

# Kako je lahko videti postplanetarna prihodnost?

Intervju z Angelom Vermeulnom  
in Nilsom Fabrom

## Abstract

### What Will the Post-Planetary Future Look Like? An interview with Angelo Vermeulen and Nils Faber

To a considerable degree, the development of contemporary space technologies depends on the conceptual starting points that determine our understanding of outer space and interstellar space, as well as the meanings, ways, and forms of human interventions in space. In the framework of the SEAD (Space Ecologies Art and Design) interdisciplinary collective of artists, scientists, engineers, and activists, and with the help of references to specific projects, artist, biologist, and space systems researcher Angelo Vermeulen and product designer Nils Faber highlight how a polylogue between culture, science and experts from different fields contributes to scientific breakthroughs. Referring to their current *E|A|S (Evolving Asteroid Starships)* project, they sketch out a way of thinking about a post-planetary future of humanity in space and emphasize how this contemporary vision brings together several generations of science-fictional and scientific ideas.

**Keywords:** post-planetary condition, interstellar future, science fiction, data visualization, critical methodologies, *E|A|S (Evolving Asteroid Starships)*

*Angelo Vermeulen is an artist, biologist, and researcher of space. He is a cofounder of SEAD, (Space Ecologies Art and Design), an international transdisciplinary collective of artists, scientists, engineers, and activists. Vermeulen holds a PhD in Developmental Biology and Ecology, and has been working for more than ten years with the European Space Agency (ESA) on the biological aspects of maintaining life in space. In 2013 he was the commander of HI-SE|A|S, NASA's first Mars expedition simulation, which took place in Hawaii. Currently, he is employed at TU Delft, developing biology-based concepts for exploring interstellar space. One of these concepts is the self-evolving space ship, which is being explored as part of the *E|A|S (Evolving Asteroid Starships)* project. He also works with space technology company LIQUIFER Systems Group, serves as the artistic director of ESA-affiliated SEMILLA Circular Systems, and advises various start-up companies related to space exploration. Vermeulen is actively engaged in popularising space science as a guest lecturer around the globe.*

*Nils Faber is a designer, a 3D printing and experience design expert, and one of the key participants in the E|A|S project. His main expertise is the customization of industrial solutions for mass personal use and community-oriented artistic and educational projects. He is interested in various themes, including space ecosystems, healthcare, portable devices, and computer games. Faber's work is inspired by the idea of dialogue between various fields and topics. His engagement in the SEAD collective was mostly dedicated to the community-oriented art projects SEEKER and Biomodd. He is engaged in E|A|S as an expert on 3D printing.*

### **Povzetek**

Razvoj sodobnih vesoljskih tehnologij je v veliki meri odvisen od konceptualnih izhodišč, ki zaznamujejo tako naše razumevanje vesolja oz. medzvezdnega prostora kot pomene, načine in oblike človekovih posegov v vesolje. Umetnik, biolog in raziskovalec vesoljskih sistemov Angelo Vermeulen ter oblikovalec Nils Faber v okviru mednarodnega transdisciplinarnega kolektiva umetnikov, znanstvenikov, inženirjev in aktivistov SEAD (Space Ecologies Art and Design) s pomočjo več konkretnih projektov poudarjata, kako pomemben je za znanstvene preboje polilog med kulturo, znanostjo in strokovnjaki z različnih področij. S projektom E|A|S (*Evolving Asteroid Starships*) orišeta, kako misliti postplanetarno človekovo prihodnost v vesolju ter opozorita, kako se v tej sodobni viziji prepleta več generacij znanstvenofantastičnih in znanstvenih idej.

**Ključne besede:** postplanetarno stanje, prihodnost v medzvezdnem prostoru, znanstvena fantastika, vizualizacija podatkov, kritične metodologije, E|A|S (*Evolving Asteroid Starships*)

*Angelo Vermeulen je umetnik, biolog in raziskovalec vesoljskih sistemov. Je soustanovitelj mednarodnega transdisciplinarnega kolektiva umetnikov, znanstvenikov, inženirjev in aktivistov SEAD (Space Ecologies Art and Design). Vermeulen, ki je doktoriral iz razvojne biologije in ekologije, že deset let sodeluje z Evropsko vesoljsko agencijo (ESA) glede vprašanja bioloških vidikov vzdrževanja življenja v vesolju. Leta 2013 je bil poveljnik ekipe prve Nasine simulacije odprave na Mars, HI-SE|A|S, ki je potekala na Havajih. Trenutno dela na TU Delft, kjer razvija koncepte za raziskovanje medzvezdnega prostora, ki črpajo iz biologije, med drugim tudi koncept samorazvijajoče se vesoljske ladje v okviru projekta E|A|S (*Evolving Asteroid Starships*). Sodeluje tudi s podjetjem za vesoljske tehnologije LIQUIFER Systems Group, je umetniški vodja Esinega spin-off podjetja SEMILLA Circular Systems in svetuje start-up podjetjem, ki se ukvarjajo z vesoljem. Aktivno se ukvarja tudi s popularizacijo vesoljske znanosti v okviru vabljenih predavanj po vsem svetu.*

*Nils Faber, eden ključnih sodelavcev projekta E|A|S, je oblikovalec, strokovnjak za tehnologije 3D-tiskanja in oblikovanje izkušenj. Strokovno deluje na področjih prilagajanja industrijskih rešitev za množično personalizirano rabo ter skupnostno-naravnanih umetniških in izobraževalnih projektov. Tematsko se posveča različnim vprašanjem, od vesoljskih ekosistemov, zdravstva in prenosnih naprav do računalniških iger. Najbolj ga navdihujejo možnosti vzpostavljanja dialoga med različnimi področji in tematikami. V okviru kolektiva SEAD je Faber prispeval svoj delež k vodenju in sodeloval v okviru skupnostnih umetniških projektov SEEKER in Biomodd, v okviru E|A|S pa deluje kot strokovnjak za 3D-tiskanje.*

Angelo Vermeulen in Nils Faber sta za pričujočo številko ČKZ pripravila vizualni esej o projektu E|A|S in spregovorila o znanstvenem pomenu konceptualnih premikov v pristopih k raziskovanju vesolja ter predstave o človekovi prihodnosti v njem.

