

VINNUVERNDARMÁL Í TENGLUM VIÐ GRÆNAR BYGGINGAR

1 Inngangur

Þessar e-staðreyndir miða að því að auka vitund um vinnuverndaráhættur í tengslum við grænar áætlanir og byggingu grænna bygginga, viðhald þeirra, endurnýjun (endurbætur) og niðurrif, svo og staðbundna söfnun á úrgangi frá byggingar- eða niðurrifsframkvæmdum, sem þeim tengjast (allt nema meðferð á úrgangi og endurvinnsla í kjölfarið). Sumar af þessum vinnuverndaráhættum eru nýjar í samanburði við hefðbundna byggingarstaði og tengjast nýjum og grænum efnum, tækni eða hönnun. Aðrar hættur eru vel þekktar í byggingargeiranum (til dæmis störf í hæð) en koma upp í nýjum aðstæðum eða samsetningu í tengslum við grænar byggingar og krefjast sérstakrar aðgæslu.

1.1 Hvað eru grænar byggingar?

Græn bygging er mannvirki, sem er umhverfisvænt og notar auðlindir með skilvirkum hætti á líftíma sínum, allt frá valinu á staðsetningu yfir í hönnun, byggingu, rekstur, viðhald, endurbætur og niðurrif. Algengur eiginleiki grænna bygginga er að þær draga stórfelldlega úr losun, efnisnotkun og vatnsnotkun. Grænar byggingar geta dregið úr orkunotkun um allt að 80% eða meira með því að notast við skilvirk kerfi (hitun, kælingu, ljós, vatn); nota aðra orkugjafa (til dæmis óbeina sólar- og vindorku, líforku), varðveita orku (skilvirk einangrun og gluggar, varmamassi); og nota endurnýtt, endurnýtt eða lágorku byggingarefni. Í Kanada og Bandaríkjunum Norður-Ameríku eru vottaðar grænar byggingar 1,5% og 3% af heildarfjölda bygginga. [1, 2].

Alþjóðavinnuárástofnunin (ILO) hefur mótað sjö meginreglur um sjálfbærar byggingar og endurnýjun þar sem allur líftími byggingarinnar er hafður til hliðsjónar [3]:

- draga úr auðlindanotkun,
- endurnýta auðlindir,
- nota endurunnar auðlindir (endurvinnna),
- vernda náttúruna, útrýma eiturefnum,
- útrýma hættulegum kemískum efnum,
- notast við líftímakostun (hagfræði)
- beina sjónum að gæðum.

Sumar af þessum meginreglum, eins og útrýming hættulegra kemískra efna, kunna að vera hagfellar þegar kemur að vinnuverndarmálum. Hins vegar eru venjurnar við byggingu grænna bygginga, sem miða að úrbótum á öryggi og heilbrigði, oft á tíðum fyrst og fremst ætlaðar verðandi íbúum byggingarinnar. Hönnun og byggingmannvirkja þar sem núverandi venjur á sviði sjálfbærni eru notaðar eru ekki alltaf hagkvæmar fyrir öryggi og heilsu byggingarverkamanna [4]. Auk þess er vistfræðilegum meginreglum og skilvirkni oft beitt við töku ákvarðana um auðlindanotkun þegar kemur að byggingu grænna bygginga. Það hefur í för með sér notkun á annarri tæknilegri færni og stjórnunarkröfum og gæti því þurft að bæta færni starfsmanna og auðvelda þjálfun umfram það sem þörf er á við hefðbundnar byggingar í því skyni gera starfsmönnum kleift að framkvæma vinnu sína með öruggum hætti [3]. Dæmi um slíkt eru störf við stóra vinnupalla, gróðursetning á þökum og handvirkur aðskilnaður á endurvinnanlegum efnum.

1.2 Vottunar- og matsáætlanir

Fjölbreyttar mats- og vottunaráætlanir, sem mæla sjálfbærni bygginga, hafa verið í notkun í nokkur ár í mörgum löndum. Ellefu lönd eru aðilar að Heimsráði grænna bygginga, og tugir landa í viðbót eru í ferli við að mynda landsráð eða innleiða vottunarstaðla. Þeir grænu byggingarstaðlar sem eru til í dag eru meðal annars [5, 6]:

- BREEAM í Bretlandi¹
- DGNB merkið í Þýskalandi²
- LEED í Kanada³, Bandaríkjunum⁴ og Indlandi
- CASBEE í Japan⁵
- Græna stjarnan í Ástralíu⁶ og Nýja-Sjálandi
- Passivhaus í Ástralíu, Þýskalandi og Bretlandi

Eitt af bestu dæmunum í Evrópu er BREEAM einkunnarkerfið, sem komið var á fót af Building Research Establishment (BRE) í Bretlandi, en það hefur verið notað við mat og vottun á yfir 100.000 byggingum frá árinu 1990 [7]. Bandaríska grænbyggingarráðið þróaði LEED kerfið, sem er vottunarkerfi fyrir grænar byggingar og kveður það á um valfrjálsa staðla fyrir árangur í umhverfismálum. LEED vottun virðist hafa haft í för með sér breytingar á því hvernig hönnuðir, byggingarverktakar og eigendur nálgast hönnun, byggingu og rekstur bygginga. Breytingunni og hvatanum til þess að öðlast LEED vottun má tengja fjölmörgum þáttum, svo sem vilja byggingareigenda til þess að bæta umhverfisímynd sína meðal almennings, notkun vottunarinnar sem markaðssetningartóls hjá verktökum, minni rekstrar- og viðhaldskostnaður og bætt heilbrigði íbúa byggingarinnar [4].

Eins og er, eru yfir 40.000 LEED vottaðir fagmenn, sem starfa við hönnun, byggingu, rekstur eða viðhald grænna bygginga í Bandaríkjunum; 1.500 LEED fagmenn á Indlandi, 1.197 BREEAM vottaðir matsmenn í Bretlandi og 900 fagmenn með grænu stjórnuna í Ástralíu [8]. Þessar tölur munu líklega vaxa eftir því sem hugmyndafræðin um grænar byggingar tekur yfir stærri hluta af byggingarmarkaðinum.

