

A detailed close-up photograph of a metalworking process. A thick, dark metal plate is being bent into a U-shape by a V-die. The die is made of a lighter-colored metal and has a sharp V-shaped groove. The metal plate is held in place by two large, cylindrical rollers on either side. The background is a dark, industrial setting with some visible rivets and structural elements.

HARDOX®
WELDOX®

särmäys / leikkaus

SSAB
OXELÖSUND

Seuraavassa suosituksia parhaaseen tulokseen pääsemiseksi särmättäessä ja leikattaessa meidän kulutustakestäviä ja erittäin lujia teräksiämme.

Tämä osa käsittelee nk. vapaataivutusta, mutta luonnollisesti, levyä voidaan myös rullamuovata. Taivutustulos riippuu lukuisista tekijöistä jotka olemme sijoittaneet kolmeen otsikkoon; levy, työkalut, työsuoritus. Näistä tekijöistä kerromme sivuilla 3–4 missä annamme myös pari laskentaesimerkkiä.

Kuva1.
Taivutus poikittain levyn
valssaussuuntaanä nähden.

Mahdolliset säröt
hiotaan pois. Samoin
leikattu reuna pitää
hioa.

Levyn tunnistusnumero on aina
stanssattu poikittain valssaus-
suuntaan nähden.

- Taivutuslinja

b

Valssaus-
suunta

Vastinuran reunojen on oltava yhtä kovat tai kovemmat kuin taiputettavan levyn kovuus kinnillekkautumisen välttämiseksi. Yksinkertainen tapa tämän aikaansaamiseksi on työstää reunaan urat ja sijoittaa niihin voidellut pyörötangot esim. hopeateräksestä.

Reunojen pyörityssäteen (r) on oltava vähintään puolet levyn paksuudesta (t).

Avautumiskulma pitää valita huomioiden levyn takaisinjousto. Esimerkiksi HARDOX 500:a särmättäessä 90°:n kulmaan avautumiskulma ei saa olla suurempi kuin 70°. (ks. taulukko1).

Taivutustapahtuman lopputulos riippuu levystä, työkaluista ja työsuorituksesta:

LEVY

– Levylaji

Huomaa, että taivutusvoima ja takaisinjousto kasvaa levyn lujuuden mukaan (Tyypilliset murtoraja-arvot – katso taulukko 4).

Siis, mitä lujempi ja kovempi levy...

- sitä suurempi taivutusvoima tarvitaan
- sitä suurempi on takaisinjousto
- sitä suurempi taivutussäde tarvitaan
- sitä suurempi pitää vastinuran leveyden olla

– Levyn pinta

Nämä suosituksemme pätevät puhalletulle ja ruostesuoja-maalatulle pinnalle. Käsittelemättömät levyt voidaan särmätä vähän tiukemmin. Pintaviat ja ruoste levyn venyvällä puolella voivat huomattavasti alentaa taivutettavuutta. Kriittisissä tapauksissa tulee tällaiset viat hioa pois.

– Levyn reunat

Purse ja murtumat tulee hioa poltetuista tai leikatuista levyn reunoista.

– Levyn paksuus (t)

Ohuempi levy mahdollistaa yleensä pienemmän taivutussäteen. Katso taulukko1.

– Levyn valssaussuunta

Levyä voidaan taivuttaa pienemmälle taivutussäteelle poikittain kuin pitkittäin valssaussuuntaan nähden. Katso kuva1 ja taulukko1.

– Taivutuspituus (b)

Mikäli taivutuspituus (ks. kuva 1) on pienempi kuin 10 kertaa levyn paksuus, voidaan usein taivuttaa pienemmille säteille kuin mitä taulukossa 1 osoitetaan.

TYÖKALUT

– Ylätyökalun säde (R)

Särmättäessä HARDOX ja WELDOX – levyjä oikean taivutussäteen valinta on tärkeää. (Ks. kuva 1.)

Pehmeämmille teräksille – aina WELDOX500:n saakka suositellaan ylätyökalun säteeksi yhtä suurta tai vähän pienempää kuin haluttu taivutussäde on. Muille, sitä lujemmille teräksille, ylätyökalun säteeksi suositellaan yhtä suurta tai vähän suurempaa kuin haluttu taivutussäde on.

Taulukko 1 antaa pienimmät suositellut ylätyökalun säteet jolloin vältetään säröjen muodostuminen taivutettaessa 90°:n kulmaan.

Jatkuu. >

Taulukko1.

Pienimmät suositellut ylätyökalun säteet (R) ja vastinuran leveydet (W) suhteessa levyn paksuuteen (t) taivutettaessa pitkittäin ja poikittain valssaussuuntaan nähden – sekä vastaavat takaisinjoustojen määrät.

