

Ergonomija v šolskem prostoru kot temelj trajnostnih učnih praks: primeri različnih pristopov in učinkov na učence

Samo Fošnarič

*Univerza v Mariboru,
Pedagoška fakulteta
samo.fosnarič@um.si*

Kosta Dolenc

*Univerza v Mariboru,
Pedagoška fakulteta in Fakulteta
za naravoslovje in matematiko
kosta.dolenc@um.si*

V prispevku raziskujemo, kako celostna uporaba ergonomskih načel v šolskem okolju prispeva k trajnostnemu učenju in zdravju učencev. S sistematičnim pregledom literature in analizo študij primera ugotavljamo, da pravilno prilagojeno šolsko pohištvo, optimalna osvetlitev, redni gibalni odmori ter premišljena uporaba digitalnih naprav statistično značilno učinkujejo pri zmanjšanju mišično skeletnih težav, boljši koncentraciji in manjši odsotnosti od pouka. Raziskava sledi protokolu PRISMA 2020 in vključuje 46 empiričnih člankov, izbranih iz 512 prvotnih zadetkov v bazah Web of Science, Scopus in ERIC za obdobje 2010–2024. Pri analizi smo uporabili kombinirano vsebinsko tematsko razčlenitev in sintezo rezultatov. V prispevku predstavljamo ključne ugotovitve o fizični in digitalni ergonomiji, integraciji ergonomskih načel v pedagoški proces ter makroergonomskih vidikih šolskega upravljanja. Integracija ergonomskih načel v pedagoški proces je opredeljena kot ključni dejavnik za dolgoročno izboljšanje učnih rezultatov in telesnega počutja učencev, pri čemer so prikazane tudi dobre prakse iz domačih in tujih šol. Rezultati so interpretirani kot podpora tezi, da se z uvajanjem sistematično načrtovanih ergonomskih ukrepov zagotovi zanesljivo in varno učno okolje, ki je sposobno pozitivno vplivati na zdravje in akademski uspeh učencev.

Ključne besede: ergonomija, šolski prostor, učni proces, telesno zdravje, trajnostne učne prakse

 © 2025 Samo Fošnarič in Kosta Dolenc
<https://doi.org/10.26493/978-961-293-538-2.6>

Uvod

Ergonomija se osredotoča na prilagajanje delovnega okolja, orodij in opreme človekovim zmožnostim ter omejitvam s ciljem povečanja udobja, zdravja in učinkovitosti uporabnikov. V šolskem okolju, kjer učenci preživijo dolge

ure pri različnih dejavnostih, od sedenja v učilnicah do dela na računalnikih in tablicah, ima ergonomija izjemno pomembno vlogo (Sellschop idr., 2015; Jayaratne, 2012). Učenci, še posebej v osnovnih in srednjih šolah, se soočajo z različnimi izzivi, ki izhajajo iz neprilagojenega okolja (Lauder idr., 2010). Dolgotrajno sedenje v nepravilnih položajih lahko vodi do mišično-skeletnih težav, kot so bolečine v hrbtu, vratu in ramenih. Poleg tega lahko neustrezna oprema, kot so nepravilno nastavljeni pisarniški stoli ali mize, povzroči utrujenost in zmanjšano koncentracijo, kar neposredno vpliva na kakovost učenja (Mackey idr., 2015; Radas idr., 2013). Ergonomija ne zajema le fizičnih prilagoditev, temveč tudi psihološke vidike, ki vplivajo na motivacijo in angažiranost učencev. Učinkovito oblikovano učno okolje, ki upošteva ergonomijo, lahko pripomore k izboljšanju kognitivnih sposobnosti, kar vodi do boljših akademskih dosežkov (Smith, 2013). Zato je praktična uporaba ergonomskih metod v šolah ključna za zagotavljanje zdravega, varnega in spodbudnega učnega okolja, ki ne le da zmanjšuje tveganje za poškodbe, temveč tudi spodbuja optimalno učenje in razvoj otrok. S pravilno implementacijo ergonomskih načel lahko šole ustvarijo prostore, ki podpirajo tako fizično kot duševno dobrobit učencev, kar je ključno za njihovo uspešno izobraževanje in prihodnost (Jayaratne, 2012; Legg in Jacobs, 2008; Therisa in Sony, 2016).

V pričujočem prispevku podrobno obravnavamo fizične in digitalne ergonomske pristope, primerne za osnovne in srednje šole. Poudarek je na tem, kako lahko šole vključijo ergonomske rešitve v vsakodnevno prakso, s podporo primerov dobre prakse iz Slovenije in tujine. Posebej izpostavljamo pristope za integracijo ergonomije v pedagoški proces, vloge učiteljev, šolskega osebja in ergonomskih strokovnjakov pri implementaciji ter učinke ergonomskih ukrepov na učence (npr. zmanjšanje telesnih obremenitev, povečanje koncentracije, zmanjšanje tveganja za poškodbe in bolečine).

Metodologija

Pregledna raziskava sledi protokolu »scoping« pregleda po smernicah PRI-SMA 2020. Iskanje smo izvedli v bazah Web of Science, Scopus in ERIC (obdobje: januar 2010–december 2024) z naslednjimi angleškimi ključnimi pojmi: »school ergonomics« (šolska ergonomija), »classroom design« (oblikovanje učnega prostora), »student musculoskeletal« (mišično-skeletni sistem učencev), »sustainable learning« (trajnostno učenje). Vključitveni kriteriji so bili: (1) empirične raziskave, (2) populacija 6–18 let, (3) opisani ergonomski ukrepi, (4) izidi zdravja ali učenja. Izločili smo komentarje, konferenčne povzetke brez podatkov in raziskave izven formalnega izobraževanja.

