

LOGISTIČNI CENTER LIDL ARJA VAS

LOGISTICS CENTRE LIDL ARJA VAS

Toni Klemenčič, mag. inž. grad.

klemencic.toni@cgp.si

Rok Krevs, mag. inž. grad.

rok.krevs@cgp.si

Danilo Malnar, univ. dipl. inž. grad.

danilo.malnar@cgp.si

CGP, d. d.,

Ljubljanska cesta 36, 8000 Novo mesto

Strokovni članek

UDK 624.014.2:69.055(497.4)

Povzetek | Članek opisuje tehnologijo gradnje objekta Logistični center LIDL Arja vas, izdelavo terminskega plana v 3D-okolju ter pridobivanje LEED-certifikata za projektiranje in gradnjo objekta. V članku je predstavljena natančnost postavitve montažnih stebrov AB ter nadaljnja montaža strešne jeklene konstrukcije z nizko toleranco dimenzij. Podrobneje je predstavljen 4D-model objekta, ki je izdelan s programsko opremo Navisworks Manage. Predstavljen je postopek pridobivanja zlatega LEED-certifikata.

Ključne besede: tehnologija gradnje, terminski plan, BIM, LEED

Summary | The article describes the technology of construction for the structure Logistics centre LIDL Arja vas, the making of timetable in 3D environment and acquiring of LEED certificate for the design and construction of this structure. The article shows the accuracy of the prefabricated columns and further assembly of the steel roof structure with lower margin of error. In more detail we present the 4D model of the structure, which was made with Navisworks Manage software. The process of acquiring gold LEED certificate is presented.

Key words: construction technology, schedule, BIM, LEED

1 • UVOD

Objekt Logistični center LIDL Arja vas je s 57.546 m² med največjimi pokriti objekti v Sloveniji in meri več kot 218 teniških igrišč. Postavljen je na zemljišču, velikem 13 hektarjev, kar znaša enako kot 18 nogometnih igrišč. Znotraj objekta je dovolj prostora za 38.000 paletnih mest. Osnovni podatki o udeležencih pri graditvi, času gradnje in vrednosti del so prikazane v preglednici 1.

Objekt skladišča je zasnovan kot armirano-betonska montažna konstrukcija z jekleno konstrukcijo strehe, ki je položna dvokapnica s potekom slemen v smeri vzhod-zahod. Objekt je konstrukcijsko zasnovan kot enoetažna konstrukcija v predelu hladilnic oziroma kot dvoetažna konstrukcija na vzhodni strani. Nosilno konstrukcijo strehe sestavljajo prečni

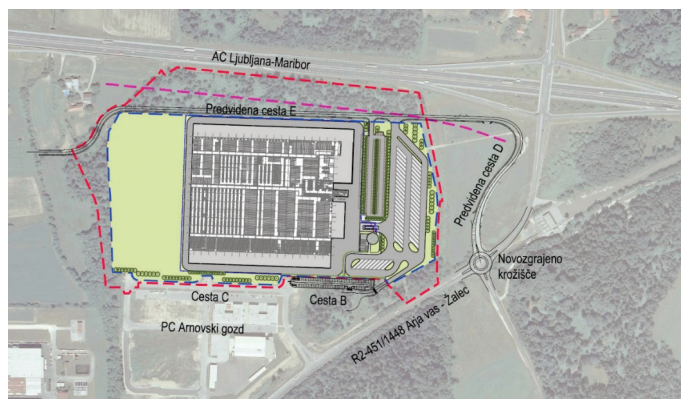
Projekt	Logistični center LIDL Arja vas
Generalni izvajalec	CGP, d. d.
Projektant	Elea iC, d. o. o. ((Elea iC, 2017), (Elea iC, 2018a), (Elea iC, 2018b))
Nadzornik	Elea iC, d. o. o.
Čas gradnje	12 mesecev od pričetka del; junij 2018–junij 2019
Vrednost GOI del	40 milijonov EUR brez DDV

Preglednica 1 • Osnovni podatki o logističnem centru LIDL v Arji vasi.

