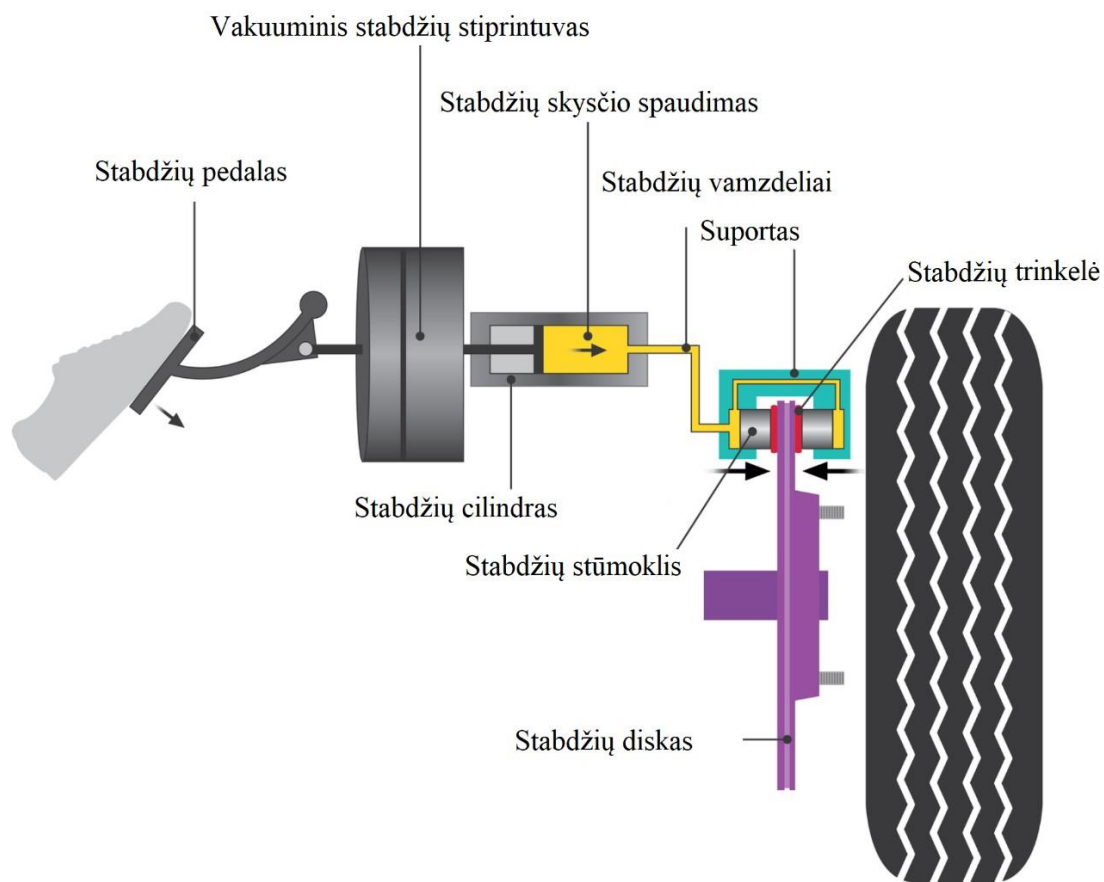


# Stabdžių skystis: ką jūs privalote žinoti

Stabdžių skystis yra centrinė jūsų stabdžių sistemos dalis. Jis sutepa vidinius sistemos mechanizmus ir perduoda jėgą nuo jūsų kojos, kai spaudžiate stabdžių pedalą. Ši prispaudimo jėga per stabdžių skystį suspaudžia stabdžių kaladėles ir taip sustabdo jūsų transporto priemonę. Dėl šios priežasties yra nustatyti standartai, užtikrinantys, kad skystis atitiktų pagrindinius kriterijus ir leistų jūsų stabdžių sistemai veikti taip, kaip numatyta.

Prieš pereinant prie kriterijų pažvelkime į schematinį stabdžių sistemos veikimą žemiau pateiktame brėžinyje:

## Hidraulinė stabdžių sistema



1 pav.: Stabdžių sistemos schema

Schema parodo, kaip stabdžių skystis (geltona spalva) veikia kaip tarpininkas, perduodantis jėgą stabdžių trinkelėms. Per pagrindinį cilindrą pedalo jėga paverčiama slėgiu. Šis slėgis per stabdžių skystį iš pagrindinio cilindro perduodamas į suportą. Tada stabdžių stūmokliai tą slėgį paverčia jėga, kuri prispaudžia trinkeles prie stabdžių disko. Būgniniai stabdžiai veikia panašiai.

