

Solarnotermično aktiviran fasadni panel (STAF Panel)

Tehnična specifikacija

Delovni paket 1: A.T1.1

Dosežek: D.T1.1.1 Tehnična specifikacija

Kazalo

1. TEHNIČNA SPECIFIKACIJA – RAZVOJ SOLARNOTERMIČNO AKTIVIRANEGA FASADNEGA PANELA	1
1.1. Izhodišče	1
1.2. Razvojni pristop	1
1.3. Koncept STAF panela	2
2. GREDBENO TEHNOLOŠKA IZHODIŠČA	3
2.1. Pravna izhodišča	3
2.2. Pravne zahteve glede na OIB smernice:	7
2.3. Strukturne zahteve za visoke gradnje	18
2.4. Arhitektonske zahteve	21
3. TERMIČNA IZHODIŠČA	23
3.1. Toplotno tehnična izhodišča	23
3.2. Način funkcioniranja STAF panela	23
3.3. Specifikacija medija (Fluida/tekočine)	24
3.4. Učinkovitost zbiralnika	25
3.5. Smer tekočinskih kanalov in preseki kanalov	26
3.6. Premazi absorberja STAF panela	30
3.7. Pokrovi za absorber STAF panela	30
3.8. Smer namestitve STAF panela	30
3.9. Maksimalna temperaturna razlikja	31
3.10. Integracija fotovoltaike (hibridna uporaba, PV/T)	31
3.11. Področja uporabe	31
4. TEHNOLOŠKI ASPEKTI PREOBLIKOVANJA KOVINE	32
4.1. Opis procesa – Roll-Bonding	32
4.2. Izgradnja / Razvoj primerne FEM-modela	35
4.3. Določanje značilnosti materiala za simulacijo oblikovanja	37
4.4. Dizajn komponent STAF-panela	38
KAZALO LITERATURE	39
KAZALO SLIK	41

1. Tehnična specifikacija – Razvoj solarnotermično aktiviranega fasadnega panela

Tehnična specifikacija je dokument, v katerem se razvijajo naslednji parametri za proizvodnjo solarno termično aktiviranega fasadnega panela (STAF panel):

Trenutno stanje tehnike; Gradnja fasadnih ovojev iz kovinskih materialov, s poudarkom na aluminiju in njegovih zlitinah, ki so običajne v gradbeništvu; Gradbena fizika: toplotna izolacija, zaščita pred vlago, zvočna izolacija, protipožarna zaščita, zrakotesnost; Fasadna tehnologija: pritrditev, podkonstrukcija, spajanje tehnike za povezovanje plošč med seboj, odprtine (okna, odvod dima); Strukturna obnašanje plošče pod različnimi obremenitvami, prevleke (arhitekturne in sončne toplotne zahteve), zaščitne plasti; Ustrezni standardi in smernice; Analiza življenjskega cikla plošče; Donosnost energije na m² fasadnega elementa, stopnja rabe energije (prehodni izračun poletje / zima), mejni pogoji za klimatske pogoje na lokaciji; Ogrevanje in hlajenje stavbe v povezavi s toplotno črpalko; Podpora za ogrevanje vode v stavbi.

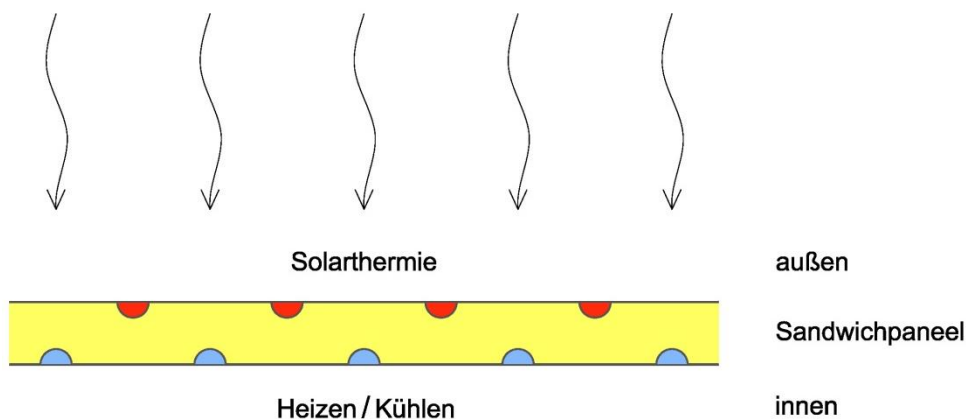
Tehnična specifikacija je osnova za izvajanje nadaljnjih aktivnosti.

1.1. Izhodišče

Tradicionalno se v gradbeništvu uporabljajo predvsem sendvič plošče - še posebej v industrijski in hladilnici - milijone stroškovno učinkovitih, pripravljenih za montažo elementov za oblikovanje toplotne ovojnice na stenskem in strešnem področju. Uporabljene sendvič konstrukcije so sestavljene iz izolacijskega jedra, večinoma iz penastega poliuretana (PU), redkeje iz mineralne volne (MV) ali ekspaniranega polistirena (EPS) in dveh tankih, kovinskih pokrivnih slojev iz jeklenih ali aluminijastih plošč.

1.2. Razvojni pristop

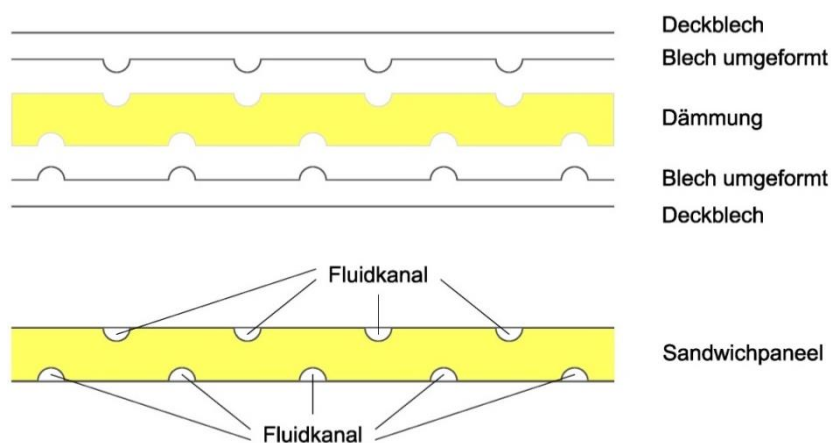
Delni razvoj površine plošče za proizvodnjo sončne energije na zunanji strani na eni strani, in toplotna klimatizacija (ogrevanje ali hlajenje) notranjosti na drugi strani, predstavljajo osrednjo idejo projekta Interreg "ABS Network" (slika 1). Razvoj rešitev za integracijo energetske konvertorskih sistemov v ovoj stavbe (ključna beseda "sončne fasade"), hkrati pa ob upoštevanju arhitekturnih vidikov ustreza trenutnim trendom v sodobni fasadni konstrukciji. S funkcionalno prepričljivimi in ustvarjalno prefinjenimi sendvič fasadami so, poleg klasične industrijske gradnje, možne tudi druge aplikacije, kot so npr. pisarniški prostori, stanovanja, šole itd.



Slika 1: sendvič plošča s fluidnimi kanali za pridobivanje energije na zunanji strani in kondicioniranje notranjih prostorov na notranji strani.

1.3. Koncept STAF panela

Za energijsko aktiviranje se zunanji kovinski pokrivni sloji sendvič plošče modificirajo tako, da se naredijo tako, da se tvorijo natančno določene votline - tako imenovani fluidni kanali (slika 2). Trenutno je metoda "roll-bonding" "najsodobnejša" - poseben postopek oblikovanja pločevine, ki ga Talum d.d. proizvaja za proizvodnjo uparjalnikov za hladilnike (izparilniki valjev), uporabljajo pa se tudi za proizvodnjo absorber plošč za ploščate kolektorje.



Slika 2: Sestava sendvič plošče (štiri plasti): vsaka ravna in ena oblikovana pokrivna plošča oblikuje fluidne kanale

2. Gradbeno tehnološka izhodišča

2.1. Pravna izhodišča

Da bi zagotovili dosledno visoko kakovost konstrukcij - v primeru STAF panela to specifično pomeni ovoj stavbe (streha in stena) - je treba izpolniti veliko število zahtev. Te so šifrirane po prednostnih nalogah EU, direktivah EU, nacionalnih zakonih, evropskih in nacionalnih standardih ter tehničnih predpisih (na primer tehničnih standardih ali tehničnih informacijah). Poleg tega se lahko dogovorijo tudi o posebni dogovori - kot dodatne zahteve - med strankami (npr. kupcem in prodajalcem).

Uredba EU:

Uredba EU je akt Evropske unije s splošno veljavnostjo in neposrednim učinkom v državah članicah. Na področju gradbeništva je treba v zvezi s tem omeniti uredbo EU o gradbenih proizvodih, ki ustvarja usklajene pogoje za trženje gradbenih proizvodov po vsej EU. Preden je gradbeni proizvod na voljo na trgu EU, je treba pripraviti "izjavo o zmogljivosti", če je gradbeni proizvod zajet v "usklajenem standardu" ali če je za to izdana "evropska tehnična ocena".

V uredbi EU o gradbenih proizvodih z dne 9. marca 2011 je v prilogi 1 opredeljena osnovna zahteva za strukture (zaščitni cilji), kot sledi [1]:

Strukture morajo biti primerne za njihovo predvideno uporabo kot celoto in v njegovih delih, pri čemer se upoštevajo zlasti zdravje in varnost oseb, vključenih v celoten življenjski cikel del. Strukture morajo izpolnjevati te osnovne zahteve v zvezi z gradnjo za običajno vzdrževanje v komercialno sprejemljivem časovnem obdobju.

- Mehanska trdnost in stabilnost
- Protipožarno zaščito
- Higiena, zdravje in varstvo okolja
- Varnost in dostopnost med uporabo
- Zvočna izolacija
- Varčevanje z energijo in toplotna zaščita
- Trajnostna raba naravnih virov

Izvajanje v nacionalni zakonodaji:

Odgovorni za gradbenimi predpisi in vrsto povezanih predpisov v Avstriji je devet dežel, kar je v preteklosti pripeljalo do tega, da so gradbeni predpisi lahko močno razlikujejo, glede na posamezno lokacijo.

Usklajevanje gradbenih predpisov smernic OIB so, funkcionira kot platforma za usklajevanje avstrijskih dežel na področju gradbeništva, utemeljena pa je s strani avstrijskega inštituta za gradbeno tehnologijo. Smernice OIB so strukturirane v skladu z osnovnimi zahtevami za zgradbe Uredbe o gradbenih proizvodih. vendar le za osnovne zahteve "Trajnostna raba naravnih virov". Dežele lahko določijo smernice OIB v svojih gradbenih predpisov in se vežejo na primere dobre prakse v vseh deželah. Smernica OIB se lahko opusti, glede na določbe ustreznih predpisov dežel, če gradbinec

dokazuje, da je raven zaščite dosežena, kot v skladu s smernicami OIB. To pomeni, da je potrebno zagotoviti prožnost za inovativne arhitekturne in tehnične rešitve [2].

Direktive EU:

V nasprotju s predpisi EU direktive EU niso neposredno učinkovite in zavezujoče, vendar jih mora nacionalna zakonodaja prenesti, da bi bila učinkovita. Na posamezne države članice je, kako izvajajo direktive. Torej imate nekaj maneverskega prostora pri izvajanju direktive. Če pa direktiva zahteva uvedbo posebnih pravic ali obveznosti, mora nacionalna zakonodaja, ki je namenjena njihovem izvajanju, ustvariti posebne pravice ali obveznosti.

Na področju gradnje je v tem kontekstu treba omeniti Direktivo o stavbah EU 2002/91 / ES o energetske učinkovitosti stavb - imenovana tudi Direktiva o energetske učinkovitosti ali direktiva o stavbah EU [3]. Ker se približno ena tretjina porabe energije v Evropski uniji porabi v gradbenem sektorju (pri ogrevanju prostora ali hlajenju prostora, ogrevanju vode in razsvetljavi), je direktiva EU o zgradbah namenjena povečanju energetske učinkovitosti stavb. EU si je zastavila cilj, da do leta 2020 prihrani 20% porabe primarne energije. Da bi dosegli ta cilj, je treba zmanjšati porabo energije v stavbah v Evropi. Direktiva vsebuje zahteve glede

- Metode za izračun integrirane energetske učinkovitosti stavb
- Minimalne zahteve za energetske učinkovitost novih stavb
- Minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti obstoječih velikih stavb in stavb, ki so predmet večje prenove
- izdelava prehodov na energetske učinkovitost stavbe (energetske izkaznice)
- Redni pregledi kotlov in klimatskih naprav v stavbah in pregled celotnega ogrevalnega sistema, če so njihovi kotli starejši od 15 let.

Le nekaj let po njeni objavi je bila spremenjena Direktiva EU o stavbah o stavbah iz leta 2002 o energetske učinkovitosti stavb in sprejeta je bila tako imenovana "Direktiva o stavbah" 2010/31 / EU [4]. Smernice vključujejo naslednje nove zahteve

- Opredelitev metode izračuna
- Minimalne zahteve za nove in obstoječe stavbe in tehnične gradbene sisteme
- Določitev, da se od leta 2020 lahko zgodi le še več NZEB
- Optimalni stroški kot ključno merilo
- vzorec javnih organov
- usposobljenost institucij, ki izdajajo izkaznice in preverjajo, uvedbo neodvisnega nadzornega sistema
- Prilaganje tehničnemu napredku, sankcije

Izvajanje v nacionalni zakonodaji:

Avstrijski inštitut za gradbeno tehniko je pripravil OIB smernico 6 - varčevanje z energijo in toplotno zaščito v izdaji za leto 2015, pa tudi dokument OIB o opredelitvi najmanjše gradnje energije in opredelitvi vmesnih ciljev v nacionalnem načrtu za direktivo o stavbah 2010/31 / EU. Izvajanje Direktive EU o zgradbah je potekalo po zvezni in državni zakonodaji. Na primer, smernice OIB so bile razglašene za zavezujoče v ustreznih predpisih o graditvi stavb.

Medtem ko zakoni ali predpisi vedno določajo cilje usmerjene zahteve (npr. Cilje zaščite), smernice OIB vključujejo zahteve glede učinkovitosti na tehnični ravni, vendar ne vključujejo obveznih metod ali rešitev za izvajanje. Te so opredeljene s standardi in drugimi tehničnimi predpisi. [5]

Evropske in nacionalne norme:

ÖNORM je nacionalni standard, ki ga je objavil Avstrijski inštitut za standardizacijo. ÖNORM so prostovoljni standardi, ki jih pripravljajo v odborih za standarde (odbori) na avstrijskem Inštitutu za standarde. Njihov razvoj spodbujajo zainteresirane stranke ali jih sprejme kot nacionalni standard v okviru evropske in mednarodne standardizacije (npr. CEN, ISO). ÖNORM izdaja Avstrijski inštitut za standarde.

