

DIZAINA STUDENTU TELPAS UZTVERES VEICINĀŠANA STUDIJU PROCESĀ

The Facilitation of Design Students' Spatial Perception in Study Process

Inguna Karlsonē
Latvijas Universitāte PPMF

Abstract. *Spatial thinking is a considerable structural component of design students' professional competence. Objective of the current study is to evaluate and promote spatial perception of students using in the learning process principles of universal design for learning (UDL). As the result a model for development of design students spatial perception has been developed and approbated.*

Keywords: *Design education, spatial thinking, universal design.*

Ievads *Introduction*

Pasaules statistikas dati liecina, ka, sabiedrības dažādības spektrs pēdējo simts gadu laikā ir būtiski mainījies un proporcionāli pieaudzis. Pieaugot cilvēku dzīves ilgumam, palielinājies pensijas vecuma cilvēku īpatsvars, bet starpvalstu migrācijas procesi veicina dažādu kultūru tuvināšanos un līdzās pastāvēšanu. Kvalitatīvi mainījusies arī studējošā sabiedrības daļa (Slowey & Schutze, 2012). Palielinājusies globalizācijas procesa ietekme, ir jūtami nemitīgi un arvien pieaugoši izglītības jaunievedumi un reformas, piesakot ikvienam universālas tiesības uz izglītību-iekļaujošo izglītību (Nīmante, 2008).

Iepriekšējo izglītības nozares stratēģisko dokumentu uzstādījums bija veidot uz zināšanām balstītu izglītību. Iezīmējas paradigmas maiņa izglītībā. Ir gūtas jaunas atziņas par mācīšanās procesa neuro psiholoģiskajām norisēm, kas pamato prasmju kopuma nepieciešamību jaunu zināšanu apstrādei un pielietojamībai (Hardiman, 2009; Dirksen, 2012; Van Dam, 2013). Ir pienācis laiks atzīt, ka studiju procesā iegūtās kompetences ir būtiskas ne tikai konkrētai profesijai, darba vietai, bet gan spējai gūt panākumus dzīvē neatkarīgi no mainīgā profesiju piedāvājuma. Telpas uztveres prasmei ir būtiska nozīme vairākās dzīves nozarēs, tādās kā matemātika, zinātne, datorzinātnes, moderno tehnoloģiju apguve, aeronautika, inženierzinātnes, un jo īpaši, radošajās profesijās: vizuālā māksla, mūzika, arhitektūra un dizains. Attīstīta telpas uztveres prasme veicina abstraktu jēdzienu un sarežģītu ideju izpratni, kā arī induktīvas mācīšanās stratēģiju izstrādi, kas nepieciešama starpdisciplīnu pētījumos un rosina radošu, oriģinālu problēmu risinājumiem (Silverman, 2005).

Pēdējie gadi nesuši izmaiņas arī Latvijas izglītības sistēmā. Izglītības iestādes aizvien aktīvāk ievieš jaunus pedagoģiskās darbības modeļus (Maslo I., 2001; Maslo E., 2003). Augstākajās izglītības iestādēs, kas sagatavo vides dizainerus, notiek pozitīvas pārmaiņas, saistītas ar mūsdienu tendenci, ka vides

dizaina (arhitektūra, interjera dizains) nozīme sabiedrības dzīvē būtiski pieaug. Lai attēlotu telpiskus objektus, pirms tie ir realizēti dabā, dizaineri izmanto skices, rasējumus, maketus un tagad arī datorprogrammu modeļus. Tam nepieciešama pārslēgšanās spēja no trīsdimensiju vizualizācijas uz divdimensiju projekcijas risinājumu (Akin, 2001). Tātad, telpas uztverei un izpratnei dizaineru un arhitektu profesijās ir būtiska nozīme, tomēr maz ir zināms, kā telpas uztvere var ietekmēt projektēšanas prasmes. Pētījumi apstiprina, ka topošo dizaineru studiju procesā jāveido kompromiss starp telpas uztveres un informācijas saglabāšanas procesu (Baddeley & Lieberman, 1978; Carpenter & Just, 1986), kā arī to, ka dažādiem dizaina projektiem nepieciešamas dažādas stratēģijas (Zhang, 1997).

Izvērtējot esošo situāciju, Latvijas dizaina izglītības sistēmā, nākas secināt: lai radītu priekšnoteikumus studentu veiksmīgas profesijas apguves gaitai un tādējādi sekmētu topošo dizaineru profesionālās kompetences pilnveidošanos - spēt patstāvīgi iegūt, atlasīt un analizēt informāciju un to izmantot; pieņemt lēmumus un risināt problēmas; izprast profesionālo ētiku, kā arī izvērtēt savas profesionālās darbības ietekmi uz vidi un sabiedrību un piedalīties attiecīgās profesionālās jomas attīstībā (kompetence LKI 6. līmenis saskaņā ar Eiropas kvalifikāciju ietvarstruktūru), nepieciešamas pārmaiņas studiju saturā un apguves metodikā.

