

Garsinės tomografijos tikslumo tyrimai nustatant drebulių kamieno puvinius

Erikas ŠKUT, Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, Miškų ir ekologijos fakultetas, el. paštas: erikas.skut@vdu.lt

Santrauka

Tiriamas garsinio tomografo tikslumas drebulės sortimentuose. Darbo objektas – drebulės sortimentai, turintys drebulinės kempinės puvinius. Lyginami garsinio tomografo duomenys pagal gamintojo rekomenduojamas skales ir natūroje matomus puvinius. Drebulės sortimentams išanalizuoti buvo pasirinkta ImageJ programa. Buvo bandoma rasti tinkamiausią skalę drebulinės kempinės puviniams tirti. Rekomenduojama skalė nėra tinkama drebulinės kempinės sukeliams puviniams drebulės medienoje vertinti. Drebulinės kempinės sukeliams puviniams šviežioje drebulės medienoje nustatyti tinkamiausia 550–1050 m/s matavimo skalė.

Reikšminiai žodžiai: garsinis tomografas, rekomenduojama skalė, drebulinės kempinės puvinys.

Įvadas

Drebulė (*Populus tremula*) yra plačiai paplitusi borealinėse ir vidutinio klimato ekosistemose Eurazijoje. Nors jos komercinė svarba yra ribota, drebulė dažnai laikoma kertine rūšimi dėl esminės svarbos kitoms rūšims. Dideliuose medžiuose gyvena šimtai žolėdžių ir saprofitinių bestuburių, grybų ir epifitinių kerpių (Kouki ir kt., 2004)

Drebulinė kempinė yra viena iš labiausiai paplitusių kempinių grybų Lietuvos miške. Drebulinė kempinė sukelia baltąjį centrinį medienos puvinį. Šis grybas puvinį gali sukelti nuo 20 metų amžiaus drebulėse. 60 metų drebulyne pažeistų medžių skaičius dažnai siekia 100 % (Dabkevičius ir kt., 2006). Nuo šio grybo apsaugos nėra, galima taikyti tik atrankinius ar plynus kirtimus iškertant pažeistus medžius ir paliekant atsparesnes puviniai drebulės. Bet pastebėjus puvinius anksčiau, suvaldyti plitimą būtų paprasčiau.

Arbotom3D impulsinis tomografas – tai impulsinis aparatas, leidžiantis nustatyti medžio vidaus būklę (Stević ir kt., 2011). ARBOTOM® buvo sukurtas ir yra naudojamas, kad atliktų daugiakelį akustinį matavimą ir sugeneruotų dviejų ir trijų dimensijų tomografinį medžio skerspjūvio vaizdą (Kana ir kt., 2015). Šis įrankis yra labai naudingas norint pamatyti gyvo medžio vidinės medienos vaizdą jo nenupjaunant. Tai atveria daug galimybių stebėti medžius jų nepažeidžiant ir imtis priemonių, kol dar ne per vėlu. Šis metodas gali leisti tyrėjams gauti tokius duomenis kaip MOE (svarbus medienos parametras) ir juos panaudoti tinkamiems miesto medžių priežiūros metodams sukurti (Benas Šilinskas ir kt., 2021)

Tyrimo tikslas – įvertinti garsinės tomografijos tikslumą nustatant drebulinės kempinės sukeliams puvinius.

Tyrimo uždaviniai:

1. Įvertinti drebulinės kempinės sukeliama puvinio išplitimą sortimento skerspjūvyje, priklausomai nuo medyno rūšinės sudėties ir augavietės sąlygų;
2. Nustatyti garsinio tomografo, identifikuojančio drebulės baltąjį centrinį medienos puvinį, tikslumą pagal gamintojų rekomenduojamą skalę;
3. Nustatyti tinkamiausią vertinimo skalę, kurią naudojant garsinis tomografas identifikuoja drebulinės kempinės sukeliama puvinį tiksliausiai.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – drebulės sortimentai su įvairiais drebulinės kempinės pažeidimais.

