

# Elektronisko mezglu izvietojums apģērbā

Inese Parkova, *Riga Technical University*, Aleksandrs Vališevskis, *Riga Technical University*, Inese Ziemele, *Riga Technical University*, Ausma Viļumsone, *Riga Technical University*,

**Kopsavilkums.** Pētījumā tiek analizēta viedās bērna jakas elektroniskās daļas konstrukcija, veicot tās optimizāciju. Darbā aprakstīts prototips un piedāvāti vairāki alternatīvi elektronikas elementu dizaina un izvietojuma varianti, pamatojoties uz ergonomikas likumsakarībām, izmantojot ārējos un iekšējos iedarbības zonēšanas principus apģērbā. Tiek piedāvāti pieci izvietojuma varianti, kuri salīdzināti efektivitātes novērtēšanai atbilstoši noteiktiem kritērijiem.

**Atslēgvārdi:** viedais apģērbs, ergonomika, elektronika apģērbā

## I. IEVADS

Apģērbam dažādos laikos bija un ir jāpilda noteiktas praktiskās funkcijas, t.i., tam jābūt funkcionālam, taču pašlaik notiek nozīmīgas pārmaiņas zinātnē un ļoti strauji attīstās tehnoloģijas. Globalizācijas laikmetā daturs ir kļuvis par mūsdienu cilvēka ikdienas sastāvdaļu, un tas nevienu vairs nepārsteidz. Ir pienācis brīdis, kad elektronika un informācijas tehnoloģijas lēni, bet pārliecinoši iekaro arī modes un tekstila pasauli.

Elektronikas elementi dažādās ierīcēs tiek izmantoti jau sen un tas nav nekas jauns. Integrēt tos tekstilā, piešķirt apģērbam viedās funkcionālās īpašības un radīt valkājamo elektroniku – tas gan ir izaicinājums.

Par apģērbā integrētu elektroniku tiek uzskatīta tāda ierīce, kas pilda savas funkcijas, vienmēr ir piesaistīta valkātājam, kā arī ir ērta, viegli kopjama un lietojama. Citiem vārdiem sakot – tas ir apģērbs ar iebūvētu elektroniku, kas netraucē lietotājam valkāt apģērbu [1]. Līdz ar to, projektējot viedo apģērbu, nepieciešams pārdomāt elektronikas elementu dizainu un izvietojumu, lai rezultātā iegūtu funkcionējošu, ērtu un ergonomisku viedā apģērba elektroniskās daļas konstrukciju.

## II. PĒTĪJUMA MĒRĶIS

Uz izveidotās viedās jakas prototipa pārbaudi rezultātu pamata tiek analizēta jakas elektroniskās daļas konstrukcija, veicot tās optimizāciju un projektējot vairākus alternatīvus elektronikas elementu dizaina un izvietojuma variantus.

## III. PROTOTIPA RAKSTUROJUMS

Izstrādātais prototips ir inovatīvs risinājums bērnu aprūpes un drošības jomā, apģērbs ar iestrādātās elektronikas palīdzību reaģē uz mikroklimate izmaiņām, signalizējot par temperatūras un relatīvā mitruma datiem. Apģērbā iestrādātie sensori iegūtos signālus (mitruma un temperatūras izmaiņas) noraida uz mātes plati, kur tie tiek apstrādāti un nosūtīti caur vadu komunikāciju uz gaismas diodi, kas iegūto informāciju pārveido gaismas signālā, un caur bezvadu sakariem uz

māmiņas somas XBee raidzuvērvēru, kas tālāk caur mikrokontrolieri izvada informāciju uz displeja, kas to atspoguļo teksta veidā, un uz zummeru, kas to atspoguļo skaņas veidā. Izvades saskarne tiek reproducēta divējādi:

1) ar apģērbā iestrādātā optisko šķiedru auduma palīdzību, kad mikroklimate datu izmaiņas gadījumā audums izgaismojas;

2) ar LCD ekrāna (šķidro kristālu displeja) palīdzību, kas iestrādāts bērna māmiņas somā un bezvadu veidā atspoguļo bērna ķermeņa temperatūras un relatīvā mitruma datus. Mātes somas un bērna jakas uztveršanas maksimālais attālums ir ap 30 m.

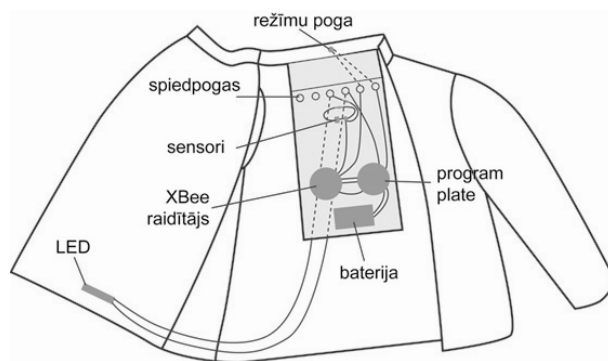
Pie tam bez dekoratīvām un funkcionālām īpašībām tiek nodrošināta arī bērna drošība uz ceļa tumšā diennakts laikā.