***Zakaj ste prepričani, da ima raziskovanje vesolja prihodnost in kako si to prihodnost predstavljate?***

Angelo Vermeulen (AV): Ne zagovarjamo ideje razvoja raziskovanja vesolja v katastrofičnem kontekstu potencialnega izumrtja človeštva in potrebe po rezervnem okolju, kar je ena od idej, ki krožijo dandanes. Razmišljamo o postplanetarnem stanju človeštva, tj. o prihodnosti, ko človeštvo biva na različnih lokacijah v vesolju, v različnih konfiguracijah, kot so vesoljske postaje, morda tudi rudarske postaje, vesoljske ladje, podobne naši, ki jo gradimo v okviru projekta Razvijajoče se asteroidno medzvezdno plovilo E|A|S (*Evolving Asteroid Starships*) ... Življenje na površju planeta bo tako le ena od številnih možnosti. E|A|S v tem kontekstu še zdaleč ni zamišljen samo kot prevozno sredstvo do določene destinacije; življenje na takšni ladji bo cilj samo po sebi.

***Kako v tem kontekstu razmišljate o življenju in človeštvu? Je življenje vezano na človeka, kakršen je danes?***

AV: Seveda obstajajo različne paradigme, ki predvidevajo, da bomo presegli Zemljino atmosfero in začeli živeti onkraj nje, in poskušajo osmisliti, kako se bo to zgodilo. V okviru naše raziskovalne skupine menimo, da so ti premisleki logična ekstrapolacija idej, ki smo jim priča skozi vso zgodovino človeštva.

S projektom E|A|S eksplicitno zavračamo posthumanistično idejo naložiti človeško zavest na trdi disk in ji omogočiti potovanje v taki obliki. V tovrstne ideje ne verjamemo, ker je za njimi specifična ideologija. Koncept prenosa zavesti je sam po sebi problematičen. In četudi bi bile te ideje uresničljive, to ni prihodnost, ki zanima nas. Seveda gre za zelo ideološko izbiro. Ideja širitve človeškega življenja onkraj Zemlje je po našem mnenju lepa, kar pa ne pomeni, da se ljudje prihodnosti ne bodo razvijali ali spremenili. Povsem lahko si je predstavljati, da se bo človeško telo novim razmeram prilagodilo ali se zaradi njih razvilo, bodisi pasivno, prek darwinovske evolucije, bodisi aktivno, s tehnološko nadgradnjo kot posledico kombiniranja specifičnih tehnologij, tj. biotehnologije in določenih kemičnih substanc, s pomočjo katerih bi ustvarili tehnološko nadgrajenega človeka, bolj prilagojenega za življenje v globini vesolja.

***Ali v osnovi projekta E|A|S ležijo določene filozofske ideje? Govorita o ideologiji, ampak raziskovanje vesolja črpa navdih tudi iz bogate zgodovine idej ...***

AV: Res je, da v okviru projekta veliko premišljujemo o filozofskih temah, kot sta etika in biopolitika. Vendar projekt ne gradi na določenem filozofskem okviru; osebno mislim celo – in Nils lahko to potrdi –, da nas veliko bolj kot kakšna specifična filozofska misel navdihuje znanstvena fantastika, predvsem trda znanstvena fantastika [*hard science fiction*]. V kolektivu SEAD<sup>1</sup> (*Space Ecologies Art and Design*), katerega člana sva oba z Nilsom, pa razvijamo projekt, ki je povezan z dediščino ruskega kozmizma.

### ***Kako bi umestila projekt E|A|S v zgodovino raziskovanja vesolja, vesoljske programe 20. stoletja?***

AV: Nedvomno je naša ideja posredno povezana z izkušnjami naših predhodnikov, vendar projekt kot tak ni povezan z nobenim vesoljskim programom. Nastal je iz splošnega zanimanja za raziskovanje vesolja in z željo po premikanju meja misli. Glede na problem, ki se ga lotevamo v okviru projekta E|A|S, so vesoljski programi v trenutni obliki in delovanju precej manjši oz. zamejeni. Obstaja pa miselna tradicija, ki se nanaša na raziskovanje medzvezdnega prostora; predvsem Britansko medplanetarno društvo (*British Interplanetary Society*) že dolgo razvija različne – dobro znanstveno podkrepjene – koncepte vesoljskih plovil. Omenim naj na primer projekt Orion, ki sta ga leta 1958 predlagala Ted Taylor in Freeman Dyson. Zamislila sta si vesoljsko plovilo na jedrski pogon. Tovrstne ideje o medzvezdnem potovanju, ki izvirajo iz Britanskega medplanetarnega društva, so veliko večji navdih za naš projekt, kot pa dejanski vesoljski programi.

### ***Kako je prišlo do ideje in projekta E|A|S? Iz česa se je rodil?***

AV: Začetki projekta so v veliki meri vezani na mojo osebno zgodbo; Nils pa je bil eden prvih, ki se je projektu pridružil, saj se mu je ideja zdela zanimiva. Še pred idejo za E|A|S smo v okviru SEAD v kontekstu več projektov, na primer Biomodd, na različne načine kombinirali tehnologijo in biologijo. Naše raziskave potencialnih alternativnih prihodnosti, novih konfiguracij, v katerih bi spajali biologijo in tehnologijo, so pritegnile pozornost

---

<sup>1</sup> SEAD (*Space Ecologies Art and Design*) sta leta 2009 ustanovila Angelo Vermeulen in Tine Holvoet, pozneje pa sta se jima pridružila še Diego Maranan in Pieter Steyaert. Je mednarodna transdisciplinarna mreža umetnikov, znanstvenikov, inženirjev in aktivistov. SEAD razvija projekte, ki spreminjajo paradigme, v katerih so ekologija, tehnologija in skupnost radikalno integrirane na unikatne načine z namenom novega zamišljanja in preoblikovanja prihodnosti skozi kritično misel in praktične eksperimente. SEAD je od svojega nastanka v sodelovanju z lokalnimi skupnostmi v Severni in Južni Ameriki, Evropi in Aziji ustvaril več kot 30 umetniških projektov serij Biomodd in Seeker. Poleg svojih najprepoznavnejših projektov – Biomodd in Seeker – je kolektiv zagnal še več drugih projektov, kot so H4aC, Orahory, Haplós, Merapi Terraforming Project in Biodiversity Tower. SEAD ima že več kot tisoč članov po vsem svetu, ki skupaj preverjajo in oblikujejo prototipe morebitnih prihodnosti. Za več glej [www.sead.network](http://www.sead.network).

