel temperatuuril. Laminaatklaas on sama läbipaistev nagu tavaline klaas, sest plastkilel on sama murdumisnäitaja mis klaasilgi. Lamineerimine muudab selle ohutumaks. Kui klaas läheb katki, hoiab plastkile seda koos ja killud ei lenda laiali. Nii välditakse ka aknast väljakukkumise ohtu. Karastatud klaasi lamineerides ühendatakse mõlema klaasitüübi omadused.





▶ **Tarindiklaas** annab võimaluse vormimänguks – efektne lainetav klaasvorm, mida hoiavad vibujad metallkronsteinid. Topelfassaad tekitab korteritele väikesed “talveaiad”.



▶ **Musterdatud klaasist rõdude tsoon** annab korteritele valgusrikka lisatoo, tänavafassaadi looritatud rõdueluga rikkuma ei kipu. Arhitektuuribüroo Delugan + Delugan-Meissl.

▶ **Must klaas** tekitab kaarja fassaadi peal põneva kajaefekti, seest väljavaatamisele ta takistusi ei tee. Piimjas topelfassaad reedab alles pimeduse saabudes ja ruumitulede süttides, et kohakuti asuvad fassaadid on erinevad. Arhitektuuribüroo Herzog & de Meuron.

◀ **Kardinad ja taimed** – traditsioonilised varjed, aga uuel ja värskel moel. Visuaalne kontakt ümbritseva loodusega on soovi korral maksimaalne. Arhitektuuribüroo Herzog & de Meuron.

Suurte klaaspindade puhul ei saa aga üle klaaside enda osalusest. Tootjad pakuvad erinevaid päikesekaitseklaase, mis on siis valmistatud kas värvilisest klaasimassist või tehtud kirkale klaasile kattekihte lisades. Massvärvitud klaasid vähendavad päikese soojusenergia läbilaskvust, sest neelavad osa soojusest ise. Kui tõhusalt klaas päikese eest kaitseb, oleneb klaasilehe paksusest ja toonist. Tõhusamad klaasid on tumedamad ja üldjuhul on need ka vähem valgust läbi laskvad. Valiku tegemisel on klaasi toon ka tähtis – hakkab see ju maja arhitektuuris vähem või rohkem kaasa rääkima. Tänapäevane klaasitehnoloogia

võimaldab teha ka klaase, kus valguse läbilaskvus on muutuv, kas siis valguse hulgast sõltudes või seda elektriliselt reguleerides.

Fotokroomne klaas tumeneb intensiivses valguses ja muutub läbipaistvaks hämaras.

Elektrokroomset klaasi on elektri abil võimalik muuta peaaegu klaasjast selgest olekust üsna napi läbipaistvusega tumesinakaks. Materjali värvuse ja koos sellega valguse ja päikeseenergia läbivuse saab juhtimpulsi abil kiiresti sobivaks seada. Hoone klaasid on juhtme kaudu ühendatavad kontrollseadmega, mis võimaldab teda “lülitada” näiteks viide läbipaistvusastmesse.

Läbipaistmatust läbipaistvaks on võimeline muutuma **vedelkristallklaas** - see on lamineeritud klaas, kus klaaside vahel on vedelkristallkiile. Vedelkristallile rakendatud elektripinge orienteerib molekule ja muudab sellise klaasi läbipaistvust.

LÄBIPAISTVAST LÄBIKUMAVAKS

Maja täielik läbipaistvus võib olla eraldi eesmärgiks. Selline loodusega silmsidemise võimalus on tore pargis asuva hoone puhul, linnatingimustes võib see osutada häirivaks. Valgusküllust võib ihaleda ka rahulikumas vormis, ilma läbinähtavuse või läbipaistvusest. Mattklaasi, mustriklasi, klaas-

plukke või -paneele kasutavad fassaadid lasevad ruumi pehmet, piimjat, hajutatumat valgust, mis võib olla eriti sobiv kunsti eksponeerimiseks. Selline klaas sobib näiteks puhkeruumi, studio või salongi seinaks. Vaate looritamise vajadus on laienenud siseruumidesse. Avarama ruumitunde ja valguskülluse saavutamiseks soovitakse ka vaheseintes kasutada klaasi, samas ei ole läbipaistvus ja läbivaadatavus kogu aeg talutav.

Läbikumavateks seinteks on mitmeid võimalusi. Lihtsaim võib tunduda klaasi **liivmatistamine**, kuid selline pind ei sobi välistingimustesse ja seda tuleb vahatada seal,



▲ Siin on tegemist "majaga talveaias". Klaas loob ühelt poolt kliimapuhvri, teisalt aitab eksponeerida põnevat-õhulist puitkonstruktsiooni. Arhitektuuribüroo Petzinka + Pink.

▲ Puit ja klaas – ruumi ühtlaseks valgustamiseks mõeldud ribaaknad proovivad alluda puitfassaadi tarindusloogikale. Arhitektuuribüroo Berger + Parkkinen.

kus ta määrduka võib. Keemilise matistuse tegemiseks ehk **söövitatud klaasi** saamiseks töödeldakse klaasi pinda spetsiaalse happega ja saadakse piimjas läbikumav klaas. Liivaga matistatud klaasi ilme on ka **opaalkilega lamineeritud klaasil**, mille välispinnad on siledad.