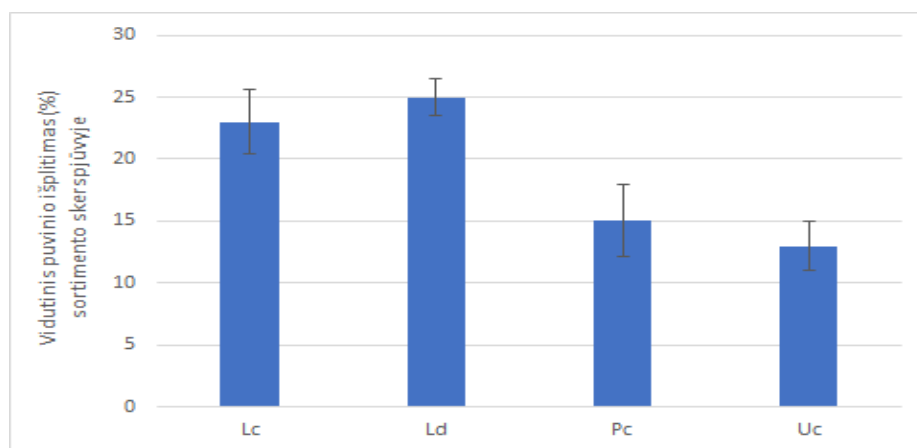
Iš viso iš skirtingose augavietėse (Lc, Ld, Uc ir Pc) augančių medynų buvo surinkti 105 drebulės sortimentai. Iš atsirinktų drebulės rąstų išpjauti 60 centimetrų ilgio šviežios medienos sortimentai. Sortimentų skerspjūvių paviršius buvo nušveičiamas, pažymimas ir padaromos jų nuotraukos tolesniam darbui su *ImageJ* programine įranga, skirta nuotraukoms skaitmenizuoti ir analizuoti. Kiekvienas sortimentas taip pat buvo išmatuotas garsiniu tomografu *Arbotom 3D*. Ant kiekvieno sortimento uždėta 16 specialių tomografų daviklių (matuojamos sortimento dvi plokštumos, apačioje ir viršuje, uždėdant po 8 daviklius ant kiekvienos plokštumos). Šis daviklių skaičius buvo pasirinktas, kad būtų gauti tikslesni duomenys. Garsiniu tomografu gauti duomenys ir skerspjūvių nuotraukų duomenys buvo apdorojami *ImageJ* programa ir perkeltami analizuoti *Microsoft Excel* programa. Analizuojant realias puvinio išplitimo nuotraukas su tomografo išmatuotais ir

programine įranga atvaizduotais grafikais, pasirenkamos tinkamos matavimo skalės, kurių tomografo atvaizdų tikslumas būtų didžiausias realiam puvinio išplitimui sortimentuose nustatyti: 550–1050 m/s; 550–1100 m/s; 550–1150 m/s; 550–1200 m/s; 550–1450 m/s; 550–1750 m/s; 550–1950 m/s. Apatinė skalės riba bandymų būdu pasirinkta tokia, kuria būtų geriau (kontrastingiau) identifikuoti puvinio ribas. Matavimams taip pat buvo naudojama rekomenduojama gamintojo skalė.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Didesnė dalis sortimentų atrinkta medynuose, augančiuose Lc ir Ld augavietėse – 67 %, atitinkamai Lc augavietėje – 40 % ir Ld augavietėje – 27 %. Šiose augavietėse surinktuose sortimentuose puviniai vidutiniškai buvo išplitę didesniame skerspjūvio plote, lyginant su drėgnesnėmis augavietėmis Drėgnesnėse Uc ir Pc augavietėse puviniai sortimentuose nustatyti 7–10 % mažesni.

Galima teigti, kad pelkinėse (Pc) ir užmirkusiose (Uc) augavietėse drebulinės kempinės sukeliama puviniai drebulės medienoje plinta lėčiau, lyginant su laikinai užmirkusiomis (Lc) ir (Ld) augavietėmis.

