

Uporaba ultrazvoka

Miha Pompe

April 2021

1 Teorija

Merjenje jakosti odbojev ultrazvoka v različnih globinah merjenja je najbolj pogost način meritve. V tem primeru merimo čas, ki ga valovanje porabi od izvora do nehomogenosti, ki valovanje delno odbija, in nazaj do detektorja. Meritev časa nam omogoča sunkovni način delovanja ultrazvočnega izvora, ki je analogen delovanju radarja. Izvor (piezoelektrični kristal) odda kratek močan impulz valovanja, ki je dolg le nekaj valovnih dolžin, nato pa merimo jakost odbitega signala v odvisnosti od časa. Detektor je običajno kar isti piezoelektrični kristal, ki služi tudi kot izvor ultrazvoka. Na ta način dobimo enodimenzionalen prerez skozi merjeno telo.

$$c = \frac{2d}{t}$$

Z natančnimi meritvami hitrosti ultrazvoka v snovi lahko določamo tudi mnoge lastnosti snovi, ki so povezane z njeno trdnostjo. V homogenih snoveh lahko npr. določimo modul elastičnosti E , strižni modul G in Poissonovo število μ . V tanki palici (valovna dolžina je dosti večja od premera palice) se širi longitudinalno valovanje s hitrostjo

$$c_{long,tanka}^2 = \frac{E}{\rho}$$

kjer je ρ gostota palice. Hitrost longitudinalnega valovanja v razsežnem sredstvu je podana s formulo

$$c_{long}^2 = \frac{E(1 - \mu)}{\rho(1 + \mu)(1 - 2\mu)}$$

Hitrost transversalnega valovanja v razsežnem sredstvu lahko izrazimo s strižnim modulom ali pa s prožnostnim modulom in Poissonovim številom

$$c_{trans}^2 = \frac{G}{\rho} = \frac{E}{2\rho(1 + \mu)}$$

2 Rezultati

Pred začetkom opazovanja odbojev ultrazvočnega valovanja smo morali umeriti skalo. To smo storili z merjenjem odboja na ravni površini, pri čemer smo opazovali tudi nadaljnje odboje. Pri znani razdalji smo lahko potem pravilno pretvorili časovne meritve v meritve razdalje. To meritev prikazuje 3. graf na Grafu 1.

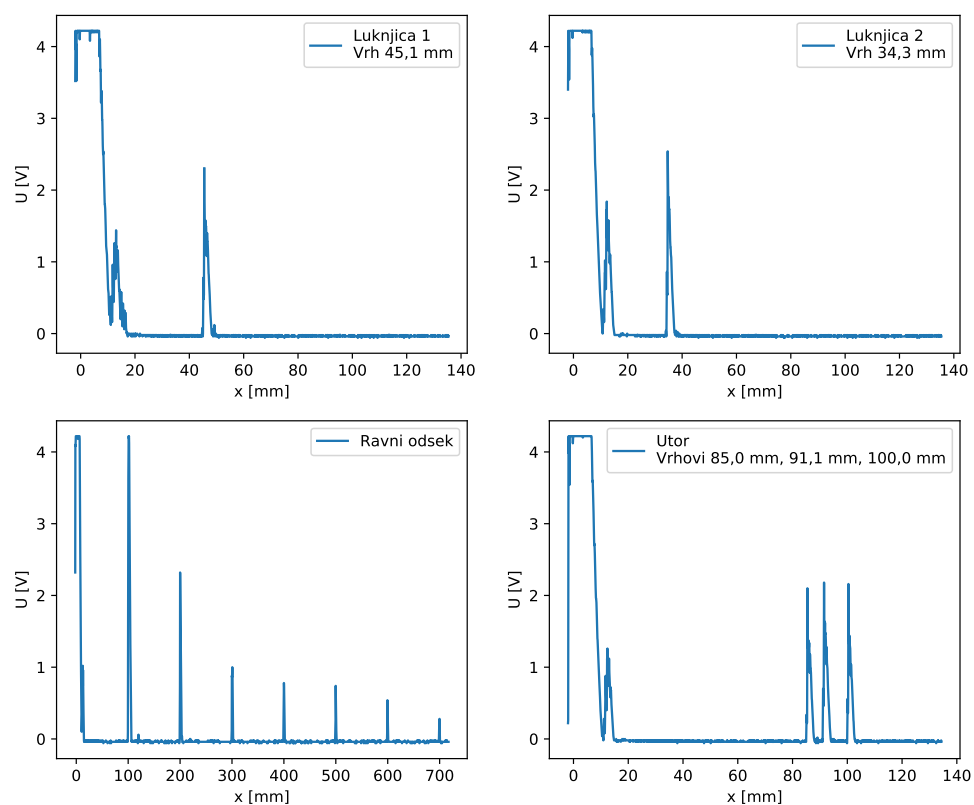
S pravilno nastavljeno skalo lahko sedaj izmerimo oddaljenosti defektov pri različnih postavitvah detektorja. Izmerimo lahko globino velike luknje in sicer 45,1 mm (pričakovali 45,0 mm), majhne luknje 34,3 mm (pričakovali 34,25 mm) in oddaljenosti utorov pri 85,5 mm, 91,1 mm ter 100,0 mm (pričakovali 85,0 mm, 91,0 mm, 100,0 mm). Vse te meritve so bile izmerjene na $\pm 0,2$ mm natančno.

