

# Meteoroloogiliste teadmiste test õpilaste ilmakirjaoskuse hindamiseks

Kristel Uiboupin<sup>a1</sup>, Krista Uibu<sup>b</sup>, Piia Post<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Tartu Ülikooli füüsika instituut

<sup>b</sup> Tartu Ülikooli haridusteaduste instituut

## Annotatsioon

Hea ilmakirjaoskus on vajalik igas vanuses, kuid selle omandamist tuleks alustada varases koolieas. Siinses uuringus töötati välja meteoroloogiliste teadmiste test (MET-test), mille abil saab hinnata esimese kooliastme õpilaste ilmakirjaoskust: oskust lugeda ilmainfot kirjeldustest ja prognoosidest, hinnata vaatluste põhjal ilma ning tõlgendada infot, toetudes teadmistele ilmaelementidest ja -nähtustest. Samuti saab testiga hinnata õpilaste teadmiste taset, otsustamaks nende osalemise üle ilmaandmeid edastavas harrastusteaduslikus projektis. Uuringusse kaasati 735 eesti õppekeelega 3. klasside õpilast. Testiga hinnati õpilaste arusaamist ilmaelementidest ja -nähtustest hetkeilma vaatluste ja ilmaprognooside kaudu. MET-testi küsimused jaotati testi lahendustulemuste alusel kolmele tasemele. Selgus, et õpilased teavad rohkem sademetest ja temperatuurist, vähem pilvisusest ja tuulest. Üksikelementide ja -nähtuste mõistmisest keerulisemad olid ülesanded, kus nähtused ja elemendid esinesid kombineeritult. Õpilaste arusaamist ilmaprognoosist mõjutas ka prognoosi esitusviis. Seejuures osutus raskeimaks sidustekstina esitatud prognoos. Samuti osutus õpilaste jaoks keeruliseks ilmaolukordade põhjendamine loodusteaduslikule teadmisele tuginevalt. Uuringu tulemused suunavad mõtlema, kuidas kujundada õpilaste ilmakirjaoskust koolis, kas ja kuidas käsitleda ohtlikke ilmaolukordi, kuidas tuleks hinnata ilma mõju õpilasele ja ümbritsevale keskkonnale, et õpilane tajuks paremini võimalikke kaasnevaid riske.

**Võtmesõnad:** ilmakirjaoskus, meteoroloogiliste teadmiste hindamine, esimene kooliaste

<sup>1</sup> Füüsika instituut, Tartu Ülikool, W. Ostwaldi 1, 50411 Tartu; kristel.uiboupin@ut.ee.

## Sissejuhatus

Ilmaga puutuvad inimesed kokku iga päev ja ilm mõjutab inimeste tegevust sõltumata geograafilisest asukohast, vanusest ja teistest taustateguritest. Ilma kaudu tajutakse muutusi looduskeskkonnas ja seostatakse neid kliimamuutustega (Zuydam *et al.*, 2023; van Tilburg & Hudson, 2022). Ilmainfo on inimese jaoks oluline eriti ohtlike või äärmuslike ilmanähtuste ja -olude korral, mis võivad tekitada kahju tema tervisele või varale (Kox & Thieken, 2017). Lisaks on ilmainfo väärtuslik erinevatele valdkondlikele tegevustele, näiteks transpordile, põllumajandusele, metsandusele, rahvatervisele (Ebi *et al.*, 2021). Ilmainfoga puututakse kokku kas tavakasutaja või professionaali tasemel. Ilmainfo koguja ja töötaja on tavaliselt professionaal meteoteenistuses või -instituudis. Ilmainfo tarbijateks on aga inimesed, kelle ilmateadmistes võivad olla suured erinevused.

Ilmainfo võib olla edastatud hetke- või minevikuilma kirjelduste, lähitundide või -päevade ilmaprognoside, aga ka ohtlike ilmanähtuste hoiatustena. Selleks, et mõista mitmekesisist ilmainfot ning asjakohaselt käituda, on inimestel tarvis teadmisi ilmast (Agdas *et al.*, 2017; Fleischhut *et al.*, 2020; Kox & Thieken, 2017). Eriti oluline on teada, kuidas tegutseda ohtlike ilmanähtuste korral, sest keerulistes (ilma)oludes on vajalik teha turvalisi valikuid, võtmata asjatuid riske. Ühelt poolt ei võimalda puudulikud teadmised teha inimestel parimaid ja ohutumaid otsuseid keerulistes oludes, teisalt hindavad kehvemate ilmateadmistega inimesed enda ilmakirjaoskust üle (Nunley & Sherman-Morris, 2020).

Inimtekkelise kliimamuutuse tõttu räägitakse palju ohtlike ilmastikunähtuste sagenemisest. Põhja-Euroopas, sealhulgas Eestis, on ohtlikest nähtusest sagenenud kuumalained ning tugevad vihmasajud (Climate Change 2021, *s. a.*). Ohtlikud ja keerulised ilmastikunähtused ja -olud haavavad ennekõike eakaid ja lapsi, mõjutades nende vaimset ja füüsilist tervist (Barkin *et al.*, 2021). Kuna soovitakse, et lapsed veedaksid enam aega õues värskes õhus, kus ilm mõjutab nende füüsilist tegevust (Harrison *et al.*, 2017), on olulised laste teadmised ilma kohta.

Kuigi inimesed kasutavad ilmateadmisi iga päev, on siiski vähe teada, kui võrd head nende teadmised tegelikult on (Nunley & Sherman-Morris, 2020), eriti vähe infot on laste kohta (Henriques, 2002). Eelnevad uuringud on korraldatud eesmärgiga hinnata inimeste ilmateadmisi pigem üksikute ohtlike ilmanähtuste, nt tornaadode või troopiliste tsüklonite kohta (Drake, 2012; Ripberger *et al.*, 2019). Samuti on uuritud ilmanähtustega seotud mõistete kujunemist ning neist arusaamist (Malleus *et al.*, 2016, 2017), ilmateadmistega kaasnevaid väärarusaamasid (Henriques, 2002) ning erinevate ilmainfo allikate tähtsust ja

seda, kui sagedasti neid allikaid kasutatakse. Lisaks on uuritud, kuidas ilmainfot prognooside kaudu kõige otstarbekamalt esitada (Gómez *et al.*, 2021; Sivle *et al.*, 2014; Stephens *et al.*, 2019) ning kuidas infot mõistetakse ning milliseid otsuseid selle põhjal vastu võetakse.

Nii on ilmateadmiste uurimisel olnud fookus peamiselt täiskasvanute teadmistel ning osaoskustel. Laste ilmakirjaoskust on seni uuritud enamasti ilmastikunähtuste tekkepõhjuste ja protsessi kirjeldustega seoses (Malleus *et al.*, 2016, 2017), kuid vähe on pööratud tähelepanu laiemale ilmaga seotud teadmisele. Ometi jõuavad ilm ja ilmaga seotud info kõikideni ühtmoodi, sõltumata vanusest ja (eel)teadmistest. Siinses uuringus töötati välja meteoroloogiliste teadmiste test (MET-test), mille abil saab hinnata esimese kooliastme õpilaste ilmakirjaoskust, oskust lugeda ilmakirjeldusi ja ilmainfot prognoosidest, hinnata ilma vaatluste põhjal ning tõlgendada saadud infot, toetudes teadmistele ilmaelementidest ja -nähtustest. Edaspidi on planeeritud kasutada MET-testi ilmaga seonduvas harrastusteaduslikus tegevuses, et hinnata, kas selles vanuses õpilastel on piisavalt teadmisi ja oskusi, et koguda ja edastada lihtsamaid ilmaandmeid.

## Teoreetiline raamistik

### Ilmakirjaoskuse mõiste

Kirjaoskusel on oluline tähtsus valdkondlikes arusaamistes. Knobeli (2017) järgi on eri liiki kirjaoskusi ja need ei ole staatilised, vaid muutuvad sõltuvalt eesmärgist, kontekstist ja osalejatest, kui kasutusele võetakse uued tööriistad, oskused ja teadmised. Loodusteaduslik kirjaoskus hõlmab loodusteaduslike kontseptsioonide ja teooriate omandamist, aineteadmiste rakendamist, valdkonnaga seotud hoiakuid ja huvi, samuti teadusliku meetodi mõistmist. Eestis on uuritud loodusteaduslikku kirjaoskust nii lähtuvalt õpilase teadmiste arengust kui ka õpetaja valmisolekust kasutada erinevaid meetodeid õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse arendamisel (Rannikmäe *et al.*, 2017).

Loodusteadusliku kirjaoskuse puhul on sagedasti seatud fookusesse kas keskkond laiemalt (Maa süsteemid, kliima, atmosfäär või veeringe) või on neid käsitletud eraldi kirjaoskustena (ESLI, 2010; NOAA Climate.gov, 2009). USA riiklik ookeani- ja atmosfääriamet (ingl NOAA) on sõnastanud kliimakirjaoskuse osana loodusteaduslikust kirjaoskusest: see on arusaamine, kuidas inimene mõjutab kliimat ning kuidas kliima mõjutab inimest ja kogu ühiskonda. Kliimakirjaoskuses määratletakse kliimateadliku inimese teadmised ja oskused mõista Maa kliimasüsteemi toimimist, hinnata kliima kohta käiva teabe usaldusväärsust ning oskust jagada kliima ja kliimamuutuste kohta mõtestatud

teavet, teha teadlikke ja vastutustundlikke otsuseid kliimat mõjutavate tegevuste kohta. Ilmakirjaoskust ja -teadmisi omakorda saab käsitleda kliimakirjaoskuse osana (AAAS, s. a.; NOAA Climate.gov, 2009). Ilma ja kliimat uurivad ja tutvustavad asutused ja organisatsioonid (nt Royal Meteorological Society, NOAA Climate gov, National Geographic) käsitlevad ilma- ja kliimateemasid sidusalt eesmärgiga kasvatada valdkondlikku teadlikkust.

Fleischhut (2020) on defineerinud ilmakirjaoskuse kui võime mõista ilmaga seonduvaid riske, näha ette ja kohaneda raskete ning keeruliste ilmaoludega, eristades kaht peamist kompetentsi: arusaamine ilmariskidest ning ilma-prognoosides esitatud tõenäosuse ja määramatuse kaudu ilmaga seonduvast infost (nt äikese võimalus 30%, sajuvõimalus 80% jne). Seniste uuringute põhjal selgub, et ilmakirjaoskust (ingl *weather literacy*) on uuritud pigem vähe (Nunley & Sherman-Morris, 2020) ning mõistet on hakatud rohkem kasutama võrdlemisi hiljuti (Fleischhut *et al.*, 2020; Nunley & Sherman-Morris, 2020). Nii on ilmateadmisi kirjeldatud pigem ilmaelementide ja -nähtuste märkamise kaudu, määratlemata seda ilmakirjaoskusena (Drake, 2012; Gómez *et al.*, 2021; Ripberger *et al.*, 2019; Sivle *et al.*, 2014; Stephens *et al.*, 2019). Ilmaelemendid on näiteks õhutemperatuur, tuule kiirus, õhuniiskus, õhurõhk. Ilmanähtused (sh atmosfäärinähtused) on maapinnal ja õhus (atmosfääris) toimuvad protsessid, mida ei saa tavaliselt otseselt mõõta.