LEED veitir stig á grundvelli frammistöðu byggingar á eftirfarandi sviðum: sjálfbærni staðsetningar, vatnsskilvirkni; orka og andrúmsloft; efni og auðlindir; umhverfisgæði innandyra; staðsetning og tengingar; meðvitund og fræðsla; nýsköpun í hönnun og svæðisbundinn forgangur. Einungis eitt af sviðunum að ofan tengist heilbrigði og öryggi byggingarverkamanna en það eru umhverfisgæði innandyra (einnig nefnd loftgæði innandyra). Vottunaráætlanir í dag fyrir grænar byggingar taka ekki mið af heilbrigði og öryggi byggingarverkamanna í matinu á því hvort bygging sé græn [3], þær geta jafnvel haft neikvæð áhrif á vinnuvernd [9, 10].

2 Vinnuverndaráhættur í tengslum við grænar byggingar

Upplýsingar um vinnuverndaráhættur sem tengjast sérstaklega grænum byggingum eru af skornum skammti. Könnun á meðal níu byggingarfyrirtækja í Bandaríkjunum, þar sem 86 byggingarframkvæmdir komu við sögu, leiddi í ljós að grænu (LEED-vottuðu) verkefni höfðu örlítið hærrí slysatíðni en hefðbundnu verkefni [11] og að grænu og hefðbundnu verkefni höfðu svipaðar slysatölur sem leiddu til tapaðs vinnutíma. Ekkert samband var á milli fjölda LEED stiga, sem ákveðið verkefnið hafði fengið, og frammistöðunnar í öryggismálum í viðkomandi verkefni. Hins vegar geta nokkrir þættir komið í veg fyrir greiningu á skýrum mun á frammistöðunni í öryggis- og heilbrigðismálum á milli grænna og hefðbundinna verkefna. Þar á meðal eru gerð verkefnisins, gerð mannvirkisins í byggingu, flækjustig byggingarinnar, hæð byggingarinnar, staðsetning byggingarinnar og fjármögnun byggingarinnar [11].

2.1 Hefðbundnar byggingaráhættur og grænar byggingar

Þekktar áhættur á hefðbundnum byggingarstöðum, líkt og að vinna í hæð, renna til, skrika fótur og föll eru einnig þekkt vandamál á grænum byggingarstöðum [9], en þar eru þær í ákveðnum tilvikum jafnvel alvarlegri. LEED vottuð græn bygging í Bandaríkjunum virðist búa yfir flóknari hönnunaráttum, sem kunna að vera hættulegri fyrir byggingu hennar, en hefðbundin hönnun [10]. Þetta var leitt í ljós í byggingarverkefni í Las Vegas þar sem sex verkamenn dóu þó að verkefnið væri með LEED gullvottun fyrir grænar byggingar [10]. Helstu ástæðurnar fyrir dauðsföllum voru meðal annars

¹ Frekari upplýsingar má finna hjá Breska grænbyggingarráðinu á <http://www.breeam.org>

² Frekari upplýsingar má finna hjá Þýska grænbyggingarráðinu á <http://www.dgnb.de>

³ Frekari upplýsingar má finna hjá Kanadíska grænbyggingarráðinu á <http://www.caqbc.org>

⁴ Frekari upplýsingar má finna hjá Bandaríska grænbyggingarráðinu á <http://www.usgbc.org>

⁵ Frekari upplýsingar má finna hjá Japönsku sjálfbæru byggingarsamtökunum á <http://www.ibec.or.jp/CASBEE>

⁶ Frekari upplýsingar má finna hjá Ástralska grænbyggingarráðinu á <http://www.qbc.au>

hefðbundin slys eins og föll, verða fyrir stórum ökutækjum og verða fyrir stórum hlutum. Tímapressa var talin stór ástæða slysanna [12].

Vegna þess að grænar byggingar eru oft vel lokaðar og betur einangraðar til þess að spara orku, getur verið að loftræsting sé minni við lokafrágang innandyra. Það getur aukið útsetningu á rokgjörnum lífrænum efnasamböndum, til dæmis málningu eða heftiefnum og ryki, meðal annars kristölluðum kísli [9, 10].

Endureinangrun núverandi bygginga getur haft í för með sér váhrif vegna hefðbundinna einangrunarefna eins og tilbúinna steinefnatrefja (glerull, steinull). Það losnar um trefjarnar þegar þessi efni eru skorin eða söguð. Snerting við þessar trefjar getur leitt til húðbólgu, ertingu í auga og sjúkdóma í öndunarfarum, svo sem berkjubólgu og astma. Einnig er pólýúreþanfroða oft notuð. Hún inniheldur ísósýanöt sem geta valdið (ofnæmi) astma, ertingu í öndunarvegi og slímhimnum í augum og meltingarvegi auk snertihúðbólgu [5]. Í mörgum tilvikum er eins pakka kerfið notað en það inniheldur takmarkaðan fjölda af lausum ísósýanötum. Hins vegar eru tveggja pakka kerfi enn notuð við einangrun á gólfum, veggjum og þökum⁷. Þær eru blandaðar á staðnum og þar af leiðandi eru líkurnar á ísósýanatútsetningu töluvert hærri en þegar notast er við eins pakka vörur því hinum sterka ísósýanatherði er bætt við handvirkt. Því sleppa ísósýanötgufur út í andrúmsloftið á meðan varúðarráðstafanir eins og staðbundið loftræstikerfi skortir oftast á byggingarstöðum [5, 14]. Vinnuverndarstofnunin (e. The National Institute for Occupational Safety and Health, HIOSH) komst að því að byggingarverkamenn, sem úðuðu einangrandi pólýúreþanfroðu á þök, komust í snertingu við ísósýanötþykkni umfram vinnuverndarmörk [5].