## IV. PROTOTIPA ELEKTRONIKAS ELEMENTU IZVIETOJUMS

Elektronikas integrēšana paredzēta tā, lai pirms mazgāšanas to būtu iespējams atvienot no apģērba. Līdz ar to izveidots elektronikas izvietojuma papildmezgls.

• Noņemamās starpkārtas konstrukcija elektronikas mezglu izvietojumam.

Apģērbā kā paliekošie elektroniskie elementi ir iestrādāta gaismu izstarojošā diode un režīmu poga, kas nav paredzēti noņemšanai, visi pārējie elektroniskie elementi izvietoti uz atdalāmās apģērba starpkārtas, kas izvietota mugurdaļā. Atdalāmā starpkārta ir 25 x 15 cm liels dublēts kokvilnas auduma gabals, kas pie apģērbā paliekošās starpkārtas tiek pievienots ar 6 spiedpogu palīdzību, no kurām 4 spiedpogas veido vadītspējīgus kontaktus, kas savieno gaismas diodi un režīmpogu ar pārējo elektronikas bloku. Shēma redzama 1. att. Tajā nav attēloti pilnīgi visi elementi un kontakti, parādīta tikai principiālā savienošana ideja. [2]



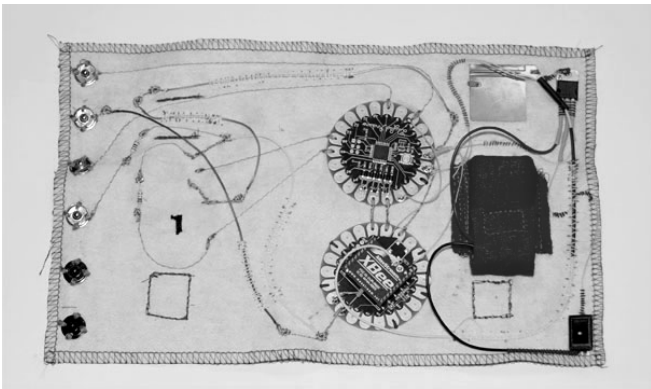
1. att. Viedās jakas prototipa shēma

### Noņemamā starpkārta

Uz starpslāņa ir izvietoti šādi elektronikas elementi:

- LilyPad Arduino 328 mātes plate [3];
- XBee raidītājs [4] uz LilyPad XBee plates [5];
- Antena;
- PP3 9V baterija;
- Baterijas turētājs;
- Sprieguma regulators;
- Diode;
- Divpozīciju slēdzis barošanas ieslēgšanai/izslēgšanai;
- Mitruma sensors;
- Temperatūras sensors;
- 2 rezistori.

Starpkārtas labajā pusē (uz ķermeņa pusi) ir izvietoti temperatūras un relatīvā mitruma sensori, kreisajā pusē (uz virsdrānas pusi) pārējie elementi. Visi elementi savienoti elektriskajā ķēdē, izmantojot vadītspējīgos diegus un vadus. Lai iegūtu lielāku elastību, vadu un atsevišķu elektronisko elementu izvadiem un pievadiem veidotas cilpas, pie kurām vadi ar vadītspējīgo diegu tika piešūti pie noteikta elementa. Starpkārtas kreisās puses dizains attēlots 2. att.



2. att. Jakas elektronikas elementu starpkārta

### Apģērbā iešūtā starpkārta

Atvienojamā starpkārta ar metāla spiedpogu palīdzību pievienojas pie kaklē iešūtās apģērbā paliekošās starpkārtas, pie kuras spiedpogām ir pievienotas šādas iezes:

- Gaismas diodes kontakts;
- Pogas kontakts .

### Izvades saskarne - optisko šķiedru auduma gaismas avots

Jakas priekšpusē iešūts optisko šķiedru audums, ko izgaismo gaismu izstarojošā diode. LED ir izvietota zem optisko šķiedru auduma, un ar vadiem ir pievienota pie apģērbā paliekošās starpkārtas spiedpogām. LED var pakļaut ūdens iedarbībai, tāpēc tas ir jakā paliekošais elements.

### Ievades saskarne - poga

Uz jakas mugurdaļas apkakles ir izvietota vienpozīciju poga, kas savienota ar kaklē iešūtās apģērbā paliekošās starpkārtas spiedpogu. Tā regulē:

- Gaidīšanas režīma ieslēgšanu un izslēgšanu;
- Režīma veidu.

Jakai ir trīs aktīvie režīmi:

1. normālais režīms, kad tiek sūtīta informācija par temperatūras un mitruma datiem (no mātes plates uz LED). LED mirgošanas frekvence ir atkarīga no temperatūras un mitruma. Ja temperatūra pārsniedz 33° C vai mitrums lielāks par 40%, LED mirgo biežāk;

2. mirgošanas režīms, kad temperatūras un mitruma datu informācija tiek sūtīta, LED neatkarīgi no datiem tiek vienmērīgi ieslēgta un izslēgta ar nemainīgu biežumu;

3. nepārtrauktais režīms, kad temperatūras un mitruma datu informācija tiek sūtīta, LED ir nepārtraukti ieslēgta.