Uus-Meremaal on Wilf Malcolmi haridusuuringute instituudi juhtimisel loodud riiklikult toetatud õpikeskkond Science Learning Hub, mille üldises loodushariduslikus sisus käsitletakse eraldi ka kliimat ja ilma ning pööratakse tähelepanu ilmakirjaoskusele. Ilmakirjaoskus jagatakse temaatiliselt viieks teemaks: ilm üldiselt ja selle prognoos; tsüklonid ja orkaanid; veeringe; äike ja vihm; kaitse ilma eest (Science Learning Hub, s. a.).

Kokkuvõtlikult võib öelda, et ilmakirjaoskuse kujundamine on osa kliimamuutustega kohanemise tegevustest. Mõistet „ilmakirjaoskus“ on defineerinud peamiselt organisatsioonid, kes vastutavad ilmaandmete kogumise ja ilma-prognooside koostamise eest kõrgel teaduslikul tasemel ja on võtnud enda kanda ka üldsuse harimise ja teavitamise kliima- ning ilmateemadel. Kliimamuutuste tõttu on aina olulisemaks muutunud laste ja õpilaste ilmakirjaoskuse kujundamine, et nad oskaks ennast hoida ja kaitsta uutes ning muutunud ilmaoludes, millega nad seni pole harjunud (nt intensiivsetest sadudest kõrgete õhutemperatuurideni). Siinses artiklis käsitletakse ilmakirjaoskust kui oskust lugeda ilmakirjeldusi ja prognoosis sisalduvat ilmainfot, hinnata ilma vaatluste põhjal ning saadud infot tõlgendada, toetudes teadmiste ilmaelementidest ja -nähtustest, ning oskust kasutada seda teadmist erinevates kontekstides ja situatsioonides.

## Õpilaste ilmakirjaoskuse kujundamine

Kokkupuude ilmaga on lapse jaoks igapäevane ja eluline kogemus ning lähtub konkreetsest olukorrast, seepärast sobib käsitleda ilmateemat eri vanuses ja eri võimekusega lastega. Esimese kooliastme õpilased on võimelised eelnevale kogemusele toetudes aru saama lihtsamatest seostest, sündmuste põhjustest ja tagajärgedest (Vosniadou & Brewer, 1987). Põhikooli riikliku õppekava (PRÕK, 2011, 2014) järgi eeldatakse õpilaselt oskust vaadelda, märgata, mõista ja selgitada ilmanähtusi, luua põhjuslikke seoseid ning suutlikkust väärtustada looduses viibimist. Koolieelses eas lapselt oodatakse oskust ilma vaadelda ja kirjeldada ning märgata muutusi looduses (Koolieelse lasteasutuse riiklik õppekava, 2008). Sarnaselt Eestiga käsitletakse näiteks Hispaanias nooremas koolieas selliseid ilmateemasid nagu sademed ja veeringe (sh vee olekud ja olekute muutus) ning nende teemade sügavama käsitluseni jõutakse teises kooliastmes (Barrutia *et al.*, 2021). Ilmakirjaoskuse kujundamisel esimeses kooliastmes tuleb arvestada, et selles vanuses õpilased omandavad teadmisi tavamõistete tasemel, kuid neile tuleks pakkuda võimalusi ka tavamõistetelt teadusmõistetele üleminekuks (Kikas, 2010).

Ameerika Teaduse Edendamise Assotsiatsioon (AAAS) on koostanud kontseptuaalse raamistiku, kuidas kujundada õpilaste loodusteaduslikku, matemaatilist ja tehnoloogilist kirjaoskust lasteaiast gümnaasiumi lõpuni väga erinevate teemavaldkondade kaupa. Loodud raamistik sisaldab ilma ja kliima teemat ning selle fookuses on temperatuur ja tuul, veeringe, atmosfäär ja kliimamuutused. Nii saavad õpilased esmase ülevaate õhumasside liikumisest Maal ning teadmise sellest, et õhumasside liikumist ja koosmõju kasutatakse ilma ennustamisel (AAAS, *s. a.*). Ka Eestis käsitletakse lasteaias vee aineolekuid ja nende üleminekuid ühest faasist teise, vee aurumist ja temperatuuri ning sademete kogust sõltuvalt aastaegadest. AAAS-i raamistiku järgi on esimeses kooliastmes eakohane käsitleda ilmanähtusi, mida kirjeldatakse kui mõõdetavaid suurusi (temperatuur, tuule kiirus ja suund ning sademed), pilvede koostist (vesi, jääkristallid), ning süvendada laste arusaamist vee aurumisest. Näiteks kui vedel vesi „kaob“ ja aurustub, siis saab seda protsessi tagasi pöörata, ning aurustunud vesi saab ühel hetkel taas veeks või hoopis tahke vormi – sõltuvalt vee külmumispunktist (AAAS, *s. a.*).

Ilmateemade käsitlemisel võivad õpilastel kujuneda väärarusaamad. Näiteks loovad lapsed seoseid ilmanähtuse ning sellega seotud sündmuste vahel: tuul põhjustab *cirrus*-liiki pilvi (kiudpilvi), torm vihmapiilvi ja lumi rümpilvi (Malleus *et al.*, 2017). Väärarusaamad, kus seostatakse korraga erinevaid nähtusi omavahel, luues põhjus-tagajärg-seoseid, on näiteks arvamus, et pilved koosnevad suitsust, sadu ja pilved on teineteisest sõltumatud või härmatis

langeb taevast. Henriques (2002) nimetab väärarusaamade kujunemise põhjuseks ilmaga seotud füüsiliste kontseptsioonide mittemõistmist. Füüsiliste kontseptsioonide all nimetab Henriques vee aineolekuid, olekute muutust ja vee ringkäiku, pilvede moodustumist ja sademeid, kasvuhooneefekti ja kliima soojenemist.

### Ilmakirjaoskuse hindamine erinevate ülesannete abil

Ilmaolude hindamine on seotud ilmainfo töötlemise, ilmaprognooside lugemise ja tõlgendamisega. Ilmanähtustest arusaamiseks peab lapsel olema oskus nähtusi hinnata, kriitiliselt mõelda ja järeldada (Krathwohl, 2002). Ilmakirjaoskus tähendab mõistmist, kuidas ilmainfot töödelda, ilmaprognoose lugeda ja tõlgendada. Seejuures on oluline valida teemad vastavalt laste huvile, kasutada eakohaseid ülesandeid ja meetodeid (Käsper *et al.*, 2020). Alustada sobib ilmavaatluste ja hetkeilma määramise ning kirjeldamisega, seejärel saab liikuda vaatluste põhjal järelduste tegemisele, hinnata lähiaja ilma ning võtta vastu reaalelulisi otsuseid. Ülesanded, mis selleks sobivad, on ilmavaatlused, ilmteadete kuulamine ning ilma üle arutlemine, näiteks pereringis ilmteadete vaatamine.

Infost arusaamist mõjutavad nii lapse võimed, kuuldud või loetud tekst ise, püstitatud ülesanne, laste eelteadmised kui ka kontekst (Bursuck & Damer, 2011). Varasemad uuringud on näidanud, et parema kognitiivse võimekusega õpilased seostavad infot paremini (Schroeder, 2011). Nende oskuste kujundamiseks saab ilmteavet hankida ja lugeda erinevatest allikatest (nt prognoosid visuaalselt, tekstina ja kuulates).

Laste ilmakirjaoskuse arendamiseks ja hindamiseks sobivad ülesanded, mis eeldavad eri tasandi kognitiivsete oskuste rakendamist. Tervikpildi loomiseks kombineeritakse eri tasandi oskusi, näiteks vaatlus- ja uurimisoskust ning oskust põhjendada ja selgitada. Toetamaks arusaamisega õppimist, soovivad Pianta ja Hamre (2009) kasutada erinevaid ülesandeid ja meetodeid: täpsustavate küsimuste esitamist eelteadmiste aktiveerimiseks ja seoste loomiseks; avatud küsimusi, et suunata õpilasi mõtlema (Nystrand *et al.*, 2003; Uibu *et al.*, 2016). Enim levinud viis hinnata arusaamist on esitada küsimusi sisu kohta (Nystrand *et al.*, 2003). Kui õpetajad koostavad küsimusi teadmiste kontrolli eesmärgil, nii et vastus on neile endile teada ja selge, siis eeldavad need küsimused õpilaselt tihti lühivastuseid (Uibu *et al.*, 2016). Peamine eesmärk on sel juhul otsene õpetamine ja õppimine. Laste ilmakirjaoskuse arendamiseks võib konstrueerida lihtsamaid küsimusi (nt õhutemperatuuri ja sademete kohta), millele vastamine eeldab õpilaselt teadmist, arusaamist ja teadmiste rakendamist, kuid kasutada tuleks ka keerulisemaid ülesandeid. Nendeks sobivad

arutelu ergutavad küsimused „Kuidas?“, „Miks?“ ja „Mida võib selle põhjal järeldada?“ ning graafikute lugemine. Sellised ülesanded nõuavad õpilastelt analüüsi- ja hindamisoskuse rakendamist. Noorema kooliastme õpilastele võib pakkuda ülesandeid, kus on kombineeritud mitu ilmaelementi ja -nähtust. Üks võimalus muuta ülesandeid keerukamaks on siduda vaatluse teel saadud ilmainfo prognoosiga, lugeda ilmainfot erinevatest allikatest, võrrelda neid ja teha selle põhjal järeldusi. Järelduste tegemine eeldab lisaks teadmistele ilmanähtuste kohta kriitilise mõtlemise oskust (Paas *et al.*, 2003).

### Eesmärk ja uurimisküsimused

Uurimuse eesmärk oli koostada meteoroloogiliste teadmiste test (MET-test), mille abil hinnata esimese kooliastme õpilaste ilmakirjaoskust: oskust lugeda ilmainfot ilmakirjeldustest ja -prognoosidest, hinnata ilma vaatluste põhjal ning infot tõlgendada, toetudes teadmistele ilmaelementidest ja -nähtustest. Samuti saab testi abil hinnata, kas õpilaste teadmiste tase on piisav harrastusteaduslikus projektis osalemiseks ning ilmaandmete edastamiseks.

Eesmärgi täitmiseks püstitati kaks uurimisküsimust.

- 1) Kuidas jaotuvad MET-testi küsimused erinevatele keerukuse tasemetele?
- 2) Missugused ilmaelemendid on esimese kooliastme õpilastele raskemini mõistetavad?

### Metoodika

#### Valim ja protseduur

Valimisse kuulus 732 eesti õppekeeleaga 3. klassi õpilast, kellest 351 olid poisid ja 381 tüdrukud. Uuringusse sooviti kaasata õpilasi üle Eesti, nii et igast maakonnast oleks esindatud vähemalt kaks kooli. Esialgne kutse saadeti 76 koolile, millest osales uuringus 32 kooli 13 maakonnast. Esindatud olid nii suured kui ka väikesed koolid linna- ja maapiirkonnast, samuti era- ja munitsipaalkoolid.

Lapsevanematelt küsiti kirjalik nõusolek õpilaste osalemiseks uuringus. Et koolidel oleks võimalik valida testi läbiviimiseks sobiv aeg, kestis testimisperiood kuu aega. Juurdepääs elektroonilisele testile avati vaid kooli valitud päevaks. Testimise viis läbi õpetaja, kellele oli eelnevalt tutvustatud testi näidisversiooni, mille kaudu sai ta tutvuda testi tehnilise lahendusega ning valmistuda testi korraldamiseks. Õpilased täitsid testi klassis õppetöö ajal, tehniliste probleemide korral aitas õpetaja õpilasi. Õpilastel oli testi täitmiseks aega vähemalt 45 minutit.