	Paksuus [mm]	Poikittain R/t	Pitkittäin R/t	W/t	Pitkittäin W/t	Tjousto [°]
S355		2,5	3,0	7,5	8,5	3-5
WELDOX 700	t < 8 8 t < 20 t 20	1,5 2,0 3,0	2,0 3,0 4,0	7,0 7,0 8,5	8,5 8,5 10,0	6-10
WELDOX 900/960	t < 8 8 t < 20 t 20	2,5 3,0 4,0	3,0 4,0 5,0	8,5 8,5 10,0	10,0 10,0 12,0	8-12
WELDOX 1030	t < 8 8 t < 20 t 20	3,0 3,5 4,5	3,5 4,5 5,5	9,0 9,0 11,0	10,0 11,0 13,0	10-32
WELDOX 1100 *	t < 8 8 t < 20 t 20	3,5 4,0 5,0	4,0 5,0 6,0	10,0 10,0 12,0	10,0 12,0 14,0	11-18
WELDOX 1300*	t < 6 6 ≤ t < 10	3,5 4,0	4,0 5,0	10,0 12,0	12,0 14,0	12-45
HARDOX 400	t < 8 8 t < 20 t 20	2,5 3,0 4,5	3,0 4,0 5,0	8,5 10,0 12,0	10,0 10,0 12,0	9-13
HARDOX 450*	t < 8 8 t < 20 t 20	3,5 4,0 5,0	4,0 5,0 6,0	10,0 10,0 12,0	10,0 12,0 14,0	11-18
HARDOX 500 *	t < 8 8 t < 20 t 20	4,0 5,0 7,0	5,0 6,0 8,0	10,0 12,0 16,0	12,0 14,0 18,0	12-20

*) HARDOX 450, HARDOX 500, WELDOX 1100 ja WELDOX 1300:a taivutettaessa tulee noudattaa erityisen suurta varovaisuutta levyjen korkean lujuuden ja tarvittavan suuren taivutusvoiman takia. Jos levyyn tulee särö on olemassa vaara, että kappaleita lentää taivutussuuntaan. Tämän takia työsuorittajan ja muiden henkilöiden on oltava koneen sivulla – ei sen edessä.

TYÖKALUT (jatkoa)

– Vastinuran leveys (W)

Taulukossa 1 annetaan pienimmät suositeltavat vastinuran leveydet, jotta saataisiin mahdollisimman pienet taivutus säteet. Kasvattamalla vastinuran leveyttä vähennetään voimantarvetta ja mahdollista painumajäljen syntymistä – mutta samalla kasvaa takaisinjousto.

Huomioi, että vastinuran avautumiskulman täytyy olla niin pieni, että se sallii riittävän ylitaivutuksen. (Ks. kuva 1 ja taulukko 1). Rullataivutuksessa takaisinjousto tulee olennaisesti taulukkoarvoja suuremmaksi.

SÄRMÄYKSEN TYÖSUORITUS

– Kitka

Vastinuran reunojen tulee olla puhtaat ja naarmuttomat. Pyörivät pyörötangot vastinuran reunoissa – ja/tai reunojen voitelu vähentävät voimantarvetta samanaikaisesti kun riski säröjen muodostumisesta pienenee.

– Taivutuskulma

Taulukon 1 suositukset pätevät 90:n asteen taivutuskulmalle. Kun levyä taivutetaan pienemmälle kulmalle, voidaan ylätökalussa käyttää taulukkoarvoa pienempää sädetä.

Huomaa, että taivutuskulman suuruudella on pienempi vaikutus voimantarpeeseen ja takaisinjousto kuin esimerkiksi vastinuran leveydellä ja levyajilla.

Takaisinjousto kompensoidaan ylitaivuttamalla vastaavalla astemäärällä.

– Taivutusvoima (P)

Tarvittava taivutusvoima voidaan arvioida allaolevan laskentakaavan avulla. Voima saadaan tonneina (1 to vastaa 10 kN), $\pm 20\%$:n tarkkuudella, edellyttäen että kaikki mitat merkitään millimetreissä. Merkinnät – katso kuva 1. Levyn murtoraja R_m saadaan taulukosta 4.

$$P = \frac{1,6 \times b \times t^2 \times R_m}{10000 \times W}$$

Särmäys merkittävästi suurempisäteisellä ylätökalulla kuin on mainittu taulukossa 1, voi lisätä voimantarvetta – kaa-vaan verrattuna – ellei samalla kasvateta vastinuran leveyttä vastaavalla astemäärällä.

Esimerkki 1:

Tiettyssä särmäyspuristimessa voidaan särmätä 20 mm paksua S355 levyä kun vastinuran leveys on 150 mm.

Jos käytetään samaa vastinta ja samaa taivutuspituu-utta, kuinka paksua HARDOX 400:a voidaankoneella taivuttaa?