### ● Shēmas trūkumi

Kā šīs sistēmas trūkumu varētu minēt iespējamo risku, kas varētu rasties, bērnam nokrītot uz muguras tieši uz vietu, kur izvietota baterija vai XBee raidītājs, kas ir gabarītos lielāki par pārējiem elementiem un izvietoti mugurkaula zonā. Kā šīs problēmas risinājums konkrētajā konstrukcijā varētu būt papildus amortizējošā slāņa izveidošana un sintepona kārtas iestrāde elektronikas elementu apgabalā. Lietderīgi būtu paredzēt alternatīvu elektronikas elementu sadalījumu apģērbā.

Elektronisko elementu mezglos izmantoti gan vadu, gan vadītspējīgo diegu savienojumi. Diemžēl vadītspējīgie diegi ne visur spēj nodrošināt nepārtrauktu kontaktu, problemātiska vieta ir, piemēram, XBee un LilyPad barošanas bloka savienojums. Doto kontaktu nācās nomainīt ar lodētu vadu savienojumu. Nepietiekami jaudīgs izrādījās arī LilyPad barošanas bloks ar vienu AAA bateriju, kuras 1.5V spriegumu iebūvētais strāvas pārveidotājs pārveidoja par 5V. Problēma atrisināta enerģijas avotu nomainot uz PP3 9V bateriju ar sprieguma regulatoru un drošības diodi.

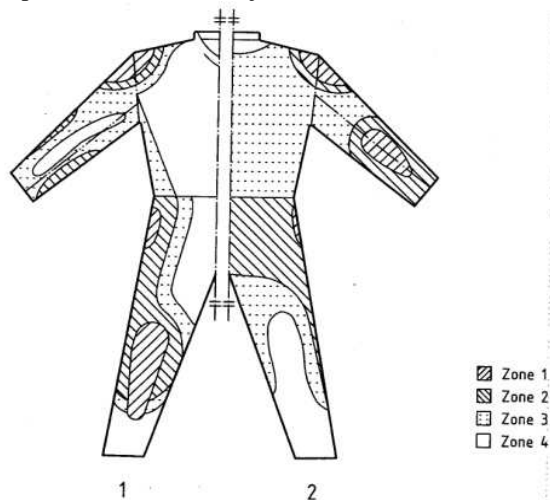
## V. APĢĒRBA ERGONOMIKA

Projektējot prototipu, galvenais mērķis bija izveidot konstrukciju un integrēt elektronikas elementus apģērbā. Mērķis tika sasniegts, un nākamais etaps ir optimizēt doto konstrukciju vairākos virzienos, tajā skaitā arī panākt, lai tā atbilstu apģērbā ergonomiskām prasībām. Veidojot komunikācijas tehnoloģiju valkājamos izstrādājumos, svarīgi ņemt vērā elektronisko elementu izvietojumu, svara sadalījumu un atbilstošu apģērbā zonu izvēli. Pētījumu gaitā tika analizēti ārējās iedarbības un iekšējās iedarbības zonēšanas principi apģērbā.

Pētot ārējās iedarbības faktorus, tika izmantots un analizēts standarts EN 13595-1: 2002, kas ir atbilstošākais informācijas avots par ārējās iedarbības ietekmi uz apģērbu. Dotais standarts ir vērsts uz motociklistu individuālo aizsarglīdzekļu izstrādājuma dažādu riska kategoriju zonu noteikšanu attiecībā uz iegūtajām traumām [6]. Standarta ietvaros ir noteikti apģērbā zonēšanas principi, un virsma tiek dalīta, izmantojot četru risku kategoriju sistēmu:

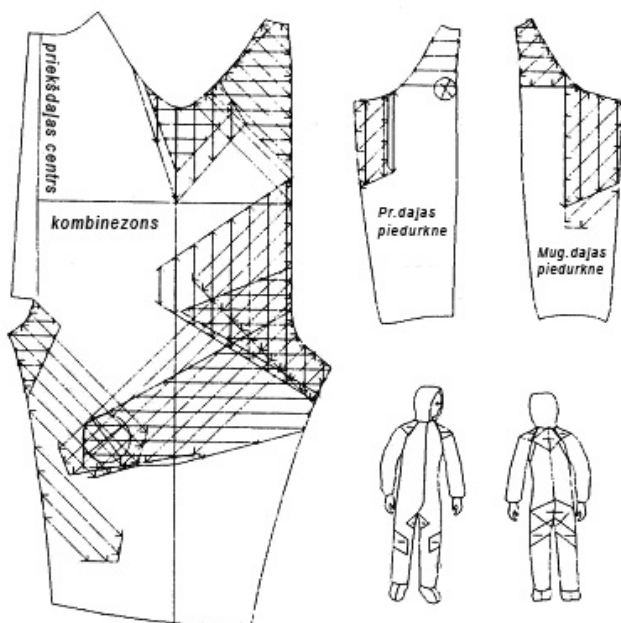
- 1. zona – augsta triecienu riska zonas;
  - 1. zonas un 2. zona – augsta nobrāzuma riska zonas;
  - 3. zona – mērena nobrāzuma riska zona;
  - 4. zona – zema nobrāzuma riska zona.
2. – 4. zonu laukums motociklistu apģērbos ir noteikts attiecībā uz izstrādājuma izmēriem. 1. zonas laukums ir

noteikts saskaņā ar EN 1621-1. Dotajā gadījumā, izmantojot šo informācijas avotu, ņemts vērā tikai aptuvenais zonu sadalījums optimālākajai un drošākajai elektronikas elementu izvietošanai, nevis nobrāzumu stiprības pakāpe. Zemāk 3.att. ir doti aptuvenie zonu izvietojumi.