Kad sistema veiktų efektyviai, stabdžių skystis turi sugebėti lengvai judėti per vamzdyną (kinematinė klampa) ir sugebėti efektyviai perduoti slėgį iš pagrindinio cilindro į stūmoklį. Efektyvus slėgio perdavimas priklauso nuo stabdžių skysčio nesuspaudžiamumo. Kai mes kalbame apie stabdžių skystį, nesuspaudžiamumas yra susijęs su skysčio virimo temperatūra. Tai aptarsime kiek vėliau.

## Stabdžių skysčio kinematinė klampa

Skysčio klampumas, paprasčiausiai tariant, yra tai, koks yra skysčio tirštumas. Kinematinė klampa yra skysčių savybė priešintis vieno medžiagos sluoksnio pasislinkimui kito sluoksnio atžvilgiu. Jis matuojamas kvadratiniais milimetrais per sekundę ( $\text{mm}^2 / \text{s}$ ), dar žinomą kaip „Stokso“ vienetas, sutrumpintai vadinamas cSt.

Galima ir paprasčiau paaiškinti: įsivaizduokite, kad ištrauksite stiklainį medaus ir išpilsite visą medų. Kinematinis klampumas yra matas, kuriuo pamažu išpilamas medus. Kuo daugiau laiko reikia medui ištekėti, tuo didesnis kinematinis klampumas.

Taigi, didelio kinematinio klampumo skystis yra linkęs tekėti lėtai (kaip medus), o mažos kinematinės klamos skystis - greitai (toks kaip vanduo). Norėdami palyginti skaičius įsivaizduokite, kad vandens klampumas kambario temperatūroje yra maždaug  $1,0 \text{ mm}^2 / \text{s}$ , o medaus kinematinis klampumas yra apie  $6900 \text{ mm}^2 / \text{s}$ .



**2 pav.s: Klampumo lygius galima palyginti su vandeniu, palyginti su medumi**

Daugelio skysčių klampumas paprastai kinta prie skirtingos temperatūros. Pavyzdžiui medui, krentant temperatūrai, padidėja klampumas, o kylant temperatūrai - klampumas mažėja. Tą patį galima pasakyti apie stabdžių skystį.

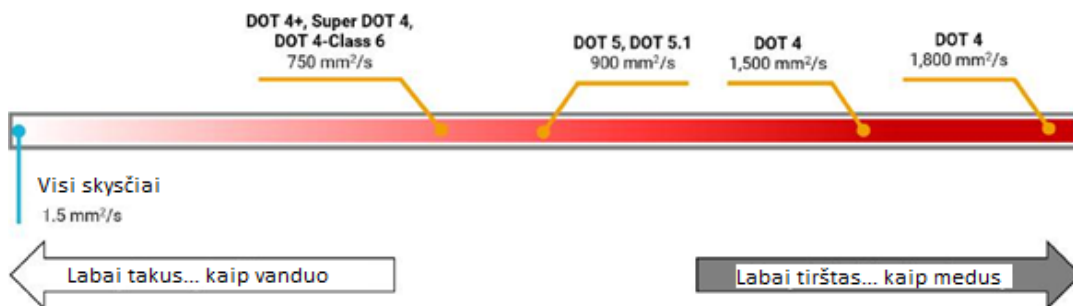
Kinematinis klampumas yra pagrindinė stabdžių skysčio savybė, nes sistema turi veikti sklandžiai esant plačiam temperatūrų diapazonui. Tokioms sistemoms kaip ABS, stabilumo kontrolė (ESP) ir traukos kontrolė reikalingas greitai judantis skystis (mažo klampumo) tam, kad stabdymas vyktų tinkamai. Šiose sistemose naudojami greitai suveikiantys vožtuvai, skirti kontroliuoti stabdžių skysčio srautą ir slėgį kritiniu veikimo metu.

Jei stabdžių skysčio klampumas yra didelis, skysčio judėjimas per vamzdyną bus lėtas ir sunkiai kontroliuojamas. Paskutinis dalykas, kurio norėtumėte, yra stabdžių sistema, kuri nenori dirbti šaltą žiemos dieną!