Evropske vesoljske agencije (ESA) oziroma programa MELiSSA.<sup>2</sup> Z raziskovanjem vesolja sem se pravzaprav začel ukvarjati ravno prek programa MELiSSA; nisem se ga lotil, kot se to po navadi zgodi, tj. z vidika klasičnega vesoljskega inženiringa, razmišljanja o raketah in navigaciji ipd., temveč sem v raziskovanje vesolja vstopil prek biologije. Zelo zgodaj me je začelo zanimati, kako o prihodnosti vesoljskega raziskovanja razmišljati iz biološke in družbene perspektive, ker se mi je zdelo – in Nils se bo zagotovo strinjal –, da je treba o prevladujočem pristopu k raziskovanju vesolja, ki temelji na strojni perspektivi, na novo razmisliti. Prevlada strojne perspektive je razumljiva, saj je osnovna prioriteta – ohraniti ljudi pri življenju. Stroji to seveda omogočajo, a sodobno raziskovanje vesolja se razvija, prehaja v novo fazo. Včasih jo strokovnjaki imenujejo novo vesolje [*New Space*], s čimer mislijo na novo ekonomijo, ki se dandanes razvija v vesolju. Čedalje bolj jasno je, da moramo začeti razmišljati tudi o drugih komponentah raziskovanja vesolja; razvija se zavest o tem, da moramo začeti govoriti tudi o družbenih in ekoloških vidikih. Ti dve specifični točki sem začel raziskovati sam, nato pa sem svoje zanimanje kmalu razširil, začel sem se ukvarjati z večjo sliko, onkraj našega osončja, pritegnila me je ideja o potovanju po medzvezdnem prostoru. Od tod pa je prišla tudi ideja za E|A|S.

### ***Kako dolgo že poteka projekt E|A|S?***

AV: Ta projekt poteka v okviru moje doktorske raziskave na Tehniški univerzi v Delftu (TU Delft), kjer delam že osem let. Ekipo DSTART<sup>3</sup> sem leta 2016 vzpostavil najprej kot začasno projektno ekipo, Nils se ji je pridružil na samem začetku.

### ***Lahko povesta kaj več o specifičnih družbeno-ekoloških vprašanjih, s katerimi se ukvarjate pri projektu E|A|S?***

AV: Poskusil bom strniti. V trenutni fazi projekta je biologija prisotna na dveh različnih ravneh. Prvič, v dejanskem načrtu vesoljske ladje kot dinamične strukture, ki se razvija in raste. Gre za biološko navdahnjen pristop k razvoju vesoljskega plovila; vesoljska ladja se obnaša, kot da bi bila organizem. Druga raven je vključitev ekosistema v vesoljsko plovilo; ta samoobnavljajoči se ekosistem omogoča življenje ljudi na plovilu, stroji pa le podpirajo ekosistem. Na enak način se z vprašanjem bivanja ljudi v vesolju ukvarja tudi program MELiSSA. Družbena komponenta projekta je pa na tej

<sup>2</sup> *The Micro-Ecological Life Support System Alternative* (MELiSSA) je iniciativa Evropske vesoljske agencije (ESA) za razvoj tehnologije regenerativnega sistema za ohranjanje življenja na dolgih vesoljskih potovanjih s človeško posadko. Ustanovljena je bila leta 1989, kot navdih na dolgih vesoljskih potovanjih s človeško posadko. Ustanovljena je bila leta 1989, kot navdih pa ji služi ekosistem planeta Zemlja. Danes je MELiSSA združenje 30 organizacij iz cele Evrope.

<sup>3</sup> DSTART – Ekipa za izdelavo vesoljskega plovila Tehniške univerze v Delftu, ki razvija E|A|S.

točki preveč zapletla projekt, zato smo jo za zdaj morali opustiti; zagotovo se ji bomo v prihodnosti spet posvetili.

***V kakšnem pomenu in na kakšen način se projekt navezuje na ideje iz znanstvene fantastike?***

Nils Faber (NF): Z naravoslovjem in idejami potovanja po vesolju oz. po medzvezdnem prostoru sem se začel ukvarjati ravno prek znanstvene fantastike. Obenem mi znanstvena fantastika omogoča potovanje nazaj, v zgodovino raziskovanja vesolja. Prek sodobne znanstvene fantastike sem prišel do zgodnjega znanstvenega raziskovanja o poseljevanju vesolja, in sicer prek knjig, kot sta *Seveneves* (2015) Neala Stephensona in novejši *Delta-V* (2019) Daniela Suareza, ki se sklicujeta na raziskave iz sedemdesetih let 20. stoletja. Ravno na podlagi teh knjig sem se začel ukvarjati s konceptom vesoljskih kolonij, ki sta ga zasnovala Gerard K. O'Neill in Thomas A. Heppenheimer; čeprav se zdi, da je koncept znanstvenofantastičen, se v resnici opira na znanstvene izračune. Danes, po petdesetih letih, je čas, da tovrstne projekte pogledamo na novo, s pomočjo novih znanstvenih premikov, ki so nastali v tem času.

***Je znanstvena fantastika zate pot nazaj k znanosti?***

NF: Je. Čeprav imajo avtorji znanstvene fantastike proste roke, da ustvarijo resnično nore ideje, navdih navadno iščejo v obstoječih raziskavah.

AV: Seveda je to vrsta znanstvene fantastike, ki zanima tebe. Obstaja tudi veliko znanstvene fantastike, ki tega sploh ne počne. To, o čemer govoriš, velja za specifične knjige. Nils, bi se strinjal, da obstaja razlika med znanstvenofantastično literaturo in filmom?