in vzdolžni jekleni palični nosilci, ki so členkasto priključeni na armiranobetonske montažne stebre. Celotna streha skladišča je pokrita z nosilno visokoprofilirano trapezno pločevino višine 137 mm. Pločevina služi za nosilno podlago zaključnim slojem položne pohodne strehe. Nosilna konstrukcija strehe v predelu pisarn so montažni armiranobetonski nosilci. Glavni nosilci L in I pravokotnega preseka so višine 1,0 m. Sekundarni nosilci pravokotnega preseka višine 68 cm potekajo preko razpona 12,1 m in so postavljeni v medsebojnem odmiku 3 do 3,5 m. Celotna streha nad pisarnami je krita z nosilno trapezno pločevino višine 155 mm. Površine logističnega centra so navedene v preglednici 2. Lega logističnega centra je prikazana na sliki 1.

Površina zemljišča	133.257,00 m ²		
Zunanja ureditev	44.763,46 m ²		
Zunanje zelene površine	45.354,62 m ²		
	Logistični center – skladišče	Energetski objekt	Vratarnica
Zazidana površina	42.531,60 m ²	620,00 m ²	38,45 m ²
Bruto tlorisna površina	57.546,64 m ²	620,00 m ²	40,20 m ²

Preglednica 2 • Površine logističnega centra LIDL v Arji vasi.



Slika 1 • Umetnitev objekta ob avtocesti Ljubljana–Maribor pri Arji vasi. Tlorisne mere objekta skladišča 185 m x 225 m.

2 • GRADNJA OBJEKTA

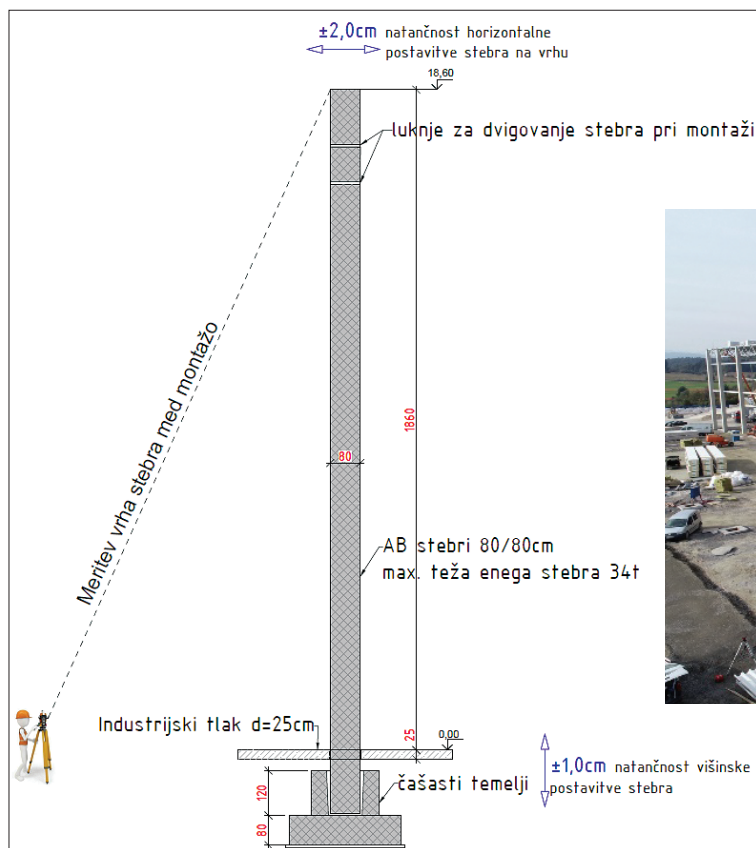
2.1 Globoko temeljenje

Na objektu se je uporabilo globoko temeljenje z dvema tehnologijama:

CFA-piloti (continuous flight auger) – s CFA-metodo so se izdelovali piloti iz armiranega betona pod točkovnimi temelji, pasovnimi temelji in temeljnimi ploščami dvoetažnega dela objekta. CFA-piloti so se vgradili tri

premere globoko v lapornato podlago, ki je od 3 do 18 m pod nivojem delovnega platoja. Pri CFA-metodi se neprekinjeno vrta do končne globine pilota, sveder se pri tem zapolni z zemljino, ki opira stene vrtnice. Pri izvleku svedra se vrtnica skozi sredinsko cev svedra zapolnjuje z betonom. Na koncu se v vrtnico, zapolnjeno z betonom, vtisne še armaturo.