## Minimali ir maksimali kinematinė klampa

— Maksimali kinematinė klampa prie  $-40^{\circ}\text{C}$

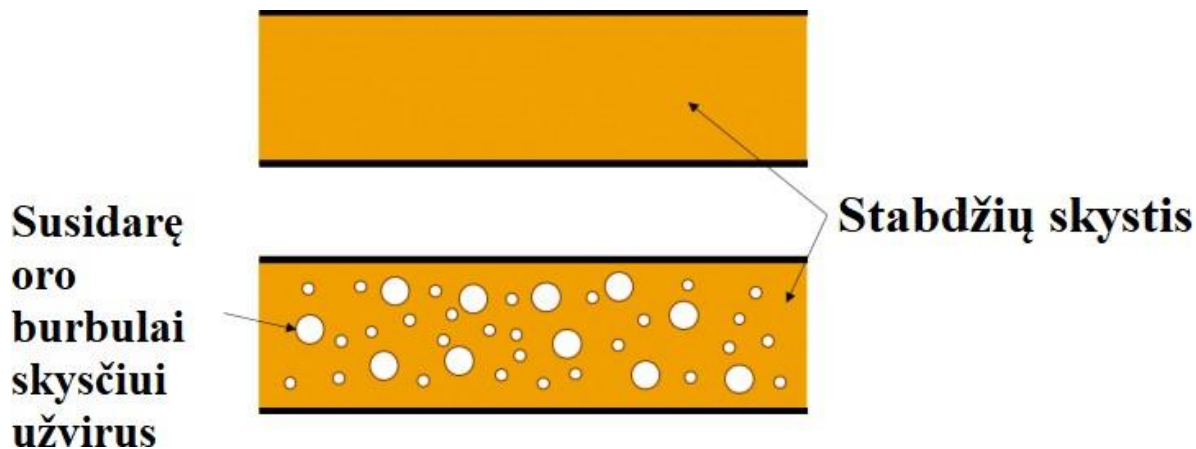
— Minimali kinematinė klampa prie  $+100^{\circ}\text{C}$



3 pav.: Skysčio klamos skalė

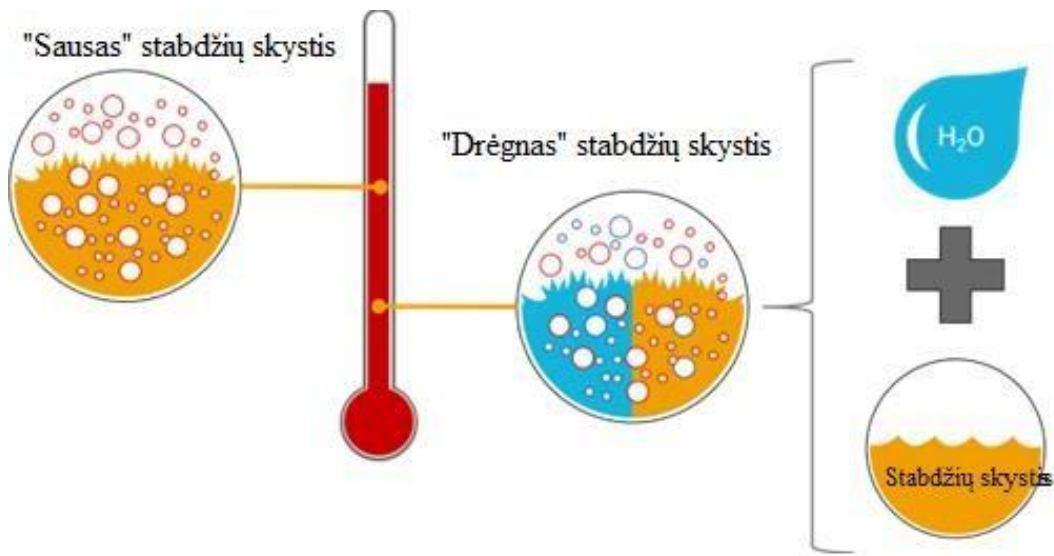
## Stabdžių skysčio virimo temperatūra

Stabdžių skysčio virimo temperatūra (angliškai **Equilibrium Reflux Boiling Point (ERBP)**) – tai taškas, kurį viršijus pradeda formuotis dujų burbuliukai, kitaip tariant skystis užverda. Prasidėjus šiam reiškiniai tampa neįmanoma palaikyti sistemos slėgio – burbuliukuose esantys garai yra lengvai suspaudžiami. Viso to pasekmė – staigus stabdymo efektyvumo sumažėjimas, galintis sukelti avariją.