V zvezi z načrtovanjem, izdelavo, namestitvijo in delovanjem STAF panela je treba upoštevati naslednje (avstrijske in evropske standarde) tehnične predpise v njihovi trenutni različici:

- ÖN EN 1990: Eurocode - Osnove gradbenega inženirstva
- ÖN B 1990: Eurocode - Osnove konstrukcijskega oblikovanja - nacionalne specifikacije in dodatki
- ÖN EN 1991: Eurocode 1 – Vplivi na strukture
- ÖN B 1991: Eurocode 1 - Vplivi na strukture - nacionalne specifikacije in dodatki
- ÖN EN 1998: Eurocode 8 - Oblikovanje struktur proti potresom
- ÖN B 1998: Eurocode 8 - Oblikovanje struktur proti potresom - nacionalne specifikacije in pojasnila
- ÖN EN 1999: Eurocode 9 - Izračun in načrtovanje aluminijastih konstrukcij
- ÖN B 1999: Eurocode 9 - Izračun in načrtovanje aluminijastih konstrukcij - nacionalne specifikacije, pojasnila in dodatki
- ÖN EN 1090: Izvedba jeklenih konstrukcij in aluminijastih konstrukcij
- ÖN B 2110: Splošni pogoji naročila za gradnje - Pogodbeni delovni standard

- ÖN B 2221: Bauspenglerarbeiten - Werkvertragsnorm
- ÖN B 2225: obdelava kovin, izdelava jeklenih in aluminijastih konstrukcij ter protikorozijsko delo - pogodba o delovnem standardu
- ON B 2230-1: barvanje in premazov - 1. del: premaz za les in lesne izdelke, kovine, plastike, zidane, omet, beton in lahkih plošč - pogodba o delu standardni
- ÖN B 3419: Načrtovanje in izvedba strešnih in stenskih oblog
- ON B 3521-1: načrtovanje in izvedba strešnih kritin in stenskih oblog iz kovine - 1. del: Bauspenglerarbeiten - iz obrtnih
- ON B 6000: Industrijsko izdelani izolacijski material za toplotno in / ali zvočno izolacijo v stavbah - vrste izdelkov, zahteve glede energetske učinkovitosti in uporabo sredstev
- ÖN B 8110: Toplotna izolacija v gradbeništvu
- ÖN B 8115: Zvočna izolacija in akustika v stavbah
- ÖN DIN 18202: Tolerance v gradbeništvu - strukture
- ÖN EN 508: strešna kritina in stenske zajema izdelke iz pločevine - specifikacija za samonosno strešnih izdelkov iz jekla, aluminija ali nerjavečega jekla, pločevine
- ÖN EN 1264: Prostorski integrirani sistemi ogrevanja in hlajenja s pretokom vode
- ÖN EN 12828: Ogrevalni sistemi v stavbah - Načrtovanje ogrevalnih sistemov s toplo vodo
- ÖN EN 12975: Termični sončni sistemi in njihovi sestavni deli - zbiralniki
- ÖN EN 13162: Izdelki za toplotno izolacijo stavb - Izdelki iz tovarne na osnovi mineralne volne (MV) - Specifikacija
- ÖN EN 13165: Toplotnoizolacijski proizvodi za stavbe - Proizvodi iz poliuretanske pene (PU) - Specifikacija
- ÖN EN 13501: Klasifikacija gradbenih proizvodov in vrste požarnega vedenja
- ÖN EN 14509: samonosilne sendvič plošče z dvostranskimi kovinskimi premazi - tovarniško izdelani izdelki - specifikacije
- ÖN EN 14782: samonosilni strešni in stenski elementi za notranjo in zunanjo uporabo pločevine - specifikacije in zahteve za izdelke
- Posebno pravilo za gradbena dela 2. del: Krovna in stenska obloga (stenske obloge) iz velikih, industrijsko izdelanih kovinskih elementov

2.2. Pravne zahteve glede na OIB smernice:

Kar zadeva toplotno-tehnične zahteve za komponente za prenos toplote, OIB-RL 6: 2015 (Slika 3) za nove stavbe za stene z zunanjim zrakom je največji dovoljeni koeficient prenosa toplote $U_{\max, \text{zul.}} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$. Za strehe (pokončne strehe, ravne strehe itd.) je določena skladnost z največjim dopustnim koeficientom prenosa toplote $U_{\max, \text{zul.}} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Strehe, ki imajo kot nagiba najmanj 60° glede na vodoravno ravnino, so opredeljene kot stene glede na največji koeficient prenosa toplote, ki ga je treba vzdrževati [6].

	Bauteil	U-Wert [W/m ² K]
1	WÄNDE gegen Außenluft	0,35
2	WÄNDE gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume	0,35
3	WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume) sowie gegen Garagen	0,60
4	WÄNDE erdberührt	0,40
5	WÄNDE (Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten oder konditionierten Treppenhäusern	0,90
6	WÄNDE gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50
7	WÄNDE kleinflächig gegen Außenluft (z.B. bei Gaupen), die 2 % der Wände des gesamten Gebäudes gegen Außenluft nicht überschreiten, sofern die ÖNORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird	0,70
8	WÄNDE (Zwischenwände) innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	–
9	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft ⁽¹⁾	1,40
10	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Nicht-Wohngebäuden (NWG) gegen Außenluft ⁽¹⁾	1,70
11	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen Außenluft ⁽²⁾	1,70
12	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft ⁽²⁾	2,00
13	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽²⁾	2,50
14	DACHFLÄCHENFENSTER gegen Außenluft ⁽³⁾	1,70
15	TÜREN unverglast, gegen Außenluft ⁽⁴⁾	1,70
16	TÜREN unverglast, gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽⁴⁾	2,50
17	TÖRE Rolltore, Sektionaltore u. dgl. gegen Außenluft ⁽⁵⁾	2,50
18	INNENTÜREN	–
19	DECKEN und DACHSCHRÄGEN jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt) ⁽⁶⁾	0,20
20	DECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽⁶⁾	0,40
21	DECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten ⁽⁶⁾	0,90
22	DECKEN innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten ⁽⁶⁾	–
23	DECKEN über Außenluft (z.B. über Durchfahrten, Parkdecks) ⁽⁶⁾	0,20
24	DECKEN gegen Garagen ⁽⁶⁾	0,30
25	BÖDEN erdberührt ⁽⁶⁾	0,40

(1) ... Für Fenster ist für den Nachweis des U-Wertes das Prüfnormmaß von 1,23 m × 1,48 m anzuwenden, für Fenstertüren und verglaste Türen das Maß 1,48 m × 2,18 m.

(2) ... Für großflächige, verglaste Fassadenkonstruktionen sind die Abmessungen durch die Symmetrieebenen zu begrenzen.

(3) ... Für Dachflächenfenster ist für den Nachweis des U-Wertes das Prüfnormmaß von 1,23 m × 1,48 m anzuwenden.

(4) ... Für Türen ist das Prüfnormmaß 1,23 m × 2,18 m anzuwenden.

(5) ... Für Tore ist das Prüfnormmaß 2,00 m × 2,18 m anzuwenden.

(6) ... Für Decken und Böden kleinflächig gegen Außenluft darf für 2 % der jeweiligen Fläche der U-Wert bis zum Doppelten des Anforderungswertes betragen, sofern die ÖNORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird.

Slika 3: Zahteve za komponente za prenos toplote [6]

Pri komponentah, ki prenašajo toploto, OIB-RL 6: 2015 zagotavlja dodatne posebne toplotno-tehnične zahteve. Za stropno in stropno ogrevanje mora biti toplotna odpornost sestavnih plasti med površino za ogrevanje in zunanjim zrakom najmanj $R_{\min, \text{erf}} = 4,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Ob upoštevanju uporov pri prenosu toplote na površine sestavnih delov bi imela ta zahteva največji dovoljeni koeficient prenosa toplote $U_{\max, \text{zul}} \approx 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Pomembno pa je upoštevati, da bo skladnost z največjimi dovoljenimi vrednostmi U za stene in strehe OIB-RL 6: 2015 zagotovila skladnost z največjimi dovoljenimi zahtevami glede ogrevanja, največjo dovoljeno zahtevo za ogrevanje in največjo dovoljeno porabo končne energije za kondicioniranje. Gradnja nikakor ne sme biti zagotovljena. V skladu z OIB-RL6 je treba pri klimatiziranih stanovanjskih stavbah (WG) in ne-stanovanjskih stavbah (NWG) določiti najvišje dovoljene vrednosti povpraševanja po ogrevanju, opredeljene v tej smernici, odvisno od lokacije stavbe in razmerja med obogatenim bruto prostornino in območjem $HWB_{\max, \text{Ref}, \text{RK}}$ [$\text{kWh/m}^2\text{a}$], Vrednostjo porabe energije za ogrevanje $HEB_{\max, \text{WG}, \text{RK}}$ [$\text{kWh/m}^2\text{a}$] in končne vrednosti porabe energije $EEB_{\max, \text{WG}, \text{RK}}$ [$\text{kWh/m}^2\text{a}$] (Slika 4, Slika 5, Slika 6, Slika 7).

		Neubau	Größere Renovierung
$HWB_{\text{Ref}, \text{RK}}$ in [$\text{kWh/m}^2\text{a}$]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	$16 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	$23 \times (1 + 2,5 / \ell_c)$
	ab 01.01.2017	$14 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	$21 \times (1 + 2,5 / \ell_c)$
$HWB_{\max, \text{Ref}, \text{RK}}$ in [$\text{kWh/m}^2\text{a}$]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	54,4 ⁽¹⁾	–
	ab 01.01.2017	47,6 ⁽¹⁾	–
HEB_{RK} in [$\text{kWh/m}^2\text{a}$]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	$HEB_{\max, \text{WG}, \text{RK}}$	$HEB_{\max, \text{WGsan}, \text{RK}}$
	ab 01.01.2017		
EEB_{RK} in [$\text{kWh/m}^2\text{a}$]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	$EEB_{\max, \text{WG}, \text{RK}}$	$EEB_{\max, \text{WGsan}, \text{RK}}$
	ab 01.01.2017		

⁽¹⁾ ... Beim Neubau gilt der $HWB_{\max, \text{RK}}$ für Gebäude mit einer konditionierten Brutto-Grundfläche von nicht mehr als 100 m² der Höchstwert nicht.

Slika 4: Najvišje vrednosti za stanovanjske stavbe z dokazili o zahtevah glede potrebe po toplotni energiji [6]

		Neubau	Größere Renovierung
$HWB_{\text{Ref}, \text{RK}}$ in [$\text{kWh/m}^2\text{a}$]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	$16 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	$25 \times (1 + 2,5 / \ell_c)$
	ab 01.01.2017		
$HWB_{\max, \text{Ref}, \text{RK}}$ in [$\text{kWh/m}^2\text{a}$]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	54,4 ⁽¹⁾	–
	ab 01.01.2017		
f_{GEE}	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	0,90	1,10
	ab 01.01.2017	0,85	1,05

⁽¹⁾ ... Beim Neubau gilt $HWB_{\max, \text{RK}}$ für Gebäude mit einer konditionierten Brutto-Grundfläche von nicht mehr als 100 m² der Höchstwert nicht.

Slika 5: Najvišje vrednosti za stanovanjske stavbe z dokazilom o faktorju energetske učinkovitosti [6]

		Neubau	Größere Renovierung
HWB _{Ref,RK} ⁽¹⁾ in [kWh/m²a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	16 × (1 + 3,0 / ℓ _c)	23 × (1 + 2,5 / ℓ _c)
	ab 01.01.2017	14 × (1 + 3,0 / ℓ _c)	21 × (1 + 2,5 / ℓ _c)
HWB _{max,Ref,RK} ⁽¹⁾ in [kWh/m²a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	54,4	–
	ab 01.01.2017	47,6	–
KB* _{max,RK} in [kWh/m³a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	1,0	2,0
	ab 01.01.2017		
HEB _{RK} ⁽¹⁾ in [kWh/m²a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	HEB _{max,WG,RK}	HEB _{max,WGsan,RK}
	ab 01.01.2017		
EEB _{RK} ⁽¹⁾ in [kWh/m²a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	EEB _{max,WG,RK}	EEB _{max,WGsan,RK}
	ab 01.01.2017		
(1) ... bezogen auf eine Geschoßhöhe von 3,00 m mit Nutzungsprofil Wohngebäude			

Slika 6: Najvišje vrednosti za nestanovanjske stavbe z dokazili o zahtevah glede potreb po toplotni energiji [6]

		Neubau	Größere Renovierung
HWB _{Ref,RK} ⁽¹⁾ in [kWh/m²a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	$16 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	$25 \times (1 + 2,5 / \ell_c)$
	ab 01.01.2017		
HWB _{max,Ref,RK} ⁽¹⁾ in [kWh/m²a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	54,4	–
	ab 01.01.2017		
KB* _{max,RK} in [kWh/m³a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	1,0	2,0
	ab 01.01.2017		
f _{GEE}	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	0,90	1,10
	ab 01.01.2017	0,85	1,05
(1) ... bezogen auf eine Geschoßhöhe von 3,00 m mit Nutzungsprofil Wohngebäude			

Slika 7: Najvišje vrednosti za nestanovanjske stavbe z dokazi o zahtevah glede faktorja energetske učinkovitosti [6]

Pretekli izračuni povpraševanja po ogrevanju kažejo, da za izpolnjevanje najvišjih dovoljenih vrednosti po toploti v skladu z OIB-RL6: 2015 v večini primerov veljajo za tipične vrednosti za novo zgrajene stanovanjske in nestanovanjske koeficiente prenosa toplote za stene $U \approx 0,16 - 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ in za strehe $U \approx 0,10 - 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Zato je za toplotno inženirsko zasnovo solarno aktiviranih plošč skladna s koeficientom prenosa toplote za uporabo kot stenske komponente $U = 0,16 \text{ W / m}^2\text{K}$ in za uporabo kot komponente strehe $U = 0,12 \text{ W / m}^2\text{K}$ (z dodatno toplotno izolacijo), Pomembno je opozoriti, da je treba upoštevati delež panelnih spojev (sklopov) v smislu toplotnega inženirstva za navedene vrednosti U .

Zaščita pred vlago:

OIB RL6: 2015 določa glede na zaščito pred vlago, da se je treba izogibati škodljive kondenzacije na notranji površini komponento in notranjost komponent. Nadalje navaja, da je treba vse negativne vplive toplotnih mostov v veliki meri zmanjšati ob upoštevanju tehničnih in gospodarskih možnosti. Kar zadeva zaščito pred vlago in kondenzacijo, se OIB-RL6 nanaša na ÖNORM B 8110-2: 2003-07-01. V tem standardu, tudi izogibanja nevarnosti plesni na komponentah narekuje, v teh izvedbah tveganje kalupa definirano za neposredno meji na komponento površinske plasti zraka ob določeni dimenzioniranja zunanjo temperaturo s prisotnostjo relativni vlagi najmanj $\phi = 80\%$.

Kar zadeva treba opozoriti zvezi z zaščito kondenzacije biti izdelana sončne aktiviranega ploščo, ki je opredeljen s priporočeno v koeficienta "toplotna upornost" toplotna skladu s standardi in upoštevanjem vrednosti za vlago in ustrezne temperature zraka obrnjen sestavni površinsko kondenzacijo in s tem tveganje kalupa notranjosti se izognemo stran panela, tako da se notranji del površinske izkušnje z neposrednim ogrevanjem panela dodatno povečanje površinske temperature. Le v primeru hlajenja, pri katerem je notranja površina panelov neposredno ohladimo je zagotoviti, da temperatura površine ne pade pod vrednosti, dovoljene najnižji temperaturi od katerih pod standardnimi pogoji določitvijo kondenzacija površina ali od sedaj sestavljajo nevarnost plesni.

Kondenzacija na notranji strani plošče mogoče izključiti zaradi obojestranskega obloge z jekleno pločevino, ki so za paro dokaz po sebi.

Posebna tehnična analiza difuzije vodne pare zahteva strukturno zasnovo panelnih spojev. Spoji šokov je treba oblikovati strukturno na tak način, da je po eni strani na notranji strani vpliva odpora difuziji vodne pare, tako visoka, da je vstop vlage v nalega skupno regijo na neškodljivo raven (da se prepreči kondenzacija in nevarnost plesni) omejen, in da po drugi strani, odpornost difuzijska vodna para ozki ali šok konstrukcije na zunanji strani je manjša ali maksimalno enaka tisti na notranji strani, tako da se difuzijsko vodna para vedno zagotovljena v skupnem gradbenem poleg zunanjega zraka v zimskih mesecih. Spoji so, da se prepreči neposreden vstop v zaprtih prostorih ali na prostem zraku v sklepih oblikovati, da bi se obe strani spajali brez prepuščanja (glej "zrakotesnost").

Zrakotesnost:

Trenutno veljavna smernica OIB 6: 2015 [6] piše za novozgrajenih zgradbah z naravnim prezračevanjem za najvišjo stopnjo izmenjave zraka $N50 \leq 3,0$ [1 / h] pri tlačni razliki $A_p = 50$ Pa med preskusi puhalo vrata pred , Pri stavbah s prezračevalnimi sistemi se največji dovoljeni zračni menjalni tečaj zmanjša na $n50 \leq 1,5$ [1 / h].

Katalog meril "klima: aktiv" predlaga skladnost z najvišjimi stopnjami izmenjave zraka $n50 \leq 1,0$ [1 / h] za nove stavbe in $n50 \leq 2,0$ [1 / h] za prenovljene stavbe.

Da bi dosegli standard pasivne hiše stavbe, med drugim se ohrani največji zračni menjalni tečaj $n50 \leq 0,6$ [1 / h].

Skladnost z največjim dopustnim zračnim menjalnikom stavbe se preverja po vgradnji s pomočjo preizkusa vrat puhalo. V bistvu so komponente ovoja stavbe konvekcijsko zaščitene, d. h. za zrak neprepustno. Plošče so neprepustne zaradi jeklenih plošč na obeh straneh.

