Ghid de măsurare a haze-ului — haze, transmitanță, claritate și transmitanța luminii

O folie transparentă poate lăsa să treacă aproape toată lumina și totuși să pară lăptoasă. Un geam colorat poate părea întunecat și totuși să lase căldura să intre. Niciuna nu poate fi apreciată sigur cu ochiul — se măsoară. Acest ghid de măsurare a haze-ului explică pe înțelesul tuturor noțiunile de **haze**, **transmitanță totală**, **claritate** și **transmitanța luminii (VLT)** precum și modul în care haze-metrul le măsoară, cum obțineți rezultate repetabile și cum alegeți instrumentul.

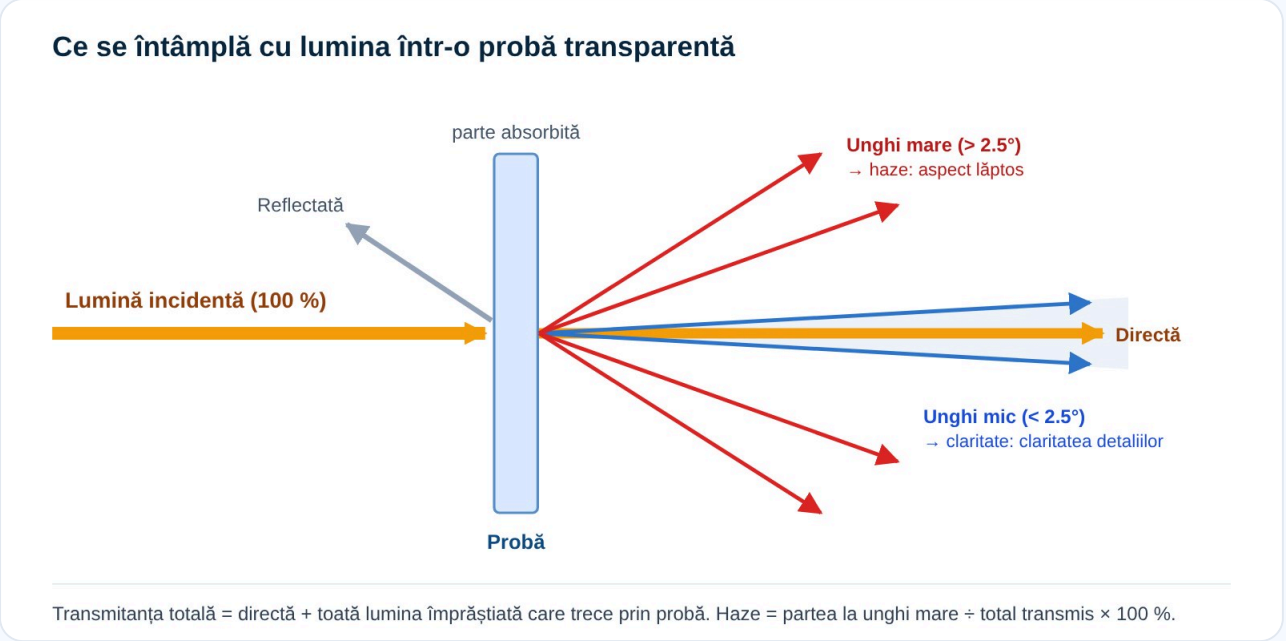
Completează Ghid de măsurare a culorii, care tratează culoarea solidelor, lichidelor și pulberilor. Cele două merg împreună: la plastic, sticlă și ambalaje, culoarea, luciul și haze-ul descriu aspectul aceluiași produs.

CUPRINS

- 1 · Haze, transmitanță și claritate
- 2 · Cum măsoară haze-metrul — geometria 0/d
- 3 · ASTM D1003 sau ISO 13468?
- 4 · Claritatea și culoarea luminii transmise
- 5 · Măsurarea în practică
- 6 · Erori frecvente
- 7 · Aplicații și ce se verifică
- 8 · Aparate pentru transmitanța luminii: VLT, UV, IR, SHGC
- 9 · Haze-metru, aparat de transmitanță sau spectrofotometru?
- 10 · Alegerea modelului
- 11 · Întrebări frecvente

1 · Haze, transmitanță și claritate — ce înseamnă cifrele

Când lumina cade pe o probă transparentă sau translucidă, o parte se reflectă pe suprafețe, o parte este absorbită în material, iar restul trece. Din lumina care trece, o parte continuă drept, iar o parte este împrăștiată de particule, cristalite, pigmenți, textura suprafeței sau zgârieturi. Unghiul acestei împrăștieri decide ce vedeți.