3. att. Apģērba zonēšana. 1 – izstrādājuma priekšdaļa; 2 – izstrādājuma mugurdaļa [6]

Analizējot iekšējās iedarbības faktorus, par pamatu ņemts pētījums par spriedzes iedarbību uz vilēm apģērbā. Spēka iedarbība uz vīli apģērbā ir atkarīga no ķermeņa kustībām un apģērba piegriezuma. Ir veikti vairāki pētījumi, meklējot un nosakot zonas apģērbā, kuras stājas maiņas un kustības rezultātā pakļautas noteiktai slodzei. Dotajai tēmai visatbilstošākais ir Ešdovnas un Vatkinsa pētījums, kurā zinātnieki noteica slodzei pakļautās zonas apģērbā [7]. Iezīmētās zonas ir attēlotas 4. att.



4. att. Spriedzes iedarbība uz vilēm apģērbā – zonas [7]

Pēc iekšējiem un ārējiem zonēšanas principiem attiecīgi var spriest, ka optimālākās elektronikas elementu izvietošanas zonas jābūt priekšdaļa un mugurdaļa līdz viduklim sānu daļā, kā arī neliela zona uz piedurknes starp plecu un elkonī. Protams, jāņem vērā arī faktors, ka apģērbs paredzēts bērnam un var būt zināmas novirzes no noteiktajām apģērba zonām.

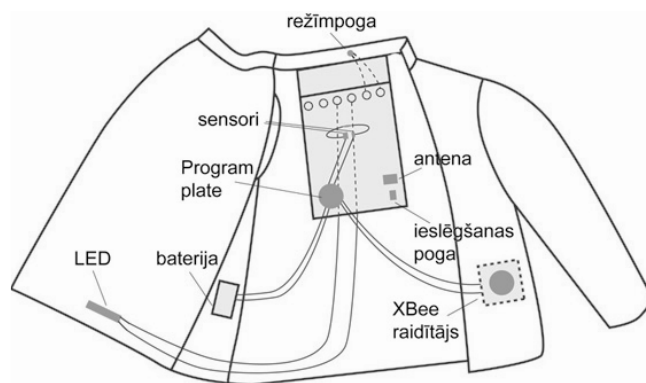
Bez zonēšanas principiem tika izvirzītas arī citas ergonomiskas prasības:

- Nepieciešams nodrošināt vienmērīgu elektronikas elementu svara un gabarītu sadalījumu apģērbā;
- Elektronikas elementi jāizvieto tā, lai bērns tiem nevarētu piekļūt un bojāt elektroniku;
- Jāizvēlas elektronikas elementi, kas ir pēc iespējas mazāki pēc gabarītiem un svara.

## VI. ELEKTRONIKAS ELEMENTU IZVIETOJUMA OPTIMIZĀCIJA

Analizējot iepriekšminētās prasības un optimizējot jakas konstrukciju, projektēti vairāki alternatīvi elektronikas elementu izvietošanas varianti bērna jakā.

**1. variants.** Atdalāma starpkārta mugurdaļā un iekšējās kabatas elektronikas mezglu izvietošanai. Izmantojot esošos elektronikas elementus, izvietojumu var paredzēt līdzīgi kā prototipā – apģērbā kā paliekošie elektroniskie elementi ir iestrādāta LED un režīmu poga, daļa elektronisko elementu ir izvietoti uz atdalāmās starpkārtas mugurdaļā, bet daļa izvietota sānu daļā virs vidukļa līmeņa odeses iekšpusē izveidotajās kabatās. Sānu daļā var izvietot elementus, kas pēc gabarītiem ir salīdzinoši lieli (baterija un XBee), lai neradītu diskomfortu nospiegējot mugurdaļu. Tādejādi tiek panākts arī vienmērīgāks svara sadalījums. Vadītspējīgos diegus lietderīgi aizstāt ar plāniem, elastīgiem vadiem, kas nodrošina nepārtrauktus un drošus kontaktus. 5. att. parādīta principiālā savienošanas shēma.

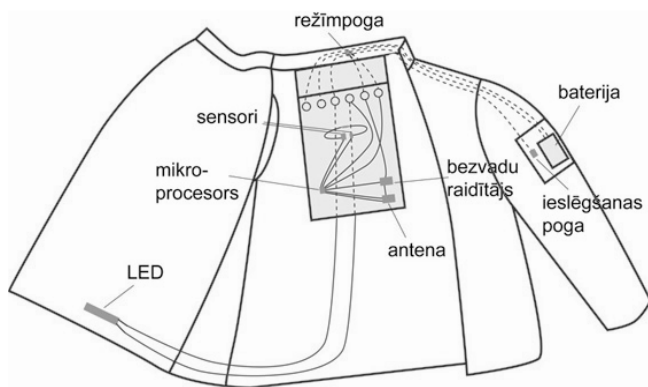


5. att. Noņemama starpkārta un kabatas elektronikas mezglu izvietošanai

Shēmas priekšrocības: vienmērīgs svara sadalījums, ērtāka baterijas maiņa.

