Vodnik za merjenje motnosti — motnost, prepustnost, jasnost in prepustnost svetlobe

Prozorna folija lahko prepušča skoraj vso svetlobo in je kljub temu videti mlečna. Tonirano okno je lahko videti temno in kljub temu prepušča toploto. Ničesar od tega ne moremo zanesljivo oceniti z očmi — meri se. Ta vodnik za merjenje motnosti preprosto razloži pojme **motnost**, **skupna prepustnost**, **jasnost** in **prepustnost svetlobe (VLT)** ter kako jih merilnik motnosti meri, kako dobiti ponovljive rezultate in kako izbrati instrument.

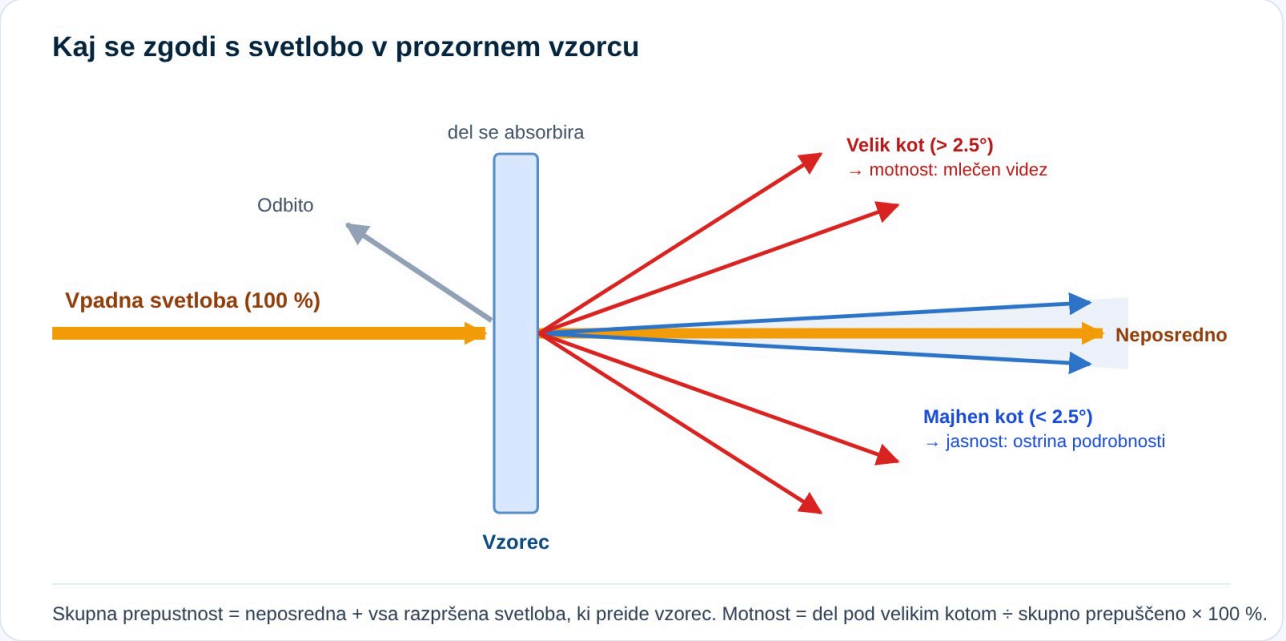
Dopolnjuje naš Vodnik za merjenje barve, ki obravnava barvo trdnih vzorcev, tekočin in praškov. Oba vodnika sodita skupaj: pri plastiki, steklu in embalaži barva, sijaj in motnost opisujejo videz istega izdelka.

VSEBINA

- 1 · Motnost, prepustnost in jasnost
- 2 · Kako meri merilnik motnosti — geometrija 0/d
- 3 · ASTM D1003 ali ISO 13468?
- 4 · Jasnost in barva prepuščene svetlobe
- 5 · Merjenje v praksi
- 6 · Pogoste napake
- 7 · Uporaba in kaj se preverja
- 8 · Merilniki prepustnosti svetlobe: VLT, UV, IR, SHGC
- 9 · Merilnik motnosti, merilnik prepustnosti ali spektrofotometer?
- 10 · Izbira modela
- 11 · Pogosta vprašanja

1 · Motnost, prepustnost in jasnost — kaj pomenijo številke

Ko svetloba zadene prozoren ali prosojen vzorec, se del odbije na površinah, del se absorbira v materialu, preostanek pa preide. Del prepuščene svetlobe nadaljuje naravnost, del pa se razprši na delcih, kristalitih, pigmentih, teksturi površine ali praskah. Kot tega sipanja določa, kaj vidimo.