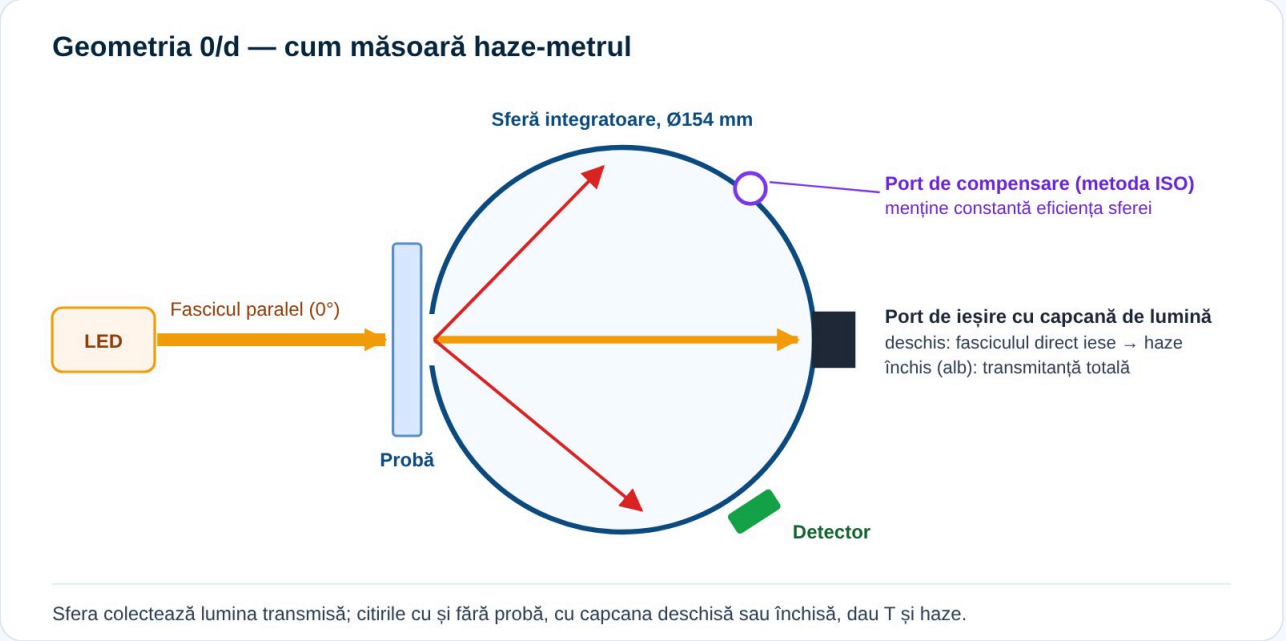
Lumină directă, împrăștiere la unghi mic (claritate) și împrăștiere la unghi mare (haze).

- **Transmitanța totală (T)** — fracțiunea luminii incidente care trece prin probă, directă și împrăștiată împreună, în %. O sticlă clară de 3 mm are de regulă circa 90 %; restul se pierde în principal prin reflexie pe cele două suprafețe.
- **Haze** — fracțiunea luminii transmise care este împrăștiată la peste 2.5° față de fasciculul incident, în %. Un haze mare înseamnă aspect lăptos, voalat și contrast redus al obiectelor din spatele probei.
- **Claritate** — legată de împrăștierea la unghi mic, sub 2.5°. O claritate scăzută face detaliile fine neclare chiar și la haze mic, tipic pentru unele folii și suprafețe texturate.
- **Transmitanța difuză** — partea împrăștiată a luminii transmise; haze-ul este transmitanța difuză împărțită la transmitanța totală.

Haze-ul și transmitanța sunt independente. O placă difuzoare poate avea transmitanță mare și haze foarte mare; o sticlă colorată închisă poate avea transmitanță mică și aproape deloc haze. De aceea specificațiile le indică de obicei pe amândouă.