Pētījuma mērķis – izpētīt dizaina studentu telpas uztveres prasmes veicināšanas pedagoģiskās iespējas, izmantojot studiju procesā universālā dizaina izglītībā principus. Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, tika veikts pedagoģisko iespēju darbības pētījums.

Pētījumā izmantotās metodes: studentu testēšana, izstrādāts un aprobēts dizaina studentu telpas uztveres pilnveidošanas modelis, kontroleksperiments, iegūto datu dispersijas analīze.

Telpas uztvere ***The perception of space***

Telpiskās informācijas apstrāde un glabāšana ir centrālā telpiskās izziņas jomas sastāvdaļa. Vai telpas uztvere tiek nodota kā iekodēta atmiņa? Saskaņā ar L.Skvairu (Squire, 1987) deklaratīvā atmiņa, kas ir tieši pieejama apzinātajā atcerēšanās procesā, ietver sevī telpiskā novietojuma atmiņu, bet ar to neaprobežojas. H.Gārdners (Gardner, 1993) piedāvāja daudzšķautņu telpiskās apziņas modeli, kas ietver spēju domāt tēlos un attēlos, spēju uztvert, transformēt un iztēlēt vizualizēt dažādus telpiskās pasaules objektus. Telpas uztveres izvērtējumam H.Gārdners aprakstīja daudzveidīgus mērīšanas līdzekļus. Viņa ievērojamākais ieguldījums bija apsvērums par to, ka telpas izjūta ir viena no prāta pamatsastāvdaļām līdzās lingvistiskajai un loģiski matemātiskajai spējai. Viņš paskaidroja, ka prāta formas nav pārtrauktas, bet savstarpēji saistītas un pamatotas. Vizualizācijas un orientācijas kombinācija

veido vispārpieņemtu telpas uztveres pamatu un spēju saprast un manipulēt ar trīsdimensionālo mentālo iztēli (Gardner, 1983, 1993).

Vai telpiskās informācijas kodēšana un glabāšana ir atkarīga no uztveres sistēmas apstrādes īpatnībām? Dž.Molers (Mohler, 2001) telpiskās uzvedības apskatā apgalvo, ka telpiskās izjūtas ideja ir atvasināta no psihometriskajiem pētījumiem un teorijas, kas telpas uztveri definē kā kaut ko atšķirīgu un nošķirtu no citām dotībām - tādām kā valodas vai domāšanas spējas (Mohler, 2001). Pirmo pētījumu par „telpisko izjūtu” 1938. gadā publicēja L.Tērstons (Thurstone, 1938). Viņš definēja „telpas” faktoru, kas nosaka spēju mentāli vadīt telpiskus un vizuālus tēlus. Kā secina P.Makvistons (McCuistion, 1991), daudzveidīgu pētījumu rezultātā arvien vairāk ir pierādījusies telpas uztveres piederība primāro zināšanu sfērai līdzās matemātiskajām un verbālajām prasmēm. Telpas uztveres teoriju un praksi plaši pētījušas dažādas zinātnes.

Domāšana telpā, jeb telpiska domāšana (spatial thinking) ir viens no domāšanas veidiem līdzās verbālai, loģiskai, metaforiskai, hipotētiskai, matemātiskai, statistiskai u.c., un to raksturo izziņas prasmju kopums. Mūsdienā strauji mainīgajā pasaulē, attīstoties modernajām tehnoloģijām, notiek virtuālās un fiziskās telpas saplūšana. Izprotot telpu visplašākajā tās nozīmē, iespējams izmantot tās raksturlielumus (attālums, nepārtrauktība, vienotība un nošķirtība), lai strukturētu jēdzienus un problēmas, atrastu atbildes, un izteiktu to savstarpējās kopsakarības. Lai arī domāšana telpā ir nepieciešama ikvienā zināšanu jomā, tomēr īpaši nozīmīga tā ir medicīnā, fizikā, pedagogijā un dizainā (Lee & Bednarz, 2012). Tādējādi var secināt, ka telpiskā domāšana ir nozīmīga dizaineru profesionālās kompetences struktūrkomponente.