VBS-piloti (vibrirani betonski slopi) – z VBS-metodo so se izdelovali nearmirani piloti premera 60 cm pod talno ploščo po celem tlorisu objekta ter pod točkovnimi temelji enoetažnega dela objekta. VBS-piloti so se izvajali z vibracijsko iglo s potiskanjem s pomočjo vibriranja do globine 6–20 m pod delovnim platojem do nosilnega sloja kompaktnega laporja. Pri izvleku vibracijske igle se je istočasno dovajal beton skozi sredinsko cev vibracijske igle.



Slika 2 • Natančnost postavitve montažnih stebrov.

2.2 Montažne konstrukcije

Stebri so postavljeni v čašaste temelje s pomočjo trna (armaturna palica $\varnothing 25$), vgrajenega na dnu stebra. Na dnu čaše je bila odmerjena središčna točka stebra, na katero se je postavil stebel s trnom. Steber se je nato uravnaval v horizontalni smeri ob geodetskem merjenju lege vrha stebra. Po postavitvi stebrov je bil ponovno izveden geodetski posnetek vrhov stebrov. Vrhovi stebrov so v vertikalni smeri postavljeni na $\pm 1,0$ cm natančno ter v horizontalni smeri $\pm 2,0$ cm natančno (slika 2).

Priključna konzola na vrhu stebra za priključitev paličnih nosilcev se je pritrdjevala na že predhodno vgrajene sidrne palice (M24 8.8 l=500 mm) na vrhu stebra. Zaradi tolerance

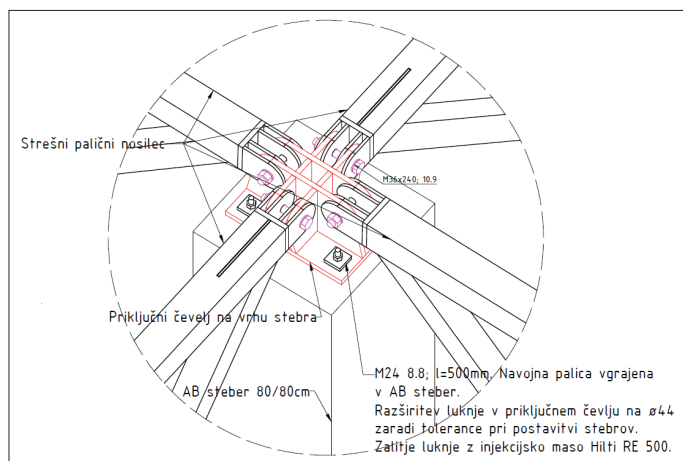
x 40 m oz. 1480 m². Stik dilatacijskih polj je izveden s kovinskim dilatacijskim profilom, ki omogoča prosto krčenje posameznih polj. Na robovih dilatacijskih polj so vgrajeni ravni kovinski dilatacijski profili, na mestu transportnih poti so vgrajeni sinusni dilatacijski profili za boljši prehod viličarjev.

Industrijski tlak pritličja sestavljajo:

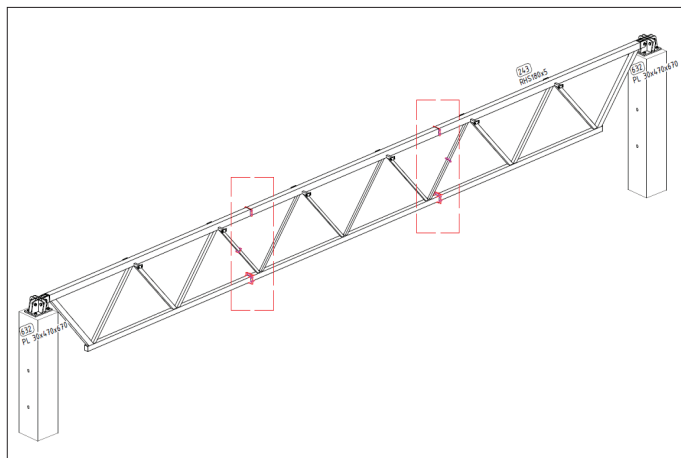
- utrjena nevezna nosilna plast 60 cm; modul stisljivosti $E_{v2} = 120$ MPa,
- folija Gefitas 3/300 + PE-folija debeline 0,2 mm (slika 5),
- industrijski tlak (AB-plošča) d=25 cm + talno grejje na spodnjem robu plošče,
- mineralni (kvarčni) posip Tal M Strong,
- količina vgrajene armature: 158 kg/m³.