Endurbætur á gömlum húsum til þess að koma fyrir skilvirku húshitunarkerfi eða heitavatnskerfi hefur aðallega hættur í för með sér, sem tengjast hefðbundnum störfum eins og hjá pípulagningarmönnum, málmplötumönnum, tæknimönnum á sviði upphitunar, loftræstingar og loftkælingar, rafvirkjum o.s.frv. [8]. Þar á meðal er mikið líkamlegt álag vegna meðferðar í höndunum á þungabúnaði, útsetningar á kísilryki og asbesti og hávaða og titrings við borun. Hins vegar kann slíkur starfi að vera framkvæmdur örvar við endurbætur og/eða starfsmenn við endurbætur kunna að sérhæfa sig í slíkum verkum, og því aukast váhrif af slíkum hættum.

2.2 Nýjar vinnuverndaráhættur í tengslum við græna tækni, vörur eða hönnun

2.2.1 Nýtt og grænt byggingarefni

Almenn þróun í efnisnotkun í grænum byggingum er notkun endurnýjanlegra efna, endurunninna efna, vatnsbyggðra vara og – þó að slíkt sé enn í litlu magni – nanóefna.

Endurnýjanleg efni sem notuð eru í grænar byggingar eru meðal annars bambus, strá, fjárull, hör og korkur. Algengt er að nota þessi efni við einangrun. Auk þess er viðarnotkun – sem var algeng fyrr á tímum – oft hafin að nýju eða aukin. Útsetning á viðarryki kann að vera álitin *gömul* vinnuverndaráhætta; erting í húð, augum og öndunarfarum, ásamt berkjubólgu, astma og krabbameini í nefi eru meðal þekktra heilsufarsvandamála. Hins vegar kann hættan að vera breytileg eftir viðartegundum auk þess sem komið hefur í ljós að sumar harðviðargerðir frá sjálfbærum stöðum, einkum vestrænn rauðsedrusviður, geta verið töluvert sterkir ónæmisvaldar [14]. Þess utan er harðviðarryk talið krabbameinsvaldandi og hefur því tilskipun Evrópusambandsins um krabbameinsvalda sett bindandi 5 mg/m³ útsetningarmörk [15].

Almennt geta efni með endurnýjanlegan og lífrænan uppruna haft meiri hættu á útsetningu á próteinbyggðum ofnæmisvökum og örlífverum, eins og bakteríum, myglu og sveppum eða endótoxíni í för með sér. Notkun fjárullar í einangrun hefur ekki útsetningu á ryki í för með sér auk þess sem efnið hefur verið þrifið og sótthreinsað til þess að fjarlægja örlífverur. Hins vegar eru sumir einstaklingar með ofnæmi fyrir fjárull og getur snerting hennar við skinn haft ofnæmisviðbrögð í för með sér.

⁷ Tveggja pakka kerfi: vörur sem hafa verið blandaðar á staðnum, rétt fyrir notkun (venjulega þarf að bæta við *verkandi* miðli eins og ísósýanati, en það byrjar verkunina). Eins pakka kerfi: vörur sem ekki þarf að blanda á staðnum.

Skeljar eru stundum notaðar við einangrun á tónum rýmum undir byggingum. Þær eru 98% kalk [16]. Skeljunum er údað með slöngu, en það getur verið líkamlega mjög erfitt fyrir verkamennina vegna mikils þunga slöngunnar en hana þarf að draga með handvirkum hætti. Slíkur starfi getur haft í för með sér hávaða og ryk að auki (sjá Mynd 1: Notkun skelja við einangrun

). Kalkryk inniheldur ekki kísilkristalla, en þeir eru frekar eitriðir og geta valdið kísillunga eða lungnakrabba [17]. Hins vegar getur kalkryk, eins og allt annað ryk, valdið langvarandi lungnateppu [18].

Mynd 1: Notkun skelja við einangrun



Heimild: <http://www.icdubo.nl>.

Eitt dæmi um notkun á **endurrunnum efnum** eru endurunnar pappírflögur til einangrunar. Þær geta verið notaðar í þiljum en oftast er notast við lausar flögur. Þeim er dreift handvirkt eða údað í tóm rými. Almenn hafa flögurnar verið gegndreyptar með 8% borsýru (natríum tetraborate) sem er eldhamlandi og örverueyðandi efni [14]. Borsýra er flokkuð sem efni með eitrandi áhrif á æxlun í ESB [19]. Það þýðir að efnið er eitur fyrir æxlunarkerfið. Því ætti að koma í veg fyrir innöndun á pappírstryki sem myndast. Að sama skapi kann einangrandi hörull, sem notuð er í þil eða þekjur að hafa verið gegndreypt með borsýru.

Svifaska, endurrunnið malbik af vegum eða byggingarleifar eru oft notuð sem fylliefni í steypu eða malbik. Svifaska inniheldur þungmálma eins og kadmíum, kvikasilfur, nikkell og króm. Auk þess getur verið að svifaska og endurrunnið malbik innihaldi fjölrhinga arómatísk vetniskolefni (PAH) en sum þeirra eru krabbameinsvaldandi [5, 9, 20].

Í Hollandi hafa tilraunir verið gerðar til þess að ná samkomulagi á milli framleiðanda byggingarefna og byggingarverktaka um ábyrga notkun endurunninna efna í byggingarvörum [20]. Hugsanlegar heilsufarsáhættur fyrir byggingarverkamenn af völdum notkunar endurunninna efna var metin með *hraðskimunartóli*. Þetta tól safnaði gögnum um heilbrigðishættur mengunarvalda í endurunnu efni (þ.e. hættumyndirnar og hættuyfirlýsingarnar⁸ sem tengdar voru við þessa mengunarvalda) með mati á (að meðaltali) innihaldi þeirra í endurrunnum efnum. Í kjölfarið var þetta svo sett í samhengi við mat á váhrifum á ryki gagnvart starfsmönnum frá endurunnu efni við ákveðna starfsemi sem talin var mikilvæg útsetningarleið. Eitt tilvik fólst í notkun flugösku frá kolaorkuverki í malbik fyrir lagningu vega eða í steypu. Þrátt fyrir það kom í ljós að helstu váhrifsáðstæðurnar komu í ljós við framleiðslu á steypunni eða malbikinu og blöndun, þegar sviföskunni er blandað við, i.e. fjarri byggingarstaðnum, en á byggingarstaðnum komust starfsmennirnir í snertingu við mengunarvalda í rykinu sem myndaðist við starfa eins og borun, sögun eða mölun [20].