V tej zvezi je treba opozoriti, da največja prepustnost zraka je treba ohraniti, ki je definirana s koeficientom skupne prepustnosti je, je namenjena le za moč odpreti člane, kot so okna ali vrata glavnem za. Skupna prepustnost koeficient - tudi vrednost ali spoji zračna prepustnost vrednost imenujemo - označuje katero zrak prostornine V [m] more uiti na meter dolžine spoja na uro na določeni zračni tlačni razliki D_p [Pa] stika konstrukcijskega dela.

Spoji plošče so zato tudi za zagotavljanje skladnosti z največjo dovoljeno hitrostjo izmenjave zraka pri diferenčni tlak $D_p =$ ne ogrozi 50 Pa, pretok zraka v vsakem primeru, ali za gradnjo konvektionsdicht in obliko.

zvočna izolacija:

Zahteve, ki jih je treba izpolniti glede strukturne zvočne izolacije zunanjih komponent, so urejene v OIB-RL 5: 2015 [7]. Vrednosti za minimalno zahtevano zvočno izolacijsko vrednost R_w neprozorne zunanje komponente, našete v OIB-RL 5: 2015, so v veliki meri skladne z zahtevami ÖNORM B 8115-2: 2006-12-01, tako da so naslednje tabele iz Smernice OIB za določitev se lahko uporabljajo zvočne tehnične zahteve (Slika 8, Slika 9).

Mindest erforderliche Schalldämmung von Außenbauteilen für Wohngebäude, -heime, Hotels, Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Kurgebäude u. dgl.								
Maßgeblicher Außenlärmpegel [dB]		Außenbauteile gesamt [dB]	Außenbauteile opak [dB]	Fenster und Außentüren [dB]		Decken und Wände gegen nicht ausgebauten Dachräume [dB]	Decken und Wände gegen Durchfahrten und Garagen [dB]	Gebäudetrennwände (je Wand) [dB]
Tag	Nacht	$R'_{res,w}$	R_w	R_w	$R_w + C_{tr}$	R'_{w}	R'_{w}	R_w
≤ 45	≤ 35	33	43	28	23	42	60	52
46 - 50	36 - 40	33	43	28	23	42	60	52
51 - 60	41 - 50	38	43	33	28	42	60	52
61	51	38,5	43,5	33,5	28,5	47	60	52
62	52	39	44	34	29	47	60	52
63	53	39,5	44,5	34,5	29,5	47	60	52
64	54	40	45	35	30	47	60	52
65	55	40,5	45,5	35,5	30,5	47	60	52
66	56	41	46	36	31	47	60	52
67	57	41,5	46,5	36,5	31,5	47	60	52
68	58	42	47	37	32	47	60	52
69	59	42,5	47,5	37,5	32,5	47	60	52
70	60	43	48	38	33	47	60	52
71	61	44	49	39	34	47	60	52
72	62	45	50	40	35	47	60	52
73	63	46	51	41	36	47	60	52
74	64	47	52	42	37	47	60	52
75	65	48	53	43	38	47	60	52
76	66	49	54	44	39	47	60	52
77	67	50	55	45	40	47	60	52
78	68	51	56	46	41	47	60	52
79	69	52	57	47	42	47	60	52
≥ 80	≥ 70	53	58	48	43	47	60	52

Slika 8: Minimalne vrednosti indeksa zvočne izolacije za zunanje gradbene elemente stanovanjskih zgradb, hotelov, hotelov itd. [7]

Mindest erforderliche Schalldämmung von Außenbauteilen für Verwaltungs- und Bürogebäude u. dgl.								
Maßgeblicher Außenlärmpegel [dB]		Außenbauteile gesamt [dB]	Außenbauteile opak [dB]	Fenster und Außentüren [dB]		Decken und Wände gegen nicht ausgebaute Dachräume [dB]	Decken und Wände gegen Durchfahrten und Garagen [dB]	Gebäudetrennwände (je Wand) [dB]
Tag	Nacht	$R'_{res,w}$	R_w	R_w	$R_w + C_{tr}$	R'_w	R'_w	R_w
≤ 45	≤ 35	33	43	28	23	42	60	52
46 - 60	36 - 50	33	43	28	23	42	60	52
61	51	33,5	43	28,5	23,5	42	60	52
62	52	34	43	29	24	42	60	52
63	53	34,5	43	29,5	24,5	42	60	52
64	54	35	43	30	25	42	60	52
65	55	35,5	43	30,5	25,5	42	60	52
66	56	36	43	31	26	42	60	52
67	57	36,5	43	31,5	26,5	42	60	52
68	58	37	43	32	27	42	60	52
69	59	37,5	43	32,5	27,5	42	60	52
70	60	38	43	33	28	42	60	52
71	61	39	44	34	29	42	60	52
72	62	40	45	35	30	42	60	52
73	63	41	46	36	31	42	60	52
74	64	42	47	37	32	42	60	52
75	65	43	48	38	33	42	60	52
76	66	44	49	39	34	42	60	52
77	67	45	50	40	35	42	60	52
78	68	46	51	41	36	42	60	52
79	69	47	52	42	37	42	60	52
≥ 80	≥ 70	48	53	43	38	42	60	52

Slika 9: Najmanjše vrednosti indeksa zvočne izolacije za zunanje gradbene dele upravnih, poslovnih zgradb itd. [7]

Opozoriti je treba, da je zvočna izolacija najmanj motno sestavnega dela zahteva, da ne samo iz ustrezne v ÖNORM B 8115-2: 2006/12/01 opredeljene Zunanja glasnost, ampak tudi od razmerja površin drugih vrst transmisijske komponente manjši zvok, kot so Okno itd. Znotraj zunanjega dela je odvisno. Razlog za to je, da na sestavljenih komponent odsekov (npr. zunanji stenski odsek, ki ima glede na razmerja med motno zunanjim delom in okna, ipd.) dodatne zvočne-tehnične zahteve so izdelane v smislu dobrega izgube pri prenosu izhaja, da je treba upoštevati.

To bi se izkazalo, da je zelo praktičen, ne da oblikovati za vsako zahtevano dušenje zvoka gradnjo lastne plošče, ampak se omeji oblikovanje in ekonomske razloge za le nekaj sklopov plošči, ki je v veliki meri pokrivajo v smislu "zvočno izolacijo razredov" vse akustične kataloga zahtev. Predlog bi bil npr. razvoj različnih plošč z nazivno vrednostjo $R_w = 43$ dB, 48 dB, 53 dB in 58 dB, kjer je - ker je bil zahtev $R_w =$ pride do 53 in 58 dB manj pogosti - so "zdrave klasifikacije" 53 dB in 58 dB k skupnega z $R_w = 58$ dB je mogoče povzeti. Uporaba zunanjih komponent s tehtanim povprečnim zvočnim dušenjem manj kot 43 dB v skladu s smernico OIB 5 ni dovoljena.

Zgoraj predlagano zvočno izolacijo bi moralo - kljub zdravi tehnologijo - precej problematično zgraditi z zaščitnimi paneli z uporabo mineralne volne kot izolacijskega materiala, z dodatno uporabo težkih materialov, kot so Cementne vlaknene plošče in posebna upogljiva zvočna zaščita, ampak tudi oblikovanje izolacijske plošče je mogoče doseči tako akustično deluje večplastna struktura (tudi za pomembno za preprečevanje vloma frekvenčnega odziva) v strukturi.

Poleg tega je tudi treba posebej poudariti, da je zvočna izolacija v takšni sestavni strukturi - kot v tej trenutni plošči - zaradi svoje akustičnosti izredno zapletena in frekvenčno odvisna od obnašanja produkta in skupnih interesov (sklepi nadzornega odbora) in jih ni mogoče izračunati ali simulirati. Določitev dejanskega indeksa zvočne izolacije R_w plošče je mogoče določiti samo z merjenjem zvoka v preskusnem laboratoriju.

Akustične zahteve za sobo so določene v OIB-RL 5: 2015 samo za določene kategorije uporabe. Da bi zadovoljili zahteve za kakovosten zvok za posebej uporabljajo prostorov (učilnic, itd), da izpolni, so na voljo za ta namen maksimalno odmevni čas $T [i]$, da je treba upoštevati. Za prostore, na katerega se naložijo zaščita zahtev uporabnikov na zmanjšanje hrupa (delavnice, vrtih sobe, ipd), povprečni koeficient absorpcije mejnih površin v oktave pasovih 250-4000 Hz je najmanj. $\alpha_m, B = 0,20$, in na frekvencah 500, 1000 in 2000 Hz preko vsaj. $\alpha_m, B = 0,25$ jih je treba upoštevati. Te in tudi višje stopnje absorpcije je treba uporabiti za izolacijske plošče, npr. izvedljivo primerno obdelane s tako imenovanimi perforiranimi ploščami - z ustreznim strukturiranjem navznoter obrnjene površine, ali tudi s tehnologije ogrevanja in hlajenja.

Požarna zaščita:

Zahteve in predpisi o požarni varnosti in za komponente so podani v OIB-RL 2: 2015 [8], OIB-RL 2.1:2015 [9] in v OIB-RL 2.3:2015 [10]. Predvsem so odvisni od trenutnega gradbenega razreda in stopnje izhoda v zadnjem nadstropju. Zaradi njihove vrste uporabe, njihovih dimenzij in površine, so stavbe razvrščene v gradbene razrede GK 1-5.

Naslednja razpredelnica prikazuje razrede požarnega vedenja gradbenih materialov ali sestavnih slojev, ki jih je treba upoštevati v skladu z razvrstitvijo v ÖNORM EN 13501-1, odvisno od gradbenega razreda (za GK 5 tudi glede na število nadstropij) in vrsto in položaj komponente (Slika 10).

Gebäudeklassen (GK)		GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5 ≤ 6 oberirdische Geschosse	> 6 oberirdische Geschosse
1 Fassaden							
1.1	Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme	E	D	D	C-d1	C-d1	C-d1
1.2	Fassadensysteme, vorgehängte hinterlüftete, belüftete oder nicht hinterlüftete						
1.2.1	Gesamtsystem <i>oder</i>	E	D-d1	D-d1	B-d1 ⁽¹⁾	B-d1 ⁽¹⁾	B-d1
1.2.2	Einzelkomponenten						
	- Außenschicht	E	D	D	A2-d1 ⁽²⁾	A2-d1 ⁽²⁾	A2-d1 ⁽³⁾
	- Unterkonstruktion stabförmig / punktförmig	E / E	D / D	D / A2	D / A2	D / A2	C / A2
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	E	D	D	B ⁽²⁾	B ⁽²⁾	B ⁽³⁾
1.3	sonstige Außenwandbekleidungen oder -beläge	E	D-d1	D-d1	B-d1 ⁽⁴⁾	B-d1 ⁽⁴⁾	B-d1
1.4	Gebäudetrennfugenmaterial	E	E	E	A2	A2	A2
1.5	Geländerfüllungen bei Balkonen, Loggien u. dgl.	-	-	-	B ⁽⁴⁾	B ⁽⁴⁾	B
2 Gänge und Treppen jeweils außerhalb von Wohnungen: Bekleidungen und Beläge sowie abgehängte Decken							
2.1	Wandbekleidungen ⁽⁵⁾						
2.1.1	Gesamtsystem <i>oder</i>	-	D	D	C	B	B
2.1.2	Einzelkomponenten						
	- Außenschicht	-	D	D	C ⁽⁴⁾	B	B
	- Unterkonstruktion	-	D	D	A2 ⁽⁴⁾	A2 ⁽⁴⁾	A2 ⁽⁴⁾
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	-	C	C	C	A2	A2
2.2	abgehängte Decken	-	D-d0	D-d0	C-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
2.3	Wand- und Deckenbeläge	-	D-d0	D-d0	C-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
2.4	Bodenbeläge	-	D _{II}	D _{II}	C _{II} -s1 ⁽⁶⁾	C _{II} -s1	C _{II} -s1
3 Treppenhäuser: Bekleidungen und Beläge sowie abgehängte Decken							
3.1	Wandbekleidungen ⁽⁵⁾						
3.1.1	Gesamtsystem <i>oder</i>	-	D	C	B	A2	A2
3.1.2	Einzelkomponenten						
	- Außenschicht	-	D	C ⁽⁴⁾	B	A2	A2
	- Unterkonstruktion	-	D	A2 ⁽⁴⁾	A2 ⁽⁴⁾	A2 ⁽⁴⁾	A2 ⁽⁴⁾
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	-	C	C	A2	A2	A2
3.2	abgehängte Decken	-	D-s1, d0	C-s1, d0	B-s1, d0	A2-s1, d0	A2-s1, d0
3.3	Wand- und Deckenbeläge	-	D-s1, d0	C-s1, d0	B-s1, d0	A2-s1, d0	A2-s1, d0
3.4	Bodenbeläge						
3.4.1	in Treppenhäusern gemäß Tabelle 2a, 2b	-	D _{II} -s1	C _{II} -s1	B _{II} -s1	A2 _{II} -s1	A2 _{II} -s1
3.4.2	in Treppenhäusern gemäß Tabelle 3	-	D _{II} -s1	C _{II} -s1 ⁽⁶⁾	C _{II} -s1	B _{II} -s1	A2 _{II} -s1
4 Dächer mit einer Neigung ≤ 60°							
4.1	Dacheindeckung bzw. Bedachung ⁽⁷⁾	B _{ROOF} (t1)	B _{ROOF} (t1)	B _{ROOF} (t1)	B _{ROOF} (t1)	B _{ROOF} (t1) ⁽⁸⁾	B _{ROOF} (t1) ⁽⁸⁾
4.2	Dämmschicht bzw. Wärmedämmung in der Dachkonstruktion	E	E	E	B ⁽⁹⁾	B ⁽¹⁰⁾	B ⁽¹⁰⁾
5 nicht ausgebaute Dachräume							
5.1	Bekleidungen (Fußbodenkonstruktionen)						
5.1.1	Gesamtsystem <i>oder</i>	-	E	D	D	B	B
5.1.2	Einzelkomponenten						
	- Außenschicht	-	C	C	B ⁽⁹⁾	B ⁽¹⁰⁾	B ⁽¹⁰⁾
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	-	E	E	B ⁽⁹⁾	B ⁽¹⁰⁾	B ⁽¹⁰⁾
5.2	Bodenbeläge	-	E _{II}	D _{II}	C _{II} -s1 ⁽¹¹⁾	B _{II} -s1 ⁽¹¹⁾	B _{II} -s1 ⁽¹¹⁾
(1) Es sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig, wenn das Gesamtsystem die Klasse D-d0 erfüllt;							
(2) Bei einer Dämmschicht/Wärmedämmung in A2 ist eine Außenschicht in B-d1 oder aus Holz und Holzwerkstoffen in D zulässig;							
(3) Bei einer Dämmschicht/Wärmedämmung in A2 ist eine Außenschicht in B-d1 zulässig;							
(4) Es sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig;							
(5) Fehlen in Gängen und Treppenhäusern Wand- bzw. Deckenbeläge, gelten für die Bekleidung (als Gesamtsystem) bzw. die Außenschicht der Bekleidung die Anforderungen für Wand- bzw. Deckenbeläge gemäß Zeile 2.3 bzw. 3.3;							
(6) Laubhölzer (z.B. Eiche, Rotbuche, Esche) mit einer Mindestdicke von 15 mm sind zulässig;							
(7) Bei Dächern mit einer Neigung < 20° genügt als oberste Schicht auch 5 cm Kies oder Gleichwertiges;							
(8) Bei Dächern mit einer Neigung ≥ 20° müssen Dacheindeckung, Lattung, Konterlattung und Schalung der Klasse A2 entsprechen; abweichend davon sind für Lattung, Konterlattung und Schalung auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig;							
(9) In folgenden Fällen sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E zulässig:							
- auf Dächern mit einer Neigung < 20° bzw. auf der obersten Geschosdecke oder							
- auf Dächern mit einer Neigung ≥ 20°, die in A2 hergestellt sind und die gemäß Tabelle 1b erforderliche Feuerwiderstandsdauer auch hinsichtlich der Leistungseigenschaften E und I erfüllen;							
(10) Es sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E bei Dächern mit einer Neigung < 20° bzw. auf der obersten Geschosdecke zulässig, wenn diese in A2 hergestellt sind und die gemäß Tabelle 1b erforderliche Feuerwiderstandsdauer auch hinsichtlich der Leistungseigenschaften E und I erfüllt wird;							
(11) Es sind auch Bodenbeläge in D _{II} zulässig, wenn die Wärmedämmung bzw. Dämmschicht in B ausgeführt wird.							