NF: V filmu te pri predstavljanju novih idej omejuje proračun, medtem ko si v literaturi lahko izmisliš, karkoli hočeš. Literarni avtor ima nad zgodbo večji nadzor, kot ga ima nekdo, ki dela s celo ekipo za mednarodno podjetje, ki ga zanima predvsem povečevanje filmskega dobička. Mislim, da odigra ta nadzor enega avtorja – v primerjavi s celo skupino, ki odloča o vsebini, kot je po navadi pri filmu – pomembno vlogo.

AV: S tem se strinjam. Vendar pa je osupljivo, kako omejena je domišljija hollywoodskih filmov, sploh, ko jih primerjamo s tem, kar lahko najdemo v znanstvenofantastični literaturi. V tem pomenu je znanstvenofantastična literatura veliko bogatejši vir inspiracije.

Ena od zanimivih idej, ki jo je omenil Nils, so O'Neillove kolonije iz sedemdesetih let prejšnjega stoletja. To je v okviru podjetja Blue Origin<sup>4</sup> uporabil

---

4 Podjetje Blue Origin je ameriški zasevni izdelovalec vesoljskih plovil in ponudnik

tudi Jeff Bezos, ki je cilje za svoj projekt umestil v O'Neillovi prihodnosti, kar me je precej presenetilo. Zanimivo je, da si prihodnost človeštva v vesolju predstavlja občutno drugače, kot si jo z načrti za zasebno vesoljsko prevoznništvo v okviru SpaceX predstavlja drugi milijarder, Elon Musk. Bezosa, nasprotno, dozdevno dejansko zanima postplanetarno stanje človeštva. Ne želim se sicer postavljati na katerokoli stran oziroma primerjati naš projekt z Bezosovim, ker obstajajo nekateri etični pomisleki glede Bezosovega načina delovanja. Je pa zanimivo, da se te stare ideje iz sedemdesetih let znova pojavljajo danes; nas posebej zanima vloga ekologije, ki je v O'Neillovih kolonijah izjemno pomembna. Kolonije so eden najzgodnejših in redkih primerov, v katerih je ekologija zelo prisotna vizualno, v reprezentacijah daljne prihodnosti v vesolju. Navadno je ekologija prezrta. O'Neillovo delo pa se dejansko vrača k preteklosti, k spregledanim raziskavam iz tridesetih let 20. stoletja. Kot take vesoljske kolonije sicer niso O'Neillov izum, jih je pa populariziral in prek njegovega dela so postale dobro poznane.

***Pomikanje nazaj v čas in hkrati pomikanje proti prihodnosti je zanimiva dinamika. Tudi ideja razvijajoče se vesoljske ladje materializira prostorsko-časovni kontinuum na zelo poseben način ...***

AV: V znanstveni fantastiki obstaja tradicija bioladij. Tej se ne more izogniti niti naš projekt, lahko bi rekli, da je njeno nadaljevanje. Se pa projekt ekipe DSTART razlikuje od spekulativnega oblikovanja, saj izdelujemo dejanske matematične modele. Računamo dejansko matematično osnovo. Gradimo računalniške simulacije in idejo prenašamo na področje znanosti. Projekta se nismo lotili zgolj spekulativno, ampak prek kombinacije več pristopov. Najprej, programiranja – graditve programerske kode, ki nam omogoča, da ustvarimo računalniško simulacijo in izvajamo eksperimente z virtualnimi vesoljskimi ladjami. Da lahko zgradiš kodo, moraš najprej določiti, kateri so pogoji delovanja vesoljske ladje, kar zahteva predhodno raziskovalno delo, tj. proučitev realistično ocenjenih pogojev, ki jim bo morala ustrezati vesoljska ladja. Če se pogovarjamo o rudarjenju asteroidov, moramo s pomočjo znanstvenih izsledkov najprej ugotoviti, koliko rude bi lahko v prihodnosti dnevno izkopala vesoljska ladja in katere spojine bi sploh lahko pridobila iz asteroida. Tretja komponenta, na kateri delava z Nilsom, je vizualizacija. To ni znanstvena komunikacija. Seveda se lahko uporablja v ta namen, vendar to ni njen primarni razlog. Bolj gre za način, kako zagrabiti naše raziskovanje. Brez vizualizacije je delo s tako kompleksnim sistemom izjemno težavno, tako za naju kot za ekipo. Na začetku projekta še nismo imeli vizualizacij, ker smo šele poskušali konceptualizirati, kako bi bila sploh videti razvijajoča podorbitalnih letov s sedežem v Kentu, v državi Washington.

se vesoljska ladja. Nismo še imeli skupnega imaginarija, zato je bil na začetku to zelo počasen proces. Zdaj imamo nekakšno bazo skoraj ikoničnih podob – nekatere od teh krožijo po internetu –, ki služijo kot referenčne točke za celo ekipo in pogovore o razvoju projekta. Tako se je v okviru projekta odvijal tudi precej zanimiv psihološki proces.

***Kako se razvija imaginarij projekta E|A|S? Kako se podobe pretvorijo v vizualno kodo, ki jo prepoznavna cela skupina?***

NF: Opazil sem, da obiskovalci naših umetniških razstav in znanstvenih festivalov doživijo »aha« trenutek šele takrat, ko dejansko vidijo podobe. Najprej jim seveda razložimo naše koncepte, vendar šele s pomočjo podob dejansko razumejo idejo in razsežnost projekta. Ko smo govorili o ustanovitvi vesoljske kolonije za tisoč ljudi, si obiskovalci niso mogli predstavljati, kako bi lahko bila videti taka kolonija. Potem smo začeli ustvarjati podobe in virtualne simulacije, skozi katere človek lahko potuje, kot da bi letel. Pri tem opazuje arhitekturo ter tako resnično razume, katera vprašanja so pomembna v okviru našega projekta in kakšne so lahko rešitve; razume tudi učinek projekta. Ljudje s to izkušnjo postanejo skoraj soudeleženci v naši zgodbi.