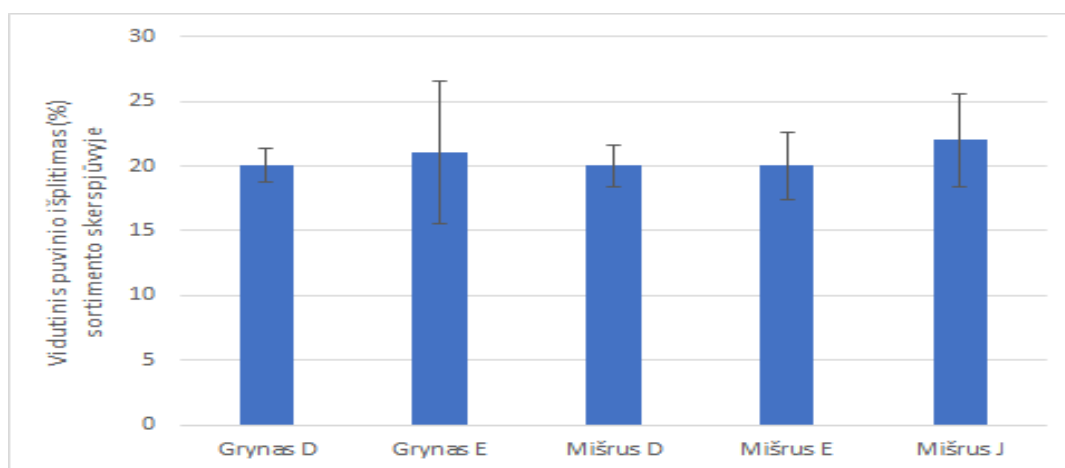


1 pav. Vidutinis puvinio išplitimas (%) sortimento skerspjūvyje priklausomai nuo augavietės sąlygų. Pasikliautiniuose intervaluose standartinė paklaida

Fig.1. Average rot spread (%) in the assortment cross section depending on site conditions. In intervals +- SE

Drebulės sortimentai surinkti iš įvairios sudėties medynų: iš grynų drebulynų – 6,7 % sortimentų; iš grynų eglynų – 5,7 %; iš mišrių drebulynų – 37,1 %; iš mišrių eglynų – 39 %; iš mišrių juodalksnynų – 11,4 % sortimentų.

Puvinio plotas sortimentų iš skirtingų medynų sąlygų skerspjūviuose buvo labai panašus (kito 1–2 % ribose) (2 pav.). Galima teigti, kad rūšinė sudėtis (su kuo kartu auga drebulės) puvio išplitimui drebulės medienoje įtakos neturi.



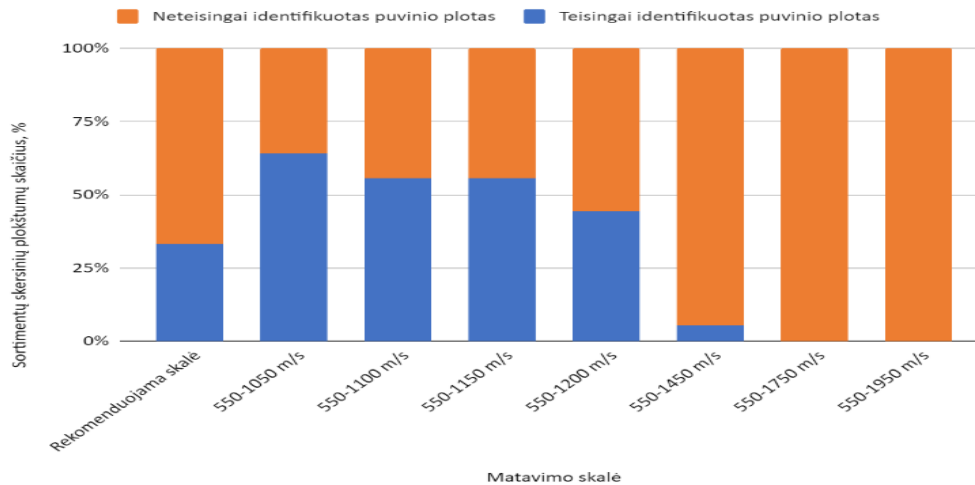
2 pav. Vidutinis puvinio išplitimas (%) sortimento skerspjūvyje priklausomai nuo medyno sudėties. Pasikliautiniuose intervaluose standartinė paklaida

Fig 2. Average spread (%) of rot in the assortment cross section depending on the stand composition. In intervals +- SE

Identifikuojant puvinius garsiniu tomografu *Arbotom 3D*, nutylėjimo būdų galima naudoti gamintojo rekomenduojamą matavimo skalę. Vertinant puvinių išplitimą drebulės sortimentuose, surinktuose Pc augavietėje, naudojant rekomenduojamą

matavimo skalę, teisingas puvinio plotas nustatytas tik 33,3 % išmatuotų pavyzdžių (3 pav.), Uc augavietėje – 30,6 % (4 pav.), Lc augavietėje – 37 % (5 pav.), Ld augavietėje – 11,5 % išmatuotų pavyzdžių (6 pav.).