ogrevanje, nameščeno v spodnji del talne AB-plošče (industrijskega tlaka) objekta. S talnim ogrevanjem je za preprečitev zmrzovanja tal opremljena tudi spodnja plošča pod prostorom TIKO (prostor hlajen na -24 °C). V tem primeru gre za dve betonski plošči ena nad drugo, ločeni s toplotno izolacijo debeline 24 cm (Styrodur). Ogrevana je spodnja betonska plošča debeline 35 cm.

Nega betona se je izvajala takoj po končanem zaglajevanju betonske površine. Vsako izvedeno dilatacijsko polje se je pokrilo s PVC-folijo, da se prepreči prehitro in neenakomerno izhlapevanje vode iz industrijskega tlaka. Izdelava industrijskih tlakov je potekala s povprečno hitrostjo 100 m²/uro, kar je v konici znašalo 50 m³/uro betona, ki je



Slika 3 • Detajl priključkov paličnih nosilcev na vrhu stebra.



Slika 4 • Primer paličnega nosilca dolžine 28 m, razdeljenega na tri dele.

lege vrhov stebrov v vodoravnih smereh velikosti $\pm 2,0$ cm so se predvidele luknje v spodnji pločevini priključne konzole premera 44 mm (slika 3).

Izbrana protikorozijska zaščita jeklenih konstrukcij pri projektu je bilo vroče cinkanje. Zaradi dimenzijske omejitve bazena (12,5 x 2,9 x 1,7 m) za cinkanje v pocinkovalnici je bilo treba razdeliti nekatere palične nosilce na dva ali tri dele (slika 4). Jekleni palični nosilci strehe so dolžine od 11,5 m do 28 m. Celotna teža jeklene konstrukcije strehe znaša 947 ton oziroma 25 kg/m².

2.3 Industrijski tlak

Izvedba industrijskega tlaka je potekala od marca naprej, ko so bile bolj ugodne zunanje temperature. V tem času je bil objekt že večinoma zaprt in s tem omogočena boljša kontrola temperature ter ostalih zunanjih vplivov.

Dilatacijska polja industrijskega tlaka so različnih velikosti, pri tem je največje polje 37

Za zagotavljanje zahtevane zimske temperature v skladiščnem prostoru nehlajenega pritličnega dela je predvideno industrijsko talno

bil proizveden na gradbišču z lastno mobilno betonarno.

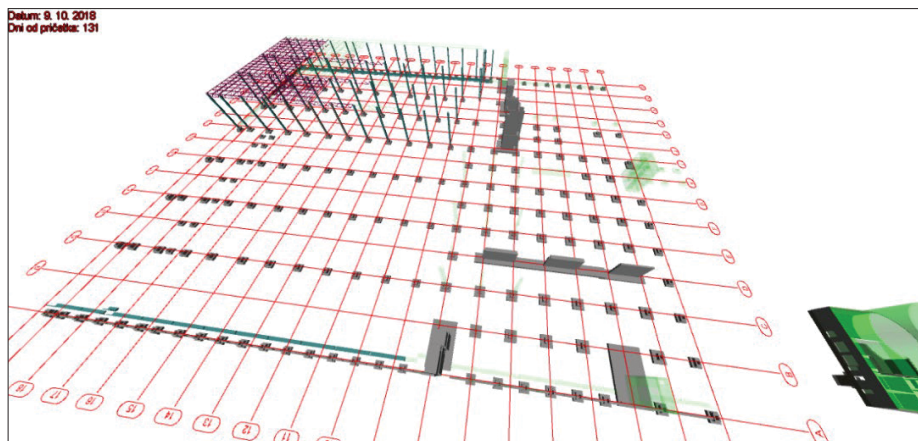


Slika 5 • Vgrajevanje drsnih membran industrijskega tlaka, razvod talnega grejja ter pripravljena armatura industrijskega tlaka.