Lokacijo 1 mm luknjice lahko določimo le v eni smeri in sicer 34,3 mm, druge dimenzije pa ne moremo izmeriti nenatančnih meritev (izmerjen je bil odboj velike luknje in ne majhne). Jakost prvega odboja znaša 2,3 V, kar je veliko manj kot na ravni ploskvi kjer je jakost znašala 4,2 V. Razliko lahko pojasnimo s tem, da se pri ravni odbojni ploskvi več valov odbije v detektor, kot pri okrogli, kjer se valovi širijo razpršeno. Iz 4. grafa na Grafu 1 lahko določimo ločljivost detekcije, ki znaša približno 2 mm (podana kot širina odboja).

Tretji del naloge je bilo merjenje transversalne in longitudinalne hitrosti valovanja v različnih kovinah. Uporabili smo medenino, aluminij in jeklo enake debeline (25,0 mm). Z merjenjem časovnega razmika med osnovnim vrhom in prvim odbojem lahko izračunamo želene hitrosti. Z enačbami navedenimi v 1. delu lahko iz hitrosti izračunamo še E, μ in G, ki so podani v tabeli spodaj. Napake spodnjih meritev so med 1% in 2%, ki izvirajo iz meritve časa in višine valja.

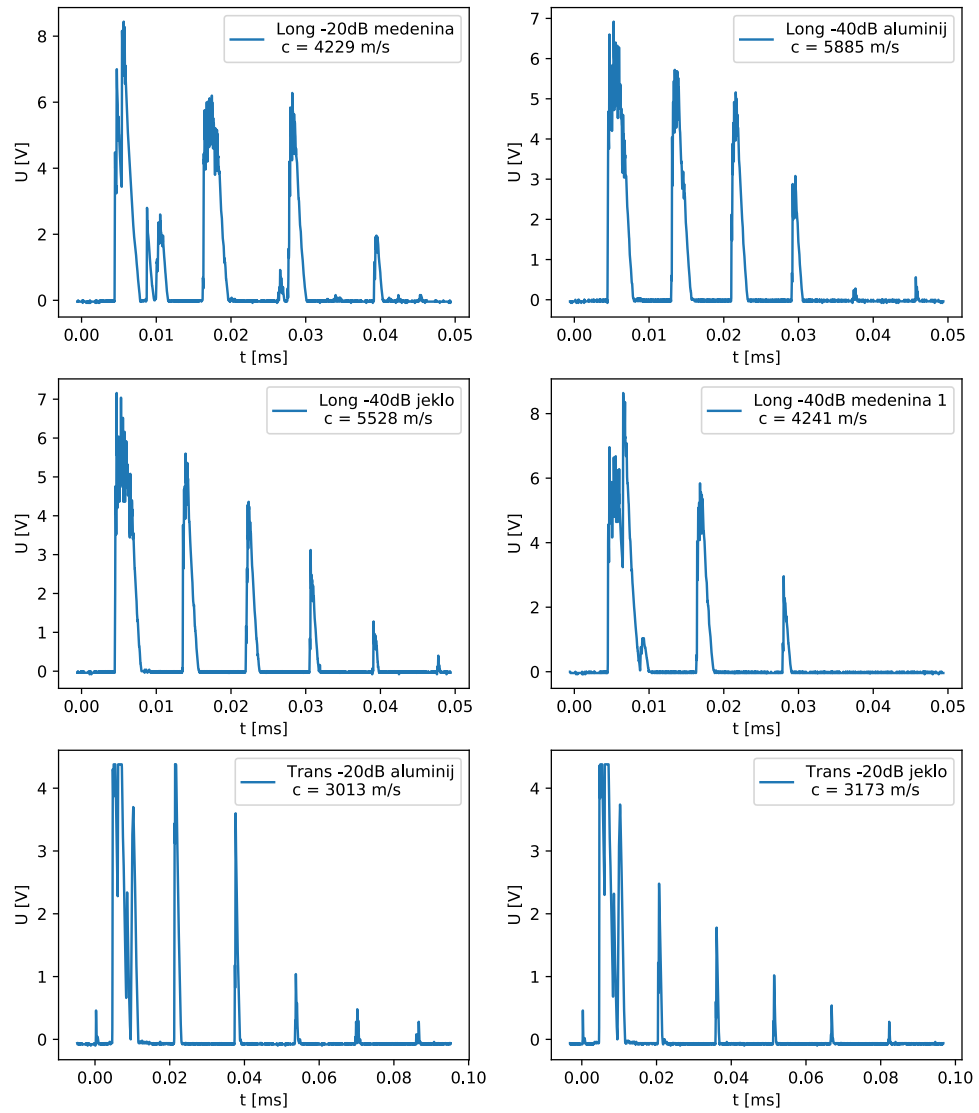
Hitrost	Kovina	Hitrost [$\frac{m}{s}$]	Gostota [$\frac{kg}{m^3}$]	E [GPa]	μ	G [GPa]
Long	Medenina	4229	8700	124	0,373	
Long	Aluminij	5885	2700	75	0,370	
Long	Jeklo	5528	7800	190	0,368	
Trans	Aluminij	3013	2700			24,5
Trans	Jeklo	3173	7800			78,5