Skupno smo identificirali 512 zadetkov. Po odstranitvi dvojnikov je ostalo 482 zapisov. Na podlagi naslova in povzetka smo izločili 291 raziskav, 91 pa glede na celotno besedilo. Končni vzorec je vključeval 46 raziskav. Podatke smo vsebinsko tematsko razčlenili v štiri kategorije prevladujočih sklopov.

Rezultati in razširjena razprava

Analiza je pokazala štiri prevladujoče sklope ukrepov: prilagodljivo pohištvo, okoljska optimizacija (svetloba, hrup, klima), gibanje med poukom ter vme-sni gibalni odmori in digitalna ergonomija.

Nastavljivo pohištvo v 68 % raziskav zmanjša bolečine v hrbtu za povprečno 25 % (Zhao idr., 2017; Podrekar Loredan idr., 2022). Stoječe mize povečajo energijsko porabo za 11 % in izboljšajo izvršilne funkcije (+8–12 %) (Wallace idr., 2022). Razsvetljava 300–500 lux ob možnosti zatemnitve izboljša hitrost branja (Baloch idr., 2021), medtem ko temperatura 20–22 °C zmanjšuje stres (Gaoua, 2011). Programi digitalne ergonomije znižajo utrujenost oči za 34 % (Afterman, 2019), pravilo 20-20-20 pa dokazano zmanjšuje glavobol in napetost vratu (Ciccarelli in Harris, 2013). Gibalni odmori na 45 minut pouka povečajo pozornost za 6 % (Watson idr., 2019). Glede na analizirane raziskave v nadaljevanju predstavljamo zanimivejše zaključke iz teh sklopov.

Sedenje in šolsko pohištvo

Večina učnega procesa poteka med sedenjem za mizo, zato sta pravilna telesna drža in ustrezno šolsko pohištvo temelj fizične ergonomije v razredu. Standardi za šolsko pohištvo (npr. evropski standard EN 1729) določajo več velikostnih številok stolov in miz glede na telesne mere otrok, vključno z zahtevami po nastavljivosti (Oyewole idr., 2010; Kim idr., 2006; Podrekar Loredan idr., 2022). Kljub temu raziskave kažejo, da v praksi pohištvo pogosto ni prilagojeno dejanskim antropometričnim značilnostim učencev (Castellucci idr., 2014). V nedavni raziskavi v Sloveniji so ugotovili veliko neskladje med merami šolskih klopi/stolov in telesnimi merami učencev, zlasti v osnovnih šolah – npr., višina klopi je bila neustrezna za skoraj vse mlajše učence (100-odstotno neskladje), tudi višine sedišč so bile pogosto previsoke (Podrekar Loredan idr., 2022). Takšno neskladje vodi v nezdravo držo in mišično-skeletne obremenitve (npr. bolečine v hrbtu, vratu) ter slabše počutje učencev pri pouku. Strokovnjaki zato priporočajo uporabo nastavljivega pohištva, ki omogoča prilagoditev višine miz in stolov različnim postavam otrok (Zhao idr., 2017; Podrekar Loredan idr., 2022).

Poleg pohištva ima tudi šolska torba pomembno vlogo pri ustvarjanju udobnega in funkcionalnega učnega okolja (Abrahams idr., 2011). Težke torbe

in nepravilno dvigovanje namreč lahko povzroči resne obremenitve hrbtenice otrok, kar lahko vodi do različnih težav s hrbtom, ki se lahko razvijejo že v mladosti (Hadžiomerovič idr., 2018; Rai in Agarawal, 2013). Raziskave in strokovna priporočila jasno nakazujejo, da bi teža šolske torbe ne smela presegati 10–15 % telesne mase učenca (Bhat idr., 2018; Dockrell idr., 2013; Fošnarič in Delčnjak Smrečnik, 2009). To pomeni, da je ključno, da starši in učitelji skrbno spremljajo težo torb in učnih potrebščin, ki jih otroci prenašajo vsak dan.

Razsvetljava in okoljski pogoji v učilnici

Osvetlitev učilnice ima velik vpliv na udobje in zbranost učencev. Naravna dnevna svetloba je najboljša za dobro počutje in koncentracijo; raziskave kažejo, da lahko ustrezna količina dnevne svetlobe izboljša akademske dosežke (Sansal, 2012; Baloch idr., 2021). V obsežni evropski raziskavi (SINPHONIE) so ugotovili, da dejavniki dnevne svetlobe v razredih pomembno vplivajo na uspešnost učencev pri kognitivnih testih (Baloch idr., 2021). Po drugi strani lahko premočna neposredna sončna svetloba moti pouk zaradi bleščanja in vročine, kar se odraža v slabši zmožnosti branja z napisane table ali zaslona (Winterbottom in Wilkins, 2009). Optimalno je imeti velika okna z naravno svetlobo, obenem pa možnost zatemnitve (npr. senčila, zaves) za preprečevanje bleščanja ob sončnih dnevih. Cilj je doseči enakomerno osvetlitev brez ostrih kontrastov; priporočena osvetljenost za učilnice je okoli 300–500 luksov na delovni površini (Legg, 2007).

Kadar naravna svetloba ni zadostna, morajo umetna svetila zagotoviti dovolj svetlo in neutrudljivo svetlobo. Najboljše so posredne ali difuzne luči, ki posnemajo dnevno svetlobo in ne povzročajo odsevov na tablah ali zaslonih. Nekatere sodobne učilnice uporabljajo tudi dinamično razsvetljavo, ki prilagaja barvno temperaturo in jakost luči glede na aktivnost (npr. bolj belo, stimulativno svetlobo za preizkuse znanja, toplejšo in mehkejšo za branje ali sproščene aktivnosti). Ustrezna osvetlitev pozitivno vpliva na razpoloženje in budnost učencev skozi dan (Bellia idr., 2013).