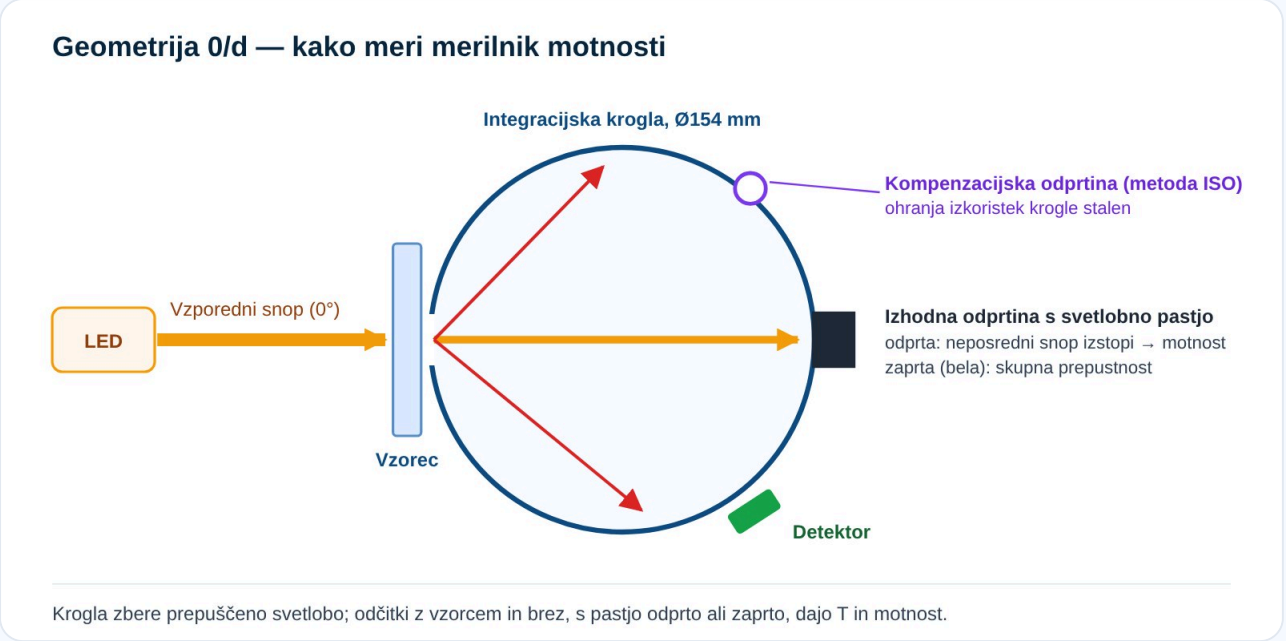
Neposredna svetloba, sipanje pod majhnim kotom (jasnost) in sipanje pod velikim kotom (motnost).

- **Skupna prepustnost (T)** — delež vpadne svetlobe, ki preide vzorec, neposredne in razpršene skupaj, v %. Prozorno steklo debeline 3 mm ima običajno okoli 90 %; preostanek se izgubi predvsem z odbojem na obeh površinah.
- **Motnost** — delež prepuščene svetlobe, ki se razprši za več kot 2.5° od vpadnega snopa, v %. Velika motnost pomeni mlečen, zastrt videz in manjši kontrast predmetov za vzorcem.
- **Jasnost** — povezana s sipanjem pod majhnim kotom, pod 2.5°. Majhna jasnost naredi drobne podrobnosti zabrisane tudi pri majhni motnosti, kar je značilno za nekatere folije in teksturirane površine.
- **Difuzna prepustnost** — razpršeni del prepuščene svetlobe; motnost je difuzna prepustnost, deljena s skupno prepustnostjo.

Motnost in prepustnost sta neodvisni. Difuzijska plošča ima lahko visoko prepustnost in zelo veliko motnost; temno tonirano steklo ima lahko nizko prepustnost in skoraj nič motnosti. Zato specifikacije običajno navajajo obe vrednosti.