Viens no telpiskās domāšanas raksturojošiem lielumiem ir telpas uztveres prasme. Kā secinājis Ž.Piažē, (Piaget, 1997), katram cilvēkam piemīt iedzimta unikāla telpas uztveres spēja, bet telpas uztveres prasme tiek apgūta un pilnveidota izglītības un izziņas procesa rezultātā visa mūža garumā. Studiju procesa uzbūve dizaina studentiem ir virzīta uz vairākām izziņas pieredzēm, kā izmantojot dizaina projektēšanas metodes un iegūtās teorētiskās zināšanas, atklāt un risināt situācijas un problēmas. Uzsākot studijas, studentiem trūkst zināšanu un izpratnes par projektēšanas un dizaina praktisko norisi un būtību, tomēr katram no viņiem, kā telpiskās vides ikdienas lietotājam, ir sava pieredze, kas kļūst par atskaites punktu - bāzi informācijas uztverei par to, kādas ir attiecības starp cilvēku un telpisko vidi, kā arī tās izveidei nepieciešamo projektēšanas procesu (Smith, Hedley & Molloy, 2009). Izglītības psiholoģijā jau kopš pagājušā gadsimta divdesmitajiem un trīsdesmitajiem gadiem tiek veikti nozīmīgi pētījumi telpas uztveres prasmes izziņāšanā. Tomēr zinātnieku vidū nav īstas vienprātības par to, kā izprast terminu "telpas uztveres prasme". Piemēram, Dž.Kāle (Kahle, 1983), apgalvoja, ka telpas uztveres prasme ir spēja manipulēt ar objektu vai modeli iztēlē, bet M.Linna un A.Petersena (Linn & Petersen, 1985), - ka "telpiskās uztveres prasme" nozīmē telpiski prezentētas informācijas sarežģītu, vairāk pakāpju manipulāciju; savukārt, T.Salthausa

(Salthouse, 1990) uzskatīja, ka telpas uztveres prasme ir prāta manipulācija ar telpisku informāciju, lai noteiktu, kā konkrētais telpiskais objekts parādītos, ja tā sastāvdaļas, tiktu pagrieztas, locītas, pārvietotas vai kā citādi pārveidotas.

Tāpat kā pastāv dažādas inteligences teorijas, tāpat ir arī atšķirīgas pieejas telpas uztveres prasmes klasifikācijai.

Atzīstot, ka nav iespējama vienota visaptveroša telpas uztveres definīcija, P.Maiers (Maier, 1994), izveidoja klasifikāciju, izvirzot piecas komponentes, kas kopā veido telpas uztveri:

- telpiskā uztvere (spatial perception),
- telpiskā vizualizācija (spatial visualization),
- mentālā rotācija (mental rotation),
- telpiskās attiecības (spatial relations),
- orientācija telpā (spatial orientation).

D.Lomans (Lohman, 1990) uzskata, ka telpas uztveri nosaka trīs faktori:

- vizualizācija (visualization),
- orientācija telpā (spatial orientation),
- ātrā rotācija (fast rotation).

M.Makdžija (McGee, 1998) aprakstīja telpas uztveri kā prasmi mentāli manipulēt, pagriezt, savērt vai šķelt un nosauca piecas tās komponentes:

- telpiskā uztvere (spatial perception),
- telpiskā vizualizācija (spatial visualization),
- mentālā rotācija (mental rotation),
- telpiskās attiecības (space relations),
- orientācija telpā (spatial orientation).

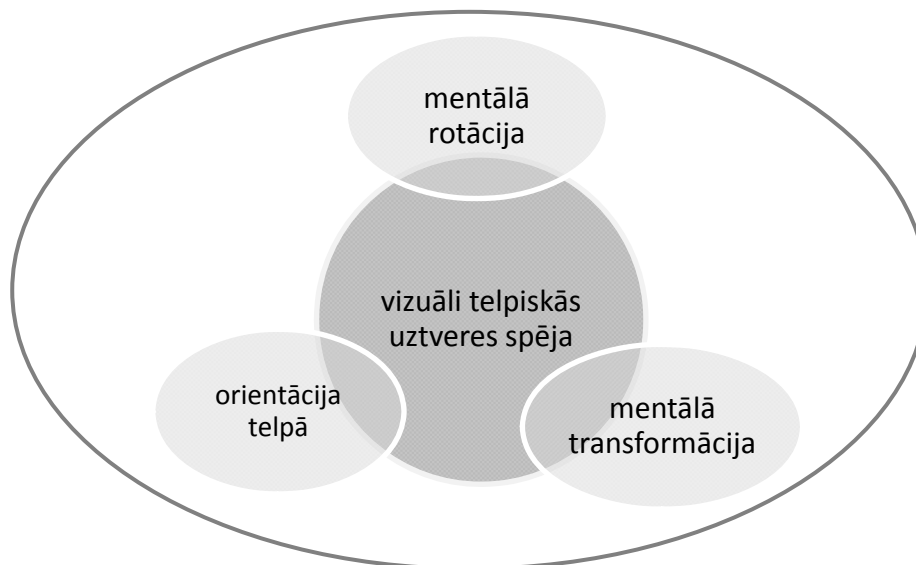
L.Tartrs (Tartre, 1990) piedāvāja telpas uztveres klasifikācijas shēmu, kura bija izveidota, pamatojoties uz divām būtiski atšķirīgām mentālām darbībām:

- telpiskā vizualizācija (objekts mentāli tiek pārvietots telpā
- orientācija telpā (objektam paliekot nekustīgam, iztēlē tiek pārvietots skatu punkts).