2 · Cum măsoară haze-metrul — geometria 0/d și sfera integratoare

Haze-metrul iluminează proba cu un fascicul paralel la 0° și colectează lumina transmisă într-o **sferă integratoare** — o bilă goală cu interior alb, puternic reflectant. Aceasta se numește **geometrie 0/d**: iluminare la 0°, observare difuză. Sfera mediază toată lumina transmisă, astfel încât un singur detector o poate măsura, indiferent de direcția în care a fost împrăștiată.



Geometrie 0/d: fascicul paralel, proba la intrarea în sferă, port de ieșire cu capcană de lumină, detector.

Patru citiri, două rezultate

În fața probei, sfera are un port de ieșire. Când portul este închis cu un capac alb, se măsoară toată lumina transmisă. Când este deschis spre o capcană de lumină, fasciculul direct părăsește sfera și se măsoară doar lumina împrăștiată. Combinarea citirilor cu și fără probă dă:

Citire	Probă	Port de ieșire	Ce se măsoară
T1	nu	închis (alb)	Lumina incidentă — referința 100 %
T2	da	închis (alb)	Lumina totală transmisă de probă
T3	nu	deschis (capcană de lumină)	Lumina împrăștiată de instrumentul însuși
T4	da	deschis (capcană de lumină)	Lumina împrăștiată de probă și de instrument

Transmitanța totală T = T2 / T1. Transmitanța difuză Td = [T4 − T3 · (T2 / T1)] / T1. Haze = Td / T × 100 %. Instrumentele moderne execută automat această secvență: după calibrare așezați proba și citiți haze-ul și T în câteva secunde.

3 · ASTM D1003 sau ISO 13468 / ISO 14782?

Ambele familii de standarde folosesc geometria 0/d, dar tratează sfera diferit. Când proba este așezată la intrare, se schimbă câtă lumină returnează peretele sferei — eficiența sferei. Procedura ASTM D1003 acceptă acest lucru; metodele ISO (ISO 13468 pentru transmitanța totală, ISO 14782 pentru haze) adaugă un **port de compensare** astfel încât sfera să aibă aceleași condiții cu și fără probă.

	ASTM D1003 (procedura A, haze-metru)	ISO 13468 / ISO 14782
Geometrie	0/d, sferă integratoare	0/d, sferă integratoare
Corecția sferei	Necompensată	Port de compensare
Rezultate	Haze, transmitanță totală	Haze, transmitanță luminoasă totală
Utilizare tipică	Specificații nord-americane și multe specificații globale	Specificații europene și bazate pe ISO
Rezultate comparabile?	Apropiate la haze mic; diferențele pot crește la haze mare și la probe groase sau puternic difuzante	—

Folosiți metoda indicată de client sau de specificația produsului și menționați-o împreună cu rezultatul (de exemplu „haze 1.8 %, ASTM D1003, apertură Ø20 mm"). Dacă raportați după ambele, alegeți un instrument care le acceptă pe amândouă: CH1210, CH1610 și CH1810. CH1100 măsoară conform ASTM D1003. Textele complete ale standardelor sunt disponibile de la ASTM International și ISO.

4 · Claritatea și culoarea luminii transmise

Claritate

Haze-ul arată cât de lăptoasă pare o probă; claritatea arată cât de clar apare un obiect privit prin ea. Două folii cu același haze pot arăta foarte diferit când citiți un text prin ele. Claritatea se evaluează din lumina împrăștiată la unghi mic în jurul fasciculului direct și se exprimă în %. Se folosește pentru folii de ambalaj prin care produsul trebuie să se vadă clar, pentru materiale de ecran și lentile și pentru suprafețe texturate. Modelul nostru CH1810 raportează claritatea împreună cu haze-ul și culoarea.

Culoarea luminii transmise

Plasticul transparent se îngălbenește cu temperatura de prelucrare, expunerea UV și îmbătrânirea, iar sticla și foliile pot avea o nuanță. Un haze-metru cu măsurarea culorii adaugă un senzor spectral (400–700 nm) și raportează culoarea luminii transmise ca CIE L*a*b*, indice de galben (YI), indice de alb, Pt-Co sau Gardner — în aceeași măsurare cu haze-ul. Vedeți CH1610 și CH1810; pentru teoria valorilor de culoare vedeți Ghid de măsurare a culorii.