⁸ Hættumyndir og hættuyfirlýsingar frá CLP (flokkun, merking og umbúðir) reglugerðinni (CE) 1272/2008 – sem komu í stað hættumerkja og áhættusetninga í tilskipun 67/548/ECE

Flugaska í steypu

Venjulega er flugaska í steypu um 5%. Útreikningur á *verstu tilvikum útsetningar* á 10 mg/m^3 á steypuryki við, til dæmis, borun í steypu, leiddi í ljós að, jafnvel í því tilviki, væri útsetning á þungmálmum í steypuryki langt undir (< 3%) vinnuverndarmörkunum [20]. Hins vegar, þar sem sumir af málmunum hafa krabbameinsvaldandi eituráhrif á erfðæfni, króm -VI, nikkell og beryllín, ætti að lágmarka útsetningu eins og hægt er.

Vatnsbyggðar vörur eru oft auglýstar sem grænn valkostur við olíumálningu, heftiefni, vatnspéttiefni og olíur í steinsteypu⁹. Notkun þessara vara dregur að stórum hluta úr útsetningu á rokgjörnum lífrænum efnasamböndum. Í hefðbundnu olíubyggðu vörunum, er blanda af alífatískum – og stundum arómatískum – kolvatnsefnum notuð, en flest þeirra kunna að vera eitrandi fyrir taugakerfið ásamt því að erta öndunarveg og húð [21, 22]. Hins vegar innihalda vatnsbyggðar vörur sæfiefni til þess að koma í veg fyrir vöxt örvera. Almennt eru þessi sæfiefni ekki rokgjörn og leiða því ekki yfirleitt ekki til útsetningar í gegnum innöndun. Hins vegar geta nokkur þeirra valdið húðsjúkdómum vegna ofnæmis [3, 22, 23]. Hins vegar, hafa rannsóknir í Hollandi ekki bent til aukningar á húðsjúkdómum eftir að lögfest var að nota skuli vatnsbyggða málningu í stað olíumálningar við málningarvinnu innanhúss [22]. Rannsóknir hafa sýnt að ofnæmi gegn sæfiefnum stafar oft af váhrifum sápu eða snyrtivara og er því stundum ruglað saman við ofnæmi af völdum vatnsbyggðrar málningar eða heftiefna [22].

Í grænum byggingum er skammtíma losun, sem kann að skaða byggingarverkamenn fórn að fyrir langvarandi losun til að vernda íbúa byggingarinnar í framtíðinni. *Grænar* vörur, svo sem *náttúruleg* málning, byggð á hörfræjaolíu, geta valdið útsetningu á rokgjörnum terpenum, sem geta verið tiltölulega sterk ertandi eða jafnvel ónæmisvaldandi efni [22].

Nanóefni, að lokum eru notuð í auknum mæli í byggingarframkvæmdum. Nokkur dæmi um *græn rök* fyrir notkun þeirra, er notkun á *nanóhúðun* sem dregur úr þörf á viðhaldi, og notkun fylliefna á nanóskala í steypu. Hið síðarnefnda veitir steypunni gríðarmikinn aukastyrk en það heimilar þynnri, léttari veggj eða brýr [24]. Á einum byggingarstað urðu starfsmen fyrir nanóögnum við undirbúning og blöndun á slíkum efnun, þrátt fyrir að borun á harðnaðri steypu leiddi ekki til útsetningar á *lausum* nanóögnum [25].

2.2.2 Ný og græn tækni

Græna tæknin í byggingariðnaði tengist helst orku- eða vatnsveitubúnaði, minnkun á úrgangi og skilvirkari notkun á efnun og minni losun.

Aðskildar vatnsrásir (*tvöfaldar pípulagnir*), vatnssparandi sturtuhausar og klósett draga úr notkun hreins vatns og virðast ekki hafa nýjar vinnuverndarhættur í för með sér. Sama gildir um söfnunarkerfi fyrir regnvatn sem safna regnvatni af þaki [4]. Uppsetning á endurnýjanlegum orkugjöfum, svo sem sólarrafhlöðum og litlum vindhverflum, hefur bæði í för með sér hættur vegna falls úr hæð við vinnu, við líkamlega meðhöndlun og af völdum rafmagns auk annarra áhættna svo sem vegna útsetningar á ryki eða háshitastigs. Frekari upplýsingar um vinnuverndaráhættur og sólar- og vindorku má finna í viðeigandi e-staðreyndum og gátlista fyrir hættugreiningu [3, 26].