## Mõõtevahend

### MET-testi koostamise raamistik

Meteoroloogiliste teadmiste testi arendamisel seati eesmärgiks katta võimalikult laialt esimese kooliastme õpilasele sobivad ilmaga seonduvad teemad ja tegevused, mitte keskenduda ühele-kahele ilmaelemendile või osaoskusele. Testi sisu väljatöötamisel tugineti ilmakirjaoskuse põhialustele ning põhikooli riiklikule õppekavale (PRÕK, 2011, 2014), mis sätestavad meteoroloogiaga seotud õppesisu esimeses kooliastmes ja meteoroloogia valdkonnas olulised ülekantavate oskuste tasemed. Ilmaolude hindamine, sellega seotud info töötlemine, prognooside lugemise oskus ning järelduste tegemine eeldavad teadmisi ilmaelementidest ja -nähtustest, kuna prognoosid sisaldavad parameetritena pilvisust, sademeid, õhuniiskust, tuule suunda ja kiirust, õhutemperatuuri ja täiendavaid ilmanähtusi (Keskkonnaagentuur, 2019).

Ilmaelemendid on füüsikalised suurused (nt õhutemperatuur, tuule kiirus, õhuniiskus), millega iseloomustatakse ilma – neil on arvväärtus ja ühik ning neid on võimalik mõõta. Ilmanähtused on maapinnal ja õhus toimuvad protsessid, mida otseselt mõõta ei saa, kuid nende esinemist saab kindlaks teha vaatluse teel. Ilmanähtused on näiteks pilved, vihm, lumi, rahe, äike, udu, kaste, tuisk.

Meteoroloogilist seiret, sealhulgas ilmaprognooside koostamist, reguleeritakse keskkonnaseire seaduse ning vastavate alamprogrammide kaudu (Keskkonnaagentuur, 2019; RKP määrus, 2017). Seire käigus kogutud andmed on riskisutuses rahvusvaheliselt ning seetõttu toetutakse seire läbiviimisel ka erinevatele WMO juhendmaterjalidele (Keskkonnaagentuur, 2019; WMO, 2018). Tavakasutaja saab info hetkeilma kohta vaatluste teel või ilmateenistuste pakutud vaatluste põhjal. Ajas ettevaatavat ilmainfot pakub ilmateenistus prognoosidega, mille esitusviise on erinevaid (Martin *et al.*, 2007). Infot ilma kohta võib edastada mitmel viisil, näiteks graafiliste esitlustena nii televisioonis kui ka internetis, kus on kasutatud ikoone ja teisi pildilisi märke. Graafilise edastusviisi kõrval on ka verbaalne edastusviis, näiteks raadiost tulev ilmateade (Martin *et al.*, 2007). Ilma mõistmiseks ei piisa ainult elementide ja nähtuste teadmistest, olulisel kohal on ka vaatlus- ning uurimisoskused (PRÕK, 2011, 2014; WMO, 2018).

Meteoroloogias mõõdetavatest ilmaelementidest ja -nähtustest (WMO, 2018) käsitletakse esimese kooliastme loodusõpetuses (PRÕK, 2011, 2014) pilvisust, tuult, temperatuuri ja sademeid (vihm, lumi); hetkeilma vaatlemist ning võrdlemist prognoosiga. Õppe-eesmärkide ja saavutatud õpitulemustena nimetatakse oskust ilma vaadelda, seda kirjeldada ja märgata muutusi looduses. Eespool nimetatut on aluseks edasisele ilmakirjaoskuse arendamisele koolis (PRÕK, 2011, 2014).



## MET-testi arendamise protsess

MET-test loodi hindamaks õpilaste üldist meteoroloogiliste teadmiste ja oskuste taset. Test sisaldab küsimusi nelja ilmanähtuse ja -elemendi – sademete, tuule, pilvisuse ja temperatuuri – ning nende kombinatsioonide kohta erinevates olukordades ja kontekstides. Testi koostamine koosnes neljast etapist, mida on kirjeldatud tabelis 1.

**Tabel 1.** MET-testi arendamisprotsessi neli etappi

Etapp	Testi arendajad	Tegevus	Protsessi tulemus
<b>I etapp</b>	Ekspert-rühm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilmaelementide ja nähtuste valimine</li> <li>• Ilmainfo leidmise erinevate allikate, situatsioonide ja kontekstide määramine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatuur, sademed, tuul, pilvisus, kompleksed nähtused</li> <li>• Ilmavaatlused video, foto põhjal; ilmainfo saamine mobiilirakendusest ja sidustekstilisest prognoosist</li> </ul>
<b>II etapp</b>	Ekspert-rühm + õpetajad + õpilased	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MET-testi esmase versiooni loomine ja testimine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Õpilaste rühmaga (N = 18) MET-testi esmase versiooni lahendamine</li> <li>• Avatud küsimustega esmase versiooni koostamine</li> </ul>
<b>III etapp</b>	Ekspert-rühm + õpetajad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MET-testi arendamine saadud tagasiside põhjal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Õpilaste pakutud vastuste kasutamine vastusevariantidena valikvastustega testi koostamisel</li> <li>• Testi meteoroloogilise sisu, eakohasuse ja tekstist arusaadavuse hindamine ekspertide ja õpetajate poolt</li> </ul>
<b>IV etapp</b>	Ekspert-rühm + õpetajad + õpilased	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MET-testi lõpliku versiooni piloteerimine ja viimistlemine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rühma õpilastega (N = 63) MET-testi lõpliku versiooni lahendamine, seejärel testi sõnastuse täpsustamine</li> </ul>

Testi arendati kolmeliikmelise ekspertrühma, kolme klassiõpetaja ning kahe õpilasarühma tihedas koostöös. Esimeses etapis määras ekspertrühm testi meteoroloogilise ainesisu, mis hõlmaks järgmisi teemasid: ilmaelemendid ja -nähtused, ilmavaatlusoskused, ilmainfo saamine prognoosidest ja hetkeilmast. Teises etapis loodi testi esialgne versioon, töötati välja erinevaid küsimusi nelja mahukama ülesande jaoks, lähtudes kokkulepitud teemadest. Esmane MET-test koosnes peamiselt avatud küsimustest, millele vastas 18 õpilast, kelle vastuseid kasutati valikvastustega testi loomisel. Nii näiteks lisati küsimusele (D03) „Mis on uduline?“ vastusevariant „Uduline on lõkkesuitsust tekkinud toss, mis toob kaasa nähtavuse vähenemise“. Testi valiidsuse suurendamiseks

analüüsisid kolmandas etapis testi küsimusi ja ülesandeid eksperdid ning esimeses ja teises kooliastmes töötavad erialase ettevalmistusega õpetajad. Nende tagasiside alusel kohandati ülesandeid ja täiendati testi, keskendudes meteoroloogilisele täpsusele, sõnastuse selgusele ja ülesannete vanuselisele sobivusele. Neljandas etapis lahendas rühm õpilasi lõplikku mitmikvalikvastustega testi. MET-testi usaldusväärsuse hindamiseks arvutati nii kogu testi sisereliaablus kui ka testi komponentide sisereliaablused, kasutades Cronbachi  $\alpha$  koefitsienti. Testi sisereliaablus oli kõrge:  $\alpha = 0,907$ ; ülesannete sisereliaablused jäid vahemikku 0,6–0,86 (vt tabelit 2).

**Tabel 2.** MET-testi ja selle komponentide sisereliaablused

MET-test	Ilmaprognoos graafiliselt (sh piktogramm)	Hetkeilma vaatlus videolt	Hetkeilma vaatlus fotolt	Ilmaprognoos sõnaliselt (sidustekst)
0,91	0,73	0,76	0,76	0,86
Temperatuur	Pilvisus	Sademed	Tuul	Kombineeritud nähtused
0,72	0,77	0,67	0,60	0,80

### Ülevaade MET-testist

MET-test on veebipõhine küsimustik, mis koosneb neljast mahukast põhiülesandest (A, B, C, D), kus ilmaandmed on esitatud erineval kujul. Kahes ülesandes (B, C) vaatlevad õpilased hetkeilma ning peavad tegema vaatluste põhjal järeldusi. Ülesandesse B on lisatud lumesaju video, ülesandesse C aga foto, mis on tehtud nn kalasilma objektiiviga kogu taevasfäärist. Nii video kui ka foto põhjal esitatakse erinevaid küsimusi, mis on seotud ilmaelementide ja -nähtuste vaatlemise, uurimise ning neile tuginevate järelduste tegemisega. Ülesannetes A ja D tuleb lugeda ilmaprognoosi ning hinnata selle põhjal lähiajal saabuvat ilma, sealhulgas võtta vastu reaalelulisi otsuseid. Ülesandes A on ilmaprognoos esitatud graafiliselt sarnaselt Soome Meteoroloogiainstituudi (FMI) mobiilirakendusega (vt joonist 1) ning info on esitatud arvude ja piktogrammidenähtude kujutab päikesepaistelisel selget ilma joonistatud päike). FMI mobiilirakendus valiti seepärast, et seda saaksid õpilased kasutada ka harrastusteadlastena ise vaatlusandmete edastamiseks. Ülesandes D on ilmaprognoos esitatud sidustekstina nagu ajalehtedes või ilmateenistuse kodulehel. Kuna kokkupuude ilmaga on igapäevane ja eluline tegevus, lisati testi ka küsimusi, mille sisu ei hõlma otseselt üldhariduses käsitletavaid teemasid, vaid lähtub laiemalt igapäevaelust ja -olukorrast ning mitteformaalsest haridusest.

Alloleval pildil on nädala ilmaprognoos ning täpsem ülevaade kolmapäevasest ilmast. Tutvu prognoosiga ja vasta selle põhjal küsimustele.



**Joonis 1.** Ülesandes A on kasutatud Soome Meteoroloogiainstituudi (FMI) mobiilirakenduses esitatud graafilist ilmaprognoosi.

Iga ülesanne sisaldab 10–20 küsimust temperatuuri, sademete, pilvisuse, tuule ja nende kombinatsioonide kohta (nn kombineeritud küsimused) (vt tabelit 3). Kokku on testis 62 küsimust. Kõiki ilmaelemente ei ole käsitletud võrdsel määral, kuna ka looduses ei esine ilmastikunähtusi ühepalju ning mõned elemendid on omavahel rohkem seotud. Näiteks on pilved ja sademed osa veeringest, samas kui temperatuuri ja tuule omavaheline seos pole otsene.

**Tabel 3.** Küsimuste arv ülesannetes

Ülesannete liigitus	Küsimuste arv ilmaelementide ja -nähtuste kaupa					
	Temperatuur	Pilvisus	Sademed	Tuul	Kombineeritud ilmaelemendid ja -nähtused	Kokku
(A) Ilmaprognoos graafiliselt	11	0	2	4	3	20
(B) Hetkeilma vaatlus videolt	2	2	5	2	3	14
(C) Hetkeilma vaatlus fotolt	0	4	0	2	4	10
(D) Ilmaprognoos tekstina	1	4	1	4	8	18
<b>Kokku</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>62</b>

Ülesannete koostamisel lähtuti põhimõttest, et need oleksid mitmekesised ja õpilasele lahendamiseks huvitavad. Küsimuste keerukus varieerus, st küsimused, kus tuli vaadelda ilma ja kirjeldada seda, mida nähti, võrrelda arve omavahel, on sobivad lahendamiseks esimese kooliastme õpilastele. Teadlikult valiti ka keerukamaid küsimusi, mis eeldavad õpilaselt vaatlus- ja uurimisoskuste rakendamise kõrval loodusteaduslikke teadmisi, protsesside seostamist ning selgitamist.