L.Tartrs ieteica telpisko vizualizāciju sadalīt divās daļās:

- mentāla rotācija,
- mentālā transformācija, pamatojoties uz to, ka mentālā rotācija nozīmē nemainīgu objektu, bet mentālā transformācija – kādas objekta sastāvdaļas pārveidojumus.

Apkopojot teorētiskās atziņas par telpas uztveri, var secināt, ka cilvēka telpas uztvere izpaužas, veicot trīs veida mentālas darbības, kas arī nosaka telpas uztveres prasmi (skat. 1.attēlu).



1.att. Telpas uztveres prasme
Fig.1 The skill of spatial perception

Kā norādīja G.Nvoke (Nwoke, 1993), konceptuālas izpratnes veidošana dizaina studentiem, par to kā tiek konstruētas objektu ortogonālās projekcijas, ir telpas uztveres prasmes pilnveidošanas pamata uzdevums.

Daudziem studentiem sagādā grūtības izprast un uztvert telpisku objektu, kas attēlots divdimensionālās projekcijās. Ne vienmēr pie tā ir vainojama studenta nespēja vizualizēt objektu. Iemesls bieži ir meklējams mācību metodēs.

L.Silvermane (Silverman, 2005) uzskatīja, ka iztēle ir mentālās darbības pamatelements, kas palīdz attīstīt vizuāli telpisko uztveri. Pēc L.Silvermanes domām, ir svarīgi, lai izmantotās mācību metodes atbilstu mācīšanās stilu dažādībai.

Universālā dizaina principi izglītībā *The principles of Universal design in education.*

Kopš 20.gs. 90.gadiem, mainoties izglītības procesa paradigmai, izglītības zinātnē tiek meklēti risinājumi iekļaujošās izglītības realizācijai. Viens no instrumentiem ir universālā dizaina principu īstenojums izglītībā, kas piedāvā jaunu pieeju studiju programmu izstrādē un studiju procesa norisē, kā arī cenšas rast atbildes, kā augstskolā studentus aktīvi iesaistīt studiju procesā, lai ikkatrs students kļūtu par pilntiesīgu dalībnieku savas profesionālās kompetences pilnveides procesā, kurā gan students, gan pasniedzējs ir atbildīgi par šī procesa gaitu un rezultātiem, galveno akcentu liekot uz dažādības risinājumiem un piesakot vienādas iespējas izglītībā ikvienam. Universālā dizaina kustība 90ajos gados kļuva par izaicinājumu, lai izvērtētu, kam jābūt atbildīgam par (izglītības) pieejamību. Universālais dizains pamudināja pārskatīt mācību materiālus, tekstus, programmas un citus aspektus izglītībā (Bowe, 2000).

Jēdziens „Universālais dizains” ir noteikts arī ANO Konvencijas par personu ar invaliditāti tiesībām 2. pantā (2007): „universālais dizains” nozīmē tādu produktu, vides, programmu (arī studiju programmu) un pakalpojumu dizainu, kurus, cik vien iespējams, visi cilvēki var izmantot bez pielāgošanas vai īpaša dizaina nepieciešamības.

Balstoties uz universālā dizaina jēdzienu un principiem, kas nodrošina vides, priekšmetu un informācijas pieejamību un lietojuma iespēju visiem un ikvienam, ir izstrādātas vairākas metodikas, kā universālā dizaina principus piemērot izglītībā. Kā norāda E.Goffa un Ž.Hidžbija (Higbee&Goff, 2008): „mēs neredzam šos modeļus kā savā starpā konkurējošus, bet drīzāk kā papildinošus - visi var daudz ko piedāvāt”.