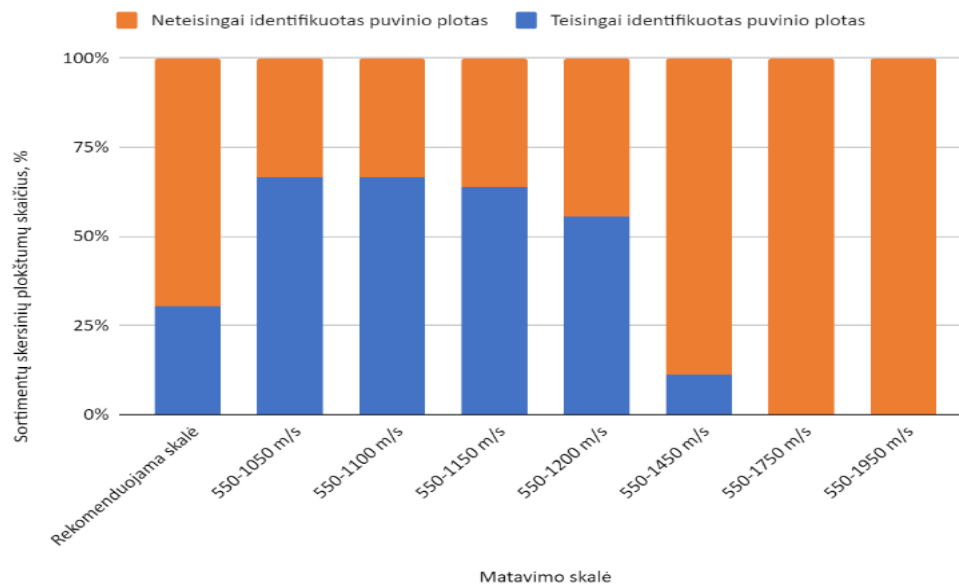
Taigi galima teigti, kad gamintojo rekomenduojama skalė nėra tiksli drebulinės kempinės sukeliams puviniams drebulės šviežioje medienoje nustatyti, todėl eksperimento būdu reikia nustatyti tinkamesnę matavimo skalę.



3 pav. Drebulės sortimentuose išplitusio puvinio ploto nustatymo tikslumas priklausomai nuo naudojamos garsinio tomografo matavimo skalės (matuota šviežia mediena iš Pc augavietės). Matavimų leistina paklaida +/- 10 %

Fig 3. Accuracy of the determination of the spread rot area in aspen assortments depending on the measurement scale of the sonic tomograph used (measured fresh wood from the Pc site). Measurement tolerance +/- 10%

Iš 3 paveikslo duomenų matyti, kad didžiausią puvinio išplitimo tikslumą drebulės medienoje, surinktoje iš Pc augavietės, pavyko išmatuoti su 550–1050 m/s skale, šios skalės tikslumas buvo 63,9 %. Naudojant 550–1100 m/s ir 550–1150 m/s matavimo skales, puvinį pavyko išmatuoti 55,6 % sortimentų.