MET-testi täitmiseks kasutati Tartu Ülikooli Limesurvey elektroonilist keskkonda ning andmeid koguti, salvestati ja säilitati kooskõlas andmekaitse põhimõtetega. MET-test sisaldab 1) mitme valikvastusega küsimusi, millel on üks õige valik; 2) mitme valikvastusega küsimusi, millel on mitu õiget valikut; 3) maatriks-tüüpi küsimusi; 4) avatud vastusega küsimusi. Maatriks-tüüpi küsimused on konstrueeritud tabelina, milles valikute hulk sõltub tabeli suurusest (nt  $2 \times 3$  tabelis on 6 võimalikku valikut,  $3 \times 4$  tabelis 12 võimalikku valikut), ning neid on kasutatud ilmaelementide ja -nähtuste ajaliste muutuste kirjeldamiseks.

## Analüüs ja tulemused

### Andmete kodeerimine

Testi loomise eesmärk oli koostada vahend õpilaste ilmakirjaoskuse hindamiseks. Eesmärgi saavutamiseks peab testis olema lihtsamaid ja keerukamaid ülesandeid, et jaotada õpilaste teadmised ja oskused võimalikult laiale skaalale. Ülesannete keerukus võib tuleneda kas ilmaelemendi või -nähtuse enda keerukusest ehk konkreetsele kooliastmele veel raskesti mõistetavast loodusteaduslikust sisust või ka küsimuse esituse keerukusest. Viimane võib olla tingitud õpilasele vajalike ülekantavate oskuste puudumisest, näiteks ei tunne õpilane tekstis kasutatud sõnu või puudub tal eakohane funktsionaalne lugemis-oskus või ei oska ta reaalelulistest ülesannetes arvutada.

Selleks, et hinnata, kas test sisaldab erineva keerukusega ülesandeid, jagati kõik ülesanded ja nende küsimused keerukuse tasemetele, kasutades selleks konkreetse valimi poolt antud vastuseid. Allpool kirjeldame protsessi, mille alusel see toimus.

Testiga kogutud õpilaste vastused kodeeriti binaarsete tunnustena, väärtustega 0 ja 1. Üks punkt anti nii õige valiku tegemise kui ka vale valiku tegemata jätmise eest, seda nii ühe kui mitme õige valikuga ülesannete puhul, samuti maatriks-tüüpi ülesannetes. Vastusevariant „ei tea“ andis ülesande eest 0 punkti. Enamasti oli iga küsimuse eest võimalik saada 4–8 punkti, aga test sisaldas ka üht 1-punktilist ning üht 24-punktilist küsimust. 1-punktiline ülesanne oli

vabavastusega, milles paluti nimetada lumesajuga kaasnedavad ohtlikud olukorrad (0 – ei olnud nimetatud ühtegi lumesajuga kaasnevat ohtlikku olukorda, 1 – nimetatud oli vähemalt üks lumesajuga kaasnevat ohtlikku olukorda), 24-punktiline küsimus oli seotud tuule suundade määramisega. Testis oli kuus küsimust, mida eelnevale küsimusele valesti vastanud õpilasele ei kuvatud, kuna küsimusele vastuse andmine oleks olnud juhuslik, mitte teadmiste toetuv. Kuvamata küsimused kodeeriti väärtusega 0.

Selleks, et küsimuste tulemused oleksid võrreldavad, standardiseeriti need vahemikus 0–1. Iga küsimuse lahendatud tulemuste põhjal leiti keskvärtus, mille alusel moodustati kolm tasemerühma küsimuste keerukuse kohta ilmaelementide ja -nähtuste kaupa: I tase (lihtne); II tase (keskmine) ja III tase (keeruline) (vt tabelit 4). Testi läbinud õpilaste arv ( $N = 732$ ) oli piisav, et määrata lahendatud tulemuste alusel küsimused, mis olid lahendatud paremini (lihtsamad küsimused) ning mis olid lahendatud halvemini (keerukamad küsimused). Kõige enam oli MET-testis keskmisel tasemel küsimusi, kõige vähem lihtsaid küsimusi.

**Tabel 4.** MET-testis esitatud küsimuste arvud ilmaelementide ja -nähtuste keerukuse tasemetega kaupa

Küsimuste tasemed	Küsimuste arvud					
	Temperatuur	Pilvisus	Sademed	Tuul	Kombineeritud ülesanded	Kokku
I lihtne	5	2	3	1	0	11
II keskmine	7	3	4	6	10	30
III keeruline	2	5	1	5	8	21
<b>Kokku</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>62</b>

*Märkus.* MET-testi küsimused erinevates keerukuse tasemetes vastuste keskvärtuste  $m$  alusel. I tase, kui  $0,8 \leq m < 1,0$ ; II tase, kui  $0,6 \leq m < 0,8$ ; III tase, kui  $0,0 \leq m < 0,6$ .

Kasutusele võetud kodeeritud vastuste tulemusi võrreldi õigesti vastanute kodeerimata tulemuste osakaaluga: kui palju vastajaid kogu vastajate arvust valis õige vastuse (vt tabelit 5). Suures osas tulemused kattuvad. Erinevused tekkisid ühe õige valikuga küsimuste puhul, mil kasutusele võetud kodeerimismetoodika annab kõrgema tulemuse, võrreldes õigesti vastanute kodeerimata tulemuste osakaaluga, juhul kui vastusevariantide arv on suurem kui neli. Kõige suuremad erinevused tekkisid siis, kui vastamisel sai valida 8–9 vastusevariandi vahel. Kodeerimismetoodika valikul kaaluti mitmeid võimalusi. Siinkirjeldatu juurde jäädi põhjusel, et see oli parim eriliigiliste küsimuste võrreldavatele alustele viimiseks.

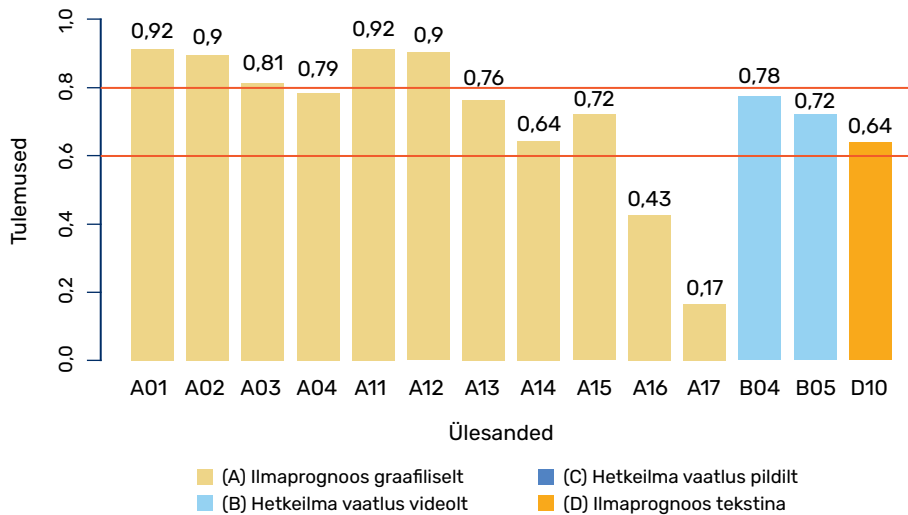
**Tabel 5.** Kodeerimismetoodikate võrdlus õigesti vastanute suhtarvudega ühe õige valikuga küsimuste puhul

Küsimus	Ühel küsimusel 1–4 vastusevarianti		Ühel küsimusel 5–9 vastusevarianti	
	Kodeerimata õigete vastuste osakaal (%)	Kodeeritud õigete vastuste osakaal (%)	Kodeerimata õigete vastuste osakaal (%)	Kodeeritud õigete vastuste osakaal (%)
<b>B04</b>	79	78		
<b>C02</b>	97	96		
<b>D12</b>	75	71		
<b>A13</b>			60	76
<b>A18</b>			52	75
<b>B09</b>			63	81

## Tulemused ilmaelementide kaupa

### Temperatuur

Temperatuurist arusaamine aitab langetada vajalikke otsuseid, kuidas ilmale vastavalt tegevusi kohandada, näiteks riietuse valik. Oluline on temperatuuri mõistest arusaamine nii arvvaatuse, päevade või kellaaegade temperatuuride võrdluses kui ka temperatuuri arvvaatuse seostamine tegelikult tajutava ilmaga subjektiivsel skaalal „soe-külm“. Temperatuuriga seotud ülesanded on keskmise raskusega või lihtsamad: neljateistkümnest ülesandest viis kuuluvad I tasemele (lihtne), seitse II tasemele (keskmise) ning vaid kaks III tasemele (keeruline) (vt joonist 2). Erinevad värvid joonisel tähistavad ülesandeid A, B, C ja D. Joonis annab ülevaate, millises ulatuses ilmaelementid ja -nähtused ülesannetes esinevad. Taevafotolt on võimatu temperatuuri lugeda, seepärast puuduvad ülesandest C temperatuuriga seotud küsimused.



**Joonis 2.** Temperatuuri ülesannete jaotus tasemete kaupa vastuste keskvärtuse  $m$  järgi.

*Märkus.* I tase, kui  $0,8 \leq m < 1,0$ ; II tase, kui  $0,6 \leq m < 0,8$ ; III tase, kui  $0,0 \leq m < 0,6$ .

Küsimustele, mis sisaldasid mõistet „temperatuur“ (ilmaprognoos graafiliselt (A) ning hetkeilmavaatlus videolt (B)), vastasid õpilased väga hästi, võrreldes teiste nähtustega (pilved, sademed, tuul, ilmanähtused kombineeritult). Õpilastele lihtsamate küsimuste hulgas oli õige vastuse leidmiseks vaja kasutada matemaatilisi operatsioone: leida madalaim ja kõrgeim väärtus; võrrelda arvvaartusi või leida nende vahe (temperatuuri muutus päeva jooksul). Kõige paremini oli vastatud küsimustele, kus tuli graafilist ilmaprognoosi uurides leida kõige kõrgem või madalam temperatuur päeva või nädala jooksul ja võrrelda arvvaartusi kvalitatiivselt „soojem-külmem“ skaalal (A01, A02, A03, A11, A12).