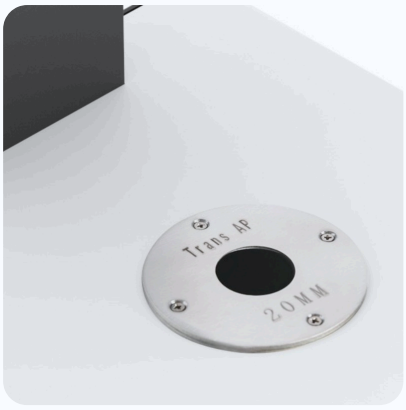
5 · Măsurarea în practică — pregătire, apertură, calibrare

Pregătirea probei

- Manipulați probele de margini și feriți-le de amprente, praf și folie de protecție; doar amprentele cresc vizibil valoarea haze.
- Curățați cu o lavetă moale, fără scame, doar dacă metoda permite; solvenții pot ataca suprafețele din plastic.
- Condiționați probele din plastic înainte de măsurare la temperatura și umiditatea cerute de standard, de obicei 23 °C și 50 % umiditate relativă.
- Probele trebuie să fie plane și mai mari decât apertura, cu suprafețe paralele; marcați poziția de măsurare și direcția de fabricație a foliilor.

Alegerea aperturii

Folosiți cea mai mare apertură pe care o permite proba: Ø20 mm mediază o suprafață mai mare și dă cea mai bună repetabilitate; Ø8 sau Ø4 mm sunt pentru piese mici, precum lentile și ferestre de ecran. Comparați rezultatele doar la aceeași apertură.



Vertical sau orizontal

Plăcile și foliile se măsoară vertical la portul sferei, fixate cu o clemă pentru folie. Piesele mici, lichidele în cuve și pulberile se măsoară mai ușor orizontal. Zona de măsurare deschisă permite măsurarea plăcilor mari fără tăiere.

Calibrare și verificări

- Calibrați 100 % (fascicul liber) și zero așa cum cere instrumentul, după încălzire și când se schimbă condițiile ambiante.
- Verificați zilnic cu o placă standard de haze cu valoare cunoscută, apropiată de probele dumneavoastră; înregistrați rezultatul ca dovadă că instrumentul este sub control.
- Măsurați fiecare probă în mai multe poziții (de exemplu 3–5) și raportați media; la folii rotiți cu 90° pentru a evidenția efectele de orientare.
- Raportați la fiecare rezultat metoda, apertura, numărul de citiri și grosimea probei.

6 · Erori frecvente și cum le evitați

Eroare	Efect	Remediere
Amprente, praf, zgârieturi	Haze prea mare	Manipulare pe margini, curățare, inspecție înainte de măsurare
Proba nu este plană sau nu este la port	Citiri instabile, haze prea mare sau prea mic	Folosiți clema pentru folie; presați proba plan pe port
Apertură mai mare decât proba	Lumina trece pe lângă probă — T și haze greșite	Alegeți o apertură mai mică
Compararea unor aperturi sau metode diferite	Diferențe aparente care nu sunt reale	Fixați apertura și metoda în specificație
O singură citire pe o folie neomogenă	Repetabilitate slabă	Măsurați în mai multe poziții și mediați
Fără calibrare după încălzire sau schimbare de temperatură	Derivă pe parcursul zilei	Calibrați și verificați cu o placă standard
Probă texturată sau curbată măsurată ca una plană	Rezultate necomparabile	Stabiliți orientarea probei și suportul; comparați lucruri comparabile