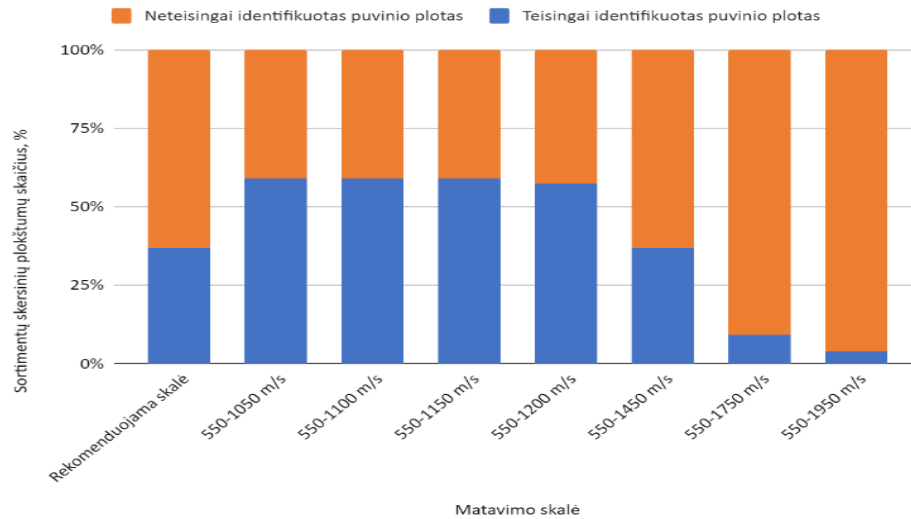


4 pav. Drebulės sortimentuose išplitusio puvinio ploto nustatymo tikslumas priklausomai nuo naudojamos garsinio tomografo matavimo skalės (matuota šviežia mediena iš Uc augavietės). Matavimų leistina paklaida +/- 10 %

Fig 4. Accuracy of the determination of the spread rot area in aspen assortments depending on the measurement scale of the sonic tomograph used (measured fresh wood from the Uc site). Measurement tolerance +/- 10%

Iš 4 paveikslo duomenų matyti, kad didžiausią puvinio išplitimo tikslumą drebulės medienoje, surinktoje iš Uc augavietės, pavyko išmatuoti su 550–1050 m/s ir 550–1100m/s skalėmis. Abiejomis skalėmis teisingai puviniai identifikuoti

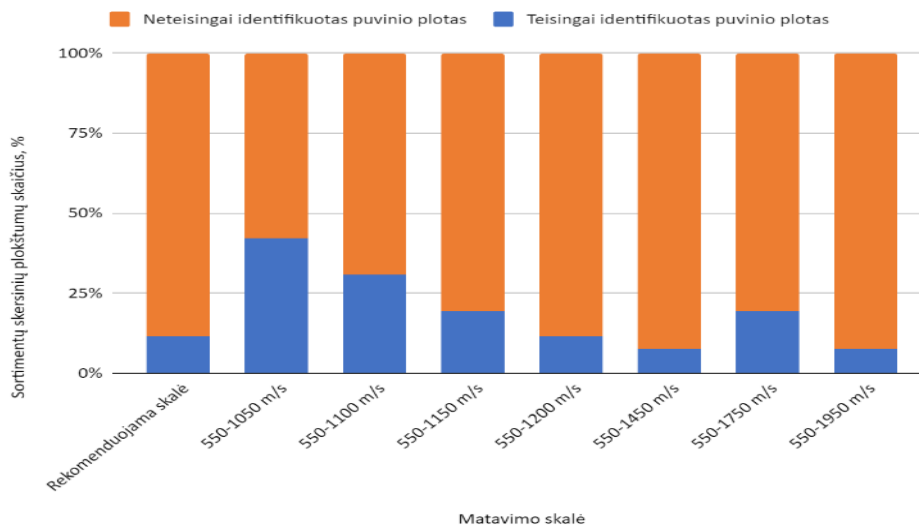
66,7 % sortimentų. Naudojant 550–1150 m/s matavimo skalę tiksliai išmatuoti 63,9 % sortimentų, o 550–1200 m/s skalę – 55,6 % sortimentų.



5 pav. Drebulės sortimentuose išplitusio puvinio ploto nustatymo tikslumas priklausomai nuo naudojamos garsinio tomografo matavimo skalės (matuota šviežia mediena iš Lc augavietės). Matavimų leistina paklaida $\pm 10\%$

Fig 5. Accuracy of the determination of the spread rot area in aspen assortments depending on the measurement scale of the sonic tomograph used (measured fresh wood from the Lc site). Measurement tolerance $\pm 10\%$

Iš 5 paveikslo duomenų matyti, kad drebulės sortimentų, surinktų Lc augavietėje, naudojant 550–1050 m/s, 550–1100 m/s ir 550–1150 m/s matavimo skales, puviniai teisingai nustatyti 59,3 % sortimentų. Taip pat naudojant 550–1200 m/s skalę buvo pasiektas nemažas tikslumas – 57,4 % sortimentų. Galima teigti, kad drebulės, augančias Lc augavietėje, galima matuoti naudojant platesnio diapozono matavimo skales (nuo 550–1050 m/s iki 550–1200 m/s). Rekomenduojamos skalės tikslumas mažesnis 22,3 % lyginant matavimus su 550–1050 m/s, 550–1100 m/s ir 550–1150 m/s skalėmis.