2 · Kako meri merilnik motnosti — geometrija 0/d in integracijska krogla

Merilnik motnosti osvetli vzorec z vzporednim snopom pod 0° in zbere prepuščeno svetlobo v **integracijski krogli** — votli krogli z belo, močno odbojno notranjostjo. Temu pravimo **geometrija 0/d**: osvetlitev pod 0°, difuzno opazovanje. Krogla povpreči vso prepuščeno svetlobo, tako da jo lahko izmeri en sam detektor, ne glede na smer sipanja.



Geometrija 0/d: vzporedni snop, vzorec na vhodu v kroglo, izhodna odprtina s svetlobno pastjo, detektor.

Štiri odčitki, dva rezultata

Nasproti vzorca ima krogla izhodno odprtino. Ko je odprtina zaprta z belim pokrovčkom, se meri vsa prepuščena svetloba. Ko je odprta v svetlobno past, neposredni snop zapusti kroglo in se meri le razpršena svetloba. Kombinacija odčitkov z vzorcem in brez njega da:

Odčitek	Vzorec	Izhodna odprtina	Kaj se meri
T1	ne	zaprta (bela)	Vpadna svetloba — referenca 100 %
T2	da	zaprta (bela)	Skupna svetloba, ki jo prepusti vzorec
T3	ne	odprta (svetlobna past)	Svetloba, ki jo razprši instrument sam
T4	da	odprta (svetlobna past)	Svetloba, ki jo razpršita vzorec in instrument

Skupna prepustnost T = T2 / T1. Difuzna prepustnost Td = [T4 − T3 · (T2 / T1)] / T1. Motnost = Td / T × 100 %. Sodobni instrumenti to zaporedje izvedejo samodejno: po kalibraciji namestite vzorec in v nekaj sekundah odčitate motnost in T.

3 · ASTM D1003 ali ISO 13468 / ISO 14782?

Obe skupini standardov uporabljata geometrijo 0/d, vendar kroglo obravnavata različno. Ko je vzorec nameščen na vhod, se spremeni, koliko svetlobe vrne stena krogle — izkoristek krogle. Postopek ASTM D1003 to sprejme; metodi ISO (ISO 13468 za skupno prepustnost, ISO 14782 za motnost) dodata **kompenzacijsko odprtino** tako da ima krogla enake pogoje z vzorcem in brez njega.

	ASTM D1003 (postopek A, merilnik motnosti)	ISO 13468 / ISO 14782
Geometrija	0/d, integracijska krogla	0/d, integracijska krogla
Korekcija krogle	Nekompenzirana	Kompenzacijska odprtina
Rezultati	Motnost, skupna prepustnost	Motnost, skupna prepustnost svetlobe
Tipična uporaba	Severnoameriške in številne globalne specifikacije	Evropske specifikacije in specifikacije na osnovi ISO
So rezultati primerljivi?	Blizu pri majhni motnosti; razlike lahko rastejo pri veliki motnosti ter debelih ali močno sipajočih vzorcih	—

Uporabite metodo, ki jo navaja vaš kupec ali specifikacija izdelka, in jo navedite ob rezultatu (na primer „motnost 1.8 %, ASTM D1003, odprtina Ø20 mm"). Če poročate po obeh, izberite instrument, ki podpira obe metodi: CH1210, CH1610 in CH1810. CH1100 meri po ASTM D1003. Celotna besedila standardov ponujata ASTM International in ISO.

4 · Jasnost in barva prepuščene svetlobe

Jasnost

Motnost pove, kako mlečen je videti vzorec; jasnost pove, kako oster je videti predmet, ko ga gledamo skozenj. Dve foliji z enako motnostjo sta lahko videti zelo različno, ko skozi njiju beremo besedilo. Jasnost se določi iz svetlobe, razpršene pod majhnim kotom okoli neposrednega snopa, in se izraža v %. Uporablja se za embalažne folije, skozi katere mora biti izdelek jasno viden, za materiale zaslonov in leč ter za teksturirane površine. Naš CH1810 poroča jasnost skupaj z motnostjo in barvo.