Poleg svetlobe spadajo k ergonomskim okoljskim dejavnikom še hrup, temperatura in kakovost zraka. Prekomeren hrup (npr. stalna glasnost nad 65 dB) v razredu zmanjšuje zbranost in lahko poviša stres učencev, zato naj imajo učilnice dobro zvočno izolacijo in akustične obloge (Sarlati idr., 2014). Jasno govorjenje in slišnost učitelja sta ključna za učinkovito učenje – raziskave pretiran šum v učilnici povezujejo z oslabljenim razumevanjem ter s kratkoročnim spominom pri učencih (Diaci, 2014; Naserpour idr., 2014). Optimalna temperatura naj bo med 20 in 22 °C, z rednim prezračevanjem, saj svež zrak in primerna toplota vplivata na kognitivne sposobnosti (Gaoua, 2011).

Spodbujanje gibanja med poukom

Dolgotrajno sedenje brez premora velja za enega glavnih zdravstvenih izzivov sodobnega časa. Otroke je treba spodbuditi h gibanju tudi med poukom, da se prepreči statična obremenitev telesa. Številne šole uvajajo kratke gibalne odmore med urami – npr. vsaj 3–5 minut vstajanja, razgibavanja ali preprostih vaj vsako šolsko uro. S tem se prekrvavitev mišic izboljša in učenci se lažje ponovno osredotočijo.

V skandinavskih državah je praksa, da imajo učenci po vsakih 45 minutah pouka 10–15-minutni odmor za gibanje (pogosto na prostem); takšna rutina dokazano poveča pozornost ob vrnitvi k pouku in zmanjša nemir. Učitelji lahko preproste raztezne vaje za vrat, ramena in hrbet vodijo kar v razredu ali pa organizirajo kratke gibalne igre znotraj prehodov med učno snovjo (Watson idr., 2019).

Druga ergonomska rešitev za zmanjševanje prekomernega sedenja so stoječe mize oz. kombinacija sedenja in stanja. Raziskava v ZDA (Wallace idr., 2022) je ugotovila, da so učenci, ki so pol leta uporabljali visoke mize, povečali dnevno telesno aktivnost in niso zaznali dodatne utrujenosti, mlajši učenci pa so dosegali tudi boljšo koncentracijo pri pouku. Posebej tretješolci so kazali znatno izboljšano pozornost in hitrost pri izvajanju kognitivnih nalog v primerjavi z vrstniki, ki so ves čas sedeli (Wallace idr., 2022).

Računalniki in zasloni

Z razmahom informacijske tehnologije so osnovne in srednje šole danes opremljene s številnimi računalniki, učenci pa jih uporabljajo pri pouku in doma za učenje. Učenci naj bi ob delu z računalnikom sledili podobnim načelom kot odrasli v pisarniškem okolju (Afterman, 2019; Ciccarelli in Harris, 2013; Paraizo in de Moraes, 2012):

- *Pravilna drža pri računalniku:* hrbet naslonjen na naslonjalo stola, stopala plosko na tleh, kolena pod kotom 90° . Zaslón naj bo postavljen v višini oči ali malo nižje, na razdalji približno dolžine roke (50–70 cm), da se prepreči pretirano sklanjanje ali napenjanje oči. Tipkovnica in miška naj bosta dosegljivi brez pretiranega iztegovanja; zapestja naj bodo med tipkanjem v nevtralnem položaju.
- *Prilagajanje delovne postaje:* ker otroci rastejo, je ključno, da so stoli in mize za računalnike nastavljivi. Mlajši otroci pogosto sedijo prenizko na običajnih stolih in so zato prisiljeni dvigovati roke ali gledati navzgor v zaslon. Uporaba otroških stolov z nastavljivo višino, dodatnih blazin ali podstavkov za noge lahko pomaga doseči pravilno višino. Tako prepre-

čimo, da bi otrokom noge visele (kar obremenjuje stegna in spodnji del hrbta) ali da bi tipkali z nepravilno ukrivljenimi zapestji.

- *Pavze in sprostitve oči*: za preprečevanje utrujenosti oči in vidnega stresa naj učenci upoštevajo pravilo 20-20-20 – na vsakih 20 minut gledanja v ekran naj za vsaj 20 sekund pogledajo nekaj oddaljenega vsaj 20 čevljev (šest metrov). Redni odmiki od zaslona zmanjšajo suhost oči in napetost.
- *Omejevanje odsevov in bleščanja*: zasloni v učilnici naj bodo nameščeni tako, da se izognejo odsevu močne luči ali oken. Bleščanje na zaslonu učence sili v nezdrav položaj (npr. nagibanje glave ali pripiranje oči) in naprežanje vida. Učitelji lahko z zagrinjanjem zaves ali s prilagoditvijo kota zaslona poskrbijo za optimalno vidljivost. Prilagoditev kontrasta in velikosti pisave na ekranu je prav tako pomembna, da učenci brez napore berejo učno gradivo – namesto sklanjanja k zaslonu naj povečajo prikaz besedila.

Tablične naprave in telefoni

V sodobnih šolah se poleg namiznih računalnikov pri pouku uporabljajo tudi tablični računalniki in pametni telefoni. Te prinašajo dodatne ergonomske izzive, saj so prenosne naprave pogosto uporabljene v neoptimalnih položajih – učenci jih držijo v rokah, gledajo navzdol v naročje in pri tem močno upogibajo vrat. Ta pojav je znan tudi kot sindrom »tekstnega vratu«, saj dolgotrajno sklanjanje glave naprej obremenjuje vratna vretenca in mišice (Reid in Portelli, 2015). Raziskave ugotavljajo, da je položaj vratu pri uporabi tablice veliko bolj upognjen kot pri delu na namiznem računalniku; že otroci, stari 3–5 let, med igro s tablico zavzemajo zelo statične drže in povečano aktivnost mišic v vratu (Chiang in Liu, 2016; Howie idr., 2017).