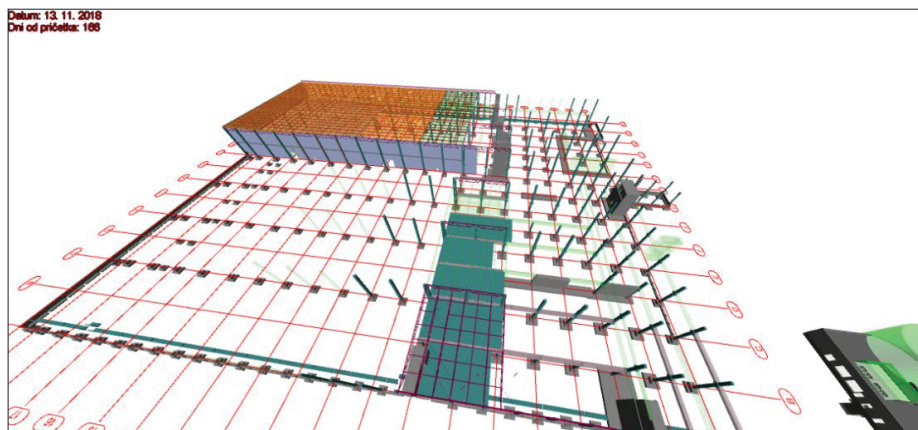
3 • TERMINSKI PLAN PROJEKTA V 3D-OKOLJU (4D-MODEL) – BIM-SPREMLJAVA

Projekt je bil v celoti izdelan s t. i. BIM-tehnologijo. S strani projektanta (Elea iC) smo izvajalci prejeli BIM-modele nosilnih konstrukcij, arhitekture ter inštalacij. S strani investitorja je bila podana zahteva za izdelavo 6D-modela BIM, kar pomeni model/projekt izvedenih del, ki ga bo investitor uporabljal za vzdrževanje projekta. Naloga izvajalca je bila izdelava 4D-modela ter spremembe, uvedene pri projektu, predati v BIM-obliki za nadaljnjo posodobitvijo projekta v 6D-model BIM. Modeli nosilnih konstrukcij, arhitekture ter inštalacij so se izkazali za zelo uporabne predvsem pri kvalitetnejši kontroli količin in popisu del ter pri pridobivanju dodatnih vpogledov v projekt (npr. možno izdelati prerez objekta na katerikoli točki).

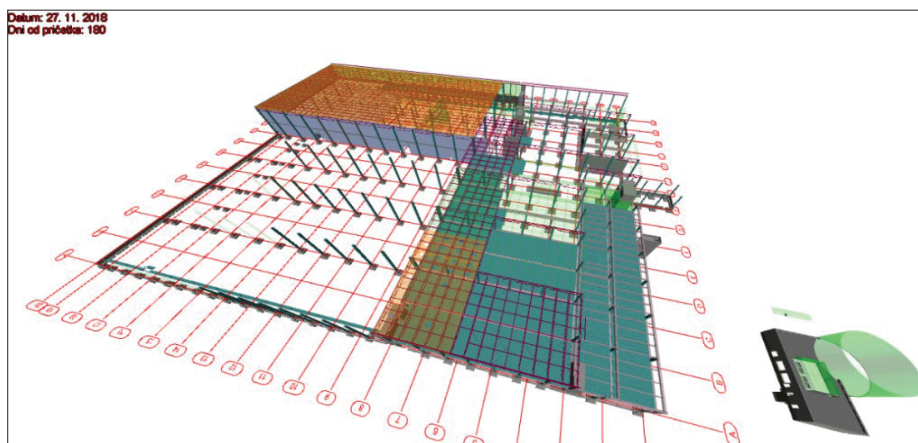
Pri projektu smo izdelali terminski plan v 3D-okolju še pred začetkom gradnje. Na slikah od 6 do 9 prikazujemo izseke iz terminskega plana ter opis posameznih del, predvidenih v podanem časovnem obdobju projekta.