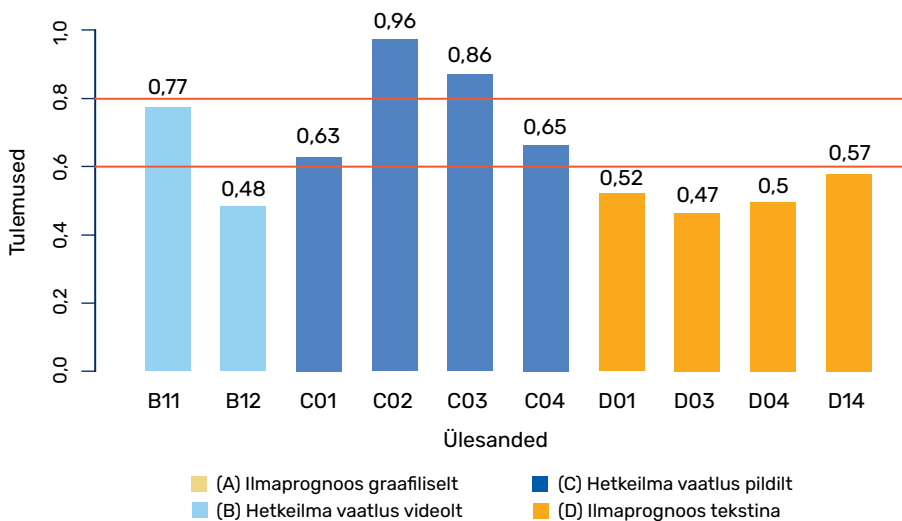
Mõnevõrra keerukamad (II tase) olid küsimused, kui oli tarvis leida maksimaalne temperatuuride erinevus kahe päeva arvestuses ja esitada tulemus arvvaartusena (A04). Enamikus II taseme küsimustes pidi õpilane põhjendada või selgitama nähtust või situatsiooni või seostama nähtusi omavahel. Näiteks küsimuse „Miks õhtuti temperatuur langeb?“ (A13) puhul pidi õpilane teadma, et mida kõrgemal on päike, seda kõrgem on temperatuur. Siin olid ka ülesanded, kus eeldati seose teadmist õhutemperatuuri ja sademete liigi vahel (B04). Samuti paluti hinnata, kas lume esinemise korral on õhutemperatuur pigem kõrgem või madalam kui  $0^{\circ}\text{C}$  (B05). Temperatuuri kohta oli ka küsimus, milles paluti seostada temperatuuri väärtust prognoosiga (D10).

Vastajate jaoks osutusid keeruliseks küsimused, mis sisaldasid mõisteid, mida suure tõenäosusega koolis ei käsitleta, kuid mis esinevad tihti ilmakirjeldustes

ning -prognoosides ning on olulised ilma seisundi hindamisel, nt „tajutav temperatuur“ (A14, A15, A16), või küsimus, kus prognoosi infole tuginedes tuli leida võimalik seos õhutemperatuuri ja tajutava temperatuuri vahel (A17). Tajutava temperatuuri ülesanded toodi sisse seepärast, et FMI rakenduses on see ilmaelement esitatud piktogrammiga. Tajutav temperatuur on väga praktiline näidik, mille abil saab hinnata temperatuuri ja tuule koosmõju tegelikule külmatundele. Tavainimese, sealhulgas lapse jaoks polegi oluline täpselt mõista, kuidas see temperatuur arvutatakse, vaid et see näitab ilma tajumist subjektiivsel „soe-külm“ skaalal.

## Pilvisus

Pilvedega seotud ülesanded olid pigem keerukad: kaks ülesannet olid I tasemel, kolm ülesannet II tasemel ja viis ülesannet III tasemel (vt joonist 3).



**Joonis 3.** Pilvisuse ülesannete jaotus tasemete kaupa lahenduste keskvärtuse  $m$  järgi.

*Märkus.* I tase, kui  $0,8 \leq m < 1,0$ ; II tase, kui  $0,6 \leq m < 0,8$ ; III tase, kui  $0,0 \leq m < 0,6$ .

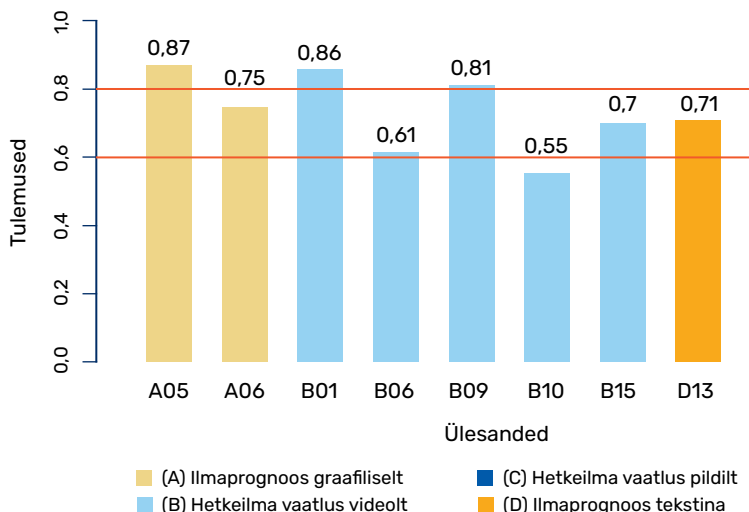
I taseme ülesannetes tuli määrata fotode järgi pilveliigid ning hinnata, kas tegemist on sajupilvedega või mitte (C02, C03). Keerulisem oli vastata küsimustele, kus paluti hinnata, kas taevast on selge või mitte (B11), ning määrata, kui suur osa taevast on kaetud pilvedega (C01). Viimane oli võrdlusülesanne, kus tuli foto järgi määrata osa suurust tervikust. Samuti oli keskmise keerukusega ülesanne, kus tuli põhjendada otsust, kas tegemist on vihmapiilvedega (C04).



III taseme keerukate ülesannete hulka liigitati need, mis nõudsid pilvisusega seotud mõistete (*pilves ilm, pilves selgimistega, uduvine*) (D01, D03, D04) tundmist või sidustekstina esitatud prognoosi alusel pilvede hulga määramist (D14), samuti nähtuste või situatsioonide selgitamist (nt küsimus, milliste tunnuste põhjal saab vaatluse käigus määrata, kas taevas on selge või mitte (B12), või prognoosile tuginedes hinnata pilvede hulka ühel või teisel päeval (D14)). Pilvede küsimused sidustekstina esitatud prognoosis ülesandes D olid kõik keerukad.

## Sademed

Otseselt sademetega seotud ülesandeid oli kõige vähem ( $N = 8$ ) ning need olid pigem keskmise keerukusega (vt joonist 4).



**Joonis 4.** Sademete ülesannete jaotus tasemete kaupa lahenduste keskväärte  $m$  järgi.

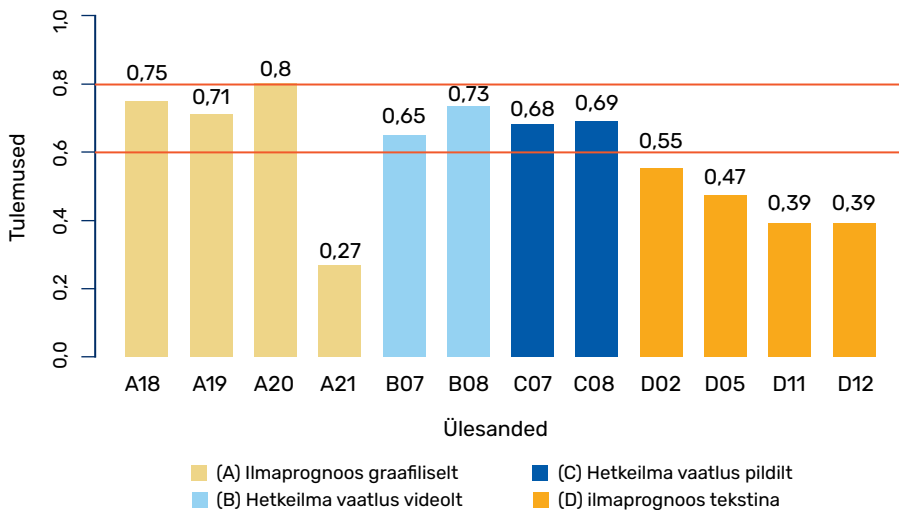
*Märkus.* I tase, kui  $0,8 \leq m < 1,0$ ; II tase, kui  $0,6 \leq m < 0,8$ ; III tase, kui  $0,0 \leq m < 0,6$ .

I taseme ülesannetes tuli prognoosi põhjal hinnata, millistel päevadel esineb sademeid (A05), määrata videost vaatluse teel sademete liik (B01) ning anda hinnang lumikatte paksusele (B09). Keskmiselt keerukates küsimustes tuli määrata piktogrammi alusel nädala jooksul esinev sademeliik. Õpilased tundsid paremini ära vihma, vähem lund ja lörtsi (A06). Vähetuntud sademed nagu rahe, lörts ja jääkruubid on testi sisse toodud seepärast, et lapsed oskaksid neid märgata ning ise harrastusteadlasena andmeid edastada. Siin oli ka küsimus, kus tuli hinnata sajuvõimalust prognoosis (D13) või määrata sademeliik aine oleku muutuste kontekstis (B06) ning nimetada lumesajuga kaasnevad ohtlikud

olukorrad (B15). Lumesadu võib sõltuvalt selle intensiivsusest ning muudest kaasnevatest nähtustest (nt tugev tuul) põhjustada väga ohtlikke olukordi. Kõige keerulisem oli küsimus, kus tuli selgitada, milliste tunnuste põhjal on tehtud vaatlustulemuste otsused lumekihi paksuse kohta (B10).

## Tuul

Tuulega seotud küsimusi on kõikides ülesannetes, kokku kaksteist. Tuulega seotud küsimused olid vastajaile pigem keerukad (vt joonist 5).



**Joonis 5.** Tuule ülesannete jaotus tasemete kaupa lahenduste keskväertuse  $m$  järgi.

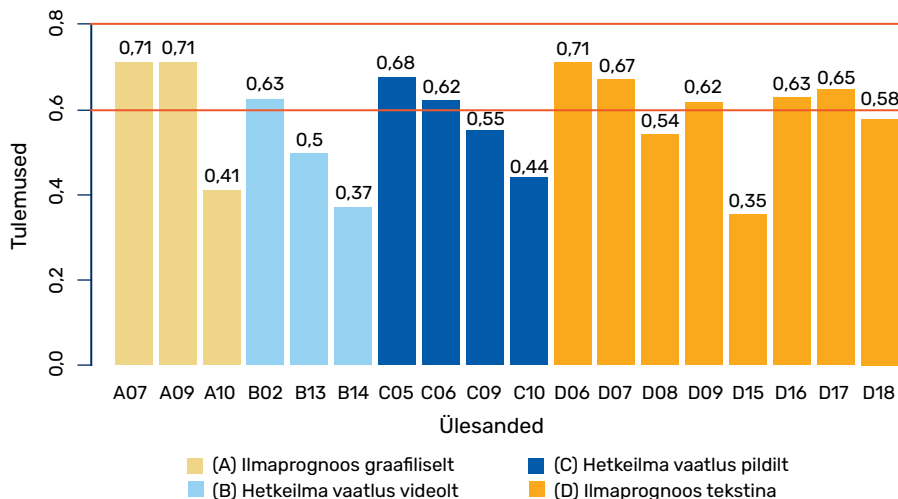
*Märkus.* I tase, kui  $0,8 \leq m < 1,0$ ; II tase, kui  $0,6 \leq m < 0,8$ ; III tase, kui  $0,0 \leq m < 0,6$ .

Lihtsaks liigitus küsimus, kus tuli graafilise ilmaprognoosi põhjal määrata tuule suunad ning nende muutus päeva jooksul (A20). Tuule suunad olid prognoosis esitatud tingmärkidena ning neile olid lisatud selgitused (vt joonist 1 eespool). Keskmiselt keerukad olid küsimused, kus tuli välja selgitada, kas fotol või videos esines tuul (B07, C07), ning põhjendada antud hinnangut kaasnevate nähtuste abil nagu okste liikumine või sademete langemise suund (B08, C08). Samuti kuulus sellesse rühma ülesanne, kus tuli anda tähendus prognoosis esinevale tingmärgile nagu tuule suund ja kiirus (A18) ning hinnata tuule kiiruse muutust päeva jooksul erinevate kellaaegade kaupa (A19). Keerukaks osutusid ülesanded, mis sisaldasid nii tuule kiiruse kui ka suunaga seotud laiemat konteksti, näiteks anda selgitus mõistele „puhangud“ (D05) ning hinnang puhangu tugevusele kahe päeva võrdluses, põhjendades seda ilmaprognoosis toodud infoga (D11, D12). Ühtlasi kuulus siia rühma ka küsimus, kus tuli määrata tuule suuna muutus päeva jooksul (A21) ning selgitada sisuliselt, mida tähendab

tuule suund (D02). Selgus, et õpilased saavad päris hästi aru sellest, et kagutuul puhub kagust, aga ei suuda seostada, et samal ajal puhub kagutuul loodesse. Tuleb tõdeda, et esimese kooliastme õppija jaoks liialt keeruliseks osutunud küsimused olid enamikus seotud tuule suunaga.