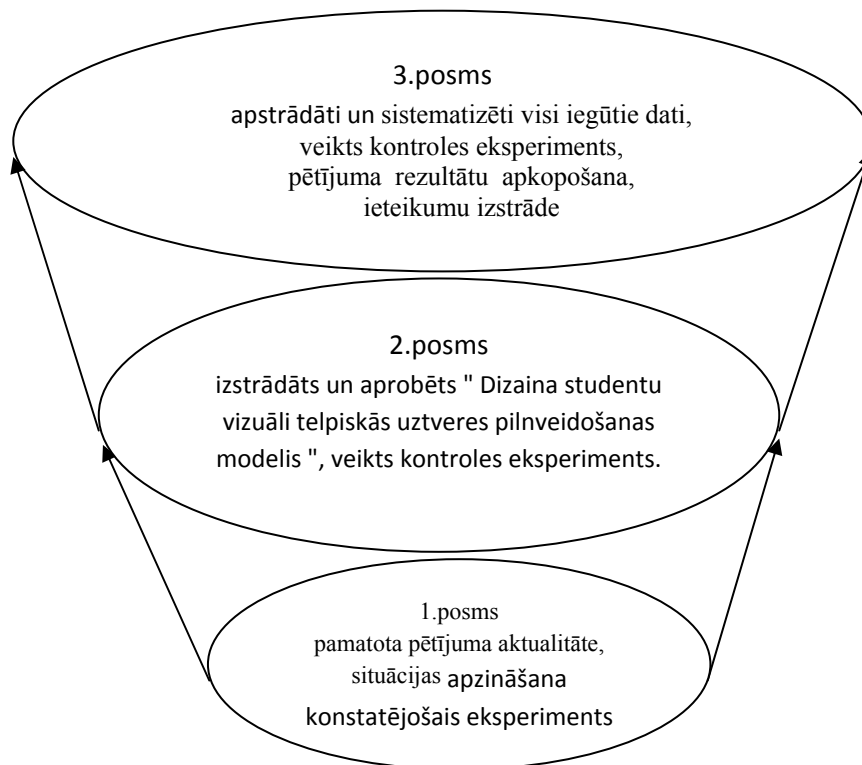
Universālais dizains fokusējas uz transformatīvu procesu izglītībā ar mērķi samazināt iespējamās barjeras visiem studentiem. Universālā dizaina principi izglītībā paredz veidot studiju procesu, nodrošinot:

- dažādību materiāla demonstrējumā (simboli, skaitļi, attēli, reāli objekti, teksts), kas palīdz saskatīt kopsakarības un veicina iegūto zināšanu izpratni;
- rīcības un izpausmes daudzveidību, demonstrējot iegūtās zināšanas (verbāli, rakstiski, telpiska modeļa demonstrējums datorgrafikā, makets, rasējums, skice), kas attīstīta efektīvu prasmi mērķu izvirzīšanā un sasniegšanā;
- līdzdalības iespēju daudzveidību (individuāli vai sadarbojoties), kas attīsta katra studenta individuālās spējas pārvaldīt savas emocijas un saglabāt motivāciju, neatkarīgi no radušās situācijas studiju procesā; veido rosinošu, motivējošu un iesaistošu studiju vidi. (Rose & Meyer, 2006).

Tas, cik lielā mērā mums nākotnē apkārt esošā vide būs iekļaujoša, ir atkarīgs tieši no topošo vides dizaina studentu profesionālās sagatavotības līmeņa un izpratnes par vidi un tās veidošanu pēc universālā dizaina principiem. Tieši šie studenti nākotnē konstruēs gan sabiedrisko gan dzīvojamo vidi.

Pētījuma metodika un rezultāti *Methodology and results*

Pedagoģisko iespēju darbības pētījums interjera dizaina studentu telpas uztveres pilnveidošanā” tika veikts 2010.-2011.gadā. Tajā piedalījās 50 Latvijas Universitātes studenti - topošie interjera dizaineri. Tas ir darbības novērtējuma pētījums ar trīs pētniecisko ciklu spirāli (skat.2.att.).



2.attēls. Pētījuma „Pedagoģisko iespēju darbības pētījums interjera dizaina studentu telpas uztveres pilnveidošanā” 3 posmi