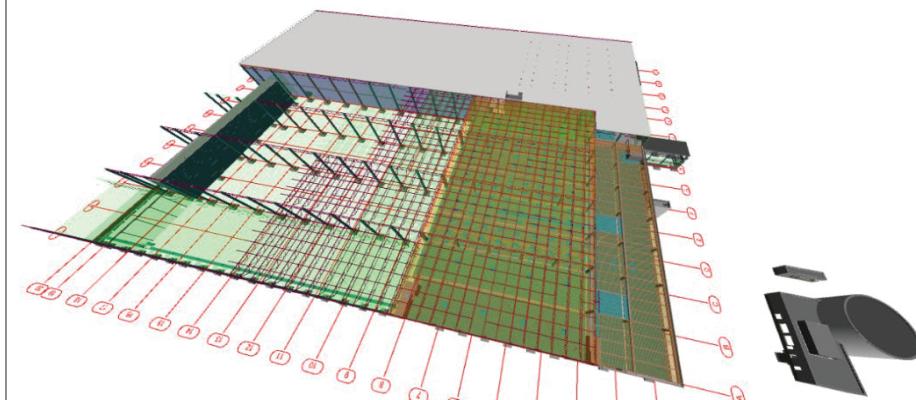
Slika 6 • Predvidena izvedba del dne 9. 10. 2018 – dan 131. FAZA 1: montaža jeklene palične konstrukcije ter fasadne podkonstrukcije; FAZA 2: izvedba točkovnih temeljev in stopniščnih AB-jeder; ENERGETSKI OBJEKT: izvedba AB-sten energetskega objekta ter sten sprinkler rezervoarja.



Slika 7 • Predvidena izvedba del dne 13. 11. 2018 – dan 166. FAZA1: montaža sestave strehe, fasadnih panelov in notranjih predelnih panelov; FAZA2: izvedba stopniščnih AB-jeder, montaža prefabriciranih AB-elementov etaže, montaža stebrov; FAZA 3: montaža stebrov, montaža prefabriciranih fasadnih AB-elementov; ENERGETSKI OBJEKT: izvedba sten sprinkler rezervoarja.



Slika 8 • Predvidena izvedba del dne 27. 11. 2018 – dan 180. FAZA 1: montaža fasadne podkonstrukcije, fasadnih panelov in sestave strehe; FAZA 2: montaža etažnih prefabriciranih AB-elementov, jeklene palične konstrukcije, sestave strehe, izvedba stopniščnih AB-jeder; FAZA 3: montaža stebrov ter palične jeklene konstrukcije; ENERGETSKI OBJEKT: izvedba sten sprinkler rezervoarja ter sten vratarnice.

Datum: 19. 02. 2019
Dni od pričetka: 264

Slika 9 • Predvidena izvedba del dne 19. 2. 2019 – dan 264. FAZA 1: izvedba notranjih panelnih sten hladilnic, izvedba industrijskega tlaka; FAZA 2: GOI-dela pisarniškega dela, izvedba sestave strehe; FAZA 3: montaža jeklene palične strehe, izvedba sestave strehe, montaža notranjega objekta nevarnih odpadkov iz prefabriciranih AB-panelov.

4 • PRIDOBIVANJE CERTIFIKATA LEED

4.1 Splošno o certifikatu LEED

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) je najbolj razširjen sistem ocenjevanja tako imenovane »zelene gradnje« na svetu. Certifikat LEED je razvil US Green Building Council z namenom trajnostnega razvoja in izboljšanja vplivov na okolje, in sicer izboljšanja kakovosti bivalnega okolja, učin-

Lidl Arja vas, je bilo treba izpolniti zahteve za projektiranje in gradnjo (angl. *Building Design and Construction – BD+C*), konkretno za skladišča in distribucijske centre (angl. *Warehouses & Distribution Centers*). Cilj je izpolniti pogoje in s tem doseči število točk, ki so potrebne, da objekt pridobi certifikat LEED Gold.



Slika 10 • Vrste LEED-certifikata.

kovite rabe energije in vode ter zmanjšanja izpustov CO₂. Na voljo je praktično za vse vrste gradbenih projektov, od enodružinskih hiš, industrijskih objektov in nebotičnikov pa do celotnih mest ((LEED, 2019a), (LEED, 2019b), (LEED, 2019c)). Najbolj znane stavbe na svetu, ki imajo certifikat LEED, so Empire State Building (New York, ZDA), Two International Finance Center (Hongkong, Kitajska) in TAIPEI 101 (Tajpej, Tajvan) (Buente, 2015).