AV: To je komuniciranje znanosti širši javnosti. Ampak po mojem mnenju smo vizualije razvijali predvsem kot raziskovalna orodja za našo raziskovalno skupino. Res je, da jih uporabljamo za komunikacijo s širšim občinstvom, a se mi zdi, da je še zanimivejše dejstvo, da vizualizacija deluje kot raziskovalno orodje v raziskovalni skupini. Abstraktne ideje v procesu skupinskega izmenjevanja argumentov in protargumentov postanejo bolj oprijemljive.

NF: Na primer, ko raziskujemo umetno težnost, ki jo ustvarjajo tanki cilindri, ter lahko stojimo v notranjosti tega virtualnega okolja in ko vidimo središče prostora, v katerem se nahajamo, dobimo občutek za dejanske vrtilne hitrosti. Tako lahko vidiš, kaj pomeni pet vrtljajev na minuto. Takšno hitrost si je zelo težko predstavljati brez vizualizacijskih orodij, ki ti omogočajo, da jo izkusiš, in vidiš, kaj je uresničljivo in kaj ni. Simulacija ni popolna, ker ne občutiš sile, je pa zelo dobra za raziskovalca in za razumevanje problema.

AV: Umetne gravitacijske cilindre raziskujemo zato, da bi jih umestili v arhitekturo naše vesoljske ladje. Arhitektura vesoljskih plovil je precej modularna, naša ideja pa je, da bi lahko v plovilu naredili večje prostore, če bi odstranili notranje stene, ki ločujejo module, in vzpostavili notranjo centrifugo; to je rešitev, ki jo najdemo že v filmu Stanleyja Kubricka *2001: Odiseja v vesolju* [*2001: A Space Odyssey*] (1968). V notranjosti ladje je tudi cilindri, kamor lahko astronauti začasno vstopijo in občutijo težnost. Ena od podob, ki smo jo pripravili za to številko ČKZ, je velikanski vrtiljivi ekosistem, ki ga



je navdihnili O'Neillov koncept vesoljskih kolonij. Ekosistemi na E|A|S so bodisi vrtljivi ekosistem, o katerem je govoril Nils, bodisi breztežnostni ekosistemi z drevesi, ki jih pritrdimo s temu namenjenimi obroči.

***Katere podobe so nastale prve in katera vprašanja so odprle? Če ostanemo pri premisi razmišljanja skozi podobe, kaj je bilo najtežje vizualizirati in kako se je proces razvijal?***

AV: Na začetku projekta smo sprevideli, da razvijamo sisteme prihodnosti, ki so zares onkraj večine teh, ki jih imamo danes. Ne izboljšujemo rakete, bolj gre za radikalen premislek same ideje vesoljskega potovanja. Možnosti je pri tako široko zastavljenem vprašanju nešteto. V našem skupinskem delu v resnici oblikujemo nov imaginarij; zelo težko ga je »zagrabit«, možnosti pa je toliko, da proces in sprejemanje odločitev zahtevata veliko dialoga, pogovorov in celo skiciranja. Spomnim se točke, ko smo se odločili, da bomo delali z asteroidom; na začetku o asteroidih sploh nismo razmišljali. Ta odločitev je nekoliko zamejila razpon možnosti. Nato smo se odločili za modularno arhitekturo, za module pa smo izbrali presekanke oktaedre. Tako smo s sprejemanjem odločitev počasi prišli do faze, v kateri se je lahko skupina začela bolj osredinjati na partikularne izzive. Mislim, da je vizualizacija ključnega pomena pri procesu izbiranja specifičnih izzivov iz množice začetnih potencialov. Potem se lahko ustvarjalnost cele ekipe usmeri na različne posamične probleme.

NF: Še zlasti je ta vidik prišel do izraza, ko smo se pogovarjali o problemu zelenih javnih površin. Čeprav smo imeli kolektivno vizijo, so različni posamezniki v skupini proizvedli vizualne interpretacije, ki so se med seboj zelo razlikovale, četudi so izvirale iz iste ideje. Ko vzpostavljaš vizualizacijo, zapolnjuješ nedorečenosti, kontekst razprave pa se izjemno razjasni. Koncept E|A|S se tako nenehno razvija; včasih, ko se ekipi pridruži nov član, z novimi idejami, za katere presodimo, da so boljše od starih, določene izvirne ideje celo zavržemo, kar je eden od vidikov sodelovanja.

***V enem od opisov projekta sem prebrala, da je vaša ekipa »Sanjska ekipa« (»Dream Team«). Kako pomembno je bilo, da na projektu dela specifična ekipa, in kaj skupinska dinamika prispeva k razvoju projekta?***

AV: Naš glavni cilj je razvoj računalniške simulacije, moje lastne programerske veščine pa so zelo omejene. Seveda smo za to potrebovali ljudi, ki lahko dejansko zgradijo simulacije. Ker pa je to tudi vizualni in strukturni izziv – ne gre samo za računalniško kodo in matematične izračune, potrebovali smo vizualizacijo, specifično vizijo –, smo od začetka sodelovali tudi z arhitekti. Arhitekti, programerji in oblikovalci so bili ključni del ekipe od

vsega začetka in so še danes. Deli ekipe se bolj vključijo v določene probleme, odvisno od izziva, s katerim se takrat spopadamo. Na primer, lani smo za mednarodni fotografski festival BredaPhoto razvili veliko avdio-vizualno instalacijo; do končnega izdelka smo prišli šele prek več različic. Pred veliko razstavo smo imeli več manjših, na katerih smo vadili, kako izvesti eksperiment. V okviru BredaPhoto pa smo pripravili končno predstavitev projekta. Pred to razstavo smo veliko časa preživeli z arhitekti, oblikovalci in vizualizacijsko ekipo, da bi sploh prišli do točke, na kateri bi lahko predstavili svojo instalacijo. Instalacija se je ukvarjala z biološko znanstveno fantastiko in je poskušala s pomočjo poudarka na biološki znanstveni fantastiki reprogramirati človeško predstavo o prihodnosti.