Slika 10: Splošne zahteve za požarno ravnanje gradbenih materialov ali sestavnih slojev [8]

Prav tako morajo biti izpolnjeni naslednji razredi požarne odpornosti komponent, opredeljeni v skladu z ÖNORM EN 13501, odvisno od gradbenega razreda, stopnje uhajanja ter vrste in položaja sestavnega dela (Slika 11).

Gebäudeklassen (GK)	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	
					≤ 6 oberirdische Geschoße	> 6 oberirdische Geschoße
1 tragende Bauteile (ausgenommen Decken und brandabschnittsbildende Wände)						
1.1 im obersten Geschoß	-	R 30	R 30	R 30	R 60	R 60
1.2 in sonstigen oberirdischen Geschoßen	R 30 ⁽¹⁾	R 30	R 60	R 60	R 90	R 90 und A2
1.3 in unterirdischen Geschoßen	R 60	R 60	R 90 und A2	R 90 und A2	R 90 und A2	R 90 und A2
2 Trennwände (ausgenommen Wände von Treppenhäusern)						
2.1 im obersten Geschoß	-	REI 30 EI 30	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 EI 60	REI 60 EI 60
2.2 in oberirdischen Geschoßen	-	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 EI 60	REI 90 EI 90	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.3 in unterirdischen Geschoßen	-	REI 60 EI 60	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.4 zwischen Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in Reihenhäusern	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend	nicht zutreffend
3 brandabschnittsbildende Wände und Decken						
3.1 brandabschnittsbildende Wände an der Nachbargrundstücks- bzw. Bauplatzgrenze	REI 60 EI 60	REI 90 ⁽²⁾ EI 90 ⁽²⁾	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2
3.2 sonstige brandabschnittsbildende Wände oder Decken	nicht zutreffend	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 und A2 EI 90 und A2
4 Decken und Dachschrägen mit einer Neigung ≤ 60°						
4.1 Decken über dem obersten Geschoß	-	R 30	R 30	R 30	R 60	R 60
4.2 Trenndecken über dem obersten Geschoß	-	REI 30	REI 30	REI 60	REI 60	REI 60
4.3 Trenndecken über sonstigen oberirdischen Geschoßen	-	REI 30	REI 60	REI 60	REI 90	REI 90 und A2
4.4 Decken innerhalb von Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in oberirdischen Geschoßen	R 30 ⁽¹⁾	R 30	R 30	R 30	R 60	R 90 und A2
4.5 Decken über unterirdischen Geschoßen	R 60	REI 60 ⁽³⁾	REI 90 und A2	REI 90 und A2	REI 90 und A2	REI 90 und A2
5 Balkonplatten	-	-	-	R 30 oder A2	R 30 oder A2	R 30 und A2 ⁽⁴⁾
(1) Nicht erforderlich bei Gebäuden, die nur Wohnzwecken oder der Büronutzung bzw. büroähnlichen Nutzung dienen;						
(2) Bei Reihenhäusern genügt für die Wände zwischen den Wohnungen bzw. Betriebseinheiten auch an der Nachbargrundstücks- bzw. Bauplatzgrenze eine Ausführung in REI 60 bzw. EI 60;						
(3) Für Reihenhäuser sowie Gebäude mit nicht mehr als zwei Betriebseinheiten mit Büronutzung bzw. büroähnlicher Nutzung genügt die Anforderung R 60;						
(4) Bei Einzelbalkonen genügt eine Ausführung in R 30 oder A2, wenn die Fläche nicht mehr als 10 m², die Auskragung nicht mehr als 2,50 m und der Abstand zwischen den Einzelbalkonen mindestens 2,00 m beträgt.						

Slika 11: Splošne zahteve za požarno odpornost komponent [8]

Za stavbe z izhodno hitrostjo več kot 22 m (nebotičniki) so v skladu z OIB-RL 2.3: 2015 [10] merodajne še zahteve v skladu s spodaj navedeno tabelo glede požarnega obnašanja sestavnih delov (razredi za požarno ravnanje) (Slika 12).

1 Fassaden		
1.1	Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme	A2-d1
1.2	Fassadensysteme, vorgehängte hinterlüftete, belüftete oder nicht hinterlüftete	
1.2.1	Gesamtsystem <i>oder</i>	A2-d1
1.2.2	Einzelkomponenten	
	- Außenschicht	A2-d1
	- Unterkonstruktion stabförmig / punktförmig	A2 / A2
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	A2
1.3	sonstige Außenwandbekleidungen oder -beläge	A2-d1
1.4	nichttragende Außenwandbauteile	A2-d1
1.5	Gebäudetrennfugenmaterial	A2
1.6	Geländerfüllungen bei Balkonen, Loggien u. dgl.	A2
2 Treppenhäuser und Gänge außerhalb von Wohnungen: Bekleidungen und Beläge sowie abgehängte Decken		
2.1	Wandbekleidungen ⁽¹⁾	
2.1.1	Gesamtsystem <i>oder</i>	A2; die Oberflächen müssen geschlossen sein, wenn kein Belag vorhanden ist
2.1.2	Einzelkomponenten	
	- Außenschicht	A2
	- Unterkonstruktion	A2
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	A2; bei Mantelbeton sind Dämmschichten der Klasse B zulässig
2.2	abgehängte Decken	A2-s1, d0
2.3	Wand- und Deckenbeläge	A2-s1, d0
2.4	Bodenbeläge	A2 _{fl} ; Bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 32 m genügt bei Gängen B _{fl} .
2.5	Geländerfüllungen	A2
3 Dächer mit einer Neigung ≤ 60°		
3.1	Dacheindeckung bzw. Bedachung	B _{ROOF} (t1); Dacheindeckung, Lattung, Konterlattung und Schalung müssen der Klasse A2 entsprechen; abweichend davon sind für Lattung, Konterlattung und Schalung auch Holz und Holzwerkstoffe der Klasse D zulässig; Bei Dächern mit einer Neigung < 20° genügt als oberste Schicht auch 5 cm Kies oder Gleichwertiges;
3.2	Dämmschicht bzw. Wärmedämmung in der Dachkonstruktion	A2; Auf allen in REI 90 und A2 hergestellten Dächern mit einer Neigung < 20° sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E zulässig.
4 nicht ausgebaute Dachräume		
4.1	Bekleidung (Fußbodenkonstruktion)	
4.1.1	Gesamtsystem <i>oder</i>	B
4.1.2	Einzelkomponenten	
	- Außenschicht	A2
	- Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	A2; auf allen in REI 90 und A2 hergestellten Dächern mit einer Neigung < 20° sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E zulässig.
4.2	Bodenbeläge	A2 _{fl} ; Bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 32 m genügt B _{fl} -s1; es sind auch Bodenbeläge in D _{fl} zulässig, wenn die Wärmedämmung bzw. Dämmschicht in A2 ausgeführt wird.
(1) Fehlen in Gängen und Treppenhäusern Wand- bzw. Deckenbeläge, gelten für die Bekleidung (als Gesamtsystem) bzw. die Außenschicht der Bekleidung die Anforderungen für Wand- bzw. Deckenbeläge gemäß Zeile 2.3.		

Slika 12: Splošne zahteve za požarno obnašanje gradbenih elementov z izhodno hitrostjo več kot 22 m [10]

Opomba:

Obnašanje ognja in požarno odpornost izolacijskih plošč običajno lahko določijo samo požarni preskusi v gasilskih tehničnih laboratorijih in preskusnih kapacitetah.

2.3. Strukturne zahteve za visoke gradnje

Proizvodnja:

Sendvič plošče, bodisi s poliuretansko peno ali izolacijsko jedro iz mineralne volne, so izdelane na neprekinjenih proizvodnih linijah. V tem primeru sta dve kovinski tuljavi (navadno jekleni ali aluminij), vodeni vzporedno, najprej zlepljeni s pomočjo valjastega oblikovanja, da se ga končno priključi na sendvič element s pomočjo lepljenega izolacijskega materiala. Na ta način se lahko proizvajajo sendvič plošče z dolžino do 18 m. Vendar je prevoz in montaža v takšnih dimenzijah težko, zato je treba načrtovati krajše dolžine (do 13 m). Da bi lahko še naprej uporabljali splošno prednost stroškovno učinkovite proizvodnje sendvič plošč za ploščo STAF, je treba v neprekinjeno proizvodno enoto vključiti pokrivne plošče, ki so jih predhodno oblikovali z navitjem za povezovanje z izolacijskim jedrom (mineralna volna).

Dovoljenja:

Sendviči pripadajo skupini sestavljenih elementov. Gre za gradbeni izdelek, ki je sestavljen iz dveh na vsaki strani jedro razporejenih kovinskih pokravnih slojev, pri čemer jedro sestoji iz toplotno izolacijskega materiala in je tako frikcijsko priključeno na obe zunanji plasti, tako da tri komponente delujejo skupaj pod obremenitvijo. Sandwich plošče so gradbeni proizvodi v smislu Uredbe o gradbenih proizvodih (BauPVo) EU 305/2011. Oznaka CE je na embalaži ali na priloženih dokumentih. ÖNORM EN 14509 je usklajen evropski standard za proizvodnjo "samonosilnih sendvič plošč z dvostranskimi kovinskimi premazi - tovarniško izdelani izdelki - specifikacije". Za specifikacije in zahteve izdelka veljajo določbe ÖNORM EN 14782, ÖNORM EN 14783 in ÖNORM EN 14509.

Najmanjša debelina materiala pločevinastih slojev sendvič elementov, ne glede na statične zahteve, je običajno 0,50 mm. Pri debelinah materiala pod 0,50 mm lahko pričakujemo povečano tvorbo valovitosti in upogibanja v pločevinastih plasteh. Sandwich elementi s kovinskimi pokravnimi plastmi z debelino <0,50 mm bi morali zato uporabljati samo za komponente brez optičnih zahtev.

Določbe ÖNORM B 3521-1 veljajo za materiale, kot so kovinski listi za strešne in stenske povezave, sistemi za odvodnjavanje streh, gumijaste ločilne plasti, prevleke in podobno. [11]

Montaža:

Načeloma lahko sendvič plošče (kot tudi STAF panel) namestimo vodoravno ali navpično. Vendar je obema tipoma polaganja skupno, da je treba pri načrtovanju fasade zagotoviti, da sendvič plošče ne sežejo pod tla. Kopanje, polnjenje s peskom ali podobno, asfaltiranje, nastavitev v beton itd. ni dovoljeno.

Vertikalna vgradnja:

Če so plošče montirane navpično, je treba pripraviti ustrezno podkonstrukcijo iz jekla ali lesenih profilov. Upoštevajte potrebno širino nosilca in razpon vijaka. Vijake je treba preveriti, ali so pravilno dimenzionirani in pritrjeni (preskusna in opozorilna obveznost). Izdelati je stabilen in termično ločen izveden učvrstitveno konstrukcijo. Upoštevati je treba natančno prileganje plošč. Iztegovanje zunanje pločevine zaradi toplotne dilatacije poteka navpično. Smerna pot mora biti brez lista in ne sme biti ovirana. Treba je narediti čisti konec spodnjega roba plošče. Paziti je treba, da se zagotovi funkcionalno izsuševanje vode med sendvič ploščo in podplatom (8-10 mm), da se voda neovirano odteče (kljub vzdolžnemu širjenju zunanje plošče).

Vodoravna namestitev:

Ta način montaže je veliko hitrejši pri dobri organizaciji. Večina je velikih razponov do 6,00 m, ki jih je potrebno premostiti. Neredko se plošče položijo v statični sistem dveh nosilcev. Glede na barvno skupino je bimetalni učinek v tej vrsti instalacije povsem poudarjen. Obstajajo konstruktivne možnosti za ustvarjanje tako, da so plošče pritrjene na eni strani na stavbo in, kjer je to primerno, lahko prosto gibljejo. V stenski oblogi se lahko neposredno uporabijo le kratki okenski elementi širine <1,20 m (brez premičnega ogrodja). Poleg tega je treba v končnih predelih panela za trakove pilastra upoštevati, da so vodoravni sklepi zatesnjeni do konca roba pilastra s trajno elastičnim, prozornim hibridnim tesnilom. [11]

Montaža in tehnologija pritrditve:

Za pritrjevanje in povezovanje sendvič plošč uporabljamo vijake in zakovice. Pritrdilni elementi v neposredno izsušenih območjih morajo biti iz nerjavečega jekla. V tem primeru so dovoljeni varjeni svedri iz feritnega jekla. Pri atmosferski atmosferi, ki vsebuje klor ali podobno, je treba pritrdilne elemente uporabiti v primernem višjem sloju nerjavnega jekla.

Uporabljeni pritrdilni elementi in zadrge morajo biti primerni pri predvideni uporabi in dimenzionirani glede na statično obremenitev. Gradnja na gradbišču je v skladu z načrtom namestitve. Upoštevati je treba določbe ustreznega gradbenega inšpektorata za pritrdilne elemente. brez zadrge se lahko uporablja za pritrjevanje sendvič plošč, ki so bile testirane za sendvič elemente proizvajalca za homologacijo za zadrge ali odobritev gradnje stavbe.

Za pravilno montažo sendvič elementov, mora biti povezovalni element priviti tako globoko, da je tesnilo rahlo deformacijo pod glavo vijaka. To hkrati zahteva tudi rahlo zasukanje zgornjega pokrova školjke v sendviču, ki je lahko največ 1 mm globoko vidna pritrditev. Za vidne pritrdilne elemente se lahko uporabijo le ustrezni podporni vijaki.

Pri skritih pritrdilnih elementih se uporabljajo pritrdilni elementi iz vsaj pocinkanega jekla. Debelina plasti pocinkanja mora biti najmanj 8 µm. [11]

Reciklaža:

S spajanjem kovinskih pokrivnih plošč z izolacijskim jedrom (= sestavljena komponenta) je ločena ločitev obeh materialov težavna. V večini primerov je izolacijski material ne bo raztopi, vendar narezan, celotno sendvič plošče in nato, kovino ločen od nekovinskih delov v magnetnem bobnu. Za STAF plošči razvoj alternativnega načina povezave za zagotavljanje potiska vez med aluminijaste plasti in izolacijskega jedra in zagotoviti, da bi bilo čisto ločevanje materialov zaželen cilj v smislu trajnosti.

2.4. Arhitektonske zahteve

Estetika kovinskih fasad:

Kovina je vrednotena v ovojnici stavbe zaradi nespremenljivosti in trajnosti. Zaradi tega je primeren tako za komercialne kot industrijske objekte, ki nimajo posebnih zahtev, saj je plašč le stabilen, pa tudi za stavbe, ki imajo dosleden, visokokakovosten videz. Stanovanjske ali poslovne stavbe bi morale biti zanimive.

Površina:

Prilagodljivost površine (branding) je zelo pomembna, pri čemer je barva in ponovna uporaba istih elementov bistvena tema. Delež fasad, izdelanih iz kovinsko-srebrnih elementov ("narava"), je v današnjih poslovnih stavbah majhen. V skladu s tem je treba omejiti obdelavo, da se prepreči obdelava oznak, sekundarno, dokler te sledi lahko zakrijejo kaljena / obarvana površina.

Površinska struktura:

Površinska struktura vidnih fasadnih elementov mora biti čim bolj omejena. Ponavljajoča se, redna, manjša geometrijska oblika, kot npr. v trapezni plasti ali valu je še vedno sprejemljivo za ravne spojene elemente. Vendar pa običajno otežuje prehod na odprtine (okna in vrata). Izogniti se je treba nepremostljivih (intrinzičnih) vidnih, nepravilnih struktur, da bi se izognili enoličnemu prepoznavanju sistema. To otežuje individualizacijo in anonimizacijo stavbe (glede na želje načrtovalcev in graditeljev).

Površinska obdelava:

Povračilo bi moralo omogočati čim daljšo življenjsko dobo in izgled, ki bo trajala v dobi koristnosti objekta. Zaradi recikliranja je treba površino zaključiti tako, da se kovina lahko reciklira v enakovredni kakovosti.