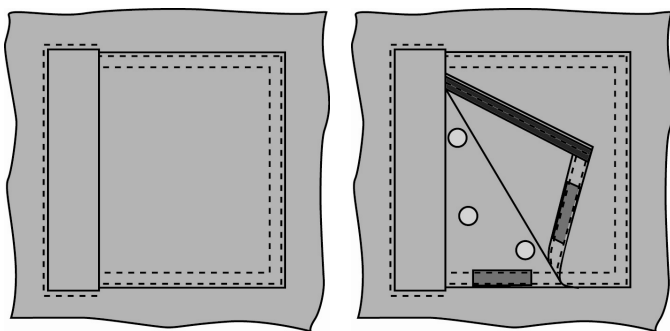
Shēmas trūkumi: liela pašizmaksa, lieli elektronikas gabarīti, sarežģītāka elektronikas elementu noņemšana.

**2. variants.** Noņemama starpkārta mugurdaļā un ārējā kabata noņemamā elektronikas mezgla izvietošanai. Veicot elektronikas dizaina optimizāciju, piemeklējot alternatīvus elektronikas elementus ar mazākiem gabarītiem un svaru, kā problemātisks elements paliek baterija (9V), kas joprojām ir diezgan liela izmēra. Līdz ar to elektronikas elementi izvietoti uz starpkārtas mugurdaļā, kas šajā variantā aizņem mazāk vietas un starpkārta ir kompaktāka, taču baterija izvietota jakas ārpusē kabatā uz piedurknes. 6. att. parādīta principiālā savienošanas shēma.



6. att. Noņemama starpkārta mugurdaļā un ārējā kabata noņemamā elektronikas mezgla izvietošanai

Uz piedurknes izvietotā kabata ar ievērojamu līstīti ir veidota ar slēpto aizdari – rāvējslēdzēju zem līstītes un liplenti apakšmalā. Aizdare veidota slēptā veidā, lai bērns patstāvīgi nevarētu kabatu attaisīt un izņemt elektronikas mezglus. Kabatas iekšpusē ir piešūtas metāla spiedpogas, kas darbojas gan kā noteikta mezgla fiksators, gan kā vadītspējīgs kontakts, caur kuru notiek komunikācijas ar citiem apģērbā iestrādātiem elektronikas elementiem. 7. att. ir parādīta kabata elektronikas elementa izvietošanai. Šādu kabatu visoptimālāk izvietot uz piedurknes, jo šajā vietā neveidojas īpašs nospirojums kustoties.

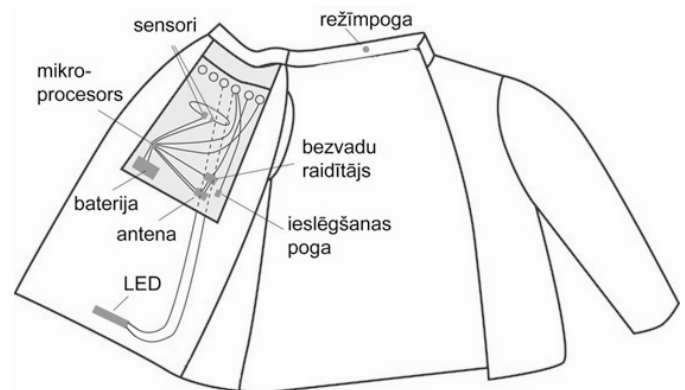


7. att. Kabata elektronikas izvietošanai

Shēmas priekšrocības: Zemāka pašizmaksa, minimizēti elektronikas elementu gabarīti, ērtāka baterijas maiņa.

Shēmas trūkumi: sarežģītāka elektronikas elementu noņemšana.

**3. variants.** Noņemama starpkārta priekšdaļā elektronikas mezgla izvietošanai. Ņemot vērā standarta zonēšanas principus, optimālākās elektronikas elementu izvietošanas zonas jākā ir priekšdaļas vidus, līdz ar to paredzēts elektronikas elementu izvietošanas variants jakas priekšdaļā zem optisko šķiedru auduma. Apģērbā kā paliekošie elektroniskie elementi ir iestrādāta LED un režīmu poga, kas nav paredzēta noņemšanai, visi pārējie elektroniskie elementi izvietoti uz atdalāmās starpkārtas jakas priekšdaļā. Atdalāmā starpkārta pievienota pie priekšskaklī ievērotās starpkārtas. (Skat. 8. att.)