4 pav.: Oro burbulų iliustracija stabdžių skysčio vamzdynę

Stabdžių skystis turi pasižymėti higroskopinėmis (tai savybė sugerti į save drėgmę) savybėmis – šiuo atveju vanduo tolygiai pasiskirsto po visą tūrį. Jei vanduo susikaupytų vienoje vietoje, skysčio virimo taškas apytiksliai sumažėtų iki  $100^{\circ}\text{C}$ , tačiau vandeniui pasiskirsčius tolygiai ir sudarant, pavyzdžiui, iki 3% viso tūrio, virimo taškas bus žymiai aukščiau už  $100^{\circ}\text{C}$  – tokiu atveju burbuliukų formavimosi rizika ženkliai sumažėja.



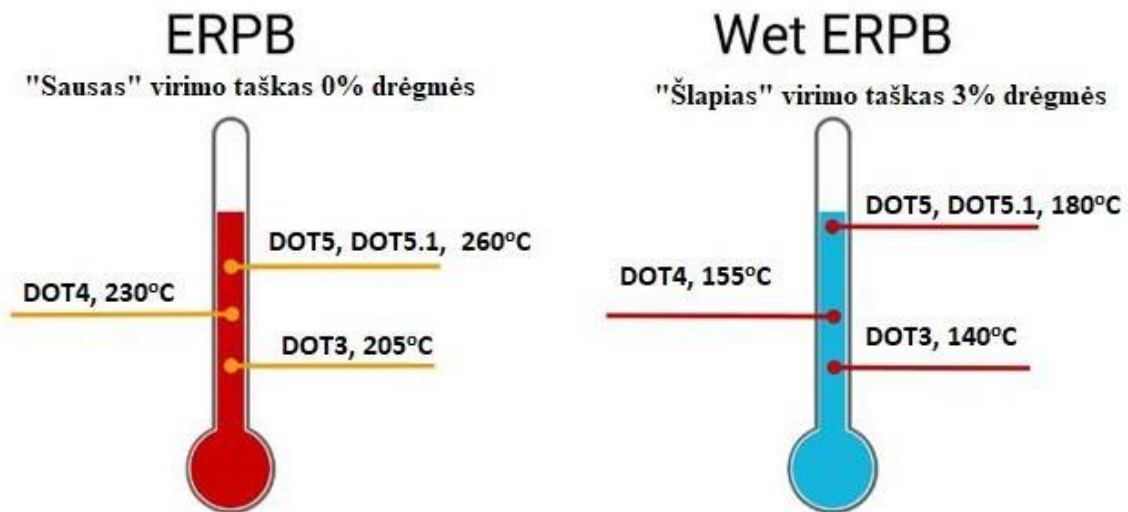
5 pav.: „Sausas“ ir „drėgnas“ virimo taškai

Vandens sugėrimą skatina keletas veiksnių, pavyzdžiui, nuolat laikomas atidarytas stabdžių skysčio bakelis, taip pat tinkamai neužsandarinta pakuotė, kiti atvejai, kai nesilaikoma stabdžių skysčio techninio aptarnavimo periodiškumo, taip pat esant pažeistiems stabdžių sistemos komponentams (pvz. esant išoriniams ar lanksčiųjų žarnų įtrūkimams) bei esant pažeistiems tarpikliams.

Higroskopines savybes suteikia skystyje esantis glikolis. Dėl šios priežasties skystis nuolat sugeria vandenį – būtent todėl yra būtinas reguliarus jo keitimas. Automobilių gamintojai rekomenduoja keitimą atlikti kas 2 metus arba kas 30000 – 50000 km, priklausomai nuo naudojimo sąlygų.

Stabdžių skystis apibūdinamas dviem virimo taškais: „sausuoju“ ir „drėgnuoju“. „Sausasis“ apibūdina naują skystį, kuriame drėgmės lygis artimas 0%. „Drėgno“ arba „šlapio“ skysčio virimo taškas matuojamas, kai stabdžių skystis jau būna absorbavęs drėgmės ir laikoma, kad viršijant 3% ribą laikas keisti stabdžių skystį.