Certifikat LEED pokriva zelo širok spekter grajenega okolja, ki skuša zajeti celotno urbano okolje. Zahteve za pridobitev certifikata se zato razlikujejo od vrste projekta. V našem primeru, pri gradnji novega logističnega center

4.2 Zahteve in njihova implementacija pri projektu

Pri izpolnjevanju zahtev za pridobitev certifikata gre za nabiranje točk iz različnih kategorij, ki so povezane s projektiranjem in gradnjo. Cilj je bil pridobiti 60 točk, pri čemer je bilo še pred začetkom gradnje s strani projektanta in projektiranjem v skladu z zahtevami LEED doseženih 48 točk. Manjkajoče točke so bile odgovornost glavnega izvajalca del CGP, d. d., in investitorja Lidl Slovenija, d. o. o.

Naloge, vezane na glavnega izvajalca gradnje, se delijo na dva dela. Prvi del se osredotoča na proces gradnje, kjer smo morali preprečevati onesnaženje okolja v času gradnje,

poskrbeti smo morali za upravljanje odpadkov ter zagotoviti ustrezno upravljanje kakovosti zraka v zaprtih prostorih v času gradnje. Drugi del obravnava lastnosti in certificiranje vgrajenih materialov. Pri tem smo morali paziti na lastnosti vgrajenih materialov in njihovo ustreznost po predpisanih postopkih dokazovati.

4.2.1 Preprečevanje onesnaževanja okolja v času gradnje

V skladu z navodili je treba pripraviti plan in se ga vseskozi med gradnjo držati. Poskrbeli smo za upravljanje padavinske vode, preprečevali smo izpiranje materiala z območja gradbišča, preprečevali čezmerno prašenje in onesnaževanje bližnjih cest itd. Poleg tega smo preprečevali kakršnokoli odtekanje nevarnih snovi z gradbišča v podtalnico ali na sosednja zemljišča.

4.2.2 Upravljanje kakovosti zraka v zaprtih prostorih v času gradnje

Držati smo se morali priporočil, ki jih podaja mednarodni dokument *Indoor Air Quality Guidelines for Occupied Buildings under Construction* (v prevodu bi to pomenilo: Smernice za kakovost zraka v prostorih, kjer se zadržujejo ljudje v času gradnje), 2. izdaja, 2007, ANSI/SMACNA 008-2008, poglavje 3.

Glavni ukrepi, na katere se nanaša omenjeni dokument, so:

1. varovanje pred poškodbami ogrevalnih, prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov,
2. nadzor uporabljenih materialov (toksični materiali, barve, premazi),
3. prepoved kajenja v zaprtih prostorih in v območju 7,5 metra od vhodov v objekt,

4. preprečitev širjenja onesnaževanja (lovilci prahu, predpražniki),
5. čiščenje (vzdrževanje čistih notranjih prostorov).

4.2.3 Zmanjšanje učinka toplotnega otoka

Da se zmanjša učinek toplotnega otoka, se morata izpolniti dva pogoja:

1. material, ki predstavlja površino strehe, mora imeti faktor SRI ≥ 98 ,
2. vse zunanje betonske površine morajo imeti faktor SR $\geq 0,35$.

4.2.3 Environmental Product Declaration (EPD)

Izpolnili smo zahtevo, da se vgradi vsaj 20 izdelkov, ki imajo veljaven EPD-dokument. Nekateri izdelki, ki imajo EPD-certifikat, so fa-

sadni in stenski paneli *Knauf Insulation Smart Roof Thermal*, *Knauf Insulation Smart Roof Hard*, *Sika Sarnafil*, *Brucha*.

4.2.5 Sestavni elementi materialov

To točko lahko dosežemo na dva načina. Prvi način je, da vgradimo vsaj 20 izdelkov (od vsaj petih različnih proizvajalcev), ki imajo dokazilo (HPD, C2C, Declare) za prikaz kemijskih vsebin izdelka na najmanj 0,1 % (1000 ppm). Druga možnost je uporabiti izdelke, ki imajo dokazila o optimizaciji materialnih sestavin (REACH, C2C, GreenScreen). Ti izdelki morajo skupaj doseči 25 % po nabavni vrednosti skupne vrednosti trajno nameščenih gradbenih proizvodov pri projektu.