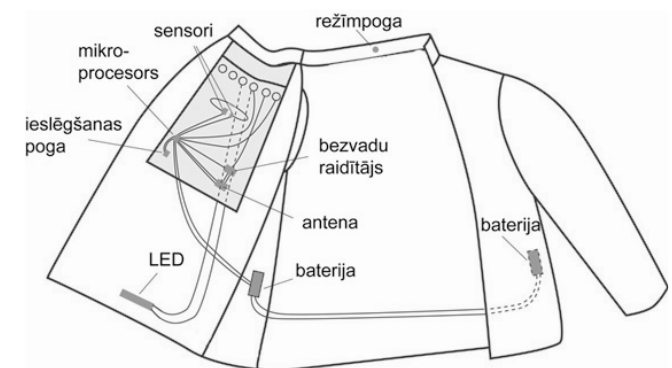


8. att. Noņemama starpkārta priekšdaļā noņemamā elektronikas mezgla izvietošanai

Shēmas priekšrocības: zemāka pašizmaksa, kompakts izvietoējums, zonēšanas princips, elektronikas bloka noņemšanas ērtums.

Shēmas trūkumi: Vājāka mikroklimata datu uztveršana sensoru izvietoējuma dēļ, sarežģītāka baterijas maiņa.

**4. variants.** Noņemama starpkārta priekšdaļā un iekšējā kabata elektronikas mezgla izvietošanai. Šis variants ir līdzīgs iepriekšējam, taču šajā gadījumā ir uzlabots svara sadalījums, pārceļot bateriju no starpkārtas uz iekšējām kabatām, kas izvietotas sānu daļā virs vidukļa līmeņa odeses iekšpusē un atrodas pa vienai simetriski abos sānos. Paredzēts lietot 2 AA baterijas. Shēma redzama 9. att.

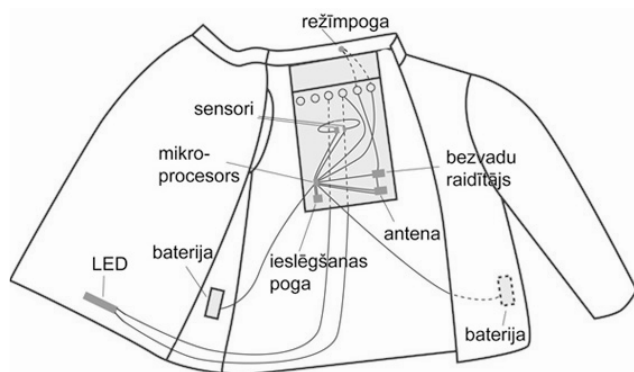


9. att. Noņemama starpkārta priekšdaļā un iekšējā kabata noņemamā elektronikas mezgla izvietošanai

Shēmas priekšrocības: zemāka pašizmaksa, zonēšanas princips, vienmērīgs svara sadalījums.

Shēmas trūkumi: Ilgāka sadalītā elektronikas bloka izņemšana no apģērba.

**5. variants.** Noņemama starpkārta mugurdaļā un ārējās kabatas noņemamo barošanas avotu izvietojumam. Šādu simetrisku bateriju izvietojuma variantu ir lietderīgi paredzēt arī gadījumā, kad elektronikas elementi atrodas uz noņemamās starpkārtas mugurdaļā. Paredzētas 2 AA baterijas. Shēma redzama 10. att.



10. att. Noņemama starpkārta mugurdaļā un ārējās kabatas noņemamo barošanas avotu izvietojumam

Shēmas priekšrocības: zemāka pašizmaksa, zonēšanas princips, vienmērīgs svara sadalījums.

Shēmas trūkumi: Ilgāka sadalītā elektronikas bloka izņemšana no apģērba.

#### VII. ELEKTRONIKAS ELEMENTU IZVIETOJUMA VARIANTU ANALĪZE

Katram no variantiem ir savi plusi un savi mīnusi. Līdz ar to viedās bērna jakas prototips (P), kā arī visi iepriekš minētie alternatīvie elektronikas izvietojuma varianti (N1, N2, N3,

N4, N5) apkopoti 1. tabulā, veicot to efektivitātes novērtēšanu atbilstoši kritērijiem.

Izmantoti 9 kritēriji, novērtējot katra varianta efektivitāti pēc 3 ballu sistēmas:

- 3 – efektīvs risinājums
- 2 – vidēji efektīvs risinājums
- 1 – mazāk efektīvs risinājums

Vērtējumu sadalījums atbilst ekspertu spriedumiem.

Kā tas ir redzams tabulā, visefektīvākais variants ir 2. variants (N2), kurā izmantota noņemama starpkārta mugurdaļā un ārējā kabata elektronikas mezgla izvietojumam.

Shēmas priekšrocības ir kompakts elektronikas bloka izvietojums, minimizēti elektronikas elementu gabarīti, zemāka pašizmaksa, ērtāka baterijas maiņa, kā arī nodrošināta elektronikas elementu nepieejamība bērnam.

Savukārt pie trūkumiem var attiecināt sarežģītāku elektronikas elementu noņemšanu.

#### VIII. ELEKTRONIKAS DAĻAS IZOLĀCIJA

Lai nenotiktu īssavienojums un elektroniku pasargātu no mitruma iedarbības, daļu elektronikas elementu ir lietderīgi iekapsulēt, veidojot drošu aizsargkārtu. Uz antenu un uz temperatūras un mitruma uztveršanas sensoriem, kā arī uz baterijām šī izolācija netiek attiecināta. Pārējos elementus, kas atrodas uz starpkārtas, kā arī LED un režīmu pogu paredzēts iekapsulēt, piemēram, veidojot silikona pārklājumu abās starpkārtas pusēs.