Barva prepuščene svetlobe

Prozorna plastika rumeni s temperaturo predelave, izpostavljenostjo UV in staranjem, steklo in folije pa imajo lahko odtenek. Merilnik motnosti in barve doda spektralni senzor (400–700 nm) in poroča barvo prepuščene svetlobe kot CIE L*a*b*, indeks rumenosti (YI), belino, Pt-Co ali Gardner — v isti meritvi kot motnost. Glejte CH1610 in CH1810; za teorijo barvnih vrednosti glejte Vodnik za merjenje barve.

5 · Merjenje v praksi — priprava, odprtina, kalibracija

Priprava vzorca

- Vzorce držite za robove in jih varujte pred prstnimi odtisi, prahom in zaščitno folijo; že sami prstni odtisi opazno povečajo motnost.
- Čistite z mehko krpo brez vlaken le, kadar metoda to dovoljuje; topila lahko poškodujejo plastične površine.
- Pred merjenjem kondicionirajte plastične vzorce pri temperaturi in vlagi, ki ju zahteva standard, običajno 23 °C in 50 % relativne vlažnosti.
- Vzorci morajo biti ravni in večji od odprtine, z vzporednimi površinami; označite mesto merjenja in smer izdelave folije.

Izbira odprtine

Uporabite največjo odprtino, ki jo vzorec dopušča: Ø20 mm povpreči večji del površine in da najboljšo ponovljivost; Ø8 ali Ø4 mm sta za majhne dele, kot so leče in okenca zaslonov. Rezultate primerjajte le pri isti odprtini.



Navpično ali vodoravno

Plošče in folije merimo navpično na odprtini krogle, pritrjene z držalom za folijo. Majhne dele, tekočine v kivetah in praške je lažje meriti vodoravno. Odprt merilni prostor omogoča merjenje velikih plošč brez rezanja.

Kalibracija in preverjanja

- Kalibrirajte 100 % (odprt snop) in ničlo, kot zahteva instrument, po ogrevanju in ob spremembi pogojev okolice.
- Vsak dan preverite s standardno ploščico motnosti znane vrednosti, blizu vašim vzorcem; rezultat zabeležite kot dokaz, da instrument deluje pravilno.
- Vsak vzorec izmerite na več mestih (na primer 3–5) in poročajte povprečje; folije zasukajte za 90°, da razkrijete vpliv orientacije.
- Ob vsakem rezultatu navedite metodo, odprtino, število odčitkov in debelino vzorca.

6 · Pogoste napake in kako se jim izogniti

Napaka	Posledica	Rešitev
Prstni odtisi, prah, praske	Previsoka motnost	Držati za robove, očistiti, pregledati pred merjenjem
Vzorec ni raven ali ni na odprtini	Nestabilni odčitki, motnost previsoka ali prenizka	Uporabiti držalo za folijo; vzorec pritisniti ravno ob odprtino
Odprtina večja od vzorca	Svetloba gre mimo vzorca — napačna T in motnost	Izbrati manjšo odprtino
Primerjava različnih odprtin ali metod	Navidezne razlike, ki niso resnične	Določiti odprtino in metodo v specifikaciji
En odčitek na nehomogeni foliji	Slaba ponovljivost	Meriti na več mestih in povprečiti
Brez kalibracije po ogrevanju ali spremembi temperature	Lezenje vrednosti čez dan	Kalibrirati in preveriti s standardno ploščico
Teksturiran ali ukrivljen vzorec merjen kot raven	Rezultati niso primerljivi	Dogovoriti orientacijo vzorca in držalo; primerjati enako z enakim

7 · Uporaba — kaj se preverja

Uporaba	Kaj se meri	Zakaj
Embalažne folije (PE, PP, PET, BOPP)	Motnost, T, jasnost	Izdelek mora biti skozi folijo videti jasen in privlačen; motnost razkrije tudi težave pri predelavi
Optične folije in folije za zaslone, pokrivno steklo	Motnost, T, barva	Kontrast in svetlost zaslona; zelo nizke vrednosti motnosti
Protibleščeče in mat površine	Motnost, T	Motnost je ciljna lastnost in mora ostati v ozkih mejah
Difuzorji svetlobe, pokrovi za LED	Motnost, T	Velika motnost za enakomerno svetlobo, visoka T za učinkovitost
Steklo — prozorno, matirano, lepljeno, s premazom	T, motnost, barva	Prozornost, zasebnostno steklo, staranje lepljenih stekel
Prozorni brizgani deli, leče	Motnost, T, YI	Napake brizganja, rumenenje, kontrola med serijami
Kmetijske in rastlinjakove folije	T, motnost	Svetloba, ki doseže rastline, in kako enakomerno je razporejena
Tekočine in smole v kivetah	Motnost, T, barva	Videz, podoben motnosti, in barva bistrih tekočin