Taivutusvoima tulee olemaan sama, ainoastaan levyn paksuudessa (t) jamurtoarajassa (R_m) on eroja. Laskenta-kaava on tällöin:

$$20^2 \times 550 = t^2 \times 1250$$

HARDOX – levyn paksuudeksi saadaan 13,3 mm.

W/t – suhteeksi HARDOX400 – levyille tulee tässä $150/13.3 = 11.3$ which, mikä on taulukon 1 mukaan OK.

Esimerkki 2:

Tulisi valmistaa 2000 mm pitkä särmätty lastikouru.

Valittava kahdesta vaihtoehdosta:

a) S35510 mm:n levy jonka tyypillinen murtoraja on 550 MPa, tai

b) WELDOX 700 7 mm:n levy, jonka tyypillinen murtoraja on 860 MPa.

Molemmissa tapauksissa ajatellaan käytettävän olemassaolevaa alatyökalua, jonka vastinuran leveys on 100 mm. Millainen voima vaaditaan levyjen taivuttamiseen?

S355:lle saamme:

$$P = \frac{1,6 \times 2000 \times 10 \times 10 \times 550}{10000 \times 100} = 176 \text{ tonnia}$$

WELDOX700:lle saamme:

$$P = \frac{1,6 \times 2000 \times 7 \times 7 \times 860}{10000 \times 100} = 135 \text{ tonnia}$$

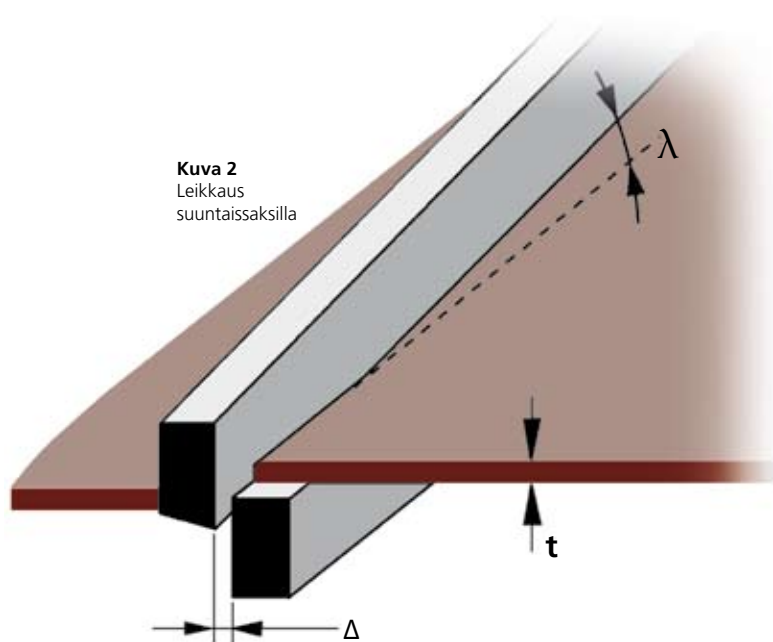
Koska levyn paksuuden vaikutus on suurempi kuin lujuuden, tarvitaan siis pienempi voima taivuttamaan WELDOX – levyä tässä tapauksessa.

	Levyn paksuus, mm			
S 355	10	20	30	60
WELDOX 700	8	16	24	48
WELDOX 900 / 960	7	14	21	42
HARDOX 400	6	13	19	38
	↓	↓	↓	↓
Taivutusvoima metriä kohti, [to]	120	240	330	660
...vastinuran leveyden (W) ollessa, [mm]	75	150	240	480

Taulukko 2.

Levyn paksuudet jotka vaativat saman taivutusvoiman taivutuspituu-den metriä kohti – vastinurien leveydet (W) taulukon mukaisina.

Kuva 2
Leikkaus
suuntaissaksilla



Leikkaus suuntaissaksilla

Leikkaaminen soveltuu myös korkealujuuksisille teräksille. Yleisesti todetaan, että mitä korkeampi murtoraja on sitä suurempi leikkausvoima tarvitaan. Myöskin työkalun kuluminen lisääntyy murtorajan kasvaessa minkä vuoksi me emme suosittele leikkaamista WELDOX 1100, HARDOX 450 ja sitä lujemmille teräksille.

Leikattaessa korkealujuuksisia teräksiä, hyvän lopputuloksen saavuttamisen edellytyksenä ovat hyvät työkalut ja oikeat asetukset leikkuuarvoille. Huomaa, että ehdotuksemme näille säädoille ovat vain yleisiä suosituksia. Käytännössä valintoja ohjaavat leikkuuterien kunto ja koneen vakavuus.

Leikkuuterät

Terien tulee olla kovia ja teräviä, joista kulmat on kevyesti hiottu.