Barva:

Barva omogoča preprost način spreminjanja videza. Možnosti pridelave se morajo zmanjšati glede na omejitve v ozadju pri barvanju. Vendar pa je treba upoštevati vpliv barvne sheme (svetloba / temna) na učinkovitost proizvodnje sončne energije na fasadi.

Raster elementov:

Načrtovalec pogosto zaznava omrežje kot omejitev. Če je potrebna mreža, je za to nujno sprejetje sistema, da je mreža s trenutno skupnimi dimenzijami, npr. na področju pisarniške ali hotelske gradnje povezuje. Omejitve z elementom omrežja morajo biti čim manjše. Kombinacija različnih dimenzij osi v fasadi je treba obravnavati kot ugodno za razvoj posamezne fasadne slike. Zasnova fasade bi morala upoštevati največje možne elemente. S tem se poveča hitrost v gradbenem procesu in hkrati zmanjša skupni delež (potencialne šibke točke in stroškovni gonilniki). Teža modula pa bi morala ostati omejena, da bi omogočila gibanje z mobilnim žerjavom. Poleg tega je treba upoštevati običajne dimenzije cestnega prevoza.

Odprtine:

Razporeditev odprtin (oken, vrat) v fasadi ne sme biti omejena s fasadnim elementom ali le v majhnem obsegu. Pomembno je razmisliti, koliko lahko sistem prispeva k oblikovanju odprtine. Zato je lahko zanimivo, če sam element tudi tvori okenski okvir ali ga lahko uporabimo za prezračevanje.

Geometrija:

Geometrijsko gledano uporaba kovin kot končne plasti na fasadi omogoča različne modele. Fizikalne lastnosti kovin zagotavljajo enostavno plastičnost materiala (zlaganje, upogibanje). To omogoča izdelavo različnih geometrijskih oblik. Površina fasade je lahko ravna, enojna ali dvojno ukrivljena. Posamezni elementi so lahko modularni, ali so del celotne fasade in imajo individualno funkcijo. Poleg tega so lahko modularni elementi razporejeni v eni ali več ravninah. Zaradi svojih različnih senc lahko fasado doživimo v tridimenzionalnem (plastičnem) stanju.

Vloga:

Z različno debelino, so načeloma vse možnosti uporabe sendvič plošč v fasadi mogoče zamisliti. Prva različica v tem kontekstu je (samonosna) struktura, ki se razteza od tal do stropa. Na voljo je v najboljšem primeru brez dodatne podkonstrukcije in tako predstavlja najbolj ekonomičen način oblikovanja toplotne ovojnice.

Kot druga možnost bi bila uporaba plošče kot lupine za pritrditev (Rainscreen) mogoča, ne da bi se izgubila funkcija pridobivanja energije. Paneli so nameščeni na določeni razdalji od nosilne konstrukcije ali toplotne izolacije. To po eni strani služi prezračevanju gradnje na drugi strani, odstranitev vodne pare iz notranjosti stavbe. Obloga iz kovinske fasade, ki je trenutno na trgu, običajno ni termično aktivirana.

Tretja možnost namestitve sendvič plošče je njegova izvedba v konvencionalnih mullion-trans fasadnih sistemih različnih ponudnikov. Panel nadomesti običajno prozorne elemente stekla in deluje kot neprozorna komponenta, kjer je potrebno senčenje notranjosti in pridobivanje sončne energije.

Vse tri variante so idealne za fasade novih stavb in za (toplotno) obnovo obstoječih objektov.

3. Termična izhodišča

3.1. Toplotno tehnična izhodišča

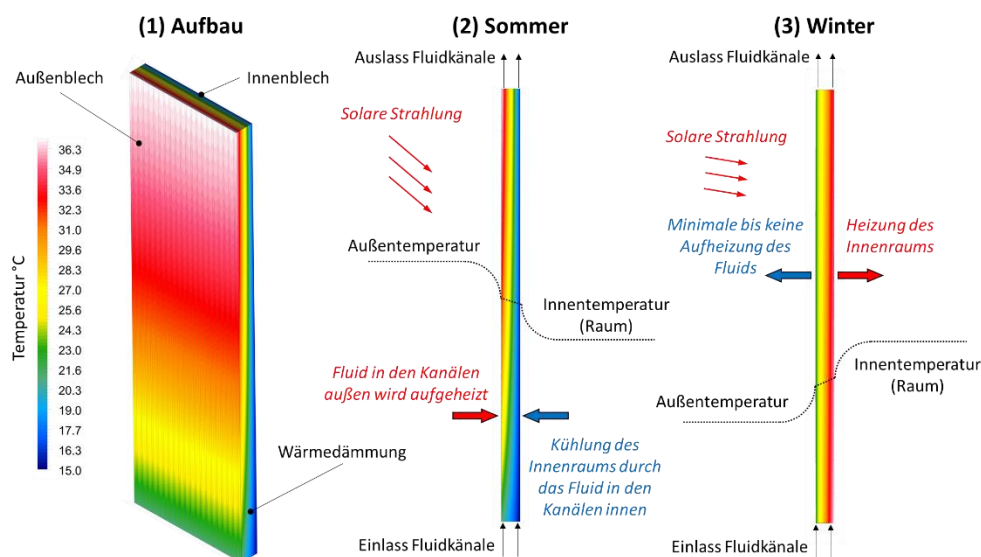
Solarni termičnim fasadni plošči (STAF plošča) izpostavljen na klimatske razmere lokacije, ki je iz toplotno-tehničnega vidika je odvisna od sončnega sevanja, temperature okolja, vlažnosti zraka in vplivu vetra. Glede na orientacijo plošče in območja (sosednje stavbe, teren, vegetacija) se pojavlja v različnih obdobjih dneva za ogrevanje vložkov, ki jih je mogoče uporabiti za segrevanje tekočine, v kateri so posebej izdelani kanalov teče skozi fasadne plošče.

Kot del tega podatkovni list toplotne in tehnične zahteve za takšno termično fasade panel, ki ga uporabljate na zunanji strani panela sončne energije in se lahko termično naprava notranji prostor na notranji strani panela. Poleg tega so bile izvedene nekatere numerične simulacije za podporo in izdelavo toplotno pogojenih zahtev, saj v literaturi o podatkih o tem tipu fasadne plošče ni podatkov. Simulacija bilo treba uporabiti metodo računalniške dinamike tekočin (RDT), na katerem se učinki toplotne prehodnosti lahko preslikane dimenzijsko v kombinaciji z učinki toka podrobno tri v. V tem primeru je bil uporabljen programski paket za modeliranje, simulacijo in analizo rezultatov ANSYS [12], za simulacije pa se uporablja programska oprema Fluent ANSYS [13].

3.2. Način funkcioniranja STAF panela

Del energije sončnega sevanja absorbira zunanja plošča plošče STAF (absorber) in se prenese v tekočino v kanalih fasadne plošče predvsem s pomočjo mehanizmov za prenos toplote toplotne prevodnosti in konvektivnega prenosa toplote, s čimer občutno zvišuje temperaturo tekočine, dokler ne izstopi iz te plošče.

Hkrati se toplota lahko dobavi ali umakne iz prostora, ki je za njim (življenjski prostor, pisarniški prostor itd.) S tekočino, ki teče po kanalih na notranji strani plošče STAF, kot je potrebno (glej Slika 13).



Slika 13: Ilustracija (1) konstrukcije plošče STAF, kot tudi temperaturni profil plošče (2) poleti in (3) pozimi

S termotehničnega vidika je treba, kolikor je to mogoče, izpolnjevati naslednje zahteve.

3.3. Specifikacija medija (Fluida/tekočine)

Kot tekočina, ki teče skozi plošče termično aktiviranih fasadnih panelov, se primarno uporablja voda. Morda bo treba dodati različne dodatke, da bi se izognili zamrznitvi tekočine in nastajanju škode v hladnih podnebnih razmerah. Voda ima gostoto $997,8 \text{ kg / m}^3$ pri temperaturi 20 °C . V primerjavi z zrakom (z gostoto okoli $1,2 \text{ kg / m}^3$ pri isti temperaturi) je gostota veliko višja (832-krat večja), specifična toplotna kapaciteta $c_{p,F}$ pa je več kot 4-krat višja. Ker v enačbi (Enačba 1) za izhod toplote $\dot{Q}_F$ tako vključena gostota (v masnem toku) in specifična toplotna kapaciteta, je voda v tem primeru veliko boljše (kot nosilec toplote ali tekočina).

Enačba 1: Enačba za določanje toplotne moči STAF Panela

$$\dot{Q}_F = \dot{m}_F \cdot c_{p,F} \cdot (T_{F,aus} - T_{F,ein})$$

$\dot{Q}_F$... Toplotna moč tekočine (J/s, W)

$\dot{Q}_F$... Masni pretok tekočine (kg/s)

$c_{p,F}$... specifična toplotna kapaciteta tekočine (J/(kgK))

$T_{F,aus}$...vhodna temperatura tekočine (°C)

$T_{F,ein}$...Izhodna temperatura tekočine (°C)

V Tabeli 1 so za primerjavo prikazani podatki o snovi in temperatura izstopa iz tekočine, določeni s simulacijskim scenarijem, in izračunani toplotni izhodi. Poleg vode in zraka je bilo v simulaciji

preskušeno še nekaj tekočin (vključno z metilnim alkoholom, katerih podatki so vključeni tudi v tabelo 1, najboljši rezultati pa so bili pridobljeni z uporabo vode.

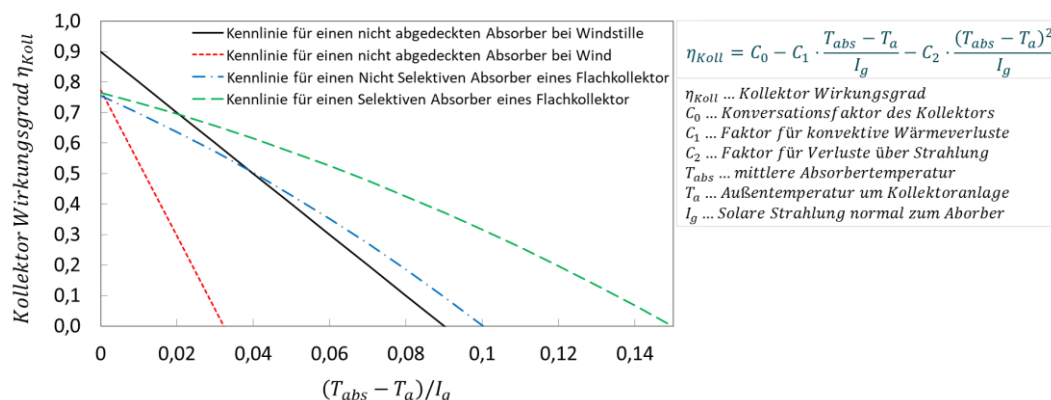
Tabela 1: Primerjava toplotne moči za različne medije v fluidnih kanalih zunanjih plošč

		Voda	Zrak pri istem masnem toku	Zrak pri enakem volumskem toku	Metilni alkohol pri istem masnem toku	Metilni alkohol pri istem volumskem toku
Gostota tekočine	kg/m ³	998.2	1.225	1.225	785	785
Specifična toplotna kapaciteta tekočine	J/kgK	4182	1006	1006	2534	2534
Temperatura tekočine na izhodu	°C	27.82	43.40	51.06	32.84	35.70
Povprečna masa pretoka	m/s	0.05	38.48	0.05	0.06	0.05
Hitrost pretoka na izhodu kanala	m/s	0.28	227.79	0.27	0.36	0.28
Toplotna moč	J/s; W	744.57	396.85	0.62	628.02	573.03

V tem simulacijskem scenariju smo upoštevali STAF panel, ki meri 1,75 x 0,5 x 0,15 m (to ustreza približno eni četrtini površine plošče, ki se razteza nad višino tal). V ta namen smo domnevali zunanjo temperaturo 30 ° C, sončno sevanje 1000 W / m² pod kotom incidence 45 ° in notranjo temperaturo 20 ° C. Predpostavlja se, da je koeficient toplotnega prenosa 25 W / m² na zunanji strani in 5 W / m² na notranji strani. Pri vhodni temperaturi je bila v simulaciji določena vrednost 15 ° C, masni pretok je 50 kg / h in hitrost absorpcije sončnega sevanja na pločevinasti barvi (s solarno barvno prevleko) 95%. V tej simulacijski študiji tekočinski kanali na notranji strani niso bili napolnjeni s tekočino.

3.4. Učinkovitost zbiralnika

Učinkovitost zbiralnika opisuje toplotno moč (ali koristno energijo) zbiralnika, ki temelji na incidentu na sončnem kolektorskem sevanjem in je zato merilo njegove učinkovitosti. Z izračunom učinkovitosti pri različnih obratovalnih pogojih lahko ustvarimo značilno krivuljo kolektorja. Zato lahko različne variante sončnih toplotnih kolektorjev primerjamo med seboj. Slika 14 prikazuje karakteristične krivulje različnih kolektorjev. Dve karakteristični krivulji za ploščate kolektorje s selektivnimi in neselektivnimi absorberji služijo za primerjavo z značilnostjo vertikalno usmerjenega, nepokritega absorberja v miru in vetru.

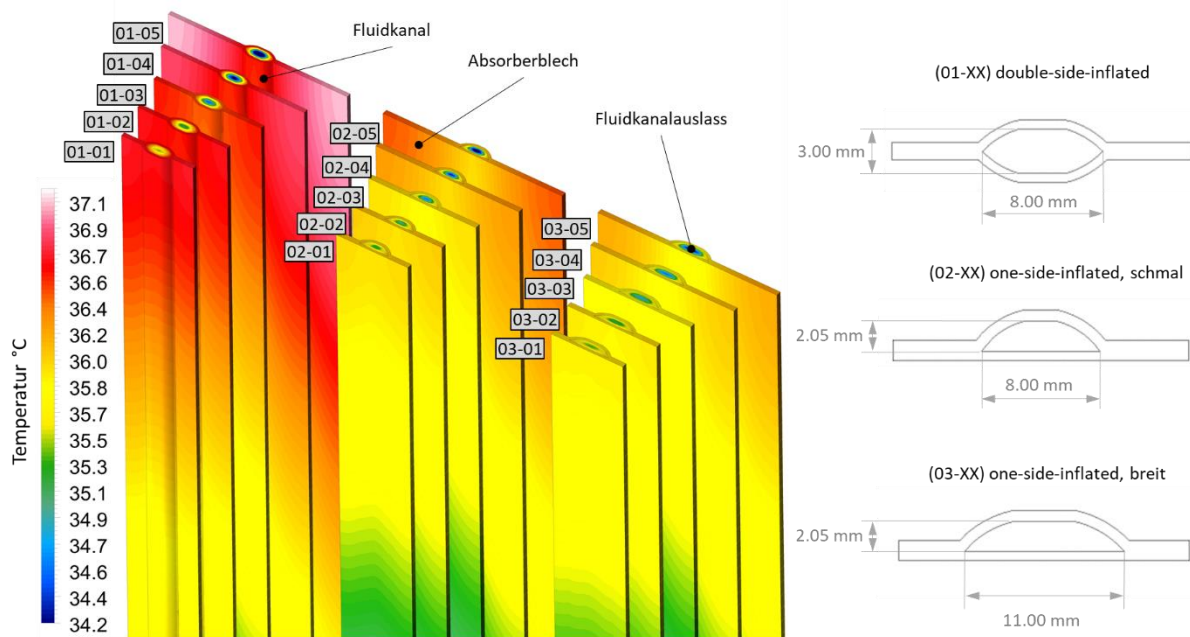


Slika 14: Primerjava med kolektorskimi značilnostmi skupnih aplikacij solarne termične kolektorja

Med obema ravnima paneloma (podatki so povzeti iz literature [14], [15]) s svojim steklenim pokrovom je vpliv vetra neodvisen in temelji na dveh značilnosti nepokritega absorberja (podatki iz že zaključen raziskovalnega projekta UNAB [16]) in sta močno odvisna od vetra. Brez vetra, lahko nepokrita absorber konkurirata neselektivnim kolektorskimi ploščam, vendar je pri hitrosti vetra 1 m / s učinkovitost bistveno nižja. S pritrditvijo steklene plošče se tak učinek lahko izniči. Zato je v fazi načrtovanja nujno potrebno analizirati lokalne vremenske podatke, da se lahko odloči, kaj je, upoštevajoč vrsto uporabe, bolj primerno.