Preprečevanje zdravstvenih težav zaradi tehnologije

Dolgotrajna uporaba računalnikov in naprav lahko pri otrocih povzroči ne le akutno nelagodje, temveč tudi dolgoročne težave (Ospina-Mateus idr., 2017). Zato mora digitalna ergonomija v šolah vključevati tudi preventivne ukrepe, ki jih naštevamo v nadaljevanju.

- *Raznolikost dejavnosti*: Pri pouku, ki vključuje računalnike ali tablice, naj se dejavnosti izmenjujejo tako, da učenci ne sedijo ves čas pred zaslonom. Npr., po 30 minutah dela na računalniku lahko sledi deset minut razprave ali dela v skupinah stran od ekrana.
- *Ergonomsko prijazna programska oprema*: Uporaba aplikacij, ki opominjajo na odmore (t. i. *break reminder*), ali vklop nočnega načina na za-

slonih (filter modre svetlobe) v popoldanskem času, kar zmanjša obremenitev oči in vpliv umetne svetlobe na spalni ritem.

- *Higienski ukrepi za oči in držo*: Vzgoja učencev, da si prilagajajo pisavo (npr. povečajo besedilo namesto da približujejo glavo zaslonu) ter da redno mežikajo med gledanjem v zaslon, da preprečijo izsušitev oči. Pomembno je tudi pravilno nošenje očal pri tistih, ki jih potrebujejo – šolsko osebje naj bo pozorno, če učenec mežika ali se močno sklanja k zaslonu, saj morda potrebuje pregled vida.
- *Sodelovanje staršev*: Šole lahko staršem posredujejo smernice za ergonomsko učenje doma, zlasti v primerih izobraževanja na daljavo ali obsežnejših domačih nalog na računalniku. Med pandemijo covid-19 se je pokazalo, da veliko učencev (in učiteljev) ni bilo poučenih o ergonomiji dela doma. Zato je dolgoročno pomembno, da šole izobražujejo ne le učence, temveč tudi starše in učitelje o zdravih navadah pri uporabi tehnologije.

Primeri dobre prakse

Za uspešno izvajanje ergonomsko prijaznih ukrepov ni dovolj zgolj zagotavljanje opreme – *ergonomija mora postati del šolske kulture in vsakdanjika*. Integracija ergonomije v pedagoški proces pomeni, da se načela zdravega delovnega okolja vključijo v pouk in organizacijo šolskega dne.

Eden od pristopov je vključevanje ergonomskih vsebin v učni načrt. To ne pomeni, da bi dodali nov predmet, temveč da učitelji v obstoječih predmetih izkoristijo priložnosti za poučevanje o zdravju pri delu. Npr., pri biologiji ali naravoslovju lahko učenci spoznajo osnove človeškega gibalnega sistema in kako nanj vpliva drža; pri športni vzgoji se lahko naučijo pravilnih vaj za krepitev hrbtnih mišic in razteznih vaj; pri informatiki pa osnov računalniške ergonomije (npr. pravilna nastavitve stola in zaslona). Takšne vsebine lahko podkrepijo *praktične aktivnosti*: učenci lahko izvajajo meritve (npr. izmerijo svojo višino in nastavljajo stol na pravo višino kot del učne ure) ali vodijo dnevnik drže pri domačem učenju in rezultate predstavijo pri razredni uri. Lahko bi v prvih razredih osnovne šole pilotno uvedli programe, kjer bi učitelji računalništva v sodelovanju z zunanjimi strokovnjaki pripravili kratke module za učence na temo ergonomije – mlajši učenci bi se skozi igro učili pravilne drže in dvigovanja bremen, starejši pa raziskovali ergonomske izzive (npr. analizirali svojo računalniško postavitev) in rešitve predstavili vrstnikom. Takšno prepletanje z učnim procesom bi poskrbelo, da bi učenci razumeli pomen ergonomije in jo lažje sprejeli kot del vsakdana.

Drugi vidik integracije je organizacija pouka, ki upošteva ergonomska načela. Učitelji lahko pouk didaktično oblikujejo tako, da vključuje spreminja-

nje aktivnosti: npr., del ure učenci poslušajo razlago sede, nato gredo k tabli reševati nalogo stoje, zatem izvajajo skupinsko delo, morda sede na tleh (če prostor to omogoča), kasneje predstavijo rezultate spet stoje pred razredom. Ta raznovrstnost gibanja med pedagoškimi dejavnostmi preprečuje statično obremenitev posameznih delov telesa. V veliko pomoč so fleksibilno urejene učilnice – prostori, opremljeni z različnimi možnostmi sedenja in dela (nizke mizice, talne blazine, stoječe mize, kotički z naslanjači). V takih učilnicah lahko učenci glede na nalogo izberejo ergonomsko ustrezen položaj: npr., branje lahko poteka na mehkih stolih, pisanje naloge za klasično mizo, skupinsko razpravljanje stoje ob visokem pultu. Raziskave kažejo, da takšna prilagodljivost učnega okolja pozitivno vpliva na motivacijo in sodelovanje učencev, saj se ti počutijo avtonomnejše in jim je fizično udobno (Neill in Etheridge, 2008; Barrett idr., 2015).

Pomemben korak integracije je tudi uvedba šolskih pravil in rutin, povezanih z ergonomijo. Šola lahko v svoj hišni red vključi smernice, kot so: »Učenci naj med odmori pospravijo stole na mize« (s čimer spodbudimo vstajanje in olajšamo čiščenje); »V vsakem razredu naj bo plakat z vajami za raztezanje – učenci in učitelji jih izvajajo vsaj enkrat dnevno«; »Šolske torbe naj bodo med poukom odložene na zato določenem mestu (v omarici ali ob klopi), ne na prehodih«. Takšne rutine in pravila privzgaajo kulturo ergonomije.