Leikkuurako, Δ

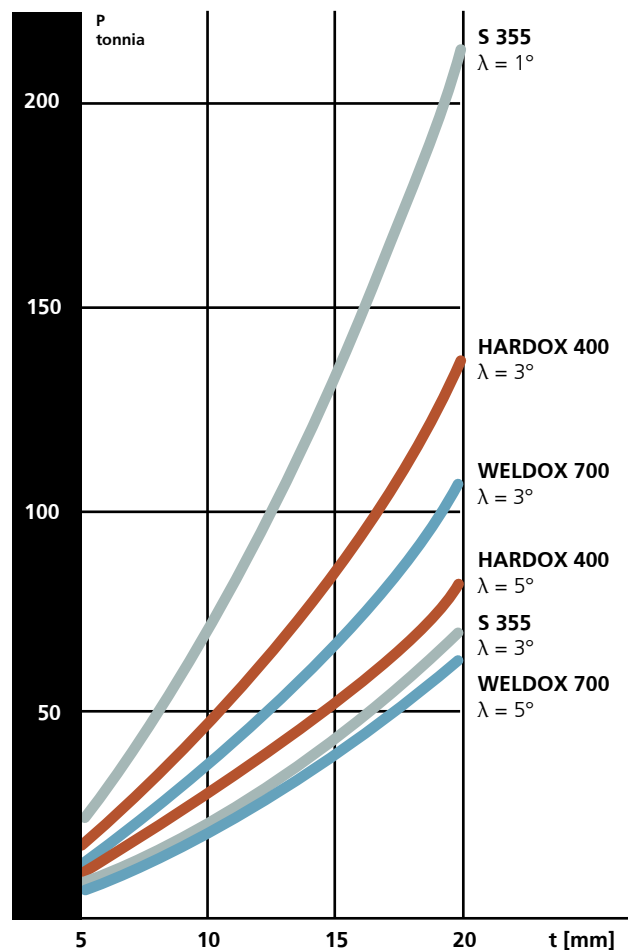
Tämä on tärkein asetus hyvän tuloksen saavuttamiseksi. Rakoa kiinteän alaterän ja liikkuvan yläterän välillä on suurennettava murtolujuuden kasvaessa – katso taulukko 3. Virheellinen arvo aiheuttaa huonon pinnan joka puolestaan voi johtaa säröjen muodostumiseen hitsattaessa tai särmätaässä.

Leikkuukulma, λ

Mitä suurempi leikkuukulma on, sitä pienempi leikkuuvoima tarvitaan – mutta samalla vaara levyn liukumiseen kasvaa, tai että irtautuvan osan muodonmuutos kasvaa (vääntyy). Yleensä leikkuukulmaa pitää kasvattaa suurilujuisia levyjä leikattaessa. Katso kuvaa 2 ja allaolevaa taulukkoa 3.

Leikkuuvoima, P

Leikkuuvoima kasvaa suoraan levyn murtolujuuden kasvaessa kun leikkuukulma pidetään vakiona. Katso kuva 3 ja taulukko 4.



Kuva 3. Leikkuuvoima eri levyn paksuuksilla ja leikkuukulmilla. I

Taulukko 3.
Raon ja leikkuukulman säädöt
– sekä tyypilliset raaka-aineet.

	Leikkuukulma Δ % t:stä	Rako λ [°]
S 355	8-10	1-5
WELDOX 700	12-15	3-5
WELDOX 900	14-16	3-5
WELDOX 960	14-16	3-5
HARDOX 400	16-18	3-5

Taulukko 4.

Tyypilliset tekniset tiedot

	Murtoraja R_m [MPa]	Venym A_5 [%]	Kovuus [HBW]
S355 (EN10025)	550	28	~ 180
WELDOX 700	860	17	~ 270
WELDOX 900	1030	15	~ 330
WELDOX 960	1070	15	~ 340
WELDOX 1030	1340	11	~ 430
WELDOX 1100	1440	11	~ 460
WELDOX 1300	1540	10	~ 490
HARDOX 400	1250	10	~ 400
HARDOX 450	1440	9	~ 450
HARDOX 500	1550	8	~ 500

Lisätietoja tarvitessasi, ota yhteyttä Tekniseen asiakaspalveluumme.

Tämä *Särmäys/Leikkaus* – esitteemme on yksi painotuote siitä sarjasta joka antaa neuvoja ja ohjeita kuinka HARDOX ja WELDOX-levyjä työstetään. Muita esitteitä ovat Hitsaus ja Työstö.

Voit tilata niitä markkinointiorganisaatiomme kautta.



SSAB Oxelösund AB
SE-613 80 Oxelösund
Ruotsi

Tel: + 46 155 25 40 00
Fax: +46 155 25 40 73
www.ssabox.com