Framleiðsla fjarri byggingarstað á byggingarefnum, svo sem forsteyptum steypuveggjum leiðir til minni *framleiðslu* og aukinnar *samsetningar* á byggingarstöðum. Það kann að hafa í för með sér skilvirkari nýtingu á auðlindum og fleiri tækifæri til þess að koma í veg fyrir losun út í umhverfið. Að sama skapi kann að draga úr útsetningu á hættulegum efnun, eins og nýju steypuryki og öðrum steypuefnum, ásamt hávaða og líkamlegu erfiði, sem tengist steypuvinnu (uppsetningu móta og steypubúnaðar, meðhöndlun titrandi tækja) á staðnum. Hins vegar hefur samsetning á forsteyptum steypuveggjum einnig í för með sér mikið líkamlegt álag. Auk þess kann slíkt að krefjast notkunar á hættulegum þéttiefnum eða límefnum, meðal annars þéttiefnum sem innihalda ísósýanöt, eða tveggja pakka epoxýlímefta, sem eru mjög ónæmisvaldandi [27]. Ef tilbúnar vörur eru vel hannaðar geta þær dregið úr þörfinni á borvinnu, og dregið þannig úr útsetningu á kristölluðum kísli, hávaða og titringi. Til dæmis má búa til göt fyrir pípur í verksmiðjunni í stað þess á byggingarstaðnum [28]. Málun á hurðum,

⁹ Olíur í steinsteypu eru notaðar við steypuvinnu.

stigum og gluggakömrum fjarri byggingarstað – við *stýrðari* aðstæður en á byggingarstaðnum – færast í aukana og dregur úr útsetningu á rokgjörnum lífrænum efnasamböndum á byggingarstaðnum.

Ný **niðurrifstækni og úrgangsaðskilnaður** fyrir endurnýtingu og endurvinnslu þýðir venjulega að endurvinnanleg úrgangsefni, svo sem plast, viður, gler og málmur eru aðskilin með höndunum og komið fyrir í gámum á staðnum [7, 29]. Í sumum tilvikum þarf að taka málmhluti í sundur hlut fyrir hlut áður en aðskilnaður fer fram. Byggingarverkamenn á *grænum* stöðum í Bandaríkjunum skýrðu frá því að þeir meðhöndluðu efni *tvisvar til þrisvar sinnum oftar* en á hefðbundnum byggingarstöðum [4]. Slíkt leiðir til aukins líkamlegs vinnuálags ásamt áhættunnar á álagi, því að skrika fótur, falla, togna, stunga sig og verða fyrir hlutum [4, 5, 30].

Tilraunaverkefni um grænt háskólabyggingarverkefni í Bandaríkjunum leiddi í ljós að endurvinnsluáætlunin fyrir byggingarefnið jók þær hættur sem byggingarverkamenn gátu orðið fyrir. Dæmi um slys var sár af völdum nagla á fótí starfsmanns en hann fékk það við aðskilnað á viðarþiljum fyrir endurvinnslu [11]. Þrátt fyrir að slíkt slys geti líka átt sér stað á hefðbundnum byggingarstöðum, virtist aðskilnaðurinn á úrgangi á staðnum auka áhættuna. Fulltrúar byggingarfyrirtækja, sem teknir voru tali, tóku fram að aukin meðhöndlun efna á staðnum *gæti* verið vandamál þegar kæmi að heilsu starfsmanna [11]. Önnur neikvæð hlið, sem nefnd var, er að margir endurvinnslugámar, skapa þrengsli vegna þess að þeir koma í veg fyrir óhindraða umferð vörubíla með byggingarefni [4]. Gera má ráð fyrir að slíkt geti haft í för með sér aukningu á losun útblástursegna frá díselvélum á byggingarstöðum, vegna þess að bifreiðar með gangandi vélar eru lengur til staðar. Auk þess hefur komið í ljós að gaffallyftarar, sem starfa í þröngum rýmum, auka stundum áhættuna á slysum við slíkar kringumstæður [5]. Hins vegar sögðu verkamenn á grænum byggingarstað í Bandaríkjunum, þar sem virkur aðskilnaður og söfnun á úrgangi fór fram, að staðurinn væri *hreinni*. Samkvæmt starfsmönnum dró það úr hættunni á því að hrasa, skrika fótur og detta [4].

Aukin notkun einangrunarefna í grænum byggingum kann að leiða til aukinnar útsetningar á, til dæmis, tilbúnum steinefnatrefjum við niðurrifsstarf [14]. Trefjarnar erta mjög öndunarveg, augu og húð. Gera má ráð fyrir því að úrgangsaðskilnaður á staðnum auki líka útsetningu slíkra efna ásamt útsetningu á kristölluðu kísilryki og umbúðum menguðum með leifum af, til dæmis, olíu og heftiefnum.

Til þess að auðvelda aðskilnað efnis og endurvinnslu á úrgangi frá niðurrifi bygginga, mæla fyrirtæki á sviði grænna bygginga, með því að forðast notkun límeffna, þéttiefna eða, til dæmis, því að festa þakbik með því að bræða það, til þess að koma í veg fyrir að mismunandi gerðir efna festist saman með óafturkræfum hætti [16]. Þess í stað getur ígrunduð hönnun eða notkun á gúmmíræmum komið í veg fyrir notkun á þéttiefnum á milli veggja. Að sama skapi má nota jarðveg eða flísar til þess að festa jarðbiksþekju, í stað þess að bræða hana eða nota límefni. Hins vegar getur það leitt til þess að í stað útsetningar á kemiskum efnum (lími, jarðbiksreyk) komi mikið líkamlegt álag af völdum meðhöndlunar á þungum flísnum eða jarðvegi.

Eitt dæmi, sem sýnir hugsanlega samvirkni á milli umhverfisins og vinnuverndarsjónarmiða, fólst í notkun gegndræpra hellusteina. Þeir eru hannaðir til þess að hleypa vatni í gegnum sig, og koma þannig í veg fyrir þörfina á stormvatnskerfi [4] á staðnum, auk þess sem búast má við því að gegndræpir hellusteinar séu léttari en hefðbundnir hellusteinar og því draga þeir úr líkamlegu vinnuálagi.

2.2.3 Ný og græn hönnun

Skýrt hefur verið frá því að þeir grænu hönnunarpættir, sem valda vinnuverndaráhættum, séu meðal annars ljórar og gáttir sem eiga að sjá fyrir náttúrulegri lýsingu [4, 5]. Bygging á þeim hefur í för með sér aukna notkun vinnupalla. Vinnupallar eru einn af helstu áhættuþáttunum þegar kemur að falli úr hæð í byggingariðnaðinum [5, 30, 31]. Á tilraunarstað í Bandaríkjunum var stór gátt byggð yfir miðju hárrar (fjögurra hæða) byggingar. Auk þess eru ljórar yfirleitt ekki hannaðir til þess að þola mikinn þunga og eru ekki með varnarrimla til þess að koma í veg fyrir að verkamenn detti niður um þá. Að lokum kunna gáttir að vera hannaðar með stórum glerrúðum sem geta verið þungar og erfiðar í burði [5].