### Kombineeritud ilmanähtused ja -elemendid

Kõige enam ( $N = 18$ ) oli testis küsimusi, kus ilmaelemente oli põimitud omavahel (vt joonist 6). Need sisaldasid mitme ilmaelemendi või -nähtuse kombinatsiooni käsitlemist erinevas situatsioonis, nähtuse või ilmasündmuse põhjendamist mitme ilmaelemendi ja -nähtuse abil või ilmakirjelduse ja/või -prognoosi seostamist teatud geograafilise piirkonna või aastaajaga.



**Joonis 6.** Kombineeritud ülesannete jaotus tasemete kaupa lahenduste keskvaertuse  $m$  järgi.

*Märkus.* I tase, kui  $0,8 \leq m < 1,0$ ; II tase, kui  $0,6 \leq m < 0,8$ ; III tase, kui  $0,0 \leq m < 0,6$ .

Kombineeritud küsimused on keerukamad, nõudes erineva info seostamist, samuti teadmisi ilmaelementide ja -nähtuste kohta. Seetõttu ei kuulu ükski selle rühma küsimus lihtsate ülesannete hulka. II tasemele liigitus kümme ja III tasemele kaheksa küsimust.

II taseme küsimuste hulgas oli vaja määrata tuule suunda või sajuala asukohta, näiteks „Määra kaardil piirkond, kus sajab kolmapäeval lörtsi“ (D06, D07, D09). Samuti paluti õpilasel graafilise ilmaprognoosi temperatuuri ja sademete väärtuste alusel hinnata, millisel aastaajal on sellised temperatuurid või sademed võimalikud (A09, A10), seostada sademete liiki aine olekuga (B02),

määrata päevaega (hommik, lõuna, õhtu) vaatluse põhjal ning põhjendada valikut (C05, C06). Siia kuulusid ka prognoosi põhjal ilmamuutuse analüüs (A07, D16) ja analüüsile tuginedes õuetegevusteks sobiva päeva valimine (D17). Toome näite ülesandest D, kus ilmateade esitati järgneva tekstiga. Raadiost loeti ette ilmateade.

*Kolmapäeval on pilves ilm. Hommikul algab saartelt vihmased ja on ka uduvint. Päeval sajab Ida-Eestis lörtsi. Puhub kagu- ja lõunatuul 6–12, rannikul puhanguti kuni 17 m/s. Õhutemperatuur on 1...6, saartel kuni 8 °C.*

*Neljapäeva hommikul on pilves selgimistega ilm, tugevneb kagu- ja lõunatuul 8–13, puhanguti 15–18 m/s, õhtul pöördub edelasse ja nõrgeneb. Õhutemperatuur on 5...10 °C.*

Sellele järgnes ühe õige valikuga küsimus (D17):

*Kummal päeval sa lähleksid matkale?*

- *Kolmapäeval*
- *Neljapäeval*
- *Ei tea*

See küsimus oli D ülesannete rühmas järjekorras seitsmeteistkümnes. Eelnevates küsimustes oli õpilane juba analüüsinud erinevaid nähtusi ja olukordi. Järgnev küsimus (D18) nõudis põhjendust, mille alusel tehti otsus matkapäeva kohta.

III tasemel olid küsimused tuule suuna määramise kohta kaardilt, päevaaja määramine vaatluse põhjal (B13), prognoosi sobitamine aastaaja ja hetkeilmaga (A10, C09, C10), õuetegevusteks sobiva ilma valiku põhjendamine, tuginedes sademe- ja temperatuuriinfole (D18). Küsimus C10 oli tehniliselt veidi erinev, kuna see esitati ainult sellele vastajale, kes ei nõustunud eelnevas küsimuses (C09) vaatlustulemuse ja prognoosi kattuvusega. Seda arvesse võttes leidis vaatlustulemustele sobiva ilmaprognoosi 57,6% õpilastest.

## Arutelu

Olukorras, kus äärmuslike ja ohtlike ilmanähtuste hulk kasvab, on vajalik hea ilmakirjaoskus: oluline on mõista ilmateateid ja -hoiatusi ning osata saadud infot kasutada erinevates olukordades. Mõistmise aluseks on ilmaga seotud teadmised, oskused ning harjumused, mille omandamine algab varases eas.

Lisaks pakuvad ilma jälgimine ja vaatluste tegemine võimalust süvendada laste huvi loodusteaduste vastu (Phillips *et al.*, 2019) ning oskust hakkama saada ohtlikes olukordades. Tuginedes ilmakirjaoskuse põhialustele ning põhikooli riikliku õppekavale (PRÕK, 2011, 2014), seati testi koostamisel eesmärgiks katta võimalikult ulatuslikult esimese kooliastme õpilasele sobivad ilmaga seonduvad teemad ja tegevused.

Vastamaks esimesele uurimisküsimusele, kuidas jaotuvad MET-testi küsimused erinevatele keerukuse tasemetele, jaotati kõik need kolme taseme vahel. Lihtsad küsimused olid sellised, kus õpilane pidi sooritama lihtsa matemaatilise tehte, näiteks leidma kõrgeima ja madalaima väärtuse või kahe suuruse vahe ja võrdlema suurusi. Selline jaotus on kooskõlas põhikooli riikliku õppekava (2011, 2014) nõuetega. Samuti kuulusid sellesse rühma küsimused, kus tuli kasutada vaid vaatlusoskusi ehk lihtsamaid kognitiivseid oskusi (Krathwohl, 2002). Näiteks tuli lapsel hinnata vaatluse teel, kui paks lumekiht katab maad. Kuna küsimus nõudis matemaatilisi teadmisi ja matemaatilist selgitust, osutus see õpilastele loodusteaduslikku selgitust nõudvatest küsimustest lihtsamaks. Kombineeritud küsimusi, kus tuli kasutada keerukamat infotöötlmist, näiteks seostada ja analüüsida mitme ilmaelemendi ja -nähtuse kombinatsiooni (Krathwohl, 2002), lihtsate ülesannet hulka ei sattunud.

Keskmise taseme küsimuste variatiivsus oli suurem. Sellesse rühma paigutusid nii vaatluste ja põhjendamise kui ka loodusteadusliku ainesisu tundmise ja uurimuslike oskustega seotud, samuti paljud loodusteaduslikku vaatlust ja põhjendamist nõudvad küsimused, näiteks aine olekute tundmine ning ilmasündmuste paigutamine Eesti kaardile. Keskmise keerukusega küsimusi ehk küsimusi, millele osa lapsi vastas õigesti ja osa mitte, oli testis kõige rohkem.

Keeruliseks osutusid pilvisuse küsimused, millest suurem osa sisaldas ilmaprognoosides esinevaid, ent õpilaste jaoks tundmatuid mõisteid. Ka teiste ilmaelementide ja -nähtuste korral ilmnes, et keeruliseks osutusid tundmatuid mõisteid sisaldavad küsimused. Bursuck ja Damer (2011) kinnitavad, et arusaamine on seotud laste eelteadmiste ja sellega, kas laps on mõistega tuttav. Samuti kuulusid keerulisse rühma küsimused, kus paluti olukorda või vaatlustulemust põhjendada või vastata küsimusele „miks?“. Ilmaprognoosides sagedasti kasutatavate mõistete mittetundmine lubab järeldada, et õpilastel ei ole võimalik sidustekstina esitatud ilmaprognoosides kõigest aru saada.

Teiseks otsisime vastust küsimusele, missugused ilmaelemendid on esimese kooliastme õpilastele raskemini mõistetavad. Selgus, et kombineeritud küsimus ehk mitme ilmaelemendi või -nähtuse esinemine ühes küsimuses muudab õige vastuse leidmise õpilasele keerulisemaks, kuna seoste loomine ja analüüsimine nõuavad kõrgemal tasemel kognitiivseid oskusi (Kikas, 2010; Krathwohl, 2002). Näiteks osutus õpilastele väljakutseks ülesanne, kus tekstina kirjeldatud

ilmaelemendi või -nähtuse esinemine tuli paigutada Eesti kaardile („Märgi kaardil, kust algab kolmapäeva hommikul vihasadu“). Õpilaste jaoks oli keeruline nii teksti mõista kui ka ilmakaari määrata.

Kõige lihtsamaks osutusid seevastu sademetega seotud ülesanded ning sademete määramise vaatlemisel. Kuigi visuaalselt osati maha sadanud lumekihi paksust hästi hinnata, ei olnud sademeliikide (v.a vihm) määramine lihtne. Põhjuseks võib olla see, et õpilased ei tunne väga hästi sademeid (nt lumi, lörts, rahe, lumekruubid, jääkruubid) või ei oska seostada neid piktogrammina esitatud sademeliikide tingmärkidega (Sivle *et al.*, 2014). Graafilise prognoosi juurde ei olnud tingmärke selgitavat infot lisatud, kuna eeldati, et märgid on õpilastele arusaadavad. Ühes sademete küsimuses paluti õpilasel nimetada lumesajuga kaasnevaid ohtlikke olukordi. Vähemalt ühe olukorra oskas välja tuua 68% õpilastest. See püstitab küsimuse, kuivõrd on õpilased teadlikud ilmanähtustega kaasnevatest ohtlikest olukordadest. Ilmaga seotud riskide hindamine on osa ilmakirjaoskusest ning ilmakirjaoskus kaldub olema parem neil õpilastel, kes viibivad rohkem õues või uurivad sagedamini ilmaprognoose (Fleischhut *et al.*, 2020).

Võrdlemisi hästi vastati ka temperatuuriga seotud küsimustele. Ilmselt on selle teemaga koolis rohkem tegeldud, korraldatud ilmavaatlusi ja mõõtmisi. Nii oskasid õpilased hästi lugeda informatsiooni temperatuuri kohta graafiliselt prognoosilt, nagu esitatakse FMI mobiilses ilmarakenduses. Samas ei oska nad veel temperatuuri muutust loodusteaduslikult põhjendada, näiteks seostada päeva jooksul päikese kõrgust ja temperatuuri või hinnata sademeliigi järgi võimalikku õhutemperatuuri, mis siinsel laiuskraadil elades võiks saada igapäevateadmiseks. Kõige vähem andsid õpilased õigeid vastuseid küsimusele tajutava temperatuuri kohta, mille kaudu „tõlgivad“ ilmteenistused ilma mõju inimestele: kuidas inimese keha mitme ilmaelemendi koosmõjus temperatuuri tajub. „Tajutava temperatuuri“ mõiste võib olla õpilaste jaoks tundmatu, kuid ometi on see igapäevaelus väga oluline nii äärmuslikult kõrgete kui ka madalate temperatuuride puhul.