Läbikumavate välisseinte ehitamiseks kasutatakse ka **klaasplokke** ja **klaaspaneeli** (U-profiiliga piklikud klaaselemendid). Mõlemad on valatud klaasist ehituselemendid. Kui klaasplokk on valmistatud kahest pooldest ja hermeetiliselt suletud, siis U- profiiliga klaas võimaldab erineval viisil seina

moodustamist. Korruse kõrguse klaaspaneeli kanalisse on proovitud paigaldada ka läbikumavat soojustusmaterjali.

FASSAADID MUSRILISEKS JA VÄRVILISEKS

Põnevaid tulemusi võib saada klaasfassaade kunstiga rikastades. **Rastertrükiga ehk siiditrükimustrilised klaasid** võivad olla ühtaegu päikesekaitseks ja dekoratiivsuse lisajaks. Muster kantakse klaasile ühe- või mitmevärvilises siiditrükis ja klaas läbib hiljem karastusprotsessi. Värv põletatakse välimise klaasipinna sisse, mille tulemusena muutub see äärmiselt vastupidavaks igasugustele kliimatilistele ja mehaanilistele mõjuritele. Mustreid võib kanda kahe klaasikihi vahele lamineeritavatele kiledele siiditrükis või spetsiaalse printeriga. Juba on aga ka otse klaasile printima hakatud. Digitehnika võimaldab klaasile (ja kilele) kanda suurepärase kvaliteediga värvipilte, on varasemate tehnoloogiatega võrreldes kiirem ja vähem ettevalmistusi nõudev ning võimaldab peenemaid värvinüansse ja fotograafilist täpsust.

Ka värviline klaas võib fassaadil olla aktsendiks ja meeleoluloojaks. Rõdu- või aknapiirdena peab klaas olema turvaline ja siin saab lahenduseks olla **kile- või vaiklaminaatklaas**. Värviliste PVB-kiledega lamineeritud klaasi saab teha väga paljudes erinevates toonides. Värviliste vaikudega lamineerimisel saadav tulemus on intensiivsem kui kilega lamineerimisel, raskem on aga eri partiide puhul saada täpselt sama tooniga klaasitahvleid.

Fassaadide mitteläbipaistvate osade kujundamiseks võib kasutada **taustvärvitud klaasi**. Peamiselt paigaldatakse klaas taustvärvitud pinnaga sissepoole. Toonivarjundid ja peegeldusaste sõltuvad baasklaasi tüübist ja emailkatte toonist.

TOPELTFASSAAD, INTELLIGENTSED KLAASFASSAADID

Kavalaid ja väidetavalt keskkonnasõbralikke fassaade on loodud klaasiste topelfassaadidena. Selliseid lahendusi nimetatakse ka "intelligentseteks klaasfassaadideks", sest fassaadid suudavad muutuvates kliimaoludes erinevalt "käituda". Ökoloogilisteks eesmärkideks on vähendada hoonete energiakulu, ideaalsel juhul nullini viia. Kütmi-

seks, jahutamiseks, ventileerimiseks ja valgustamiseks kasutakse siin maksimaalselt looduslikke, taastuvaid energiaallikaid nagu päikese-kiirgus, õhuvood ja maaküte. Kõrgemate hoonete topelfassaade pannakse hoonete sisekliima toimimises kaasa mängima erinevatel viisidel. Väline klaasfassaad võib olla automaatselt lahtikeerduvate klaasribidena, mis aitavad loomulikku tuulutust korraldada ja suvel liigset päikest tagasi peegeldada. Kahe fassaadi vaheline šaht võib toimida ka nõ. ventilatsioonikorstanana, kus päikeses soojenev õhk ülespoole tõustes imeb ruumidest kaasa saastunud õhu. Ka eramute juures saab klaasi abil päikesearhitektuuri võtteid rakendada - majade soojendamiseks ehitatakse klaassein tumeda soojust akumuleeriva välisseina ette või luuakse talveaia abil majadele kliimaatiline puhvertsoon.

AKEN EI KAO VEEL

Klaasi tehnoloogilised arengud on hakanud raputama ka veidi tardunud ettekujutust akendest ja nüüd, kus klaasiava fassaadi sisse integreerimine on mitmeti võimalik, kutsub see arhitekte vahel ka akendega "vallatusi" tegema. Uutest ja uljastest lahendustest võib jääda mulje, et aken on muutumas klaasseinaks ja muid materjale kõrvale tõukamas. Tegelikult elu nii klaasilembene ei ole. Soomes on mõni aasta tagasi kulmineerunud klaasmajade buum juba jähnenemas. Fassaadide pesuks kulunud summad on pannud majajärel mõtlema. Lääne-Euroopa rikkamates riikides ehitatavad topelfassaadid, need nõ "intelligentsed lahendid" on nii kallid, et nendega saavad praegu oma keskkonnasõbralikkust väljendada vaid jõukad firmad.

Aken ei kao, see muudab vaid vormi. Põhjamaises kliimas tasub mitmel põhjusel klaasiga piiri pidada. Traditsiooniliselt on valgus meile tähtis. Maja kavandamisel arvestame alati päikese päevateekonna ja päikesekiirte langemise nurgaga. Nii saab valgust piisavalt püüda ja peegeldada tummade seinapindade ja valitud suuruse ja kujuga klaasiavade vaheldumisega. Valgus pääseb paremini mõjule, kui ka varju, tumma seinapinda. Sama on materjalikooslustega. Kahe materjali dialoog on tihti põnevam kui ühe liigne domineerimine.