Léttari bygging er önnur þróun í grænum byggingum vegna þess að slíkt sparar (náttúrulegar) auðlindir með því að draga úr magni þeirra við gerð og byggingu efnisins sjálfs. Til dæmis eru þynnri múrsteinar, sem eru léttari, notaðir við múrvinnu [16]. Notkun þessara múrsteina getur dregið úr líkamlegu álagi hjá múrurum.

Notkun tvöfaldrá glerja eða annars konar glers, sem einangrar vel, er algeng í grænum byggingum. Þau eru venjulega þyngri en hefðbundið gler. Hefðbundnir gluggar, sem eru 4 mm að þykkt og vega um 10 kg/m^2 , á meðan tvíglerjaðir gluggar af sömu stærð eru um tvöfalt þyngri.

Hvað varðar vinnuverndarhliðar grænna þaka, þ.e þaka sem eru að hluta til þakin plöntum, hafa engar upplýsingar fundist í útgefnu efni. Hins vegar gæti mikið líkamlegt álagt, sem tengist handvirkum flutningi á sandi og jarðvegi, verið vandamál. Auk þess geta plöntur, sem komast í snertingu við húð, í sumum tilvikum valdið ertingu eða ofnæmisviðbrögðum auk þess sem innöndun á myglu eða endótoxínum, sem tengjast dauðum laufblöðum, átt sér stað við viðhald. Að lokum getur vinna í hæð – og tengd áhætta á að detta – aukist, vegna þess að þörf er á viðhaldi um það bil tvisvar eða þrisvar á ári [32].

2.3 Vinnuskipulag

Byggingarfyrirtæki eru mjög mismunandi að mörgu leyti, þar á meðal þegar kemur að öryggismenningu og frammistöðu en það tengist að engu leyti hvort ákveðin byggingarverkefni séu *græn* eða *hefðbundin*. Í könnun 86 grænna og hefðbundinna byggingarverkefna kom í ljós að það var tölfraðilega mikill munur á milli öryggisframmistöðu *byggingarverktakanna* sem tóku þátt og þeirra sem ekki tóku þátt [11].

Skýr munur, hvað varðar undirverktöku, vinnuskipulag og vinnuafli á milli verktaka á sviði grænna verkefna og þeirra sem unnu við hefðbundin verkefni, er ekki augljós og hefur slíku ekki verið lýst í útgefnum ritum.

Það verður sífellt algengara að byggingarvinna sé falin undirverktökum. Oftast er slík vinna tilfallandi, en það gefur í skyn að þörfin fyrir verkamennina sé einungis tímabundin. Sérhæfð fyrirtæki og starfsmenn þeirra eru ráðin til þess að framkvæma vinnuna með betri hætti, hraðar og venjulega ódýrar. Svo þegar vinnuveitendur ráða verktaka gætu verktakarnir að sama skapi ráðið undirverktaka og keðja af fyrirtækjum myndast. Vinnan er oftast framkvæmd þar sem forystuverktakinn starfar. Það hefur í för með sér vandamál fyrir öryggi og heilbrigði þeirra starfsmanna sem í hlut eiga [33]. Vandamál varðandi frammistöðu verktaka í öryggis- og heilbrigðismálum kunna að aukast vegna skorts á hæfu og reyndu vinnuafli. Það á sérstaklega við aukinn fjölda grænna byggingarverkefna, en óhæfir starfsmenn gætu séð þau sem atvinnutækifæri. Byggingarfyrirtæki gætu einnig laðast að slíkum tækifærum, en vegna tímapressu um að framkvæma vinnuna, gætu komið sér hjá því að þjálfar starfsmenn sína um sérstakar hættur sem tengjast grænni byggingartækni. Auk þess eru margir undirverktakar ör- eða smáfyrirtæki, sem eiga það til að búa við lægri vinnuverndarsérþekkingu og – vitund og hafa yfir færri úrræðum að ráða þegar kemur að vinnuverndarmálum auk þess að lenda sjaldnar í eftirliti [34]. Slíkt leiðir til minna öryggis í vinnuumhverfinu. Þess utan, þegar um farandverkamenn er um að ræða, gæti slíkt leitt til ólöglegra ráðninga, þar sem starfsmenn hafa takmarkaðan aðgang að stéttarfélögum eða fyrirsvari í annarri mynd og að samtökum sem geta stuðlað að heilsu- og öryggisefningu og betri áhættustýringarkerfum [34]. Þetta gildir einnig um byggingarstaði fyrir grænar byggingar, jafnvel í meiri mæli, þar sem verktakar og undirverktakar þurfa að vinna með efni og tækni, eða í aðstæðum, sem eru frábrugðnar hefðbundnum byggingarframkvæmdum. Því er mjög mikilvægt að taka ítarlega á hefðbundnum hættum og auðkenna hugsanlegar nýjar hættur, sem tengjast grænum hönnunarþáttum, og á sama tíma leggja mat á hættur gegn öryggi og heilbrigði starfsmanna [3] og annaðhvort útrýma hættunum eða lágmarka áhættunarfærni af þeim.