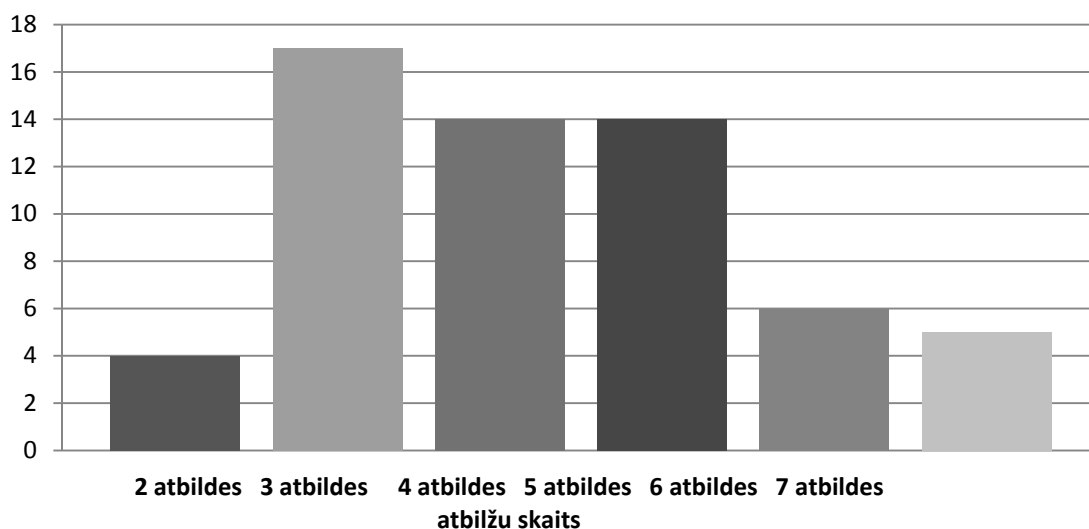
Fig.2 The study of "Pedagogic action research the possibility of an interior design student perception of space development" 3 Stages

Saskaņā ar pētījuma norises stratēģiju, darbā ar studentiem, studiju procesā visos posmos, kas laika ziņā sakrīta ar 4 studiju semestriem, tika izmantotas universālā dizaina izglītībā ieteiktās metodes un līdzekļi:

1. prezentēt informāciju un tās saturu dažādos veidos:
 - a. reālu telpas objektu un modeļu demonstrējums;
 - b. animācija: telpisku modeļu dinamisko īpašību vizualizācija;
 - c. datorizētu vizualizācijas rīku (ArchiCad programma) izmantošana;
2. nodrošināt rīcības un izpausmes daudzveidību:
 - a. grafiskas prezentācijas (rasējumi, zīmējumi skices) un izskaidrojošas diskusijas starp prezentācijām,
 - b. interaktīvu dizaina projekta risinājumu demonstrējums un izskaidrojošas diskusijas starp prezentācijām,
3. nodrošināt līdzdalības iespēju daudzveidību:
 - a. uzdevumu veikšana individuāli,
 - b. uzdevumu veikšana grupā,
 - c. uzdevumu veikšana, grupām sadarbojoties.

Studentu telpas uztveres prasmes noteikšana ir standartizēta ar starptautiski pārbaudītu testu palīdzību. Konstatējošajā eksperimentā (tests -1) tika izmantots standartizēts ARCH PROFILE, *Visual-Spatial Intelligence Test* telpas uztveres tests, kas sastāv no trīs sastāvdaļām: viena mentālās rotācijas

uzdevumu grupa un divas mentālās transformācijas uzdevumu grupas (2D-3D attiecību uzdevumi). Testa-1 rezultāti, uzsākot studijas, uzrāda atšķirīgu studentu telpas uztveres līmeni (skat.3.att.).



3.attēls. Studentu pareizo atbilžu sadalījums testā -1
Fig.1 The distribution of students correct answers in test -1

Pētījuma 2.posmā tika izstrādāts un aprobēts dizaina studentu telpas uztveres pilnveidošanas modelis (skat. 4.att.). 2.posma un 3.posma noslēgumā tika veikts kontroles eksperiments - praktisks telpas risinājuma uzdevums. Uzdevumu rezultāti tika izvērtēti pēc D.Kareja un O.Kareja aprakstītajiem telpas risinājuma izvērtēšanas kritērijiem (Carey & Carey, 2005).



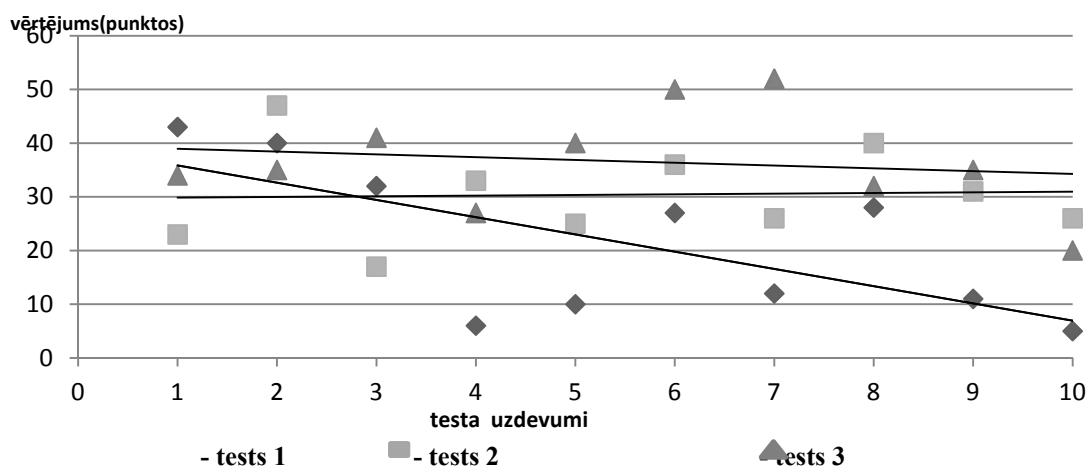
4.attēls. Dizaina studentu telpas uztveres pilnveidošanas modelis
Fig.4 The model of improvement of design students spatial perception ability