Uvajanje ergonomskih ukrepov v šolah je timsko delo, pri katerem imajo učitelji, šolsko vodstvo in strokovnjaki za ergonomijo vsak svojo ključno vlogo – opisujemo jih v nadaljevanju.

- *Opazovanje in prilagajanje*: Učitelj pozorno spremlja držo in vedenje učencev med delom. Če opazi, da se učenec pogosto preseda, drži roko na križu ali si morda med branjem podpira glavo z roko, je to lahko znak nelagodja. Takoj lahko ukrepa – recimo omogoči kratko razgibavanje ali učencu svetuje, kako naj popravi položaj.
- *Izobraževalna vloga*: Dober učitelj učencem razloži, *zakaj* uvajajo določene spremembe. Npr., ob uvedbi novih ergonomskih stolov bo z učenci predebatiral, zakaj je pravilna drža pomembna za njihovo zdravje, ter jih naučil pravilno nastaviti stol.
- *Ustvarjanje spodbudnega vzdušja*: Pomembno je, da učenci ergonomskih ukrepov ne doživljajo kot prisilo ali »teženje«, temveč kot nekaj pozitivnega. Učitelj lahko skozi igro ali pohvalo motivira učence. Npr. uvede »ergonomski izziv meseca«: katera skupina učencev se bo najbolj držala načel zdrave drže in rednega gibanja med poukom – zmagovalce pohvali ali simbolno nagradi.

- *Povezava s starši:* Učitelji so tudi vez med šolo in starši. S starši lahko komunicirajo o pomenu ergonomije – morda na roditeljskem sestanku predstavijo nove ergonomske pridobitve šole (npr. nastavljive stole) in starše spodbudijo, da podobno skrbijo za otrokovo učno okolje doma.

Šolsko vodstvo in osebje (ravnatelj, njegovi sodelavci, vzdrževalci) imata nalogo omogočiti pogoje, v katerih lahko učitelji in učenci izvajajo ergonomske prakse. Naštevamo ključne vidike.

- *Strateško načrtovanje in investicije:* Vodstvo šole mora ergonomijo prepoznati kot del šolske strategije zagotavljanja kakovosti. To pomeni dodeliti proračun za nakup ergonomske opreme – npr. nastavljivih stolov, višinsko prilagodljivih klopi, ustrezne razsvetljave. Dobre prakse kažejo, da se takšna investicija povrne v obliki boljšega zdravja in počutja ter večje zavzetosti učencev. Npr., nekatere slovenske šole so v sklopu programa Zdrave šole kupile ergonomske klopi in nato opazile zmanjšanje pritožb učencev glede neudobja pri sedenju.
- *Sodelovanje z zunanjimi strokovnjaki:* Šola lahko povabi ergonomista ali strokovnjaka medicine dela, da oceni učne prostore. Ti strokovnjaki izvedejo ergonomsko analizo: izmerijo ustreznost opreme, osvetlitve, hrupa; anketirajo učitelje in učence o morebitnih težavah.
- *Usposabljanje kadra:* Šolsko osebje in učitelji potrebujejo tudi izobraževanje o ergonomiji. Vodstvo šole lahko organizira seminar ali delavnico, kjer strokovnjak predstavi praktične nasvete (npr. kako nastaviti učilnico za naslednjo uro, katere vaje voditi z učenci).
- *Urejanje urnikov in prostorov:* Šolska uprava vpliva tudi na urnik – lahko, denimo, doda krajše »mikroodmore« med šolskimi urami ali poskrbi, da niso vse ure zaporedoma statične (npr., izmenjujejo se predmeti, pri katerih se sedi, in tisti z več gibanja).

Uvajanje ergonomskih izboljšav v šolskem okolju se odraža v več razsežnostih učenčevega zdravja, počutja in učne uspešnosti.

- *Zmanjšanje telesnih obremenitev in bolečin:* Pravilno nastavljeno pohištvo in zdrava drža pomembno zmanjšata kronične obremenitve za otrokovo razvijajoče se telo. Z ergonomskimi prilagoditvami se bistveno zniža pojavnost težav, kot so bolečine v hrbtu in vratu pri mladostnikih.
- *Izboljšana koncentracija in kognitivna učinkovitost:* Učenec, ki ga ne motijo bolečine ali nelagodje, se lažje osredotoči na učno snov. Poleg tega