3 Forvarnir

Löggjöf Evrópusambandsins og aðildarríkjanna skyldar atvinnurekendur til þess að framkvæma áhættumat og koma á forvarnaráætlunum í samræmi við *stígveldi stjórnumar* [35]. Ráðstafanir til þess að hafa stjórn á áhættum gegn öryggi og heilbrigði starfsmanna ætti að gera eins nálægt uppruna áhættanna og hægt er. Það gildir jafnt um græn byggingarverkefni. Auk þess ættu helstu hagsmunaaðilar, verktakar og undirverktakar, þar með talið starfsmenn þeirra, að vera með í ráðum til þess að tryggja rétta samræmingu vinnuverndarmála á byggingarstöðum. Almennt er skilvirkasta forvörnin að útrýma hættum á hönnunarstigi [10]. Í því skyni eru hönnuðir, arkitektar og framleiðendur byggingarefna mikilvægustu samstarfsaðilarnir. Margir þeirra kunna að þurfa á upplýsingum og aðstoð að halda til þess að velja efni og tækni, sem dregur úr vinnuverndarhættum og áhættum, og

komi þannig bæði umhverfinu og starfsmönnum til góða. Því hefur verið lagt til að gera *úrvalslista* hönnunartillagna til þess að hjálpa arkitektunum að fallast á hugtakið *forvarnir með hönnun* [36].

Gátlistinn fyrir hættugreiningu <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-71-hazard-identification-checklist-occupational-safety-and-health-issues-associated-with-green-building/view> sem fylgir þessum e-staðreyndum inniheldur hagnýtar upplýsingar um forvarnir.

Heimildir

- [1] US Environmental Protection Agency, Green building basic information, 2009. Tiltækt á: <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm>.
- [2] UNEP (United Nations Environmental Programme), Green jobs: <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm>.
- [2] UNEP (United Nations Environmental Programme), Green jobs: towards decent work in a sustainable, low-carbon world, Nærbí, UNEP, 2008. Tiltækt á: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_158727.pdf
- [3] ILO (Alþjóðavinnumálastofnunin), Promoting safety and health in a green economy, World day for safety and health at work, 28. apríl 2012, ILO, 2012. Tiltækt á: http://www.ilo.org/safework/info/video/WCMS_175600/lang--en/index.htm.
- [4] Gambatese, J. A., Rajendran, S. og Behm, M. G., 'Green design & construction: Understanding the effects on construction worker safety and health', Professional Safety, Tölubl. 52, nr. 5, 2007, bls. 28–35.
- [5] Chen, H., Green and healthy jobs, Centre for Construction Research and Training, 2010. Tiltækt á: <http://www.cpwr.com>.
- [6] Dirlich, S., 'A comparison of assessment and certification schemes for sustainable building and suggestions for an international standard system', IMRE Journal, 5. tbl., nr. 1, 2011, bls. 1–12.
- [7] BRE, BREEAM new construction, non-domestic buildings, Technical manual SD5073, BRE Global Ltd, 2011.
- [8] Renner, M., Sweeney, S. & Kubit, J., Green jobs: Working for people and the environment, Worldwatch Report 177, Washington, DC, 2008.
- [9] NIOSH (e. National Institute of Occupational Safety and Health), Summary of the Making green jobs safe workshop, 14.–16. desember 2009, Washington, DC, 2011. Tiltækt á: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-201/pdfs/2011-201.pdf>.
- [10] Schulte, P. A., Heidel, D. Okun, A. & Branche, C., 'Making green jobs safe (editorial)', Industrial Health, Vol. 48, 2010, pp <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-201/pdfs/2011-201.pdf>.
- [10] Schulte, P. A., Heidel, D. Okun, A. & Branche, C., 'Making green jobs safe (editorial)', Industrial Health, 48. tbl. 2010, bls. 377–379.
- [11] Rajendran, S., Gambatese, J. A. & Behm, M. G., 'Impact of green building design and construction on worker safety and health', *Journal of Construction Engineering and Management*, 135. tbl., nr. 10, 2009, bls. 1058–1066.
- [12] Las Vegas Sun, 'Construction deaths: fatal construction accidents on The Strip - Pace is the new peril', 2008. Tiltækt á: <http://www.lasvegassun.com/news/2008/mar/30/construction-deaths/>.
- [13] Hazards, Green collared, red alert on the perils of green jobs, Hazards Special Report, nr. 107, 2009. Tiltæk á: <http://www.hazards.org/greenjobs/greencollared.htm>.
- [14] FNV Bouw, Working with insulation materials [á hollensku], Woerden, Hollandi, FNV Bouw, 2010.
- [15] Tilskipun ráðsins 2004/37/EC frá 29. apríl 2004 um verndun starfsmanna gegn áhættum sem tengjast krabbameinsvöldum eða stökkbreytivöldum á vinnustöðum. Tiltæk á: <http://osha.europa.eu/en/legislation/directives/exposure-to-chemical-agents-and-chemical-safety/osh-directives/directive-2004-37-ec-indicative-occupational-exposure-limit-values>.