Odboj longitudinalnega ultrazvočnega valovanja na različnih ploskvah



Graf 1: Odboji ultrazvočnega valovanja na različnih površinah. Na grafih so navedene pozicije opazovanih defektov, ki se skladajo z dejanskimi vrednostmi v okviru merske napake.

Merjenje longitudinalne in transverzalne hitrosti

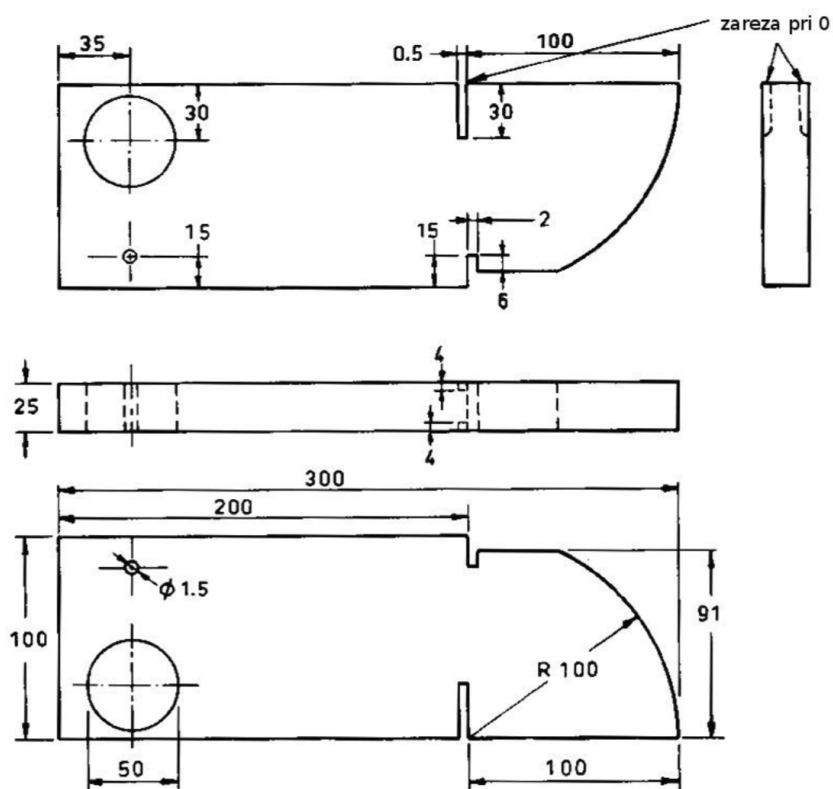


Graf 2: Merjenje odbojev longitudinalnega in transverznega valovanja

3 Diskusija

Pri vaji smo opazovali obnašanje ultrazvočnega valovanja v različnih materialih. Opazili smo podobno obnašanje kot ga opazimo pri valovanju na vodi ali pa v zraku, kjer se to navezuje na odboj. Z določitvijo ločljivosti ultrazvočnih detektorjev smo potrdili, da jih je možno uporabiti za opazovanje človeškega telesa. Z meritvijo smo prav tako relativno natančno izmerili lastnosti jekla, medenine in aluminija.

4 Priloga



Graf 3: Umeritveni blok normalne velikosti