- določeni ergonomski ukrepi neposredno vplivajo na kognitivne funkcije. Ustrezna osvetlitev brez bleščanja izboljša bralno zmožnost in razumevanje gradiva, redni gibalni odmori pa povečujejo prekrvavitev možganov, kar vodi v boljšo pozornost po odmoru. Intervencije s stoječimi mizami so pri mlajših otrocih pokazale hitrejše reakcijske čase in boljšo izvedbo nalog, ki zahtevajo izvršilne funkcije (Wallace idr., 2022).
- *Manj poškodb in zdravstvenih zapletov:* Sem spadajo tako akutne poškodbe (npr. spotikanje ob neprimerno nameščeno opremo, padci s stolov) kot kronične težave (okvare vida, slaba drža). Ergonomsko urejen razred zmanjšuje nered in nevarnosti (kabli so pospravljeni, torbe niso na poti), s čimer je manj možnosti za nezgode. Na dolgi rok pa je ključno, da dobre navade preprečujejo nastanek okvar drže. Mladostniško obdobje je kritično za razvoj hrbtenice; slabe navade lahko vodijo v deformacije (npr. povečano kifozo, stalno protrakcijo glave itd.). Z učenjem pravilne drže in s krepitvijo hrbtnih mišic se zmanjša pojav napak drže in s tem povezanih bolečin.
 - *Višja aktivnost in boljše počutje:* Ergonomski posegi, ki spodbujajo gibanje (npr. stoječe mize, gibalni odmori), zvišajo dnevno aktivnost otrok. To je pomembno v boju proti sedečemu načinu življenja in debelosti. Otroci, ki imajo med poukom priložnost več stati in se premikati, porabijo več kalorij in izboljšujejo svojo telesno kondicijo.
 - *Dolgotrajne koristi in prenos v odraslost:* Morda najdolgoročnejši, a zelo pomemben učinek je, da šola z vzgojo ergonomskih navad prispeva k zdravju bodočih odraslih. Učenci, ki že od malega poznajo načela pravilne drže in urejenega delovnega okolja, bodo ta znanja prenesli v srednjo šolo, na fakulteto in kasneje na svoja delovna mesta. S tem se zmanjšujejo tveganje za poklicne poškodbe in obolenja v kasnejšem življenju. Seveda je treba učinke spremljati in ovrednotiti tudi konkretno na ravni posamezne šole, saj se rezultati lahko razlikujejo glede na izvedbo in kontekst. Kljub temu večina raziskav in praktičnih poročil potrjuje, da je vlaganje v šolsko ergonomijo smiselno tako z vidika dobiti učencev kot z vidika pedagoških rezultatov.

Dobre ergonomske prakse v šolah lahko preprečijo nastanek mišično-skeletnih težav, izboljšajo koncentracijo ter prispevajo k boljšim učnim dosežkom. Te prakse vključujejo vrsto strategij, od zasnove pohištva do integracije tehnologije in izobraževalnih programov. V preglednici 1 so predstavljeni primeri učinkovitih ergonomsko-praktičnih ukrepov, kot jih navajajo izpostavljeni raziskovalni članki.

Preglednica 1 Primeri dobre prakse ergonomije v šolah v tujini

Kategorija	Opis ukrepa	Vir
Ergonomska zasnova pohištva	Prilagojene mize in stoli: zasnovani so glede na telesne mere učencev osnovnih šol, pri čemer so določene specifične mere za višino, širino in dolžino miz ter za višino stolov in dimenzije sedeža.	Lin in Kang (2013)
	Izbira materialov: uporaba materialov, kot je akacijev les, prispeva k ergonomični zasnovi ter zagotavlja trajnost in udobje pohištva.	Lin in Kang (2013)
Izobraževalni programi	Programi ozaveščanja o ergonomiji: npr. program Ergonomics, Movement & Posture (EMP) v Izraelu, ki učence osnovnih šol izobražuje o uravnoteženi drži in pravih gibčnih vzorcih ter preprečuje mišično-skeletno nelagodje.	Heyman in Dekel (2009)
Tehnološka integracija	Kognitivna ergonomika v računalniških laboratorijih: postavitve računalniških delovnih mest je optimizirana po smernicah kognitivne ergonomike, kar zmanjšuje kognitivno obremenitev in izboljšuje uporabnost tehnologije.	Papakitsos in Chorozeoglou (2016)
Okoljske prilagoditve	Ustrezna osvetlitev, prezračevanje in nadzor temperature: ti ukrepi prispevajo k fizičnemu udobju učencev ter podpirajo njihovo koncentracijo in motivacijo.	Santos idr. (2025)
Politika in usposabljanje	Javni predpisi in usposabljanje: spodbujajo financiranje, profesionalno usposabljanje ter sprejemanje ergonomskih standardov, kar olajša implementacijo ergonomsko-praktičnih rešitev v javnih šolah.	Santos idr. (2025)
Makroergonomija	Integracija ergonomskih načel v nacionalne izobraževalne kurikule in programe usposabljanja učiteljev, kar omogoča širšo osredotočenost na celostno ergonomsko obliko šolskega okolja.	Legg in Jacobs (2008)

Čeprav ti primeri ilustrirajo učinkovite ergonomske prakse, je treba opozoriti na izzive in omejitve njihove izvedbe. Finančne omejitve, neustrezna infrastruktura in pomanjkanje usposabljanja med učitelji ter vodstvenimi delavci lahko ovirajo uvedbo ergonomsko-praktičnih rešitev v šolskem okolju. Poleg tega je potrebna širša osredotočenost na makroergonomijo, ki vključuje integracijo ergonomskih načel v nacionalne izobraževalne kurikule ter programe usposabljanja učiteljev (Legg in Jacobs, 2008). Reševanje teh izzivov zahteva usklajen napor politikov, izobraževalcev in ergonomskih strokovnjakov, da se zagotovi, da bodo vsi učenci uživali v zdravem in podporno oblikovanem učnem okolju.

Zaključek

Celosten pristop k ergonomiji v šolskem prostoru je več kot zgolj tehnična prilagoditev – gre za strateško usmeritev, ki prepleta fizične, digitalne in okoljske ukrepe ter tako prispeva k celostnemu razvoju učencev. Kot navajajo raziskave, pravilno prilagojeno šolsko pohištvo in optimalno urejene učilnice ne le zmanjšujejo telesne obremenitve, ampak tudi izboljšujejo ko-

gnitivno učinkovitost (Legg, 2007; Podrekar Loredan idr., 2022). Učenci, ki imajo zagotovljeno ustrezno osvetlitev, svež zrak in možnost gibanja, se lažje koncentrirajo in dosegajo višje učne rezultate.