7 · Aplicații — ce se verifică

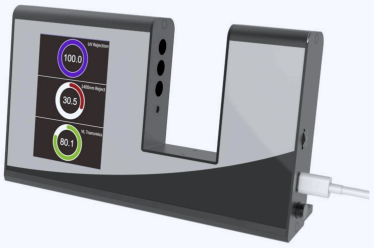
Aplicație	Ce se măsoară	De ce
Folii de ambalaj (PE, PP, PET, BOPP)	Haze, T, claritate	Produsul trebuie să arate clar și atractiv prin folie; haze-ul dezvăluie și probleme de prelucrare
Folii optice și pentru ecrane, sticlă de protecție	Haze, T, culoare	Contrastul și luminozitatea ecranului; valori de haze foarte mici
Suprafețe antireflex și mate	Haze, T	Haze-ul este proprietatea țintă și trebuie să rămână într-un interval îngust
Difuzoare de lumină, capace LED	Haze, T	Haze mare pentru lumină uniformă, T mare pentru eficiență
Sticlă — clară, mată, laminată, acoperită	T, haze, culoare	Transparență, sticlă de intimitate, îmbătrânirea laminatelor
Piese transparente injectate, lentile	Haze, T, YI	Defecte de injecție, îngălbenire, control de la lot la lot
Folii agricole și pentru sere	T, haze	Lumina care ajunge la culturi și cât de uniform este distribuită
Lichide și rășini în cuve	Haze, T, culoare	Aspect asemănător turbidității și culoarea lichidelor clare

Valorile limită depind de produs și sunt stabilite în specificația dumneavoastră; instrumentul oferă numărul comparabil.

8 · Aparate pentru transmitanța luminii — VLT, respingere UV și IR, SHGC

Montatorii de folii, procesatorii de sticlă și inspecția auto au nevoie de alte cifre decât un laborator de mase plastice: câtă lumină vizibilă lasă geamul să treacă și cât UV și căldură blochează. Un **aparat compact pentru transmitanța luminii** le măsoară în circa o jumătate de secundă, direct pe probe de sticlă sau folie.

- **VLT — transmitanța luminii vizibile**: fracțiunea de lumină vizibilă (380–760 nm) ponderată după sensibilitatea ochiului. Pe ea se bazează reglementările pentru geamurile vehiculelor.
- **Respingere UV**: cât ultraviolet este blocat — protecția interioarelor, a mărfurilor și a pielii.
- **Respingere IR**: cât infraroșu este blocat la 940 nm, la 1400 nm sau în toată banda IR — principala pârghie pentru căldura solară.
- **SHGC** — coeficientul de câștig termic solar: fracțiunea de energie solară care ajunge căldură în interior; mai mic înseamnă mai răcoros.
- **TSER** — energia solară totală respinsă: fracțiunea de energie solară ținută afară; mai mare este mai bine.



Geamurile vehiculelor în Europa sunt reglementate prin Regulamentul ONU nr. 43, care stabilește o transmitanță minimă a luminii vizibile pentru parbriz și geamurile laterale din față; regulile naționale pentru foliile montate ulterior diferă. VLT măsurată pe vehicul ajută montatorii și inspectorii să verifice conformitatea. CH1010 măsoară VLT, respingerea UV și respingerea IR la 940 nm; CH1020 adaugă IR la 1400 nm și în bandă completă, SHGC și TSER.

9 · Haze-metru, aparat de transmitanță sau spectrofotometru de

culoare?

	Haze-metru (0/d)	Aparat pentru transmitanța luminii	Spectrofotometru de banc pentru culoare
Valori principale	Haze, transmitanță totală, claritate, culoarea luminii transmise (modelele cu culoare)	VLT, respingere UV și IR, SHGC, TSER	Culoare (CIE Lab, ΔE) în reflexie și transmisie; haze ca valoare suplimentară
Standarde	ASTM D1003, ISO 13468, ISO 14782	Metoda instrumentului pentru vitraje și folii	Standarde CIE de culoare; haze suplimentar
Probe	Folii, plăci, sticlă, piese, lichide în cuve; zonă de măsurare deschisă	Sticlă, folii de geam, probe de vitraj	Solide, pulberi, paste, lichide
Cel mai potrivit pentru	Controlul calității în laborator și producție pentru materiale transparente	Montatori, prelucrarea sticlei, inspecție	Controlul culorii unde haze-ul este o valoare secundară
Instrumentele noastre	CH1100, CH1210, CH1610, CH1810	CH1010, CH1020	spectrofotometrele de banc CS60

Dacă haze-ul este o valoare pe care o semnați în certificate, folosiți un haze-metru: geometria standard, sfera mare Ø154 mm și zona de probă deschisă sunt concepute pentru asta.