Zdaj se raziskovalna skupina več ukvarja z dejanskimi računalniškimi modeli. Vizualizacija se je pomaknila v ozadje, ker smo se v tej smeri dovolj razvili. Koncepte imamo, zdaj pa moramo pripraviti matematične izračune, vse sprogramirati in izvesti potrebne raziskave. Zato smo zdaj osredinjeni na to. Veliko pa je odvisno od tega, kateri izziv si zastavimo. Menim, da smo v kolektivu SEAD – velikem »dežniku«, pod katerim poteka množica različnih projektov – odprti za intuitivne odločitve. Kot je omenil že Nils, se ekipi včasih pridruži še kdo, ki ima popolnoma drugačno perspektivo, in to lahko spremeni določene komponente projekta. Dovolj je svobode, da se projekt na meta ravni nenehno razvija.

Oznaka »Sanjska ekipa« je uradna oznaka, ki jo uporabljamo na TU Delft. Imamo vrsto močnih Sanjskih ekip, ki so zelo ustvarjalne. Imamo Sanjsko ekipo, ki razvija avtomobil na sončni pogon, s katerim so že večkrat zmagali na dirki tovrstnih vozil v Avstraliji. Imamo Sanjske ekipe, ki gradijo dirkalne avtomobile na vodikov pogon. Sanjske ekipe so skupine študentov, ki razvijajo novo tehnologijo in se udeležujejo tekmovanj. Naša ekipa ni uradna Sanjska ekipa. Prvič zato, ker nas tekmovanja ne zanimajo. In drugič, Sanjske ekipe naj bi bile sestavljene samo iz študentov, v našem kolektivu pa imamo mešanico študentov in raziskovalcev, zato uradno nimamo tega naziva. Smo pa svoja Sanjska ekipa. Za razumevanje naše skupinske dinamike je ključna transdisciplinarnost. Intuicija je nedvomno pomembna, a najpomembnejša je transdisciplinarnost. V skupini poskušamo odstranjevati ovire med različnimi disciplinami in strokovnjaki, dovoliti ali celo povabiti ljudi, da vstopijo v nova področja in k njim kaj prispevajo. To zahteva posebno kulturo v skupini. Z Jasonom, enim naših sodelavcev, sva tako nekoč proučevala pogoje za ekosistem. Ukvarjala sva se s kemijskimi enačbami različnih procesov, ki se dogajajo v ekosistemu, vključiti sva želela tudi simulacijo. Ena od stvari, ki sva jih želela vključiti, je bila stehiometrija – poenostavljeno povedano, želela sva uravnovežiti levo stran enačbe z desno

stranjo. Na levi strani bi morala priti do enakega števila atomov kot na desni, kar je bilo matematični izziv. Zataknilo se nama je. Da bi si poenostavila delovni proces, sva uporabljala spletna orodja, a nisva mogla ugotoviti, kako priti do potrebnega ravnotežja. Za isto mizo je delal eden od programerjev; ni kemik ali biolog, njegovo področje so računalniške znanosti in računalniške simulacije. Potem, ko naju je nekaj časa poslušal, je rekel: »Mislim, da lahko tole rešim. Dajta mi deset minut.« Odprl je Excel in kar tam naredil orodje, ki ti pomaga uravnotežiti kemijske enačbe; naredil ga je v 10–15 minutah in z njim v trenutku rešil vse najine enačbe. Uporabil je optimizacijsko orodje, ki je že vgrajeno v Excel in dovolj močno tudi za najin problem. Ko sem rezultate tega problema predstavil na vesoljski konferenci v Italiji, je k meni pristopil ruski raziskovalec in me vprašal, kako mi je uspelo rešiti to zapleteno nalogo. V tem je lepota našega sodelovanja; ljudje vstopajo na druga področja in se jih povabi, da pomagajo tudi v domenah, v katerih sicer niso strokovnjaki.

*NF:* Sam nimam teoretičnega znanja na področju raziskovanja vesolja, imam ga pa v 3D-tiskanju. Tudi sam imam podobno zgodbo o tem, kako sem lahko svoje strokovno znanje ponudil drugim, od drugih članov ekipe pa sem se naučil več o pogojih raziskovanja vesolja itd. Vsak udeleženec projekta lahko pove kakšno podobno zgodbo.

### ***Kako velika je skupina?***

*AV:* Številka precej niha, odvisna je od študentov, ki pridejo in gredo. Trenutno delamo na računalniških simulacijah. Približno sedem ljudi gradi dejanske računalniške simulacije, pet ljudi pa ustvarja vizualizacije. Po navadi je v skupini okoli petnajst ljudi.

***Čeprav je proces dela v kolektivu navdihujoč, lahko nastanejo tudi težave. En problematičen vidik v znanosti je lahko vprašanje avtorstva. Kako pristopate k temu vprašanju?***

*AV:* Kadarkoli je to mogoče, poskušamo avtorstvo deliti. Ko postavimo umetniško instalacijo, kot na primer tisto za BredaPhoto, jo predstavimo kot skupinsko delo. Avtor je ekipa in vsak sodelujoči je podpisan v abecednem vrstnem redu. Kar se tiče znanstvenih del, pa je na njih kot soavtor podpisan vsak, ki je kaj prispeval k računalniškim simulacijam, čeprav članke po navadi pišem jaz. V prihodnje bom napisal kar nekaj tekstov o rezultatih računalniških simulacij in vsi, ki so pomagali pri raziskovanju ali programiranju, bodo soavtorji. Če pa je kdo v ekipi razvil specifično matematično rešitev za simulacijo, jo lahko objavi in je podpisan kot prvi avtor. Avtorstvo delimo in poskušamo doseči, da sta omenjena vsak član ekipe in

njegov prispevek. To v resnici ni tako težko. Vem, da je na primer v filozofiji ali družbenih vedah bolj ustaljena praksa, da ljudje objavljajo individualno, v aplikativnih vedah, biologiji, kemiji in fiziki, pa imamo vedno cele skupine ljudi, ki so avtorji publikacije, zato je deljenje avtorstva za nas bolj ustaljeno.