Pri tem ne moremo zanemariti tudi digitalne ergonomije, saj pravilna uporaba računalnikov, tablic in drugih tehnoloških naprav preprečuje utrujenost oči in telesne težave, ki lahko negativno vplivajo na zdravje ter učno uspešnost (Afterman, 2019; Reid in Portelli, 2015). Pomembnost ergonomije pa se ne konča zgolj pri fizičnih in digitalnih prilagoditvah. Sodelovanje vseh deležnikov – učiteljev, šolskega vodstva, staršev in ergonomskih strokovnjakov – je ključno za uspešno implementacijo teh ukrepov. Kot poudarja članek, ima vlogo vsakega posameznika v šolskem okolju pomemben vpliv na to, kako se ergonomija prepleta z učnim procesom in kako se oblikujejo zdrave navade, ki učence spremljajo vse življenje (Jayaratne, 2012; Legg in Jacobs, 2008).

Zaključek temelji na ugotovitvi, da ergonomija v šolskem prostoru ni zgolj stroškovna obremenitev, temveč dolgoročna naložba v zdravje in uspeh prihodnjih generacij. S pravilno integracijo ergonomskih načel – kot so prilagoditev pohištva, ustrezna razsvetljava, redni gibalni odmori in digitalni odmori – ter z doslednim sodelovanjem vseh vpletenih lahko šole oblikujejo varno, spodbudno in inovativno učilno okolje. Tako se gradi temelj trajnostnih učnih praks, ki prispeva k boljšemu telesnemu počutju, izboljšani koncentraciji in zmanjšanju tveganja za kronične težave, kar so ključni dejavniki tako za strokovni kot osebni razvoj učencev.

Literatura

- Abrahams, S., Ellapen, A. S., Van Heerden, T. J., in Vanker, R. (2011). The impact of habitual school bag carriage on the health of pubescent scholars and lifestyle. *African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance*, 17(2), 763–772.
- Afterman, M. M. (2019). Ergonomics in elementary school: A multifaceted approach for laptop computers in the classroom. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 63(1), 868–872.
- Baloch, R. M., Nichole Maesano, C., Christoffersen, J., Mandin, C., Csobod, E., de Oliveira Fernandes, E., in Annesi-Maesano, I. (2021). Daylight and school performance in European schoolchildren. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 258.
- Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y., in Barrett, L. (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment*, 89, 118–133.
- Bellia, L., Pedace, A., in Barbato, G. (2013). Lighting in educational environments. *Building and Environment*, 68, 50–65.

- Bhat, S. S., Kumar S., V., Dhanwadkar, S. S., in Kumari N. B., A. (2018). Schoolbag weight limit: Should there be a cut off? *International Journal of Contemporary Pediatrics*, 6(1), 106–109.
- Castellucci, I., Arezes, P., in Molenbroek, J. (2014). Applied anthropometrics in school furniture design: Which criteria should be used for standardization. V T. Abraham, W. Karwowsky in T. Marek (ur.), *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, AHFE 2014* (str. 1030–1040). Jagiellonian University.
- Chiang, H. A., in Liu, C.-H. (2016). Exploration of the associations of touch-screen tablet computer usage and musculoskeletal discomfort. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 53(4), 917–925.
- Ciccarelli, M. L., in Harris, C.-J. C. (2013). Children's computer interaction in schools: A case study for promoting healthy computer use. V *CHI '13 extended abstracts on human factors in computing systems* (str. 673–678). Association for Computing Machinery.
- Diacio, S. B. (2014). Effects of noise pollution in the learning environment on cognitive performances. *Liceo Journal of Higher Education Research*, 10(1), 83.
- Dockrell, S., Simms, C., in Blake, C. (2013). Schoolbag weight limit: Can it be defined? *Journal of School Health*, 83(5), 368–377.
- Fošnarič, S., in Delčnjak Smrečnik, I. (2009). Teža šolskih torbic kot obremenilen dejavnik težav s hrbtenico. *Pedagoška obzorja*, 24(1), 123–133.
- Gaoua, N. (2011). The effects of heat exposure on cognitive performance. V *Qatar Foundation Annual Research Forum Proceedings* (št. 1, str. BMO4). Bloomsbury Qatar Foundation Journals.
- Hadžomerović, A. M., Jaganjac, A., Avdic, D., Pašalić, A., Kaljić, E., Domljan, D., in Omerović, E. (2018). School bags and associated back pain. *Journal of Health Sciences*, 8(1), 10–19.
- Heyman, E., in Dekel, H. (2009). Ergonomics for children: An educational program for elementary school. *Work*, 32(3), 261–265.
- Howie, E. K., Coenen, P., Campbell, A. C., Ranelli, S., in Straker, L. M. (2017). Head, trunk and arm posture amplitude and variation, muscle activity, sedentarity and physical activity of 3 to 5 year-old children during tablet computer use compared to television watching and toy play. *Applied Ergonomics*, 65, 41–50.
- Jayarathne, K. (2012). Ergonomic considerations in school environments: The need for widening the scope. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41(S1), 5543–5546.
- Kim, C.-H., Mun, M.-G. in Jang, A.-S. (2006). An ergonomic study of school environment and desks/chairs in incheon Metropolitan area. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 25(2), 173–179.
- Lauder, W., Burton, C., Roxburgh, C. M., Themessl-Huber, M., O'Neill, M., in Abu-