Prva možnost je skoraj nemogoče dosegljiva, saj so izdelki na našem in bližnjem trgu s

potrebnimi dokazili zelo redki. Izpolnili smo zahteve za drugo možnost, saj je dokazilo REACH za gradbene izdelke dokaj pogosto.

4.2.6 Nizkoemisijiski materiali

To poglavje se osredotoča na vpliv emisij hlapnih organskih spojin – HOS (angl. *Volatile Organic Compound* – VOC) in ostalih materialnih karakteristik na kakovost notranjega zraka ter na metode testiranja, s katerimi so emisije spojin v notranjih prostorih definirane. Všteti so vsi trajno vgrajeni materiali, ki se nahajajo znotraj hidroizolacije. Cilj te točke je zmanjšanje koncentracije škodljivih kemikalij, ki lahko zmanjšajo kakovost zraka in posledično vplivajo na zdravje ljudi.

5 • SKLEP

Izdelan terminski plan v 3D-okolju (4D-model) se je v začetni fazi projekta izkazal za uporabno orodje za komunikacijo med sodelujočimi pri projektu. Predvsem je bil uporaben 4D-model nosilnih konstrukcij, saj so se tako na tedenskih koordinacijah hitreje in lažje sporazumevali elektroinštalaterji in strojniki glede poteka del. Programska oprema Navisworks Manage, v kateri je bil izdelan 4D-model, omogoča sinhronizacijo dobro poznane in razširjenega programa za terminske plane Microsoft Project. Na ta način je možno vključiti terminske plane vseh

sodelujočih strank v en celovit terminski plan oz. 4D-model objekta. Pri projektu LC LIDL se je izkazalo, da je bil večinoma uporaben plan nosilnih konstrukcij ter arhitekture. Izdelava natančnega 4D-modela vseh inštalacij se izkaže za zamuden proces, obenem pa natančen 4D-model inštalacij nima uporabne vrednosti.

Izpolnjevanje zahtev za pridobitev certifikata LEED predstavlja velik izziv, saj stroka in trg gradbenih materialov nista pripravljena na tak izziv. Certifikat prihaja iz Združenih držav Amerike, kjer je njegova uporaba

zelo razširjena in poznana. Ko se je LEED začel širiti in je prišel tudi v Evropo, je s sabo prinesel veliko zahtev, ki so običajne za gradbene projekte v ZDA, ne pa tudi za Evropo. Problem se pojavlja predvsem pri zelo specifičnih zahtevah po certificiranju izdelkov. Nekateri proizvajalci gradbenih materialov in produktov so se temu že prilagodili, ne pa vsi. Po drugi strani pa so nekatere zahteve, povezane z ureditvijo gradbišča, ravnanjem z odpadki in ukrepi v primerih razlitja nevarnih snovi, podobne, kot so naše lokalne zahteve.

Menimo, da je ideja o tako imenovani »zeleni gradnji«, ki se osredotoča na rabo energije in vpliv grajenega prostora na okolje, zelo dobrodošla in v nekaterih pogledih nujna.

6 • LITERATURA

Buente, S., LEED soars to new heights with 5 iconic global skyscrapers, <https://www.usgbc.org/articles/leed-soars-new-heights-5-iconic-global-skyscrapers>, 2015.

Elea iC, Dokaz mehanske odpornosti in stabilnosti, Logistični center Arja vas, PZI dokumentacija – 160162-GK; Elea iC, d. o. o., Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana; maj 2018a.

Elea iC, Tehnično poročilo, Logistični center Arja vas – globoko temeljenje – 160162 GT, Elea iC, d. o. o., Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana, 15. december 2017.

Elea iC, Tehnično poročilo, Logistični center LIDL Arja vas; PZI dokumentacija – 160162-A, Elea iC, d. o. o., Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana, maj 2018b.

LEED Certification Requirements Explained, <https://www.everbluetraining.com/what-is-leed>, dostop 5. 3. 2019a.

LEED for building design and construction: New Construction Rating System, U.S. Green Building Council, 2019b.

LEED v4.1, <https://new.usgbc.org/leed>, dostop 5. 3. 2019c.