3.5. Smer tekočinskih kanalov in preseki kanalov

V zvezi z vplivom kanala in presekov kanalov je bila opravljena določena analiza. V prvem od teh analiz smo upoštevali le odsek zunanjega panela višine 1,5 m in širine 1 m (glej Slika 15). V simulaciji je bilo treba modelirati le en kanal naenkrat in uporabiti ustrezno hitrost toka kot mejni pogoj, izhajajoč iz enakega masnega pretoka in ob upoštevanju ustreznega števila kanalov za tekočine, ki se vsak prilaga v širino kovinskih plošč 1 m. Iz študije o zaključenem raziskovalnem projektu UNAB [16] izhaja, da je tako imenovani prečni prerez valovoda zelo primeren za prenos solarne energije v fluid v absorberju. Prečni prerez tekočinskih kanalov absorbernih plošč, ki jih izdeluje Talum d.d, imajo zelo podobno obliko. Zato smo v prvem koraku izbrali tri najpomembnejše preseke Talumovega repertoarja in jih podredili termični analizi. Analiza je sprejela sončno sevanje $600 \text{ W} / \text{m}^2$ navpično na absorpcijski pločevini in zunanjo temperaturo 30°C . Predpostavlja se, da je temperatura vstopa vode na 20°C pri masnem pretoku v količini $50 \text{ kg} / \text{h}$, povzeta prek fluidnih kanalov. Rezultati te analize so povzeti v Tabela 2.



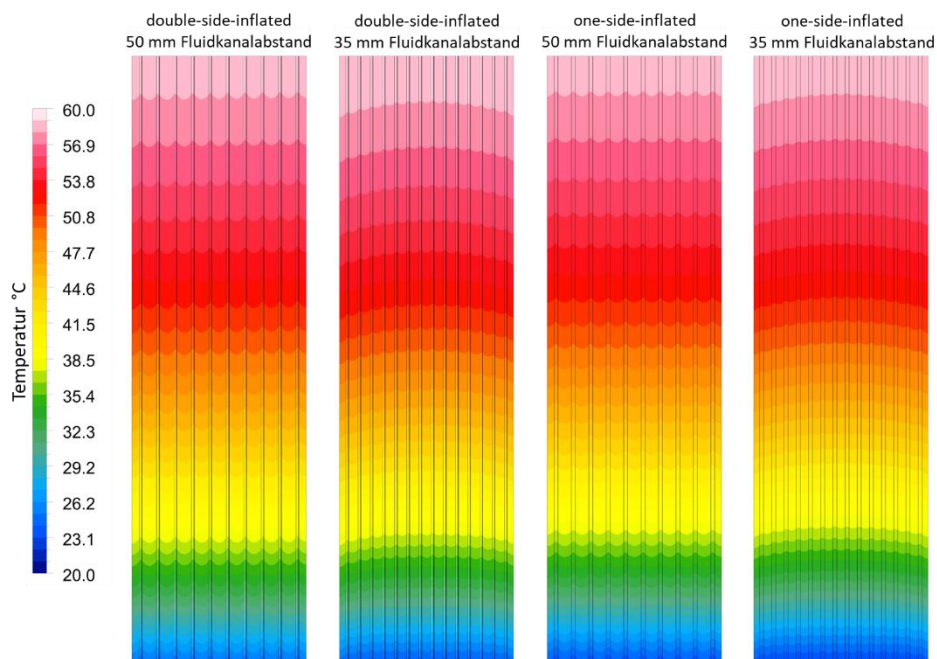
Slika 15: Vpliv širine kanala in razdalje kanala Talnega preseka kanala na temperaturi izhoda vode

Tabela 2: Rezultati termične analize prečnih prereзов tekočinskega kanala Talum d.d

Oznaka prereza	Razmik med fluidnimi kanali	Število tekočih kanalov na širini 1 m	Izhodna temperatura vode	Temperaturna razlika med vstopom in izstopom	Hitrost pretoka v fluidnem kanalu	Najvišja temperatura na površini absorberja	Srednja temperatura na površini absorberja	Območje preseka fluidnega kanala	Obseg preseka fluidnega kanala	Hidravlični premer	Reynolds-število	Razlika tlaka med vstopom in izstopom
	mm	-	°C	K	m/s	°C	°C	m ²	m	m	-	Pa
1-1	20	49	36.1	16.1	0.0157988	36.7	29.0	1.80E-05	0.018	0.0040	64	44
1-2	25	39	35.9	15.9	0.0198497	36.7	29.1	1.80E-05	0.018	0.0040	80	55
1-3	30	32	35.6	15.6	0.0241919	36.6	29.1	1.80E-05	0.018	0.0040	97	68
1-4	40	24	35.4	15.4	0.0322558	36.9	29.4	1.80E-05	0.018	0.0040	130	91
1-5	50	19	35.2	15.2	0.0407442	37.1	29.6	1.80E-05	0.018	0.0040	164	114
2-1	20	49	35.6	15.6	0.0239287	36.1	29.1	1.19E-05	0.018	0.0027	64	131
2-2	25	39	35.5	15.5	0.0300643	36.1	29.3	1.19E-05	0.018	0.0027	81	165
2-3	30	32	35.3	15.3	0.0366409	36.0	29.3	1.19E-05	0.018	0.0027	98	201
2-4	40	24	35.2	15.2	0.0488545	36.3	29.7	1.19E-05	0.018	0.0027	131	267
2-5	50	19	35.0	15.0	0.0617110	36.5	30.0	1.19E-05	0.018	0.0027	166	339
3-1	20	49	35.7	15.7	0.0165872	36.0	29.7	1.71E-05	0.023	0.0030	49	83
3-2	25	39	35.6	15.6	0.0208403	36.0	29.8	1.71E-05	0.023	0.0030	61	105
3-3	30	32	35.4	15.4	0.0253991	35.9	29.9	1.71E-05	0.023	0.0030	75	128
3-4	40	24	35.3	15.3	0.0338655	36.1	30.3	1.71E-05	0.023	0.0030	99	170
3-5	50	19	35.1	15.1	0.0427775	36.3	30.7	1.71E-05	0.023	0.0030	126	215
3-6	70	13	34.4	14.4	0.0625210	36.4	30.1	1.71E-05	0.023	0.0030	184	315
3-7	90	10	34.1	14.1	0.0812772	37.0	31.5	1.71E-05	0.023	0.0030	239	411
3-8	110	8	33.6	13.6	0.1015966	37.6	30.8	1.71E-05	0.023	0.0030	298	514
3-9	130	6	32.2	12.2	0.1354621	37.5	31.8	1.71E-05	0.023	0.0030	398	687

Analiza je pokazala, da je temperatura dviznega voda povečuje z zmanjševanjem tekočine razmik med kanali. Najvišje temperature iztoka vode in minimalnih tlačnih izgub smo dosegli, sledi prerezu 03 (enostransko napihnjena širok) in prečnega prereza 02 (enostransko napihnjena, ozek) za prečnim prerezom 01 (dvojna stran napihnjena). Iz arhitekturnega vidika, pa so nezaželeni izboklino navzven, tako da ena stran napihnjena presek se uporablja ob tako veliko širino kanala prečnega prereza.

V drugi študiji smo analizirali absorbersko pločevino z dimenzijami 1,75 x 0,5 m. V tej analizi, sta bili obe prerezi spet 01 in 02 v primerjavi drug z drugim v različnih intervalih fluidni kanal (35 mm in 50 mm). Robni pogoji so enaki kot zgoraj, z izjemo masnega pretoka je znižana na 6,75 kg / h. Rezultati so tu predstavljeni v obliki temperaturnih obrisov na Slika 16 in temperaturah odtočne vode in toplotne kapacitete, izračunanimi iz Tabela 3.



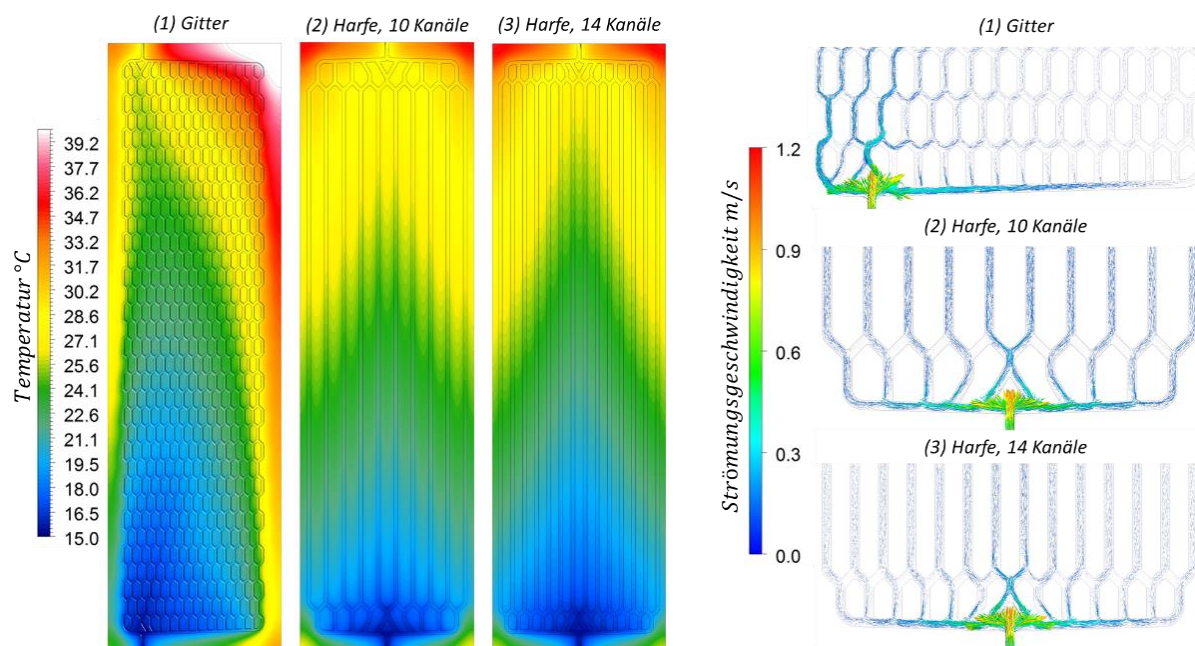
Slika 16: Primerjava konture temperature na zunanji plošči STAF panela 1,75 x 0,5 m z različnimi prečnimi prerezi tekočine in razdaljami fluidnih kanalov

Tabela 3: Rezultati termične analize

		Obojestransko napihljen kanal	Obojestransko napihljen kanal	Enostransko napihljen kanal	Enostransko napihljen kanal
		50 mm razdalje med kanaloma	35 mm razdalje med kanaloma	50 mm razdalje med kanaloma	35 mm razdalje med kanaloma
Temperatura tekočine ob izstopu	°C	58.2	58.6	58.3	58.5
Toplotni izhod 1.75 x 0.5 m STAF Panela	J/s; W	316.7	319.3	317.6	318.9

Tekočina je bila v tej simulacijski varianti segreta skoraj do 60 °C, kar je dovolj za nalaganje rezervoarja za vročo vodo. Vpliv prečnega prereza tekočega kanala je tukaj zelo nizek (0,1 K), temperatura vode je večja na razdalji kanala 35 m kot pri 50 mm.

V zadnji analizi smo s termično analizo analizirali ploščo STAF (sestavljeno iz zunanjskega panela, notranjega panela in toplotne izolacije), ki meri 1,75 x 0,5 x 0,15 m, pri čemer so samo tekočinski kanali izhajali skozi zunanjo vodo. V tej analizi (glej Slika 17) so bili predvideni enaki mejni pogoji, kot pri analizi vpliva tekočine v kanalih (glej poglavje: Specifikacija medija (tekočina)). Tekočina, uporabljena v analizi, je bila voda, ki teče skozi kanale absorberske plošče pri masnem pretoku 50 kg / h.



Slika 17: Primerjava temperaturnih kontur na zunanji plošči STAF panela z vodilnim kanalom (1) z vodilnim vodnikom v obliki mreže, (2) vodilnim vodnikom v obliki harfe z 10 navpičnimi kanali in (3) vodilnim vodnikom s 14 navpičnimi kanali

V Tabela 4 so primerjane temperature, razlika v tlaku med vstopom in izhodom tekočinskih kanalov, hitrosti toka in toplotni tokom za različne vodnike vodnikov.

Tabela 4: Primerjava temperatur, razlike tlaka, hitrosti toka in toplotne moči z različnimi vodili za tekočinske kanale.

		Obojestransko napihnjen kanal	Enostransko napihnjen kanal	Enostransko napihnjen kanal
		Mreža Talum	Harfa 10 Kanalov	Harfa 14 Kanalov
Temperatura tekočine na izstopu	°C	27.8	27.7	27.9
Najvišja temperatura na panelu	°C	42.8	35.6	35.9
Povprečna temperatura zunanje plošče	°C	25.1	24.4	24.0
Toplotna moč	J/s; W	744.6	739.9	750.3
Razlika tlaka med vstopom in izstopom	Pa	1056.3	1599.5	1423.7
Povprečna hitrost pretoka	m/s	0.05	0.09	0.07
Maksimalna hitrost pretoka	m/s	1.02	1.16	1.16

Izhajali smo iz različice (1), absorber s kanali v obliki mreže in dvostransko napihnjnim prečnim prerezem kanalov. Drugi dve različici (2), (3) imata široke enostransko napihnjene kanale. Vrednotenje kaže, da geometrija harfe najboljše deluje s 14 kanali, čeprav ima absorber v obliki mreže optimalen prečni prerez tekočinskega kanala s termotehničnega vidika. Na podlagi ilustriranih pretočnih vektorjev je še vedno mogoče določiti, da se lahko geometrija razporeditve tekočine na posamezne kanale v vstopnem območju tekočine še optimizira.

3.6. Premazi absorberja STAF panela

Ker imajo gole kovinske plošče zelo šibko sončno absorpcijsko stopnjo, je za STAF panel potreben dodaten premaz plošče za povečanje hitrosti absorpcije (absorpcijski koeficient α_{Sol}). Za zmanjšanje toplotnih izgub zaradi izhajanje energije iz absorberja, imajo premazi zelo nizko stopnjo emisij (koeficient ε_{Heat}). Obstajajo tri običajne variante za povečanje stopnje absorpcije [17] - s prevleko (neselektivnega) sloja laka in lakiranje kovinskih površin s pomočjo metode prevleka ali naparevanjem [18] (Vakuum-Sputter tehnika).

Premaz s posebno solarno barvo (= poseben lak na osnovi kopolimerov [19]) je zelo primerna in okolju prijazna varianta, in je prav tako še preprosta za uporabo. Koeficient absorpcije je okoli 0,95, koeficient emisije je okoli 0,85. Z uporabo črne plasti kroma z galvanizacijo je absorpcijski koeficient 0,95 (kot pri solarnem premazu), vendar je koeficient emisije približno 12:15, in je veliko nižji v primerjavi. Z uparjanjem posebne prevleke (modra namesto črne), lahko možno doseči tudi koeficient emisije 0,05. Splošno ne moremo priporočati optimalne variante premaza, saj je odvisen od vloge STAF panela.

3.7. Pokrovi za absorber STAF panela

Iz literature [14], [15] in tudi iz diagrama o učinkovitosti kolektorja (na Slika 14) je jasno, da se učinkovitost poveča s prozornim pokrovom kolektorja, ko je temperatura okolja pod povprečno temperaturo absorberja. To je posledica konvektivnih toplotnih izgub, ki se zmanjšajo za kritje. Optimalna razdalja med prosojnim pokrovom in absorpcijsko ploščo je med 40 in 100 mm [16].

3.8. Smer namestitve STAF panela

Absorberske plošče so v bistvu vgrajene v fasadni ovoj, ki se poravna navpično na tla. Zaradi tega bo učinek kota bolj optimalen na nižjih nadmorskih višinah (zjutraj in zvečer v zahodni in vzhodni smeri ali v zimski in južni smeri). Načeloma je možna poravnava absorberskih plošč v fasadi, vendar je to smiselno odvisno od vrste in časa uporabe sončne energije.

Teoretično je mogoče STAF panel uporabiti tudi (v spremenjeni različici) kot strešno kritino, ki se glede na strešni kot in usmeritev strehe spreminja glede na vhodno energijo sončne energije.