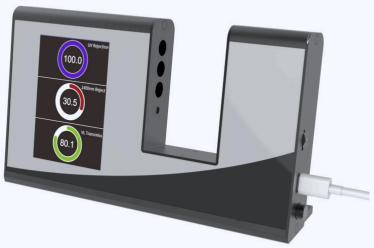
Mejne vrednosti so odvisne od izdelka in jih določa vaša specifikacija; instrument da primerljivo število.

8 · Merilniki prepustnosti svetlobe — VLT, zavračanje UV in IR,

SHGC

Monterji okenskih folij, predelovalci stekla in tehnični pregledi vozil potrebujejo druge številke kot laboratorij za plastiko: koliko vidne svetlobe zasteklitev prepušča ter koliko UV sevanja in toplote zadrži. Kompakten **merilnik prepustnosti svetlobe** jih izmeri v približno pol sekunde, neposredno na vzorcih stekla ali folij.

- **VLT — prepustnost vidne svetlobe**: delež vidne svetlobe (380–760 nm), utežen po občutljivosti očesa. Na njej temeljijo predpisi za stekla vozil.
- **Zavračanje UV**: koliko ultravijolične svetlobe se zadrži — zaščita notranjosti, blaga in kože.
- **Zavračanje IR**: koliko infrardečega sevanja se zadrži pri 940 nm, pri 1400 nm ali v celotnem IR pasu — glavni vzvod za sončno toploto.
- **SHGC** — koeficient sončnega toplotnega dobitka: delež sončne energije, ki konča kot toplota v prostoru; nižje pomeni hladneje.
- **TSER** — skupna zavrnjena sončna energija: delež sončne energije, ki ostane zunaj; višje je bolje.



Zasteklitve vozil v Evropi ureja Pravilnik ZN št. 43, ki določa najmanjšo prepustnost vidne svetlobe za vetrobransko steklo in sprednja stranska stekla; nacionalna pravila za naknadno nameščene folije se razlikujejo. VLT, izmerjena na vozilu, pomaga monterjem in kontrolorjem preveriti skladnost. CH1010 meri VLT, zavračanje UV in zavračanje IR pri 940 nm; CH1020 doda IR pri 1400 nm in v celotnem pasu, SHGC in TSER.

9 · Merilnik motnosti, merilnik prepustnosti ali spektrofotometer za

barvo?

	Merilnik motnosti (0/d)	Merilnik prepustnosti svetlobe	Namizni spektrofotometer za barvo
Glavne vrednosti	Motnost, skupna prepustnost, jasnost, barva prepuščene svetlobe (modeli z barvo)	VLT, zavračanje UV in IR, SHGC, TSER	Barva (CIE Lab, ΔE) v odboju in prepustnosti; motnost kot dodatna vrednost
Standardi	ASTM D1003, ISO 13468, ISO 14782	Metoda instrumenta za zasteklitve in folije	Standardi CIE za barvo; motnost kot dopolnilo
Vzorci	Folije, plošče, steklo, deli, tekočine v kivetah; odprt merilni prostor	Steklo, okenske folije, vzorci zasteklitev	Trdni vzorci, praški, paste, tekočine
Najboljše za	Laboratorijsko in proizvodno kontrolo kakovosti prozornih materialov	Monterje, obdelavo stekla, pregled	Kontrolo barve, kjer je motnost drugotna vrednost
Naši instrumenti	CH1100, CH1210, CH1610, CH1810	CH1010, CH1020	namizni spektrofotometri CS60

Če je motnost vrednost, ki jo podpisujete v certifikatih, uporabite merilnik motnosti: standardna geometrija, velika krogla Ø154 mm in odprt prostor za vzorec so narejeni za to.