Lai nodrošinātu pētījuma kvantitatīvo datu ticamību un objektivitāti, iegūtie dati tika apstrādāti un analizēti SPSS 20.0 vidē. Pētījuma rezultātu analīzei tika izmantota dispersijas analīze, kurā konstatējošā eksperimenta rezultāti tika uzskatīti kā konstanti. Atkarīgais mainīgais - kontroleksperimentu

rezultāti. Ietekmes faktors - mācību modelis (universālā dizaina izglītībā principu īstenojums).

Pētījuma rezultāti parādīja, ka universālā dizaina principu īstenojums studiju procesā palīdz attīstīt interjera dizaina studentu telpas uztveres prasmi.

Pētījuma nobeigumā studenti uzrāda būtisku telpas uztveres prasmes līmeņa paaugstināšanos salīdzinājumā ar pētījuma sākumu: telpas uztveres indekss ir mainījies no 0.45 līdz 0.79 (skat. 5.att.). Vizuāli telpiskās uztveres testa rezultāti izteikti korelēja ar studentu dizaina uzdevumu veikšanas kvalitāti, kas atspoguļojās kontroleksperimenta (dizaina projekti) telpiskajos risinājumos.



5.attēls. Studentu testēšanas rezultāti
Fig.5 The results of students testing

Secinājumi *Conclusions*

1. Testa-1 rezultāti uzsākot studijas uzrāda atšķirīgu studentu telpas uztveres līmeni.
2. Universālā dizaina izglītībā principu īstenojums dizaina studiju procesā veicina studentu telpas uztveres prasmi. Kursa nobeigumā studenti uzrāda būtisku telpas uztveres prasmes līmeņa paaugstināšanos salīdzinājumā ar pētījuma sākumu.
3. Izveidotais dizaina studentu telpas uztveres pilnveidošanas modelis būtiski uzlabo mācību procesu un ir izmantojams dizaina studentu studiju procesā.

Summary

In order to facilitate development of professional competence of prospective designers, promote their ability to obtain, select, analyze and apply the information, to make a decision and solve problems without assistance, to understand professional ethics as well as to evaluate impact of their own professional activities to the environment and society it is necessary to set up in design education system relevant preconditions needed for successful acquisition of this profession.

Spatial thinking is a type of thinking coexisting with verbal, logical, metaphorical, hypothetical, mathematical, statistical etc. and it characterized by cognition skills in entirety. Spatial thinking is a considerable structural component of design students' professional competence

One of typical parameters characterizing spatial thinking is spatial perception ability. Structure of learning process for design students is focused on several cognition experiences including problem indication and solution using theoretical knowledge and designing methods. In the initial stage of learning process students lack of knowledge and understanding about nature and practical process of the design and designing. However each of them as the everyday user of spatial environment have his own experience that becomes reference point-base for perception of information on relationship between people and environments, and the associated design processes.

Objective of the current study is to evaluate and promote spatial perception of students using in the learning process principles of universal design for learning (UDL). "Study of potential pedagogical activities on development of design students' spatial perception ability" was carried out in the period in 2010 – 2011 and there were involved 50 prospective design students of Latvian University. It is study on activities evaluation containing spiral of three research cycles

Assessment of students spatial perception ability standardized by application of internationally approved tests. In the final stage of the study students demonstrate considerable improvement of their spatial perception ability compared to that in the start-up phase: spatial perception index has changed from 0.45 to 0.79.