***Koliko časa po vajini oceni še potrebujete, da boste projekt razvili onkraj simulacije?***

AV: To je temeljna, teoretska raziskava; ne razvijamo strojne opreme. Pоставljamo temelje za drugačen pristop k vesoljskim sistemom prihodnosti in upamo, da bo nekaj teh idej dejansko vplivalo na sodobno raziskovanje vesolja, na primer ideje evolucije, prilagajanja in rasti. Čeprav se zavedamo, da naš načrt vesoljske ladje za časa našega življenja ne bo uresničen, upamo, da bo nekaj naših idej vplivalo na razvoj sodobnih vesoljskih plovil. Druga stvar, ki jo načrtujemo – v enem letu ali malo več –, so mali fizikalni eksperimenti, v okviru katerih bi izdelali majhne sisteme, ki bi pokazali sposobnost robotskih sistemov za samorazvoj, na primer s pomočjo 3D-tiskanja. Ne bo ravno vesoljska ladja, temveč samo majhen robotski sistem, vendar upamo, da bodo prikazali nekatere zagate, s katerimi se ukvarjamo.

***Kaj mislite, ko govorite o razvijajoči se asteroidni vesoljski ladji kot o razvijajočem se sistemu? Kaj je mišljeno kot evolucija? O katerih procesih govorite?***

AV: Naš sistem se v temelju razlikuje od sistema, ki se prilagaja oziroma zgrajen je na način, ki mu omogoča, da odgovori na določene izzive. Na primer, človeško telo prilagodi svojo temperaturo, metabolizem in potenje glede na zunanjo temperaturo; ta sposobnost preživetja v vrsti različnih podnebij je vanj vgrajena že od začetka. Prilagodimo se vročemu ali hladnemu okolju; naše telo se prilagodi, ker je za to že programirano. Evolucija, kot jo razumemo v okviru tega projekta, je drugačna. Naša vesoljska ladja lahko poišče nove forme, ki vzniknejo iz temeljnih pravil, vpisanih v njenem sistemu. Govorimo o novih konfiguracijah, ki se pojavijo v nepričakovanih situacijah – v tem pogledu gre za evolucijo. Ne govorimo pa o darwinovski evoluciji; če bi temeljili na Darwinovi postavki evolucije, bi nenehno gradili mnogotere verzije vesoljske ladje, jih poslali na pot in upali, da vsaj ena od njih preživi in se reproducira. Naša evolucija je veliko bolj podobna lamarckovski, v kateri se je entiteta sposobna preoblikovati sama. Način, kako to naredi, je še posebno zanimiv: vesoljska ladja uporabi t. i. obzorje svojih čutov, tako lahko do neke mere izmeri prihodnost, ki prihaja. Celotno potovanje lahko meri del tega, kar je pred njo. Če gre za občutno drugačno situacijo, bo ladja dobi-

la signal, da se mora za spopadanje z nepričakovanimi izzivi razviti. V sebi bo zagnala virtualno asimilacijo, z novimi izzivi pa se bo spopadla s svojo novo različico. To lahko stori na primer z genetskimi algoritmi. Ustvari drugačne različice same sebe in preveri, katera od teh mutiranih verzij nje same se je sposobna s prihodnostjo spopasti najbolj učinkovito. Ko najde rešitev, jo implementira. Samo sebe rekonfigurira in ima več možnosti, da preživi nepredvidljivo prihodnost. Zanimiva stvar pri računalniški simulaciji je, da imaš na voljo omejen čas, iskanje te nove konfiguracije pa je skorajda neskončen proces. Ne govorimo o optimizaciji, temveč o procesu »zadovoljevanja«. Nenavadna uporaba besede, vendar zares iščemo sistem, ki je sposoben izpopolnjevanja za boljše delovanje v prihodnosti bolje. Ne iščemo najboljšega sistema, ki bi ukrotil to prihodnost. Med tema pristopoma je velikanska razlika. Nimamo na voljo neskončno časa, na neki točki se moraš odločiti, nehati iskati najboljšo rešitev in eno implementirati. Implementacija pa potrebuje čas. Če si prepozen, ne boš pripravljen za srečanje z nepredvidljivo prihodnostjo. To so dinamika in izzivi, ki jih lahko raziskujemo s pomočjo računalniških simulacij; zame je zato naše raziskovanje res razburljivo.

### ***Kako poteka ta proces odločanja?***

AV: Ta vidik moramo še nekoliko premisliti, vse pa je v osnovi odvisno od problema, s katerim se bo ladja spopadala. Ko bo prihodnost na obzoru bolj kot ne enaka sedanosti in ne bo šlo za *razvoj*, temveč zgolj za *obnovo* oziroma rast, bo na mestu sistem brez močnega centralnega nadzora. Tu govorimo o primerih, ko se bo struktura zgolj širila, v primeru rasti ekosistema pa samo dodajala npr. nove arhitekturne module, ki so lahko decentralizirani. Če pa govorimo o *evoluciji*, tj. o razvoju, potrebujemo bolj centraliziran proces odločanja, ker gre za razvoj celotne strukture vesoljske ladje in pri tem ni prostora za decentralizacijo. Ta proces bodo morali vsi deli vesoljske ladje implementirati sočasno in koordinirano. O tem moram še temeljito razmisliti, mislim, da bomo morali razviti kombinacijo decentraliziranega in v ključnih trenutkih bolj centraliziranega odločanja.