10 · Izbira modela

	CH1100	CH1210	CH1610	CH1810
Motnost, skupna prepustnost	✓	✓	✓	✓
Metoda ISO (kompenzacijska odprtina)	—	✓	✓	✓
Barva prepuščene svetlobe	—	—	✓	✓
Jasnost	—	—	—	✓
Ponovljivost motnosti	0.08	0.05	0.05	0.05
Bluetooth	—	—	—	✓
Debelina vzorca	≤ 170 mm	≤ 105 mm	≤ 105 mm	≤ 105 mm

- **Kontrola proizvodnje po ASTM D1003** — CH1100.
- **Laboratorijsko poročanje po ASTM in ISO** — CH1210.
- **Motnost ter rumenenje ali odtenek** — CH1610.
- **Vse v enem, vključno z jasnostjo** — CH1810.
- **Steklo in okenske folije na terenu** — CH1010; za protisončne folije s SHGC in TSER — CH1020.



RUTINSKA MOTNOST PO ASTM

CH1100

Motnost, T · ASTM D1003 · vzorci do 170 mm



MOTNOST PO ASTM IN ISO

CH1210

Kompenzacijska odprtina · ponovljivost 0.05



MOTNOST IN BARVA

CH1610

Spekter 400–700 nm · CIE Lab, YI



MOTNOST, JASNOST, BARVA

CH1810

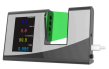
Vrhunski model · Bluetooth



VLT, UV, IR 940 NM

CH1010

Steklo in okenske folije · 0.5 s



PROTISONČNE FOLIJE

CH1020

IR 940/1400 nm, celoten pas · SHGC · TSER

11 · Pogosta vprašanja

▼ Kakšna je dobra vrednost motnosti?

Odvisno od izdelka. Optične folije in stekla zaslonov ciljajo na zelo majhno motnost, pogosto pod 1 %; embalažne folije običajno nekaj odstotkov; difuzorji namenoma zelo veliko motnost. Mejo določa specifikacija.

▼ Ali lahko primerjam vrednosti motnosti, izmerjene na različnih instrumentih?

Da, če so metoda (ASTM ali ISO), odprtina in priprava vzorca enaki ter sta oba instrumenta kalibrirana in preverjena s standardno ploščico. Naši merilniki motnosti se ujemajo v mejah 0.4 enote motnosti na standardni ploščici pri Ø20 mm.

▼ Zakaj se motnost spreminja po širini zvitka folije?

Debelina, orientacija, dodatki in stanje površine se po širini traku spreminjajo. Merite na več mestih, zabeležite smer izdelave in primerjajte enako z enakim.

▼ Ali merilnik motnosti meri motnost vode?

Ne v smislu motnosti vode v NTU, ki se meri s turbidimetrom. Merilnik motnosti lahko meri motnost in prepustnost bistrih tekočin v kivetah kot lastnost materiala.

▼ Ali je VLT enako kot skupna prepustnost?

Obe opisujeta svetlobo, ki preide vzorec. VLT je utežena po očesu v vidnem območju in se uporablja za zasteklitve; skupna prepustnost iz merilnika motnosti je standardna vrednost za plastiko in folije.

Preberite več

- Vodnik za merjenje barve — svetloba, barvne številke, ΔE, geometrije in instrumenti za barvo.
- Pregled spektroskopije in barve — vsi naši instrumenti za barvo, sijaj, motnost in spektroskopijo.

- Katalog spektroskopije in barve — celotna ponudba, vključno z modeli na povpraševanje.
- Vodnik za merjenje motnosti (PDF) — ta vodnik za tiskanje in deljenje.

Niste prepričani, katero metodo ali instrument potrebujete?

Pošljite nam vrsto vzorca, debelino in standard, po katerem poročate. Priporočili bomo metodo, odprtino in instrument, vaše vzorce pa lahko tudi izmerimo.

sales@colo.si

PRODAJA IN PODPORA ZA MEDNARODNE STRANKE

COLO Lab Experts

Polje ob Sotli 4, SI-3255 Buče, Slovenija Telefon: +386 70 713 437 · E-pošta: sales@colo.si · Splet: colo.si

Laboratorije po Evropi oskrbujemo neposredno in prek partnerjev. B2B cene so neto, brez DDV.