Results of the study demonstrated that implementation of universal design principles in the learning process facilitate the development of design students spatial perception ability

Literatūra References

1. Akin, O. (2001). Variants in design cognition. In M. W. Eastman C.M., *Design knowing and learning:cognition in design education*. Amsterdam.New York: Elsevier Science B.V., pp. 111-130.
2. ARCH PROFILE. (2010. gada 20. 01). Retrieved from Visual-Spatial Intelligence Test: www.queendom.com/tests/access_page/index.htm?idRegTest=3108
3. Baddeley, A., & Lieberman, K. (1978). Spatial working memory. R. Nickerson, *Attention and performance VIII*. London: Academic Press, pp. 521-539.
4. Bowe, F. (2000). *Universal Design in Education:Teaching Nontraditional Students*. Westport,CT: Bergin&Garwvey.
5. Carey, D. (2005). *The Systematic Design of Instruction (6th.ed.)*. Boston MA: Allin&Bacon.
6. Carpenter, P., & Just, M. (1986). Spatial ability:an information processing approach to psychometrics. R. Sternberg, *Advancesd in the psychology of human intelligence,Vol.3*. Hillsdale NJ: Erlbaum, pp. 221-253.
7. Dirksen, J. (2012). *Design for How people Learn*. New Riders.
8. Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences:The theory in practice*. New York: Basic Books.
9. Gardner.H. (1983). *Frames of mind*. New York: Basic Books.
10. Hardiman, M. (2009). *Neuroeducation:Learning,Arts,and the Brain*. Dana Foundation.
11. Higbee, J., & Goff, E. (2008). *Pedagogy and student for Institutional Transformatyion:Implementing Universal Design in Higher Education*. Minneapolis, MN.: University of Minnesota .

12. Kahle, J. (1983). *The Disadvantaged majority: Science Education for Women*. ED242561.
13. Lee, J., & Bednarz, R. (2012). Components of Spatial Thinking: Evidence from a Spatial Thinking Ability Test. *Journal of Geography*, N.1, V.111, pp. 15-26.
14. Linn, M. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, N56, V.6, pp. 1479-1498.
15. Lohman, D., & Nichols, P. (1990). Training spatial abilities: Effects of practice on rotation and synthesis tasks. *Learning and Individual Differences*, N.2, V.1, pp. 67-93.
16. Maier, P.H. (1994). *Räumliches vorstellungsvermögen*. Frankfurt a.M., Berlin, Bern, New York, Paris: Wien: Lang.
17. Maslo, E. (2003). Mācīšanās spēju saturs un to attīstības sekmēšana. *Starptautiskā konference: "Lauku vide. Izglītība. Personība"*. Jelgava: Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 44.-48.lpp.
18. Maslo, I. (2001). *Kognitīvā, pragmatiskā, komunikatīvā, uzdevumorientētā un procesorientētā didaktiskā modeļa salīdzinājums: "Par" un "Pret"*. Rīga: LU zinātnisko rakstu krājums "Vispārīgā didaktika un audzināšana" SIA Izglītības soļi.
19. McCuiston, P. (1991). Static vs. dynamic visuals in computer assisted instruction. *Eng.Des.Graph.J.* 55,2, pp. 25-33.
20. McGee, M. (1998). Human Spatial Abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal and neurological influences. *Psychological Bulletin*, N86, pp.899-918.
21. Mohler, J. (2001). Improving spatial ability With reality: A Review of Research & Applications. *Web.Net.Journal*, 28.
22. Nīmante, D. (2008). *bērnu ar speciālām un īpašām vajadzībām iekļaujošā izglītība latvijā: vēsturiskais un mūsdienu konteksts: promocijas darbs*. Rīga: Latvijas Universitāte.
23. Nwoke, G. (1993). Integrating computer technology into freshman technology, engineering, and architectural design and drafting courses. *Collegiate Microcomputer*, N11, V2, pp.110-115.
24. Piaget, J. (1997). *A Child's Conception of space*. Routledge.
25. Salthouse, T., Babcock, R., Skovronek, E., Mitchell, D., & Palmon, R. (1990). Age and experience effects in spatial visualization. *Developmental psychology*, N26, V1, pp.128-136.
26. Silvermann, L. (2005). *Upside-Down Brilliance: The Visual-spatial learner*. Retrieved from The Institute for the study of advanced development, Denver: <http://www.gifteddevelopment.com>
27. Slowey, M. (2012). *Global Perspectives on Higher Education and Lifelong Learners*. London, New York: Routledge.
28. Smith, D., & Hedley, P. (2009). Design learning: a reflective model. *Design Studies*, N1, V30, pp. 13-37.
29. Squire, L. (1987). *Memory and the Brain*. New York: Oxford University Press.
30. Tartre, L. (1990). Spatial skills, gender and mathematics. E. Fennema, & C. Leder, *Mathematics and Gender*. New York, NY: Teacher College Press, pp. 27-59.
31. Thurstone, L. (1938). Primary mental abilities. *Psychometric Monographs, Vol 1*, ix + 121.
32. Van Dam, N. (2013). Inside the learning brain. *T+D*, V.67, pp. 30-35.
33. Zhang, J. (1997). The nature of external representations in problem solving. *Cognitive Science*, N.2, V.21, pp. 179-217.