10 · Alegerea modelului

	CH1100	CH1210	CH1610	CH1810
Haze, transmitanță totală	✓	✓	✓	✓
Metoda ISO (port de compensare)	—	✓	✓	✓
Culoarea luminii transmise	—	—	✓	✓
Claritate	—	—	—	✓
Repetabilitate haze	0.08	0.05	0.05	0.05
Bluetooth	—	—	—	✓
Grosimea probei	≤ 170 mm	≤ 105 mm	≤ 105 mm	≤ 105 mm

- **Controlul producției conform ASTM D1003** — CH1100.
- **Raportare de laborator conform ASTM și ISO** — CH1210.
- **Haze plus îngălbenire sau nuanță** — CH1610.
- **Totul într-unul, inclusiv claritatea** — CH1810.
- **Sticlă și folii de geam la fața locului** — CH1010; pentru folii de protecție solară cu SHGC și TSER — CH1020.



HAZE ASTM DE RUTINĂ

CH1100

Haze, T · ASTM D1003 · probe până la 170 mm



HAZE ASTM ȘI ISO

CH1210

Port de compensare · repetabilitate 0.05



HAZE ȘI CULOARE

CH1610

Spectru 400–700 nm · CIE Lab, YI



HAZE, CLARITATE, CULOARE

CH1810

Model de vârf · Bluetooth



VLT, UV, IR 940 NM

CH1010

Sticlă și folii de geam · 0.5 s



FOLII DE PROTECȚIE SOLARĂ

CH1020

IR 940/1400 nm, bandă completă · SHGC · TSER

11 · Întrebări frecvente

▼ Care este o valoare bună de haze?

Depinde de produs. Foliile optice și sticla ecranelor urmăresc un haze foarte mic, adesea sub 1 %; foliile de ambalaj de obicei câteva procente; difuzoarele, intenționat, un haze foarte mare. Limita o stabilește specificația.

▼ Pot compara valori de haze măsurate pe instrumente diferite?

Da, dacă metoda (ASTM sau ISO), apertura și pregătirea probei sunt aceleași, iar ambele instrumente sunt calibrate și verificate cu o placă standard. Haze-metrele noastre concordă în limita a 0.4 unități haze pe o placă standard la Ø20 mm.

▼ De ce variază haze-ul de-a lungul unei role de folie?

Grosimea, orientarea, aditivii și starea suprafeței variază pe lățimea benzii. Măsurați în mai multe poziții, notați direcția de fabricație și comparați lucruri comparabile.

▼ Măsoară un haze-metru turbiditatea apei?

Nu în sensul turbidității apei în NTU, care se măsoară cu un turbidimetru. Un haze-metru poate măsura haze-ul și transmitanța lichidelor clare în cuve ca proprietate a materialului.

▼ Este VLT același lucru cu transmitanța totală?

Ambele descriu lumina care trece prin probă. VLT este ponderată după ochi în domeniul vizibil și se folosește pentru vitraje; transmitanța totală de la un haze-metru este valoarea standard pentru plastic și folii.

Citiți mai mult

- Ghid de măsurare a culorii — lumină, valori de culoare, ΔE, geometrii și instrumente pentru culoare.
- Prezentare spectroscopie și culoare — toate instrumentele noastre pentru culoare, luciu, haze și spectroscopie.
- Catalog spectroscopie și culoare — gama completă, inclusiv modelele disponibile la cerere.
- Ghid de măsurare a haze-ului (PDF) — acest ghid pentru tipărire și distribuire.

Nu sunteți sigur de ce metodă sau instrument aveți nevoie?

Trimiteți-ne tipul probei, grosimea și standardul după care raportați. Vă recomandăm metoda, apertura și instrumentul și putem măsura probele pentru dumneavoastră.

sales@colo.si

VÂNZĂRI ȘI ASISTENȚĂ

COLO Lab Experts

Polje ob Sotli 4, SI-3255 Buče, Slovenia Telefon: +386 70 713 437 · E-mail: sales@colo.si · Web: colo.si

Furnizăm laboratoare din toată Europa, direct și prin parteneri. Prețurile B2B sunt nete, fără TVA.