3.9. Maksimalna temperaturna razlika

V smernicah Avstrijskega inštituta za gradbeno tehnologijo (OIB-smernica [20]) pod varčevanjem z energijo in toplotno zaščito navaja: *"Izogibati se je treba škodljivi kondenzaciji na notranji površini ali znotraj komponent. Pri novogradnji in večji prenovi stavb je treba upoštevati ÖNORM B 8110-2. Vse negativne vplive toplotnih mostov je treba v veliki meri zmanjšati ob upoštevanju tehničnih in gospodarskih možnosti."*

Zaenkrat se domneva, da temperatura tekočine (tako znotraj kot zunaj v fluidnih kanalih) pri vходу v konstrukcijo pločevine ne more pasti pod temperaturo 15 ° C. Vendar pa je s pomočjo kondenzacijskih kanalov povsem mogoče izprazniti kondenzirano vodo in s tem preprečiti nastanek plesni ali druge posledične poškodbe. V teh okoliščinah je celo mogoče zamisliti temperature pod 15 ° C.

3.10. Integracija fotovoltaike (hibridna uporaba, PV/T)

Kombinacija solarnih termalnih kolektorjev s fotonapetostnimi celicami je bila že obširno obravnavana na znanstveni ravni, v zvezi s tem pa potekajo tudi številne raziskave (ScienceDirect: [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27]). Razsežnost, do katere je kombinacija sončne energije smiselna za STAF panel, bo nadalje raziskana kot del projekta. Med raziskavami pa ni bilo najti virov literature, v katerih bi bila navedena toplotno aktivirana sendvič fasadna plošča.

3.11. Področja uporabe

STAF panel se lahko uporablja zelo na široko - načeloma na strehi in fasadi, na poslovnih in stanovanjskih stavbah kot toplotna izolacija, za pripravo tople vode in / ali kot naprava za ogrevanje in hlajenje. Namen ogrevanja in podpore je verjetno, da potrebujejo razmeroma veliko površino stavbe, opremljene s STAF paneli. Za obdelavo sanitarne vode za enodružinske hiše bi bilo dovolj le nekaj plošč, ki bi lahko nadomestile komercialne sončne toplotne kolektorje na strehah.

Teoretično je možna povezava s toplotnim omrežjem (daljinsko ogrevanje), vendar le, če so bližnje tovarne, zgradbe itd. opremljene s STAF paneli. Za prenos v ogrevalno omrežje pa mora biti postaja za prenos potrebna za dvig temperature tekočine v skladu z zahtevami ogrevalnega omrežja.

Druga uporaba za ploščo STAF bi bila uporaba ustvarjene energije za sezonsko skladiščenje (npr. shranjevanje v zemlji ali ledu). To vam omogoča, da presežek energije porabite od poletja v prehodnih obdobjih do pozimi in za ogrevanje ali za pripravo tople vode.

STAF panel je primeren tudi za področje čistega hlajenje prostora. Takšna uporaba vključuje, med drugim, hladilnice ali skladišč vnetljivih materialov, v katerih sobna temperatura ne sme preseči določene vrednosti.

4. Tehnološki aspekti preoblikovanja kovine

Cilj projekta "INTERREG ABS-Network SIAT 125" je razvoj prototipa toplotno aktivne plošče ovojnice stavbe. V tem panelu se energija sonca energijsko uporablja z uporabo tekočih kanalov. Hkrati lahko plošča ohladi ali ogreje notranjost prostora.

Na podlagi predhodnih premislekov bodo spodaj opisani procesni koraki, načrtovani za izdelavo plošče STAF. Po neposrednih raziskavah in razpravah med sodelujočimi projektnimi partnerji se izberejo primerni proizvodni postopki in s tem povezane metode izračuna, da se proizvede pravi demonstrator. Zlasti proizvodnja zunanjih lupin na sončno toplotno aktivirani fasadni plošči zahteva dobro tehnično zasnovo, ki se izvaja s sodobnimi metodami izračunavanja FEM.

Slika 2 prikazuje koncept STAF panela. Zunanja in notranja lupina plošče sta sestavljeni iz dveh listov, ki so med seboj povezani s pomočjo tehnologije za valjanje, ki se kasneje razširja z delovanjem plinastega medija na predhodno določenih območjih. Rezultat je kanal, skozi katerega se toplota absorbira ali odstrani s tekočino. Notranja plošča vsebuje votline, ki se uporabljajo kot kanali, zunanja plošča služi kot pokrivna plošča za tesnjenje in je zunanja površina plošče.

Iz specifikacij toplotnih ali strukturnih vidikov in omejitev projektnih partnerjev (ki izhajajo iz tehnične / materialne tehnične dostopnosti projektnih partnerjev) so najprej določeni naslednji parametri za proizvodnjo panelov:

- Maksimalna dolžina panela: 1750mm
- Maksimalna širina panela: 500mm
- 2 možna materiala: Al99.5 (AL 1050) in AlZr (AL 1230) - glej Slika 18
- Maksimalna debelina kovinske plošče za RollBonding 1.5 mm

Material	Direction	A (%) repture	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	E (MPa)
1050	longitudinal	47.5	56	76	57 742
1050	transversal	48	55	70	68 300

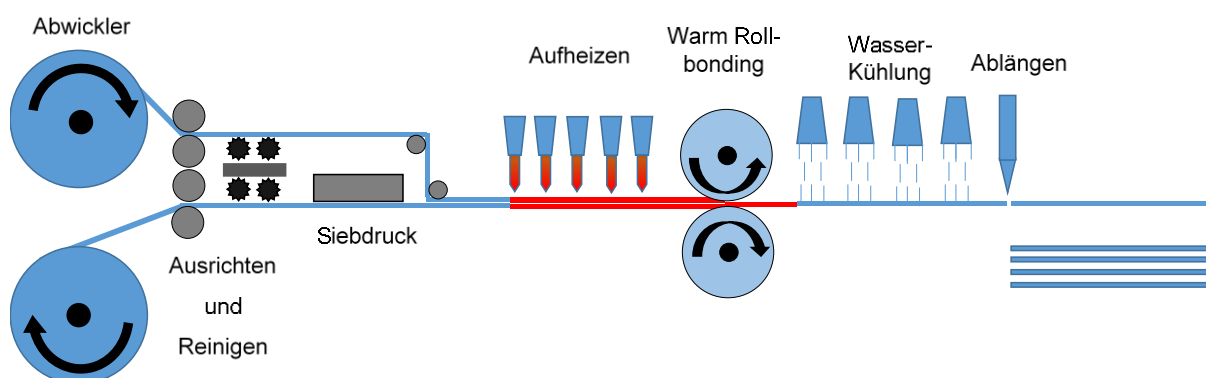
1230	longitudinal	44.4	66	91	59 495
1230	transversal	31.486	57	83	60 383

Slika 18: Lastnosti materiala Al99.5 in AlZr

4.1. Opis procesa – Roll-Bonding

Proces "Roll-Bonding" je znan po izdelavi toplotnih izmenjevalnikov v ploščatih kolektorjih ali v hladilnikih. Prednost metode je, da lahko optimalno oblikujete hladilne kanale, postopek povezovanja pa spremlja proces valjanja. Postopek valjanja je prikazan na Slika 19. Dva pločevinasta valja iz se odvijeta skozi odvijalec in nato poravnata s primernim valjčkom. Preden so plošče natisnjeni s

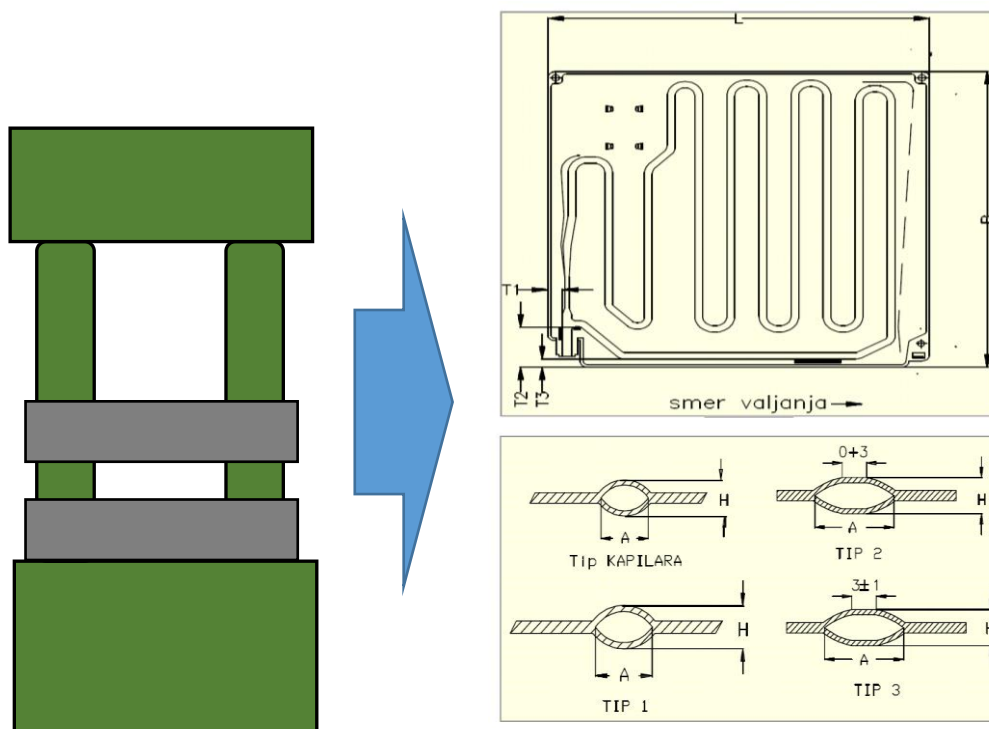
postopkom sitotiskanja z grafitnim vzorcem, je še vedno prej na vrsti natančno čiščenje plošč. Natisnjeni vzorec grafitnega prahu opisuje geometrijo kasnejših kanalov. Uporaba grafita služi kot sredstvo za sproščanje, zato obe plošči na teh območjih ne morejo trajno povezati. Po sitotiskanju se tuljave ogrevajo in nato pritisnejo skupaj z visokotlačnimi valji. Tukaj sta dve začetni plošči valjani z ustrežno debelino plošč približno 1,5 mm do skupaj 1,5 mm. Na koncu je vodno hlajenje in rezanje listov na želeno dolžino namesto tega.



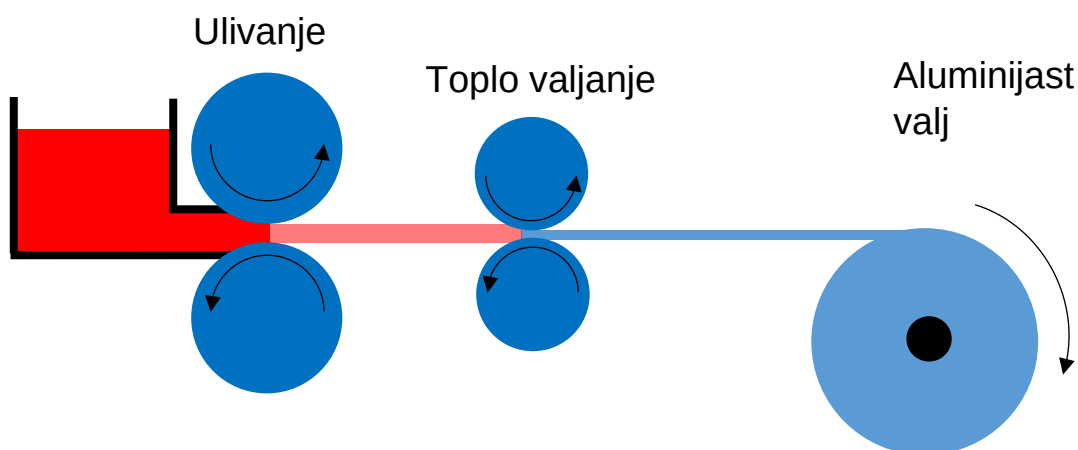
Slika 19: Prikaz tehnološkega postoka Roll-Bonding (Vir: Talum, Tovarna aluminija d. d.)

Na Slika 20 je prikazano načelo izdelave kanalov. Predhodno izdelane valjarske plošče so na voljo v posebni tovarni za oblikovanje. Tukaj je s plinasto tekočino tista področja, ki so bila predhodno natisnjena z grafitnim prahom, pod pritiskom, dokler želeno transformacija ne povzroči dovolj velikega kanala. V tem primeru se geometrija lahko zelo spreminja s postopkom zaslona. Velik izziv je, da lahko zagotovimo dovolj notranjega pritiska za proces oblikovanja. Običajno so tlaki do 140 barov realni. Postopek je znan iz proizvodnje toplotnih izmenjevalcev. Na obeh straneh sta napolnjena dva lista istega materiala in debeline (kot je prikazano na Slika 20). Za izdelavo plošče STAF pa arhitekturne zahteve zahtevajo, da ostane ena stran ravna. To lahko dosežemo z materialno mešanico z različnimi lastnostmi materiala in spreminjanjem debeline pločevine. Optimalna zasnova plošč, ki jih je treba povezati, in izračun procesnih parametrov bodo glavna točka oblikovalsko-tehničnih premislekov v tem projektu.

Poleg tega se bo proučila možnost oblikovanja (npr. S pomočjo globokega vlečenja) končnih naplajenih plošč za "valjanje". Upoštevati je treba primernost metode za izdelavo tridimenzionalno ukrivljenih fasad.



Slika 20: Napihovanje kanalov na valjčnih ploščah na udarce (Vir: Talum, Tovarna aluminija d. d.)



Slika 21: Princip: Brezkončno ulivanje – toplo valjanje – navijanje v valj (Vir: Talum, Tovarna aluminija d. d.)

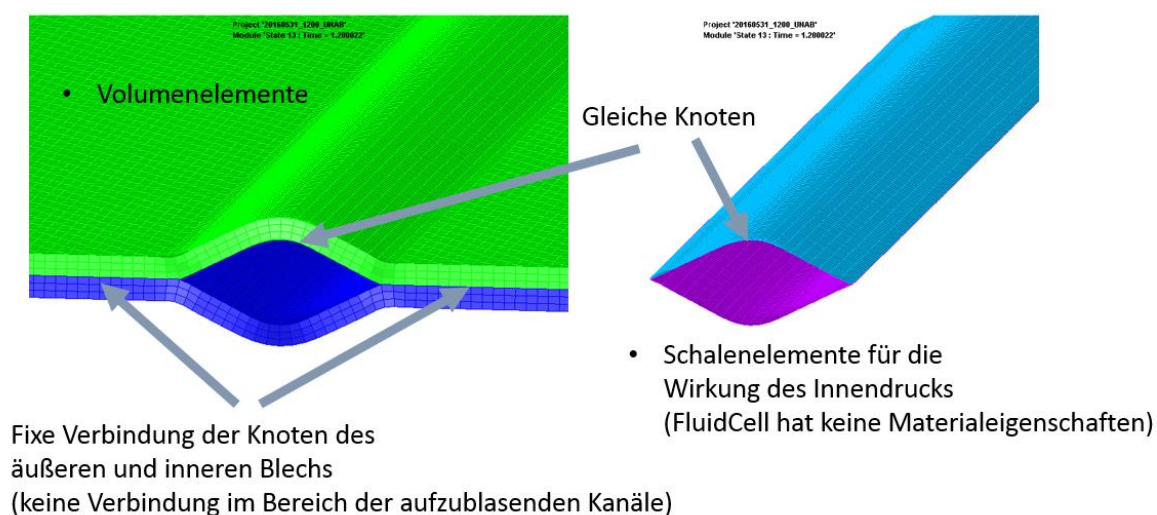
Postopek za pripravo napihnjenih dvojnih praznih plošč je mogoče povzeti kot sledi:

- Brezkončno ulivanje (6mm debeline) – glej Slika 21
- Toplo valjanje (do 1 mm debeline) – glej Slika 21
- Nanašanje vzorca kanalov z grafitom s sitotiskom – glej Slika 19
- Roll-bonding - glej Slika 19
- Toplotna obdelava
- Poravnava in razrez na primerno dolžino
- Napihovanje kanalov (tlaki > 100 bar) - glej Slika 20
- Nadaljnji postopki (Izsekavanje, poravnava, lotanjepriključkov, ...)

4.2. Izgradnja / Razvoj primerne FEM-modela

Virtualni razvoj panela, zlasti napihovanje fluidnih kanalov v aluminijastih zunanjih stenah, je podprt s simulacijo FEM. Realistično napihovanje fluidnih kanalov tekočin ni standardni process preoblikovanja se ne izvaja v komercialne, temveč "posebne namene" s FEM simulacijskimi program preoblikovanja. Zato je treba najprej nastaviti model FEM, primeren za poseben postopek.