6 pav. Drebulės sortimentuose išplitusio puvinio ploto nustatymo tikslumas priklausomai nuo naudojamos garsinio tomografo matavimo skalės (matuota šviežia mediena iš Ld augavietės). Matavimų leistina paklaida $\pm 10\%$

Fig 6. Accuracy of the determination of the spread rot area in aspen assortments depending on the measurement scale of the sonic tomograph used (measured fresh wood from the Ld site). Measurement tolerance $\pm 10\%$

Iš 6 paveikslo duomenų matyti, kad visos matavimo skalės, nustatant drebulės sortimentų, surinktų iš Ld augavietės, drebulinės kempinės sukeltus puvinius, yra nepakankamai tikslūs. Didžiausias tikslumas buvo pasiektas naudojant 550–1050 m/s matavimo skalę. Teisingai puvinys įvertintas 42,3 % drebulės sortimentų.

Vertinant drebulės sortimentus, surinktus iš Ld augavietės, naudojant rekomenduojamą skalę teisingai identifikuota beveik 4 kartus mažiau puvinių negu naudojant 550–1050 m/s matavimo skalę.

Išvados

1. Rūšinė medyno sudėtis puvinio išplitimui sortimento skerspjūvyje įtakos neturi, tačiau pastebėta, kad pelkinėje (Pc) ir užmirkusioje (Uc) augavietėse puvinys plinta lėčiau, lyginant su laikinai užmirkusių augaviečių (Lc) ir (Ld) sąlygomis.

2. Rekomenduojama skalė teisingai identifiko tik 28,4 % (vidutiniškai) puvinių. Rekomenduojamos matavimo skalės tikslumas yra mažas, todėl drebulinės kempinės sukeliams puviniams drebulės medienoje identifikuoti vertėtų rinktis kitas, tinkamesnes matavimo skales.

3. Didžiausias tikslumas matuojant šviežių drebulės medieną drebulinės kempinės sukeliama puviniai identifikuoti buvo gautas 550–1050 m/s matavimo skale, naudojant garsinį tomografą *Arbotom 3D*.

Literatūra

1. Stević, Z., Nikolovski, D., Siegert, B., Lochert, V. 2011. Thermography and other new technologies for tree diagnostics.
2. Kana, Y., Toshihiro, Y., Yuko, O., Hiroshi, Y., Izumi, Tokue, 2015. Detecting defects in standing trees by an acoustic wave tomography with pseudorandom binary sequence code: simulation of defects using artificial cavity. In: Ross, R. J., et al. (Eds.) *Proceedings of the 19th International Nondestructive Testing and Evaluation of Wood Symposium*. 22–25 September 2015, Madison, pp. 542–546.
3. Dabkevičius, Z., Vasiliauskas, A., Žiogas, A. 2006. Miško Fitopatologija.
4. Šilinskas, B.; Povilaitienė, A.; Urbaitis, G.; Aleinikovas, M.; Varnagiryte-Kabašinskienė, I. The Wood Quality of Small-Leaved Lime (*Tilia cordata* Mill.) Trees in an Urban Area: A Pilot Study. *Forests*, Vol. 12, ID 420.
5. Kouki J., Arnold K., Martikainen P. 2004. Long-term persistence of aspen - a host for many threatened species – is endangered in old-growth conservation areas in Finland. *Journal for Nature Conservation*, Vol. 12, p. 41–52.

ACCURACY STUDIES OF SONIC TOMOGRAPHY FOR THE DETECTION OF ASPEN STEM ROT

Summary

The accuracy of the sonic tomograph in the assortment of aspens is investigated in research. The object of the work - aspen assortments with aspen rot were selected. The data of the sonic tomograph are compared according to the scales recommended by the manufacturer and the rot visible in kind. Image J program was chosen to analyze the range of aspens. The main objective was to find the most appropriate scale to examine the root of the aspen bracket. The recommended scale is not suitable for assessing the rot caused by aspen bracket in aspen wood. It is best to use such a measuring scale (550-1050 m/s) to determine the rot caused by aspen bracket in fresh aspen wood.

Keywords: Sonic tomograph, recommended scale, aspen rot