Pasargājot elektronikas daļu no trieciena riska, kā arī nodrošinot ērtu un komfortablu apģērba lietošanu, jākā paredzēta aizsargkārtā, kas projektēta elektronikas izvietojuma apgabalā gan uz jakas pamatauduma, gan uz oderes. Aizsargkārtā ir bieza, elastīga materiāla kārtā, ko pie abiem auduma slāņiem var pievienot ar stepēšanas tehnoloģiju. Elektronikas daļa atrodas starp divām aizsargkārtām, līdz ar to tiek novērsts iespējamais elektronikas bojājums trieciena gadījumā, kā arī elektronika netraucēs bērnam un netiks sajaukta ne ekspluatācijas laikā, ne trieciena gadījumā.

1. TABULA

ELEKTRONIKAS ELEMENTU IZVIETOJUMA VARIANTU SALĪDZINĀJUMS

Nr.	Kritēriji	Varianti					
		P	N1	N2	N3	N4	N5
1	Kompakts izvietojums	2	2	3	3	2	2
2	Mikroklimata datu uztveršana	3	3	3	2	2	3
3	Elektronikas gabarīti	1	1	3	3	3	3
4	Zonēšanas princips	2	2	2	3	3	2
5	Svara sadalījums	2	3	3	2	3	3
6	Elektronikas bloka noņemšanas ērtums	3	1	2	3	1	1
7	Baterijas maiņas ērtums	2	3	3	2	3	3
8	Pieejamība bērnam	3	3	3	2	2	3
9	Pašizmaksa	1	1	3	3	3	3
Summa		19	19	25	23	22	23

LITERATŪRAS SARAKSTS

IX. SECINĀJUMI

Pētījumā izanalizēts viedās bērnu jakas prototipa elektronikas izvietošanas dizains, uz tā pamata veikta elektronikas daļas optimizācija, projektējot vairākus alternatīvus izvietošanas variantus. Jāsecina, ka katram no variantiem ir savas priekšrocības un trūkumi, taču, izvērtējot dotos alternatīvos risinājumus, noteikts, ka visefektīvākais variants ir noņemamā starpkārta mugurdaļā un ārējā kabata noņemamā elektronikas mezgla izvietošanai. Šajā variantā izmantojami pēc gabarītiem mazāki elektronikas elementi, nodrošinot kompaktāku elektronikas elementu dizainu, kā arī mazāku pašizmaksu. Projektēšanas gaitā ņemta vērā arī apģērba ergonomika – riska zonu zonēšanas princips, elementu svara sadalījums, kā arī elektronikas elementu noņemšanas ērtuma aspekti.

1. Grafiskā lietotāja saskarne (GUI) [tiešsaite]. Pieejams: <http://www.liis.lv/mspamati/ECDL/1modulis/e1040207.htm>
2. **Parkova I., Valishevskis A., Ziemele I., Viļumsone A.** Integration of optical fibers into textile products. 9th *In: International Conference on Global Research and Education Inter-Academia 2010 Digest*. RTU Publishing House, Riga, Latvia, 2010. 136.-137. p
3. LilyPad Arduino 328 specifikācija [tiešsaite]. Pieejams: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPad>
4. XBee 1mW raidītāja specifikācija [tiešsaite]. Pieejams: <http://www.digi.com/products/wireless/point-multipoint/xbee-series1-module.jsp#overview>
5. LilyPad XBee plates specifikācija [tiešsaite]. Pieejams: <http://lilypadxbee.katehartman.com/about-board/>
6. *Aizsargapģērbs motobraucējiem profesionāļiem – Jakas, bikses un viengabala vai daļiņu uzvalki – 1.daļa: Vispārīgās prasības*. Standarts LVS EN 13595-1 : 2002
7. **Laing R. M., Webster J.** *Stitches and seams*. Manchester: The Textile Institute, 1992. 96 p.



**Inese Parkova**, Riga Technical University, Institute of Textile Materials Technology and Design, Mg.sc.ing., 2010. Fields of study: optical fibre fabric integration into textile products.

RESEARCHER, Institute of Textile Materials Technology and Design, RTU, Azenes 14, Riga, Latvia. GARMENT TECHNOLOGIST, SIA Solution. ASSISTANT OF PROJECT LEADER, Institute of Transport Vehicle Technologies, RTU. Publications: I.Parkova, A. Valishevskis, I. Ziemele, A.Viļumsone „Integration of optical fibers

into textile products”. 9th International Conference on Global Research and Education Inter-Academia 2010 Digest. RTU Publishing House, Riga, Latvia, 2010. 136.-137. p.; Current research: electronic systems integration into clothing.