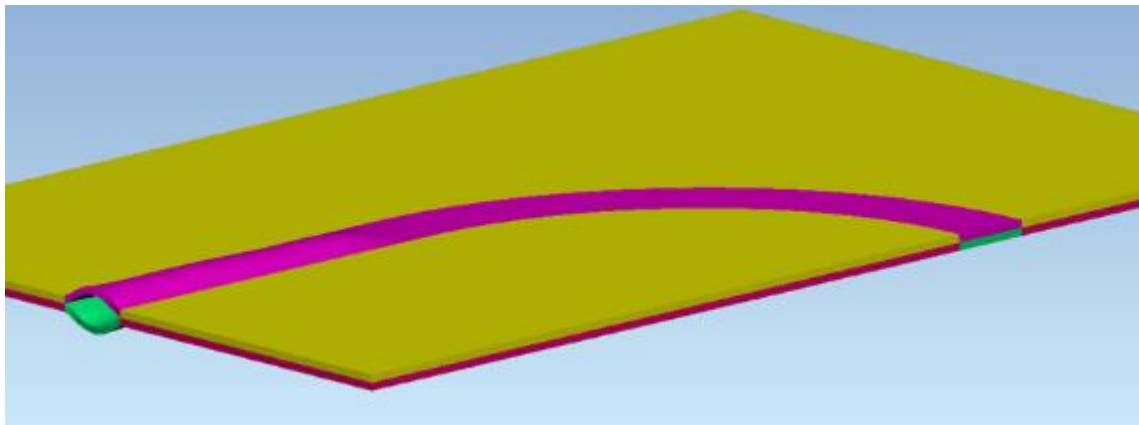
V predhodni študiji je bil zgrajen model s programsko opremo ESI PamStamp2G[28], ki omogoča inflacije kanalov načeloma. Listi so bili definirani s količinskimi elementi. Zgornja plošča in spodnja plošča sta fiksno povezani med seboj na kontaktnih površinah. Na območjih, kjer je kanal kasneje napolnjen, ni povezave vzdolž elementov. V območjih kanalov je dodatno območje povezano z elementi lupine. Ti lupinski elementi so potrebni za uporabo notranjega tlaka, ki predstavlja aktivni medij – glej Slika 22.



Slika 22: FEM-Model ESI PamStamp – Napihovanje kanalov

Pomanjkljivost te metode je, da tlak na celotni površini hladilnih kanalov deluje hkrati in zato dejansko vedenje med inflacijo ni mogoče prikazati. Možna je časovna odvisnost kanalov (glej Slika 23), vendar

morate še naprej poznati nadaljevanje oblikovanja. To je na splošno posledica narave stvari, vendar ni vnaprej znano.



Slika 23: FEM-Model ESI PamStamp – časovno odvisno napihovanje kanalov

Za simulacijo hlajenja hladilnih kanalov se vzpostavi bolj realističen model FEM. V ta namen se poskuša uporabiti možnosti simulacijskega programa "LS-DYNA" za splošni namen, v katerem so na voljo programski moduli s področja "pasivna varnost", zlasti simulacija zračnih blazin. Ti moduli so povezani s simulacijo klasične tehnike oblikovanja, da bi bolje prikazali inflacijo hladilnih kanalov.

4.3. Določanje značilnosti materiala za simulacijo oblikovanja

Da bi lahko simulacijo preoblikovanja čim bolj realno izračunali, je treba materialne značilnosti materialov, uporabljenih v simulaciji, natančno določiti. Šele potem lahko zagotovimo, da se rezultati simulacije ujemajo z resničnimi komponentami. Za simulacijo postopka oblikovanja pločevine (hladno oblikovanje) so potrebne naslednje značilnosti materiala.:

- Debelina materiala (Thickness)
- E – Modul (Young`s modulus E)
- Poissonovo število μ (Poisson`s coefficient)
- Gostota ρ (density)
- Smer valjanja pločevine (Rolling direction)
- Krivulja tekočnosti (Hardening curve = stress - plastic strain curve):
 - Pozor: to ni (!!!) krivulja napetost-razteznost (Sigma-Epsilon = navezuje se na izhodiščno dolžino), temveč „prava“ tekoča krivulja (v povezavi s trenutno dolžino = mejna plastičnosti k_f – stopnja preoblikovanja ϕ)
 - Pri več različnih krivuljah plastičnosti se priporoča povprečna krivulja (povprečenje krivulj 0°, 45° in 90°)
 - Ocena krivulje pretoka materialov z nizko deformabilnostjo z ekstrapolacijo do stopnje deformacije $\phi = 1$
 - Za ekstrapolacijo krivulje pretoka do stopnje deformacije $\phi = 1$ določajo se parametri pretočnega zakona (z.B. Ludwik, Swift, Ghosh, Hockett-Sherby, ...)
- r – vrednosti (anisotropy coefficients)
 - r_0 0° v smeri valjanja
 - r_{45} 45° v smeri valjanja
 - r_{90} 90° v smeri valjanja
- Krivulja mejnega preoblikovanja (Forming Limit Curve)
 - Alternativno se lahko pri nizko ogljičnih jeklih (mild in HSLA) se lahko uporablja Keelerjev zakon - Pozor: ni primerno za DP in IF jekla
- Priporočilo za krivuljo pretoka (npr. Hill 48, Hill 90, Barlat,...)

Pri zasnovi komponent se s pomočjo preskusov določijo značilnosti materialov dveh trenutno razpoložljivih materialov (aluminija AL1050 in AL1230). Ti podatki se izvajajo v podatkovni kartici uporabljenega simulacijskega programa. Zelo pomembno je določiti značilnosti materiala od stanja tik pred napihovanjem, saj bo to začetno izhodišče simulacijskega modela.

Za napoved glede serijskih komponent ali možnih optimizacijskih analiz se uporabijo značilnosti materiala iz literature ali iz materialnih podatkovnih baz različnih simulacijskih programskih programov.

4.4. Dizajn komponent STAF-panela

Z uporabo razvitega simulacijskega koncepta FEM se izračunata in optimizirata dve zunanji lupini plošče. Različni različni izračuni določajo optimalno komponento in določijo potrebne parametre procesa za dejansko proizvodnjo. Poleg tega se izračuni izvajajo v simulaciji glede na zasnovo kasnejše serijske komponente (ni še posebej prisotnih komponentnih delnih ionov ali materialov). Pri iskanju alternativnih materialnih možnosti morajo biti ti izredno odporni, vendar hkrati čim lažji in imajo dobro toplotno prevodnost.

Naslednji korak pri oblikovanju komponent je zatemnitev izolacije. Zaradi pretoka tekočin med pločevinami in transporta absorbirane toplote še naprej obstajajo različne tempo območja v pločevini. Toplotna izolacija mora preprečiti nastanek kondenzacije, kolikor je le mogoče, in ga ne smejo oblikovati plesni ali alge. Eden od načinov za to je uporaba jedra iz pene. Ta anorganski material se lahko razreže v katero koli obliko in je neobčutljiv na alge ali plesni. Preučiti je treba uporabo alternativnih izolacijskih materialov.

Izračuni moči se izvajajo, da se zagotovi dokaz o zahtevani trdnosti plošče. Zlasti je treba upoštevati standarde EN 1999 Evrokod 9: Pri aluminijastih komponentah je treba upoštevati načrtovanje in konstrukcijo aluminijastih konstrukcij. "EN 1999 velja za načrtovanje, izračunavanje in načrtovanje aluminijastih konstrukcij in konstrukcij." [29]

"Eurokode zagotavljajo pravila za načrtovanje, izračunavanje in načrtovanje celotnih konstrukcij in komponent, primernih za vsakodnevno uporabo. Osredotočajo se na tradicionalne načine gradnje in vidike inovativnih aplikacij, vendar ne zagotavljajo popolnih pravil za nenavadne konstrukcijske rešitve in pogoje načrtovanja." [29]

V tem standardu [29] so tudi sezname aluminijastih materialov, ki se priporočajo za strukture in strukture. Tukaj je treba preveriti, v kolikšni meri so materiali, namenjeni STAF panelu, skladni s tem standardom ali kateri alternativni materiali se bodo uporabljali.

Drug pristop za optimizacijo izračuna trdnosti končne plošče je, da se "oblikovalna dvigala" od simulacije oblikovanja do nadaljnjega izračuna moči.

Zadnji delovni paket bo pregled sposobnosti že napolnjenih listov. Ker so ukrivljene površine lahko zaželenje tudi za gradnjo ovojnic, je treba upoštevati primernost oblike STAF panela. V ta namen se simulacije FEM napihljivega dopolnjujejo z naknadnimi simulacijami standardnega oblikovanja. Tukaj je treba preveriti, ali se prečni prerez kanalov spremeni ali zaključi z naknadnim oblikovanjem in zato funkcija plošče ni več podana.

Kazalo literature

- [1] Amtsblatt der Europäischen Union, *Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates*, 9. März 2011.
- [2] „OIB Austrian Institute of Construction Engineering,“ [Online]. Available: <https://www.oib.or.at/en/node/150196>.
- [3] Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, *Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden*, 16. Dezember 2002.
- [4] Amtsblatt der Europäischen Union, *Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden*, 19. März 2010.
- [5] R. Mikulits, „Das Konzept der leistungsorientierten bautechnischen Vorschriften,“ *OIB Aktuell*, 02/2013.
- [6] Österreichisches Institut für Bautechnik, *OIB-Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz*, März 2015.
- [7] Österreichisches Institut für Bautechnik, *OIB-Richtlinie 5 - Schallschutz*, März 2015.
- [8] Österreichisches Institut für Bautechnik, *OIB-Richtlinie 2 - Brandschutz*, März, 2015.
- [9] Österreichisches Institut für Bautechnik, *OIB-Richtlinie 2.1 - Brandschutz bei Betriebsbauten*, März, 2015.
- [10] Österreichisches Institut für Bautechnik, *OIB-Richtlinie 2.3 - Brandschutz bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 m*, März, 2015.
- [11] Brucha Gesellschaft m.b.H., *Gebäudehüllen aus Sandwichpaneelen - Leitfaden zur Verarbeitung*, 2016.
- [12] Fluid Dynamics software “ANSYS Fluent 17.0.0”, ANSYS Inc., Southpointe 275 Technology Drive Canonsburg, PA 15317, <http://www.ansys.com>, Release 17.0 (2017).
- [13] ANSYS Fluent 17.0. Userguide/Theoryguide.
- [14] J. Duffie und W. Beckman, *Solar engineering of thermal processes*, second edition, a Wiley-Interscience Publication: John Wiley & Sons, Inc., 1991.
- [15] W. Streicher, *Sonnenergienutzung (Vorlesungsskriptum)*, Institut für Wärmetechnik: Technische Universität Graz.

- [16] UNAB - Umsetzung nachhaltigen Bauens durch optimierte Projektsteuerungsprozesse und integrale Gebäudehüllen, Technische Universität Graz, 2016.
- [17] <http://www.mahnecke.de/Black300-Forum/thread.php?board=28&thread=23>.
- [18] <https://www.solarserver.de/wissen/lexikon/s/selektive-beschichtung-absorber.html>.
- [19] <https://www.trubadu.de/shop/sartikel.php?aid=50>.
- [20] https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_6_26.03.15.pdf.
- [21] I. Adnan, Y. O. Mohd, H. R. Mohd, M. Sohif und S. Kamaruzzaman, „Recent advances in flat plate photovoltaic/thermal (PV/T) solar collectors,“ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Bd. 15, Nr. 1, pp. 352-365, 2011.
- [22] P. G. Charalambous, G. G. Maidment, S. A. Kalogirou und K. Yiakoumetti, „Photovoltaic thermal (PV/T) collectors: A review,“ *Applied Thermal Engineering*, Bd. 27, Nr. 2-3, pp. 275-286, 2007.
- [23] R. Daghigh, M. H. Ruslan und K. Sopian, „Advances in liquid based photovoltaic/thermal (PV/T) collectors,“ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Bd. 15, Nr. 8, pp. 4156-4170, 2011.
- [24] A. M. Elbreki, M. Alghoul, A. N. Al-Shamani, A. A. Ammar, B. Yegani, A. M. Aboghrara, M. H. Ruslan und K. Sopian, „The role of climatic-design-operational parameters on combined PV/T collector performance: A critical review,“ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Bd. 57, pp. 602-647, 2016.
- [25] V. V. Tyagi, S. C. Kaushik und S. K. Tyagi, „Advancement in solar photovoltaic/thermal (PV/T) hybrid collector technology,“ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Bd. 16, Nr. 3, pp. 1383-1398, 2012.
- [26] J. M. Jee, S. Iniyand G. Ranko, „Flat plate solar photovoltaic–thermal (PV/T) systems: A reference guide,“ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Bd. 51, pp. 62-88, 2015.
- [27] M. S. Buker und S. B. Riffat, „Building integrated solar thermal collectors – A review,“ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Bd. 51, pp. 327-346, 2015.
- [28] ESI Group, PamStamp 2015.1 User Guide, www.esi-group.com, 2015.
- [29] Austrian Standards Institute, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken*, 1020 Wien: Austrian Standards plus GmbH, 2014.

Kazalo slik

Slika 1: sendvič plošča s fluidnimi kanali za pridobivanje energije na zunanji strani in kondicioniranje notranjih prostorov na notranji strani.	2
Slika 2: Sestava sendvič plošče (štiri plasti): vsaka ravna in ena oblikovana pokrivna plošča oblikuje fluidne kanale	2
Slika 3: Zahteve za komponente za prenos toplote [6]	7
Slika 4: Najvišje vrednosti za stanovanjske stavbe z dokazili o zahtevah glede potrebe po toplotni energiji [6]	8
Slika 5: Najvišje vrednosti za stanovanjske stavbe z dokazilom o faktorju energetske učinkovitosti [6]	8
Slika 6: Najvišje vrednosti za nestanovanjske stavbe z dokazili o zahtevah glede potreb po toplotni energiji [6]	9
Slika 7: Najvišje vrednosti za nestanovanjske stavbe z dokazi o zahtevah glede faktorja energetske učinkovitosti [6]	9
Slika 8: Minimalne vrednosti indeksa zvočne izolacije za zunanje gradbene elemente stanovanjskih zgradb, hotelov, hotelov itd. [7]	12
Slika 9: Najmanjše vrednosti indeksa zvočne izolacije za zunanje gradbene dele upravnih, poslovnih zgradb itd. [7]	13
Slika 10: Splošne zahteve za požarno ravnanje gradbenih materialov ali sestavnih slojev [8]	15
Slika 11: Splošne zahteve za požarno odpornost komponent [8]	16
Slika 12: Splošne zahteve za požarno obnašanje gradbenih elementov z izhodno hitrostjo več kot 22 m [10]	17
Slika 13: Ilustracija (1) konstrukcije plošče STAF, kot tudi temperaturni profil plošče (2) poleti in (3) pozimi .	24
Slika 14: Primerjava med kolektorskimi značilnostmi skupnih aplikacij solarnega termičnega kolektorja	26
Slika 15: Vpliv širine kanala in razdalje kanala Talnega preseka kanala na temperaturi izhoda vode	26
Slika 16: Primerjava konture temperature na zunanji plošči STAF panela 1,75 x 0,5 m z različnimi prečnimi prerezi tekočine in razdaljami fluidnih kanalov	28
Slika 17: Primerjava temperaturnih kontur na zunanji plošči STAF panela z vodilnim kanalom (1) z vodilnim vodnikom v obliki mreže, (2) vodilnim vodnikom v obliki harfe z 10 navpičnimi kanali in (3) vodilnim vodnikom s 14 navpičnimi kanali	28
Slika 18: Lastnosti materiala Al99.5 in AlZr	32
Slika 19: Prikaz tehnološkega postopka Roll-Bonding (Vir: Talum, Tovarna aluminija d. d.)	33
Slika 20: Napihovanje kanalov na valjčnih ploščah na udarce (Vir: Talum, Tovarna aluminija d. d.)	34
Slika 21: Princip: Brezkončno ulivanje – toplo valjanje – navijanje v valj (Vir: Talum, Tovarna aluminija d. d.)	34
Slika 22: FEM-Model ESI PamStamp – Napihovanje kanalov	35
Slika 23: FEM-Model ESI PamStamp – časovno odvisno napihovanje kanalov	36