Pilvisuse küsimuste hulgas oli kõige rohkem selliseid, mis sisaldasid ilmaprognoosides tavapäraselt esinevaid mõisteid nagu „uduvine“ ja „pilves selgimistega“. Need olid õpilaste jaoks ilmselt tundmatud, ehkki ilma, mille korral neid kasutatakse, esineb Eestis sageli ning seetõttu kasutatakse neid enamikus sidustekstina esitatud ilmatedetes. Kuigi ilmaprognoosist arusaamist eeldatakse õpilaselt ka riiklikus õppekavas (PRÕK, 2011, 2014), selgus siinsest uuringust, et mõistmise tase sõltub prognoosi esitamise viisist. Ilmateate kuulamine ja lugemine sidustekstina on osa ilmakirjaoskusest ning prognoosi mõistmata on keeruline võtta vastu otsuseid tegevusteks välitingimustes, valides näiteks sobivat riietust või päeva. Hästi olid vastatud pilvisuse ja pilvede vaatlemisega

seotud küsimused. Kui fotolt ja videost oskasid õpilased selget ja pilves ilma lihtsasti eristada, siis osutus keerulisemaks kaudse hinnangu andmine. Näiteks küsimusele, kas lumesaju korral on taevas pilves või mitte, ei suutnud kõik õpilased video põhjal õigesti vastata. See tähendab, et nad ei teadnud, et lumesadu on alati seotud pilvedega. Veelgi keerulisem oli hinnata pilvisust kahe päeva võrdluses, kui info oli esitatud sidustekstina. Selle põhjuseks võib olla eespool käsitletud mõistete vähene tundmine, viidates eelteadmiste vähesusele (Bursuck & Damer, 2011).

Tuulega seotud ülesanded olid õpilastele pigem keerulised. Tuul ongi keerukas ilmaelement, sest see on vektoriaalne suurus, millel on nii suund kui ka tugevus (kiirus). Siiski oskasid õpilased graafiliselt esitatud tuule kiiruse muutust päeva jooksul oluliselt paremini hinnata kui tuule suuna muutust. Neil oli keeruline hinnata tuule tugevust vaatluse teel kaudsete tunnuste järgi. Samas on tuule tugevuse määramine looduses esinevate muutuste (puulehtede, okste ja tüvede liikumise) järgi väga vana ja lihtne meetod ning selles eas õpilastele juba arusaadav. Selline tulemus on kooskõlas Agdase jt (2017) uuringu tulemustega: tuule kiiruse hindamine on täpsem, kui sellega kaasneb teisi ilmanähtusi (nt vihm, mis muudab tuule „nähtavaks“) ning tuule kiirus ise on suurem. Õpilastele osutus keeruliseks anda ka hinnangut tuulepuhangute tugevusele sidustekstina esitatud prognoosi järgi kahe päeva võrdluses, kus info oli esitatud ühel juhul kindla suurusena, teisel juhul vahemiksuurusena, näiteks ülesandes „puhanguti kuni 17 m/s ja puhanguti 15–18 m/s“. Selles vanuses lapsed peaksid oskama hinnata ilmaelementide kombineeritud mõju inimkehale ehk teisisõnu saada aru, kuidas ilm neid mõjutab, kui on madalad temperatuurid, millele lisandub tuul, või on niiske õhu korral kõrged temperatuurid.

Esimese kooliastme õpilaste ilmakirjaoskuses on ilmaelementide ja -nähtuste mõistmisel nii prognoose lugedes kui ka ilmavaatlust tehes mitmeid kitsaskohti. Keeruliseks osutus info mõistmine sidustekstina esitatud ilmateates, mis võib olla ainsaks viisiks, kuidas edastatakse infot ulatuslike elektri- ja internetilevi katkestuste korral. Samuti oli õpilaste jaoks pigem keeruline loodusteaduslikule teadmisele tuginedes ilmaolukordi põhjendada (Drake, 2012; Fleischhut *et al.*, 2020). Ometi on selline teadmine vajalik, et teha õigeid otsuseid keeruliste ja ekstreemsete ilmaolude korral.

## Piirangud ja soovitused

Uuringus koostatud MET-testi uudsus peitub ilmaelementide sidumises erinevates situatsioonides (nt tulevikuilma prognoosides ja hetkeilma vaatlustes) ning eri liiki küsimustes, mis muudavad testi vastajale mitmekesisemaks ning annavad vastaja kohta väärtuslikku informatsiooni. Piiranguna tuleb arvesse võtta, et siin kasutati autorite endi koostatud testi, seetõttu on tegemist standardiseerimata testiga. Samuti tuleb arvestada, et testi vastuste kodeerimisel kasutati binaarset süsteemi, kus ühe õige valikuga küsimusel on testi koondskooris suurem osakaal kui mitme õige valikuga küsimusel (nt vastusevariante on enam kui neli). Siiski saab MET-testi kasutada õpilase ilmakirjaoskuse ja -teadmiste arengu jälgimiseks ning ilmaga seonduvas harrastusteaduslikus tegevuses. Harrastusteadus on vabatahtlike ja teadlaste koostöine tegevus teadusuuringutes, mis võimaldab luua uusi teaduspõhiseid teadmisi (Bonney *et al.*, 2016; Phillips *et al.*, 2019). Kõige tuntumaks harrastusteaduslikuks tegevuseks õpilastele on Eestis GLOBE (<https://www.globe.ee/>), kuid sarnaseid tegevusi korraldavad ka ornitoloogid ja botaanikud (nt linnuvaatlused ja -loendused; „Eesti otsib nurmenukke“ jt). Võrreldes ornitoloogiaga on meteoroloogilised vaatlused oluliselt lihtsamad ning sobivad seetõttu ka noorema kooliea õpilastele.

Uuringu tulemuste põhjal soovitame pöörata õpilaste tähelepanu ohtlike ilmaolukordade käsitlemisele ning ilma mõju hindamisele nii endale kui ka ümbritsevale keskkonnale, mõistmaks paremini võimalikke riske. Samuti tuleks koos õpilastega käsitleda rohkem erinevaid ilmainfo allikaid. Peale haridusvaldkonna võiks sarnast testi kasutada ka täiskasvanud harrastusteadlaste testimisel, mis võiks pakkuda huvi keskkonnaagentuurile, kus koondatakse ilmavaatlusandmeid, koostatakse prognoose ning edastatakse inimestele ilmaga seotud hoiatusi. Hea ilmakirjaoskus on kõige jätkusuutlikum strateegia tulevikuks, et tulla toime muutuva kliimaga kaasnevate ekstreemsete ilmaoludega.

## Tänusõnad

Artikli valmimist toetas projekt „Kliimateadlikkus koolist ühiskonda: laste, noorte ja õpetajate võimestamine kliimamuutuste mõjude vähendamiseks“, mida rahastas Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2014–2021 programmi „Kliimamuutuste leevendamine ja nendega kohanemine“ avatud taotlusvoorst.

Täname kõiki uuringus osalenud õpetajaid ja õpilasi. Täname ka Ly Sõõrdi, kes aitas testi lisada Limesurvey keskkonda.



## Kasutatud kirjandus

- Agdas, D., Masters, F. J., & Webster, G. D. (2017). Role of rain as perception aid in assessing wind speeds and associated personal risks. *Weather, Climate, and Society*, 9(2), 227–233. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-15-0038.1>
- Atlas of Science Literacy, Volumes 1 and 2* | American Association for the Advancement of Science (AAAS). (s. a.). Salvestatud 16. jaanuaril 2024, <https://www.aaas.org/resources/atlas-science-literacy>.
- Barkin, J. L., Buoli, M., Curry, C. L., Esenwein, S. A. von, Upadhyay, S., Kearney, M. B., & Mach, K. (2021). Effects of extreme weather events on child mood and behavior. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 63(7), 785–790. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14856>
- Barrutia, O., Ruíz-González, A., Villarroel, J. D., & Díez, J. R. (2021). Primary and secondary students' understanding of the rainfall phenomenon and related water systems: A comparative study of two methodological approaches. *Research in Science Education*, 51(2), 823–844. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9831-2>
- Bonney, R., Phillips, T., Ballard, H. L., & Enck, J. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science (Bristol, England)*, 25(1). <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>
- Bursuck, W. D., & Damer, M. (2011). *Teaching reading to students who are at risk or have disabilities: A multi-tier approach* | WorldCat.org (2nd ed). Pearson, Upper Saddle River, N.J.
- Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. (s. a.). Salvestatud 5. veebruaril 2024, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- Drake, L. (2012). Scientific prerequisites to comprehension of the tropical cyclone forecast: Intensity, track, and size. *Weather and Forecasting*, 27(2), 462–472. <https://doi.org/10.1175/WAF-D-11-00041.1>
- Earth Science Literacy Initiative – ESLI*. (2010). <http://www.earthscienceliteracy.org/>
- Ebi, K. L., Vanos, J., Baldwin, J. W., Bell, J. E., Hondula, D. M., Errett, N. A., Hayes, K., Reid, C. E., Saha, S., Spector, J., & Berry, P. (2021). Extreme weather and climate change: Population health and health system implications. *Annual Review of Public Health*, 42, 293–315. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-012420-105026>
- Fleischhut, N., Herzog, S., & Hertwig, R. (2020). Weather Literacy in Times of Climate Change. *Weather, Climate, and Society*. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-19-0043.1>
- Gómez, I., Molina, S., Olcina, J., & Galiana-Merino, J. J. (2021). Perceptions, uses, and interpretations of uncertainty in current weather forecasts by Spanish undergraduate students. *Weather, Climate, and Society*, 13(1), 83–94. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-20-0048.1>
- Harrison, F., Goodman, A., van Sluijs, E. M. F., Andersen, L. B., Cardon, G., Davey, R., Janz, K. F., Kriemler, S., Molloy, L., Page, A. S., Pate, R., Puder, J. J., Sardinha, L. B., Timperio, A., Wedderkopp, N., & Jones, A. P. (2017). Weather and children's physical activity; how and why do relationships vary between countries? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0526-7>

- Henriques, L. (2002). Children's ideas about weather: A review of the literature. *School Science and Mathematics*, 102(5), 202–215. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb18143.x>
- Keskkonnaseire | Keskkonnaagentuur. (2019). <https://keskkonnaagentuur.ee/keskkonnaseire-ja-analuusid/keskkonnaseire>.
- Kikas, E. (2010). *Õppimine ja õpetamine esimeses ja teises kooliastmes*. <http://hdl.handle.net/10062/40579>.
- Knobel, M. (2017). Remiksismist, kirjaoskust ja loovust käsitleva teaduskirjanduse analüütiline ülevaade. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, 5(2), 8–30. <https://doi.org/10.12697/eha.2017.5.2.02a>
- Koolieelse lasteasutuse riiklik õppekava – Riigi Teataja. (2008). <https://www.riigiteataja.ee/akt/13351772?leiaKehtiv>
- Kox, T., & Thieken, A. H. (2017). To act or not to act? Factors influencing the general public's decision about whether to take protective action against severe weather. *Weather, Climate, and Society*, 9(2), 299–315. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-15-0078.1>
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's Taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212–218. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2)
- Käsper, M., Uibu, K., & Mikk, J. (2020). The effects of teaching strategies on primary school students' reading outcomes and interest in reading. *L1-Educational Studies in Language and Literature*, 20, 1–24. <https://doi.org/10.17239/L1ESLL-2020.20.01.12>
- Malleus, E., Kikas, E., & Kruus, S. (2016). Students' understanding of cloud and rainbow formation and teachers' awareness of students' performance. *International Journal of Science Education*, 38(6), 993–1011. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1175683>
- Malleus, E., Kikas, E., & Marken, T. (2017). Kindergarten and primary school children's everyday, synthetic, and scientific concepts of clouds and rainfall. *Research in Science Education*, 47(3), 539–558. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9516-z>
- Martin, C., Gill, J., Cacic, I., Muchemi, S., Rubiera, J., & Kootval, H. (2007). *Examples of best practice in communicating weather information | PreventionWeb*. World Meteorological Organization (WMO). <https://www.preventionweb.net/publication/examples-best-practice-communicating-weather-information>
- Nunley, C., & Sherman-Morris, K. (2020). What people know about the weather. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 101(7), E1225–E1240. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0081.1>
- Nystrand, M., Wu, L. L., Gamoran, A., Zeiser, S., & Long, D. A. (2003). Questions in time: Investigating the structure and dynamics of unfolding classroom discourse. *Discourse Processes*, 35(2), 135–198. [https://doi.org/10.1207/S15326950DP3502\\_3](https://doi.org/10.1207/S15326950DP3502_3)
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4. [https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801\\_1](https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_1)