- [16] ICDUBO, Innovation Centre Sustainable Construction, Hollandi, 2012. Tiltæk á: <http://www.icdubo.nl>.
- [17] Alþjóðlega krabbameinsrannsóknarstöðin (IARC) og Alþjóðaheilbrigðismálastofnunin (WHO), Silica and some silicates, IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, 68. tbl., IARC og WHO, Lyon, 1997. Tiltæk á: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol68/volume68.pdf>.
- [18] Cherrie, J., van Tongeren, M. & Tran, L. 'Occupational exposure limits for dusts', Presentation at the British Occupational Hygiene Society (BOHS) 2012 conference, Occupational Hygiene 2012, 24–26 apríl 2012, Cardiff, Wales. Tiltæk á: <http://www.bohs.org/oh2012/presentations/>.
- [19] Joint Research Centre, ESIS gagnagrunnurinn, 2012. Tiltækur á: <http://esis.jrc.ec.europa.eu>.
- [20] Jongen, M., Visser, R. & Zwetsloot, G., Proeftuin secundaire bouwgrondstoffen, TNO Arbeid, Hoofddorp, Hollandi, 2003.
- [21] Norbäck, D., Wieslander, G. & Edling, C., 'Occupational exposure to volatile organic compounds (VOCs) and other air pollutants from the indoor application of water-based paints', Annual Occupational Hygiene, 39. tbl., nr. 6, 1995, bls. 783–794.
- [22] Terwoert, J., van Raalte, A. T. & Zarkema, J. W., Health effects of water-based products used in the painting sector [á hollensku], Chemiewinkel University of Amsterdam/Arbouw, Amsterdam, Hollandi, 2002.
- [23] Riala, R., Chemical use and self-reported health effects among Finnish house painters, IOHA 5. alþjóðlega vísindaráðstefnan, 10.-14. júní 2002, Bergen, Noregi. Tiltæk á: <http://www.nyf.no/bergen2002/program/monday.htm>
- [24] Cornelissen, R., Terwoert, J. & van Broekhuizen, F., Nanotechnology in the Dutch construction industry (á hollensku), Harderwijk/Amsterdam, Arbouw/IVAM, 2011.
- [25] Van Broekhuizen, P., van Broekhuizen, F. Cornelissen, R. & Reijnders, L., 'Use of nanomaterials in the European construction industry and some occupational health aspects thereof', Journal of Nanoparticle Research, birt á Netinu 11. janúar 2011. Tiltækt á: http://www.nanoservices.nl/include/Van_Broekhuizen_et_al_2011_Use_of_nanomaterials_in_the_European_construction_industry1.pdf.
- [26] EU-OSHA (Vinnuverndarstofnun Evrópu), Green jobs and occupational safety and health: Foresight of new and emerging risks associated with new technologies by 2020, 2013. Tiltækt á: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/summary-green-jobs-and-occupational-safety-and-health-foresight-on-new-and-emerging-risks-associated-with-new-technologies-by-2020>
- [27] Spee, T., van Duivenbooden, C. & Terwoert, J., 'Epoxy resins in the construction industry', Annals of the New York Academy of Sciences, 1076 tbl., 2006, bls. 429–438.
- [28] Arbouw, Kwartsstof te lijf [Tackle silica dust], Amsterdam, Stichting Arbouw, 2010. Tiltækt á: <http://www.arbouw.nl/pdf/specials/kwartsstof-te-lijf-wg>.
- [29] Heesen, Th.J., Sustainable and healthy building – experiences in a construction project [in Dutch], Amsterdam/Woerden, Netherlands, Chemiewinkel UvA/FNV Bouw, 1995. <http://www.arbouw.nl/pdf/specials/kwartsstof-te-lijf-wg>.
- [29] Heesen, Th.J., Sustainable and healthy building – experiences in a construction project [á hollensku], Amsterdam/Woerden, Hollandi, Chemiewinkel UvA/FNV Bouw, 1995.
- [30] Gambatese, J. A. & Behm, M. G., 'Making "green" safe', PtD in Motion, nr. 5, 2009, bls. 8-9. Tiltæk á: <http://www.cdc.gov/niosh/topics/ptd/pdfs/PtD-inMotion-Issue5.pdf>
- [31] Ellenberger, D., Green and healthy jobs, byggt á skýrslu eftir Helen Chen, J.D., M.S., Labor Occupational Health Program, Kaliforníuháskóli, Berkeley – 2010, CPWR, 2010. Tiltækt á: <http://www.elcosh.org/en/document/1221/d001096/green-and-healthy-jobs-a-presentation-based-on-a-report-of-the-same-name-by-helen-chen.html>.
- [32] Groendakinfo, Leggen van sedummatten of vegetatierollen, 2012. Tiltækt á: <http://www.groendak.info/doe-het-zelf-met-sedum/aanleg-en-onderhoud>.
- [33] EU-OSHA (Vinnuverndarstofnun Evrópu), Promoting occupational safety and health through the supply chain, 2012. Tiltækt á:

https://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/promoting-occupational-safety-and-health-through-the-supply-chain/view

- [34] Walters, D. & James, P., 'Understanding the role of supply chains in influencing health and safety at work', Leicester, IOSH (Institution of Occupational Safety and Health), 2009.
- [35] Tilskipun ráðsins 89/391/EBE frá 12. júní 1989 um lögleiðingu ráðstafana er stuðla að bættu öryggi og heilsu starfsmanna á vinnustöðum. Tiltæk á: http://europa.eu/legislation_summaries/employment_and_social_policy/health_hygiene_safety_at_work/c11113_en.htm.
- [36] Behm, M., 'Rapporteur's report: Construction sector', Journal of Safety Research, 29. tbl., 2008, bls. 175–178.

Ítarefni

Bókasafnið um sjálfbær byggingarefni: www.rematerialise.org.

Forvarnir með hönnun á vefsíðu NIOSH: <http://www.designforconstructionsafety.org/>.

Frá EU-OSHA:

- Skýrslan *Græn störf og vinnuvernd: Framsýni um nýjar og aðsteðjandi hættur er tengjast nýrri tækni fyrir 2020*, 2013. Tiltæk á: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/summary-green-jobs-and-occupational-safety-and-health-foresight-on-new-and-emerging-risks-associated-with-new-technologies-by-2020>
- Vinnuverndargátlisti fyrir áhættugreiningu í tengslum við grænar byggingar, tiltækur á: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-71-hazard-identification-checklist-occupational-safety-and-health-issues-associated-with-green-building>
- E-staðreyndir um vinnuvernd og notkun sólarorku í litlum mæli, tiltækur á: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-68-osh-and-small-scale-solar-energy-applications>
- Gátlisti fyrir áhættugreiningu og notkun sólarorku í litlum mæli, tiltækur á: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-69-hazard-identification-checklist-osh-risks-associated-with-small-scale-solar-energy-applications/view>
- E-staðreyndir um vinnuvernd í vindorkugeiranum (í undirbúningi).
- Vinnuverndargátlisti fyrir áhættugreiningu í vindorkugeiranum (í undirbúningi).
- Fyrsta flokks endurskoðunarskýrsla um vinnuvernd í vindorkugeiranum (í undirbúningi)