### ***Kako vajine izkušnje dela v umetnosti vplivajo na pristop k projektu E|A|S?***

AV: Menim, da sva si v tem z Nilsom podobna. Namesto da bi delala dosledno na področju znanosti, včasih namenoma izstopiva in pogledava na problem iz zunanje točke, ki je lahko, kot pravi Nils, tudi znanstvena fantastika. Zame je ta točka umetnost, čeprav raje govorim o kulturi. Vem, da je znanost tudi kultura, ampak sam s tem mislim znanstveno fantastiko, sodobno

umetnost, vizualno umetnost ... Ta področja so plodne začetne platforme, ki te naučijo, kako pobegniti nekaterim omejitvam, ki bi jih nosil s sabo, če bi dosledno izhajal iz znanosti. Ne gre za protiznanstveno izjavo. Prej je to metodološki način odpiranja oblikovalskih možnosti in raziskovanja onkraj tega, kar bi lahko naredil, če bi bil na primer raketni inženir. Nisem proti vesoljskemu inženiringu. Izstrelitev raket je prava umetnost in za to potrebuješ najboljše raketne inženirje. Kar počnemo mi, je nekaj drugega; je bolj teoretsko raziskovanje ... Naj ponazorim s še eno anekdoto. Pred časom sem na TU Delft sodeloval pri arhitekturni delavnici. Tla so bila prekrita z velikanskimi listi papirja, udeleženci pa naj bi narisali mentalni zemljevid tega, kako bi lahko bila videti prihodnost v vesolju in katere teme so vredne raziskovanja. Arhitekti so si seveda izmislili polno norih idej, ker niso poznali omejitev raziskovanja vesolja. Vedno pa sta bila eden ali dva udeleženca, ki sta zajezila domišljijo skupine; to sta bila raketna inženirja, ki sta arhitektom ponavljala: »Ne, to ni mogoče, to ni realistično, ker ni fizikalno mogoče, itd.« Bilo je opazno, kako sta prekinjala tok idej ... Imela sta prav, ampak sočasno je tak način razmišljanja težaven, če je tvoj cilj precej širši. Vloga umetnosti in na primer znanstvene fantastike je, da nam razpirata širše vidno polje. Potem pa lahko seveda poskušaš še določiti, kaj od tega je znanstveno mogoče.

NF: Moje področje je oblikovanje produktov in tam sem se naučil, da se moraš vedno osrediniti na različne vidike razvojnega procesa. Pri oblikovanju produktov te med študijem urijo v interdisciplinarnem pristopu in odprtosti. Takšen pristop sem znova srečal v skupini DSTART, v kateri mi ni bilo treba toliko razmišljati o moji specializaciji, zato sem se lahko veselil novih možnosti. Če se vrnem k temu, kar je rekel Angelo, imeti specialista je po navadi dobro, vendar se v fazi kreiranja novih idej ne smeš preveč osredinjati na omejitve. Moramo razmišljati, kaj je tisto, kar hočemo doseči. To je nekaj, kar sem opazil v naši skupini.

***Še zadnje vprašanje, ki se navezuje na vajino refleksijo skupinske dinamike: Kakšne implikacije ima projekt E|A|S za figuro vesoljskega popotnika? Vemo, da so bili na primer kozmonavti in astronomi vesoljske dobe v šestdesetih letih 20. stoletja pogosto predstavljeni kot samotni junaki ...***

NF: Mislim, da ne govorimo o astronomih, govorimo predvsem o družbi.

AV: To je videti tudi v zgodovini raziskovanja vesolja; sam sem sodeloval v Nasini<sup>5</sup> simulaciji poti na Mars, ki je bila zelo osredinjena na raziskovan-

5 *The Hawaii Space Exploration Analog and Simulation (HI-SE|A|S)* je analogni habitat za raziskovanje človeškega potovanja na Mars. HI-SE|A|S se nahaja na samotni lokaciji na pobočju vulkana Mauna Loa na Havajih. Angelo Vermeulen se je raziskave v okviru HI-SE|A|S

je družbenih in psiholoških učinkov, ki jih ima na ljudi skupno življenje v malih zaprtih prostorih. Danes lahko vidimo, da smo se pomaknili od ideje »pravega junaka« – močnega moškega, samotarskega testnega pilota, ki gre v vesolje – k selekciji astronautov, kjer so postale pomembne tudi mehke veščine. Vsaj v Evropski vesoljski agenciji, mislim, da tudi pri Nasi, je nedvomno tako, glede Roskosmosa nisem prepričan ... Dojeli so, da za situacije, kot je na primer življenje na Mednarodni vesoljski postaji, ni optimalno, če daš skupaj skupino močnih individualistov brez veščin sodelovanja. V sodobnem raziskovanju vesolja se že dogaja premik. Mi predlagamo ekstrapolacijo tega. Kot je rekel že Nils, ne gre toliko za to, kakšne astronave in kozmonave bi potrebovali, kot gre za vprašanje, kakšne družbe bi radi gradili. Ena od stvari, ki me zanimajo, je problem divergence. Ta izjemno zanimivi problem je seveda že obdelala znanstvena fantastika, npr. serija *Prostranstvo (The Expanse, 2015–, ustvarila Mark Fergus in Hawk Ostby)*: v tej seriji vidimo, da so se populacije na Marsu, v asteroidnem pasu in na Zemlji oddaljile, ne samo fizično, temveč tudi politično, iz tega pa izhajajo različne napetosti med njimi ... Mene pa zanima naslednje: kako v teh megastrukturah, kot je naša vesoljska ladja, ohranjaš bližino med različnimi skupnostmi, kako se izogneš temu, da se oddaljijo zaradi fizičnih ovir strukture, oteženega gibanja in težav pri vzpostavljanju skupnih prostorov? Menim, da gre za dva velika izziva; prvi je oblika oblasti. Seveda bi lahko za to uporabili vojaško vladavino, ampak verjetno to ni tisto, kar si želimo za družbe prihodnosti ... Ironično pa je, da za opisovanje človeškega dela v vesolju še vedno uporabljamo vojaški okvir. V okviru Nasine misije sem bil poveljnik posadke, to je vojaška oznaka. Oblike oblasti in divergenca so res velike teme, ki jih moramo raziskovati v tem novem družbenem okviru, če želimo vzpostaviti trajnostno prisotnost človeštva v vesolju.

Prevod: Jasmina Šepetavc

---

projekta udeležil leta 2013, ko je bila le-ta izvedena prvič; od takrat je sledilo še pet raziskav, ki so poskušale določiti, kaj je potrebno za zadovoljstvo in zdravje posadke vesoljskega plovila med podaljšano misijo na Mars in življenjem na planetu. Primarni fokus je raziskovanje učinkov hrane, skupinske dinamike, vedenj, vlog in učinkovitosti med vesoljskim potovanjem in odpravo na Marsu.

Raziskovalci pri HI-SE|A|S projektu v okviru svojih dnevnihih aktivnosti prav tako raziskujejo vrsto drugih tem.