- Phillips, T. B., Ballard, H. L., Lewenstein, B. V., & Bonney, R. (2019). Engagement in science through citizen science: Moving beyond data collection. *Science Education*, 103(3), 665–690. <https://doi.org/10.1002/sce.21501>
- Pianta, R. C., & Hamre, B. K. (2009). Conceptualization, measurement, and improvement of classroom processes: Standardized observation can leverage capacity. *Educational Researcher*, 38(2), 109–119. <https://doi.org/10.3102/0013189X09332374>
- PRÕK = Põhikooli riiklik õppekava – Riigi Teataja. (2011, 2014). <https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020>
- Rannikmäe, M., Soobard, R., Reiska, P., Rannikmäe, A., & Holbrook, J. (2017). The change in student scientific literacy levels during gymnasium studies. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 5(1), 59–98. <https://doi.org/10.12697/eha.2017.5.1.03>
- Ripberger, J. T., Krocak, M. J., Wehde, W. W., Allan, J. N., Silva, C., & Jenkins-Smith, H. (2019). Measuring tornado warning reception, comprehension, and response in the United States. *Weather, Climate, and Society*, 11(4), 863–880. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-19-0015.1>
- RKP määrus = Riikliku keskkonnaseire programmi ja allprogrammide täitmise nõuded ja kord – Riigi Teataja. (2017). <https://www.riigiteataja.ee/akt/125012017009>
- Schroeder, S. (2011). What readers have and do: Effects of students' verbal ability and reading time components on comprehension with and without text availability. *Journal of Educational Psychology*, 103(4), 877–896. <https://doi.org/10.1037/a0023731>
- Sivle, A. D., Kolstø, S. D., Hansen, P. J. K., & Kristiansen, J. (2014). how do laypeople evaluate the degree of certainty in a weather report? A case study of the use of the web service yr.no. *Weather, Climate, and Society*, 6(3), 399–412. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-12-00054.1>
- Stephens, E. M., Spiegelhalter, D. J., Mylne, K., & Harrison, M. (2019). The met office weather game: Investigating how different methods for presenting probabilistic weather forecasts influence decision-making. *Geoscience Communication*, 2(2), 101–116. <https://doi.org/10.5194/gc-2-101-2019>
- Zuydam, I. B. V., Mearns, K. F., Nel, W. A. J., & Nkambule, N. P. (2023). Comparing farmers' perceptions of climate change with meteorological data: A case study of livestock farmers in Eswatini's lowveld region. *Cogent Social Sciences*, 9(1), 2159653. <https://doi.org/10.1080/23311886.2022.2159653>
- The Essential Principles of Climate Literacy* | NOAA Climate.gov. (2009). <http://www.climate.gov/teaching/climate>
- Uibu, K., Padrik, M., & Tenjes, S. (2016). Klassiõpetajate keele- ja suhtluseeskuju hindamine emakeeletunnis struktureeritud vaatluse teel. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 4(1), 226–257. <https://doi.org/10.12697/eha.2016.4.1.08>
- van Tilburg, A. J., & Hudson, P. F. (2022). Extreme weather events and farmer adaptation in Zeeland, the Netherlands: A European climate change case study from the Rhine delta. *Science of The Total Environment*, 844, 157212. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157212>

- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1987). Theories of Knowledge Restructuring in Development. *Review of Educational Research*, 57(1), 51–67. <https://doi.org/10.3102/00346543057001051>
- Weather – literacy learning links*. (s. a.). Science Learning Hub. Salvestatud 5. veebruaril 2024, <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/2795-weather-literacy-learning-links>
- WMO = *Guide to Instruments and Methods of Observation*. (2018). Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8). <https://library.wmo.int>

# Meteorological knowledge test for assessing students' weather literacy

Kristel Uiboupin<sup>a1</sup>, Krista Uibu<sup>b</sup>, Piia Post<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Institute of Physics, University of Tartu*

<sup>b</sup> *Institute of Education, University of Tartu*

## Summary

### Introduction

Individuals experience weather on a daily basis, and its impact on human activities transcends geographical location, age, and various other factors. Weather is a perceptible indicator of changes in the natural environment and is closely linked to discussions about climate change (van Tilburg & Hudson, 2022; Zuydam et al., 2023). The discourse on anthropogenic climate change has heightened concerns regarding the growth of abnormal weather conditions. In Northern Europe, including Estonia, hazardous events such as heatwaves and heavy rains have increased (Climate Change 2021, s. a.). Despite the widespread usage of weather-related information, there is still a need for greater comprehension of people's knowledge, particularly among children (Henriques, 2002). The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) of the United States has incorporated climate literacy into scientific literacy, understanding how humans influence climate and how climate influences humans and society. Weather literacy and knowledge can be considered part of climate literacy (AAAS, s. a.; NOAA *Climate.gov*, 2009).

Weather literacy requires observing, noticing, understanding, and explaining weather phenomena, establishing causal relationships using scientific methods, and appreciating being in nature (PRÕK, 2011, 2014). A critical aspect is understanding forecasts, particularly in extreme weather conditions that can pose risks to individuals and their activities. For example, Fleischhut et al. (2020) indicate an underestimation of weather risks, with specific extreme values of weather elements not appropriately associated with phenomena like thunderstorms, heat waves, slippery roads, strong winds, or rain-induced flooding. Gomez et al. (2021) highlight a tendency for individuals to interpret predicted

---

<sup>1</sup> Institute of Physics, University of Tartu, W. Ostwaldi 1, Tartu 50411 Estonia, kristel.uiboupin@ut.ee.

rainfall differently compared to air temperature and wind speed values, despite rainfall aiding in visualising wind.

Research conducted by Drake (2012), Ripberger et al. (2019), and Kox and Thielen (2017) on responses to warnings and alerts for hazardous weather events highlights that a significant portion of individuals is unprepared or unwilling to react to dangerous weather conditions. Factors that affect comprehension of such information include a child's reading ability, task nature, existing knowledge, and presentation context, as outlined by Bursuck and Damer (2011).

This research aims to create a meteorological knowledge test to assess the weather literacy skills of third-grade students: the ability to read weather information from descriptions and forecasts, evaluate the weather from observations, and interpret information based on knowledge of weather elements and phenomena.

Two research inquiries were devised to attain the objective:

- 1) What is the distribution of the MET test questions across varying levels of complexity?
- 2) Which weather elements pose greater difficulty in comprehension?

## Methodology

The sample for assessing knowledge with the MET test included 732 third-grade students with Estonian as their language of instruction (351 boys, 381 girls) from 32 schools in 13 counties.

The weather literacy test aimed to comprehensively cover various weather-related topics suitable for third-grade students, addressing daily exposure to weather. This study aims to assess third-grade students' weather-related knowledge and skills through the MET test, which does not focus on specific educational topics but rather encompasses broader aspects of everyday life and non-formal education (e.g., weather forecasts and family discussions). The MET test, validated for assessing overall meteorological knowledge, includes questions about precipitation, wind, cloudiness, and temperature presented in various contexts and combined. The four main tasks involve understanding weather forecasts from mobile applications and written text, observing the current weather, drawing conclusions, and making real-life decisions based on weather forecasts.

## Results and discussion

In order to answer the initial research inquiry concerning the allocation of MET test questions across varying difficulty levels, we organised all questions into three distinct tiers. Easy questions, which most respondents typically answered, involved simple mathematical operations or observational skills, such as estimating snow cover thickness. Contrary to previous studies, questions demanding mathematical explanation or justification were easier than those requiring a scientific explanation. Combined questions involving higher-level information processing by analysing multiple weather elements became a challenging category.

Medium-level questions exhibited a wider variability, encompassing observations, justifications, and knowledge of scientific content. They are often related to investigative skills within the context of scientific knowledge and skills. This category also included questions requiring justification or answering “Why?” – tasks necessitating higher-level information processing (Krathwohl, 2002).

The second objective aimed to explore how the understanding of individual weather elements is distributed, identifying which elements pose easier or more challenging aspects for students. As anticipated, questions involving the simultaneous occurrence of multiple weather elements or phenomena presented difficulty for students, requiring a higher level of cognitive processing (Kikas, 2012; Krathwohl, 2002). While students could effectively read temperature information from graphical forecasts like those in the FMI mobile weather application, they faced challenges in scientifically justifying temperature changes, such as the relationship between the Sun’s height and temperature throughout the day or estimating air temperature based on precipitation type. Perceived temperature proved particularly challenging for students despite its significance in everyday life.

Determining types of precipitation other than rain posed challenges, possibly due to students’ unfamiliarity with terms like snow, sleet, hail, snowflakes, or ice pellets and their lack of association with pictogram representations. In a precipitation task, 68% of students could name at least one dangerous situation associated with snowfall, raising questions about the extent of Estonian students’ awareness of weather-related risks.

Challenging cloudiness questions often involved terms commonly found in weather forecasts, such as mist, partly cloudy, and gusts, which were unfamiliar to students. The study highlighted that understanding weather forecasts depends on the presentation form and raised questions about whether children of this age should assess the combined impact of weather elements on the human body.

The wind-related tasks were rather difficult for the students. Wind is a complex weather element because it is a vectoral quantity with both direction and strength (speed). The students were much better at estimating the change in wind speed, as presented graphically, than the change in wind direction over the course of the day. It was difficult to estimate the strength of the wind by observation from indirect features.

In conclusion, the research identified deficiencies in the weather literacy of first-grade students, particularly in their understanding of weather elements, comprehension of forecasts, and weather observations. Challenges were evident in interpreting information presented cohesively in forecasts, providing scientific justifications for weather conditions, and applying knowledge to navigate complex and extreme weather situations. Recommendations arising from the study include prioritising education on hazardous weather scenarios in schools, raising awareness of weather-related risks, and integrating diverse sources of weather information in educational contexts to enhance weather literacy.

The novelty of the MET test in this study lies in the linking of different weather elements in different situations (e.g. in future weather forecasts and current weather observations) and in the different types of questions, which make the test more varied for the respondent and provide valuable information about the respondent. As a limitation, it should be taken into account that the test was developed by the authors themselves and is, therefore, a non-standardised test.

Based on the results of the survey, we recommend that students focus on dealing with dangerous weather situations, and assessing the impact of the weather on themselves and the environment to better understand the potential risks. Also, more different sources of weather information should be discussed with students. Good weather literacy is the most sustainable strategy for the future to cope with the extreme weather events of a changing climate (Fleischhut, 2020).

*Keywords:* weather literacy, meteorological knowledge, first school stage