Ši „šlapio“ virimo temperatūra, kai drėgmė įsimaišo į stabdžių skystį, vadinama „Wet Equilibrium Reflux Boiling Point“ („Wet ERBP“). Šlapiasis WERB yra temperatūra, kurioje skystis pradeda virti jau kažkiek absorbavęs drėgmės iš aplinkos. Ši temperatūra yra geras rodiklis ir parodo susikaupusios drėgmės lygį stabdžių skystyje.



6 pav.: Virimo temperatūros pagal produktų tipus

## Visa tai kartu

Kinematinė klampa, „sauso“ virimo taškas (ERBP), „drėgno“ virimo taškas (WERB) yra esminiai parametrai, apibūdinantys stabdžių skystį. Svarbu turėti stabdžių skystį, kuris laisvai juda per sistemą esant įvairioms temperatūroms, kad galėtumėte tinkamai naudotis tokiomis technologijomis kaip ABS. Štai čia ateina kinematinės klamos svarba. Kinematinė skysčio klampa matuojama prie  $-40^{\circ}\text{C}$  ir prie  $100^{\circ}\text{C}$  temperatūrų. Tai daroma norint pamatyti, kaip gerai skystis veikia esant įvairioms temperatūroms.

Stabdžių skysčio reikalavimus nustato kelios tarptautiniu mastu pripažintos standartų organizacijos.

- Federaliniai motorinių transporto priemonių saugos standartai (FMVSS) JAV klasifikuoja tris pagrindines stabdžių skysčių klases pagal FMVSS 116.

Šios kategorijos yra DOT 3, DOT 4 ir DOT 5. DOT 5, toliau apibūdinamos kaip DOT 5 - silikono pagrindu pagamintas stabdžių skystis (SBBF) arba DOT 5.1 - ne silikono pagrindu.

- Tarptautinė standartų organizacija (ISO) klasifikuoja keletą kitų stabdžių skysčių klasių pagal ISO 4925 dokumentą: 3 klasė, 4 klasė, 5.1 klasė ir 6 klasė.
- Automobilių inžinierių draugija (SAE) klasifikuoja kitas tris rūšis: SAE J1703, SAE J1704 ir SAE J1705.

Kiekviena iš šių organizacijų nustato mažiausią, maksimalų ir priimtina pagrindinių stabdžių skysčio charakteristikų diapazoną (pvz., ERBP, WRBP ir klampumas). Jie taip pat nusako reikiamą skysčio pakotę, kad būtų išvengta produkto užteršimo, kol jis iš tikrųjų nebuvo naudojamas.

Žemiau pateiktoje lentelėje pateikti pagrindiniai stabdžių skysčių parametrai pagal produkto klasę.

	DOT 3	DOT 4	DOT 4+ Super DOT 4 DOT 4, Class 6	DOT 5	DOT 5.1
Nurodomi standartai	FMVSS 116 ISO 4925, Class 3	FMVSS 116 ISO 4925, Class 4	ISO 4925, Class 6	FMVSS 116	FMVSS 116 ISO 4925, Class 5-1
Minimalus ERPB	205°C	230°C	230°C	260°C	260°C
Minimalus "drėgnas" ERPB	140°C	155°C	155°C	180°C	180°C
Maksimali kinematinė klampa prie -40°C	1500 mm <sup>2</sup> /s	1800 mm <sup>2</sup> /s	750 mm <sup>2</sup> /s	900 mm <sup>2</sup> /s	900 mm <sup>2</sup> /s
Minimali kinematinė klampa prie +100°C	1.5 mm <sup>2</sup> /s	1.5 mm <sup>2</sup> /s	1.5 mm <sup>2</sup> /s	1.5 mm <sup>2</sup> /s	1.5 mm <sup>2</sup> /s
Reikalavimai spalvai	Nuo skaidrios iki gintarinės	Nuo skaidrios iki gintarinės	Nuo skaidrios iki gintarinės	Violetinė	Nuo skaidrios iki gintarinės
Produkto pagrindas	Glikolio eteriai	Glikolio eteriai	Glikolio eteriai	Silikono pagrindas	Glikolio eteriai

7 pav.: Stabdžių skysčių klasifikacija