E-mail: [inese.parkova@rtu.lv](mailto:inese.parkova@rtu.lv)

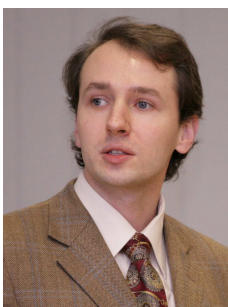


**Inese Ziemele**, Riga Technical University, Institute of Textile Materials Technology and Design, Dr.sc.ing., 1998. Fields of study: apparel production technologies, design and Management of the production processes in sewing companies, apparel logistic.

RESEARCHER and ASSISTANT PROFESSOR in Riga Technical University, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Institute of Textile Materials Technologies and Design, Azenes 14, Riga, LV-1048, Latvia; OLDER TECHNOLOGIST in LLC „Solutions”. Current research:

electronic systems integration into clothing.

E-mail: [inese.ziemele@rtu.lv](mailto:inese.ziemele@rtu.lv), phone: +371 7089173



**Aleksandrs Valishevskis**, Riga Technical University, Institute of Information Technology, Ph.D. in Engineering, 2006. Fields of study: Decision-making under uncertainty; fuzzy systems; computer science. LEADING RESEARCHER, Institute of Textile Materials Technology and Design, RTU, Azenes 14, Riga, Latvia. Research interests: wearable electronics; powering of wearable systems; decision-making under uncertainty; fuzzy logic.

The Charles Babbage Award of the University of Latvia in 2001. The Young

Scientist Award of the Latvian Academy of Sciences and JSC Aldaris in 2003. The Young Scientist Award of the Latvian Academy of Sciences in 2008. E-mail: [aleksandrs.valisevskis@rtu.lv](mailto:aleksandrs.valisevskis@rtu.lv)



**Ausma Viļumsone**. Dr.sc.ing., Professor, Head of the Institute of Textile Materials Technologies and Design, Head of the Department of Clothing and Textile Technologies

Development and optimisation of garment design technological process, CAD/CAM systems in product design, innovative materials and technologies

Riga Technical university, Institute of Textile Materials Technologies and Design, Āzenes 14-319, Riga LV-1048, Latvia, phone: +371 67089565, E-mail:

[ausma.vilumsone@rtu.lv](mailto:ausma.vilumsone@rtu.lv)

**Inese Parkova, Aleksandrs Valishevskis, Inese Ziemele, Ausma Viļumsone. Electronic component arrangement in clothing**

With wearable electronics usually denote a functioning device that always is attached to the wearer, as well as is comfortable, easy-care and easy-use. In other words – it is clothing with integrated electronics that does not disturb the wearer of the apparel. Therefore, during the development of the smart clothing, it is important to consider design and arrangement of electronic elements in order to get functional, comfortable and ergonomic layout of electronic components in smart garment. In this paper arrangement of electronic part of smart children jacket is analyzed, searching ways of improvement. Electronic elements were integrated in a way that makes it possible to remove them before garment washing. For this purpose, a removable layer for electronic components was developed. This paper describes the prototype, its layers and offers several alternative ways of design and arrangement of electronic elements, which are based on ergonomic design guidelines, using principles of external and internal stress zoning in garments. Five variants of arrangement are offered, which are compared using efficiency evaluation, based on a number of criteria. Each alternative has advantages and drawbacks. However, after evaluation of the given alternatives, the best

arrangement, according to the defined subjective criteria weights, turned out to be a removable layer in a back part and an external pocket for electronic elements. This arrangement enables one to reduce dimensions of electronic elements. Therefore more compact design of electronic elements is created and the costs are reduced. Besides that isolation is provided, which protects the electronic part against moisture and impacts, and child's body against discomfort and possible impacts.

**Июсса Паркова, Александр Валишевский, Июсса Зиемеле, Аюсма Вилюмсоне. Размещение электронных узлов в одежде.**

Интегрируемой в одежду электроникой считают такое устройство, которое исполняет свои функции, всегда прикреплено к человеку, который носит это устройство, а также удобно, за которым легко ухаживать и использовать. То есть - это одежда со встроенной электроникой, которая не мешает потребителю носить одежду. Поэтому проектируя „умную” одежду, необходимо продумать дизайн и расположение электронных элементов, чтобы в результате получить работающую, удобную и эргономичную конструкцию электронных элементов „умной” одежды. В данном исследовании анализируется конструкция электронных элементов „умной” детской куртки, выполняя её оптимизацию. Интегрирование электроники устроено так, что перед стиркой её можно отсоединить. Поэтому создан дополнительный узел для размещения электроники. В работе описан созданный прототип и предложены различные варианты дизайна и размещения электронных элементов, основанные на закономерностях эргономики, используя принципы зонирования внешнего воздействия и внутреннего воздействия в одежде. Предложено пять вариантов размещения, которые сравнены между собой в соответствии с оценкой эффективности, основанной на конкретных критериях. У каждого варианта есть свои преимущества и недостатки, однако, оценив данные альтернативные решения, определено, что самый эффективный вариант - это съёмная прослойка в спинной части и внешний карман для размещения электронного узла. В этом варианте предусмотрено уменьшение габаритов электронных элементов, в результате чего создан более компактный дизайн электронных элементов и более низкая себестоимость. Продумана также изоляция, оберегающая электронную часть от влаги и ударов, и тело ребёнка - от неудобств и возможных ударов.