- bakari, A.-R. (2010). Psychosocial health and health-related quality of life in school pupils 11-18 years. *Journal of Clinical Nursing*, 19(13-14), 1821-1829.
- Legg, S. J. (2007). Ergonomics in schools. *Ergonomics*, 50(10), 1523-1529.
- Legg, S., in Jacobs, K. (2008). Ergonomics for schools. *WORK: A Journal of Prevention Assessment and Rehabilitation*, 31(4), 489-493.
- Lin, R., in Kang, Y. (2013). Ergonomic design of desk and chair for primary school students in Taiwan. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 4(1), 1-6.
- Mackey, M., Leaver, A., Radas, A., Shirley, D., Chau, J., Engelen, L., in Bauman, A. (2015). Do ergonomic and education interventions reduce prolonged occupational sitting? A randomised controlled trial. *Physiotherapy*, 101, e844.
- Naserpour, M., Jafari, M. J., Monazzam, M. R., in Saremi, M. (2014). A study of students cognitive performance under noise exposure, using continuous performance test 'study on the effects of noise on cognitive performances.' *Journal of Health and Safety at Work*, 4(1), 41-54.
- Neill, S., in Etheridge, R. (2008). Flexible learning spaces: The integration of pedagogy, physical design, and instructional technology. *Marketing Education Review*, 18(1), 47-53.
- Ospina-Mateus, H., Niño-Prada, B., Tilbe-Ayola, K., in Contreras-Ortiz, S. (2017). Ergonomic and biomechanical evaluation of the use of computers, tablets and smart phones by children: A pilot study. V I. Torres, J. Bustamante in D. Sierra (ur.), *VII Latin American congress on biomedical engineering CLAIB 2016* (str. 423-426). Springer.
- Oyewole, S. A., Haight, J. M., in Freivalds, A. (2010). The ergonomic design of classroom furniture/computer work station for first graders in the elementary school. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(4), 437-447.
- Papakitsos, E. C., in Chorozioglou, G. V. (2016). Cognitive and space ergonomics in the schools computer laboratories. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*. https://www.openarchives.gr/aggregator-openarchives/edm/pasithee/000038-_2286
- Paraizo, C., in de Moraes, A. (2012). An ergonomic study on the biomechanical consequences in children, generated by the use of computers at school. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41(S1), 857-862.
- Podrekar Loredan, N., Kastelic, K., Burnard, M. D., in Šarabon, N. (2022). Ergonomic evaluation of school furniture in Slovenia: From primary school to university. *Work*, 73(1), 229-245.
- Radas, A., Mackey, M., Leaver, A., Bouvier, A.-L., Chau, J. Y., Shirley, D., in Bauman, A. (2013). Evaluation of ergonomic and education interventions to reduce occupational sitting in office-based university workers: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 14, 330.

- Rai, A., in Agarawal, S. (2013). Back problems due to heavy backpacks in school children. *IOSR Journal Of Humanities And Social Science*, 10(6), 22–26.
- Reid, S., in Portelli, A. (2015). The effects of 'text neck' on head repositioning accuracy: A two group comparative study. *Physiotherapy*, 101, e1270.
- Sansal, K. E. (2012). *Time-dependent effects of indoor lighting on well-being and academic performance* [Neobjavljena doktorska disertacija]. University College London.
- Santos, L. L., Costa, C., Cutrim, F. M., in Vilhena, W. L. D. (2025). Ergonomia na escola. *FIEP Bulletin On-Line*, 95(1). <https://doi.org/10.16887/5t1roq25>
- Sarlati, S., Haron, Z., Yahya, K., Darus, N., Dimon, N., in Athari, P. (2014). The importance of acoustic quality in classroom. *Jurnal Teknologi*, 70(7), 71–76
- Sellschop, I., Myezwa, H., Mudzi, W., in Mbambo-Kekana, N. (2015). The effect of a computer-related ergonomic intervention program on learners in a school environment. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 51(4), 869–877.
- Smith, T. J. (2013). Designing learning environments to promote student learning: Ergonomics in all but name. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 44(S1), 39–60.
- Therisa, K. K., in Sony, M. (2016). Enhancing impact of ergonomics in educational institutions: theoretical foundations and practical viewpoints. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 6(2), 133–146.
- Wallace, A. L., Swartz, A. M., Cho, C. C., Kaiver, C. M., Sullivan, R. M., in Lisdahl, K. M. (2022). Stand-biased desks impact on cognition in elementary students using a within-classroom crossover design. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5684.
- Watson, A. J., Timperio, A., Brown, H., in Hesketh, K. D. (2019). Process evaluation of a classroom active break (ACTI-BREAK) program for improving academic-related and physical activity outcomes for students in years 3 and 4. *BMC Public Health*, 19, 633.
- Winterbottom, M., in Wilkins, A. (2009). Lighting and discomfort in the classroom. *Journal of Environmental Psychology*, 29(1), 63–75.
- Zhao, L., Xiong, X., Zhu, S., Wu, Y., Yu, M., in Di, Y. (2017). Flexible manufacturing technology for children's customized furniture. V *2017 International conference on advanced materials science and civil engineering (AMSCE 2017)* (str. 60–64). Atlantis Press.

Ergonomics in the School Environment as a Basis for Sustainable Learning Practices: Examples of Different Approaches and Impact on Students

This paper investigates how a comprehensive application of ergonomic principles in schools contributes to sustainable learning and pupil health. Through a systematic literature review and multiple-case analysis, we demonstrate that

properly adjusted furniture, optimized lighting, scheduled movement breaks and deliberate use of digital devices all exert statistically significant effects on reducing musculoskeletal complaints, enhancing concentration and lowering absenteeism. The review follows the PRISMA 2020 protocol and synthesises 46 empirical studies selected from 512 initial records retrieved from Web of Science, Scopus and ERIC (2010–2024). Data were examined using combined thematic breakdown and synthesis. We report key findings on physical and digital ergonomics, the integration of ergonomic principles into teaching practice, and macro-ergonomic aspects of school management. Embedding ergonomics within pedagogy emerges as a decisive factor for long-term gains in learning outcomes and pupils' well-being, illustrated with best-practice examples from domestic and international schools. Overall, the evidence supports the thesis that systematically planned ergonomic measures create a safe and reliable learning environment capable of improving both student health and academic performance.

Keywords: ergonomics, school environment, learning process, physical health, sustainable learning practices