

Metal Structures

Laboratory VI

Non-destructive testing of welds

LABORATORY OBJECTIVE'S

Concept of welding imperfections;
Estimating Consequences Classes;
Estimating Production Categories (technology of erection);
Estimating Service Categories (type of actions);
Impact of CC, PC and SC (Execution Classes) on accepted level of welding imperfections;

Topic:

1. Acquaint the Manual for Ultrasonic Testing #5/2009, developed by the Laboratory of Industrial Flaw Detection.
2. Acquaint the Ultrasonic Testing Protocol #29/2009, developed by the Laboratory of Industrial Flaw Detection.
3. Specify the requirements for the quality of welded joints and the scope of tests required by EN 1090-2, EN ISO 5817 and EN ISO 6520 for the steel support structure of the power generator at the "Pomorzany" power plant.

Imperfections



Photo: weldreality.com

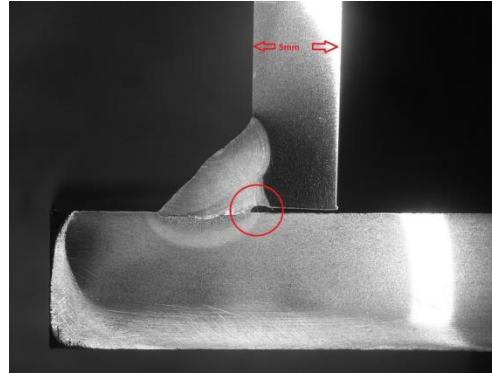


Photo: weldingtipsandtricks.com



Photo: weldreality.com



Photo: bbs.homeshopmachinist.net

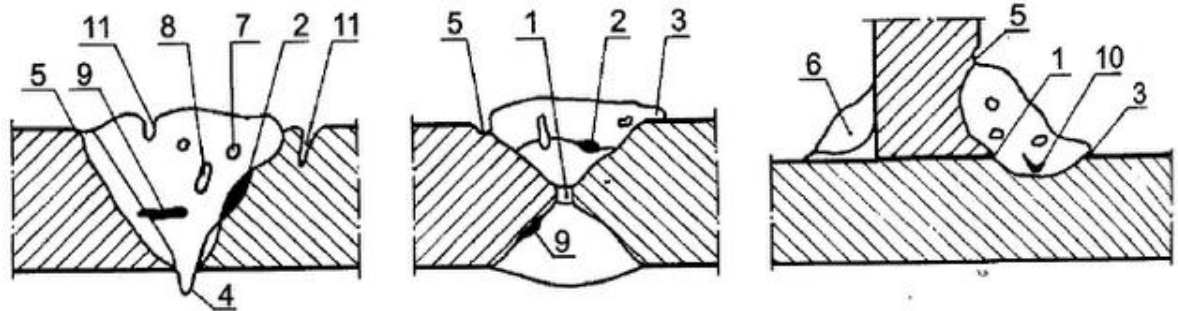


Photo: Łubiński M, Filipowicz A, Żółtowski W, "Konstrukcje metalowe", Arkady 2000

Examples

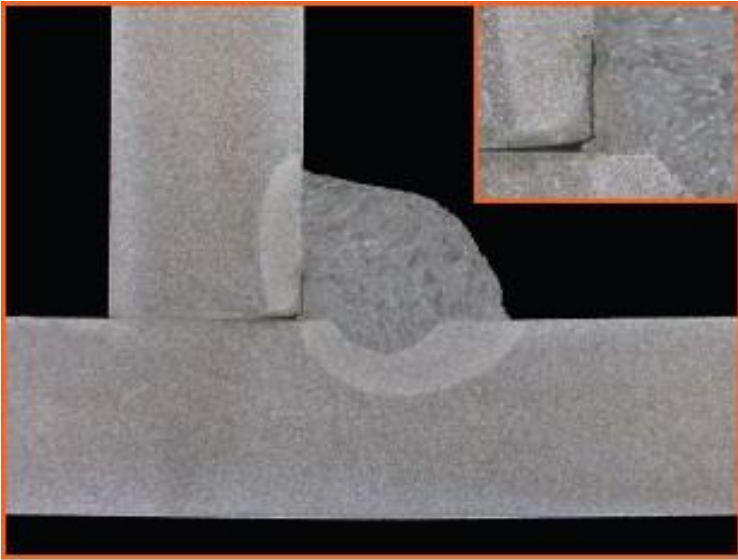


Photo: figel.pl

Lack of fusion



Photo: figel.pl

Gas pores

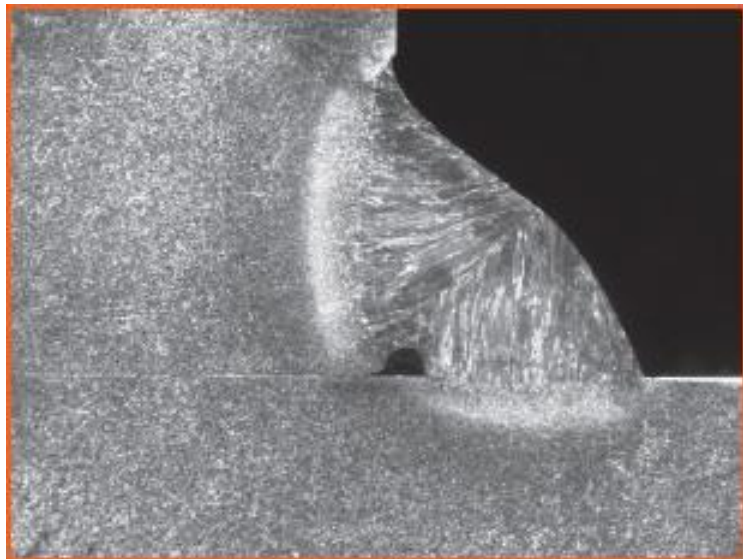


Photo: figel.pl

Slag inclusion

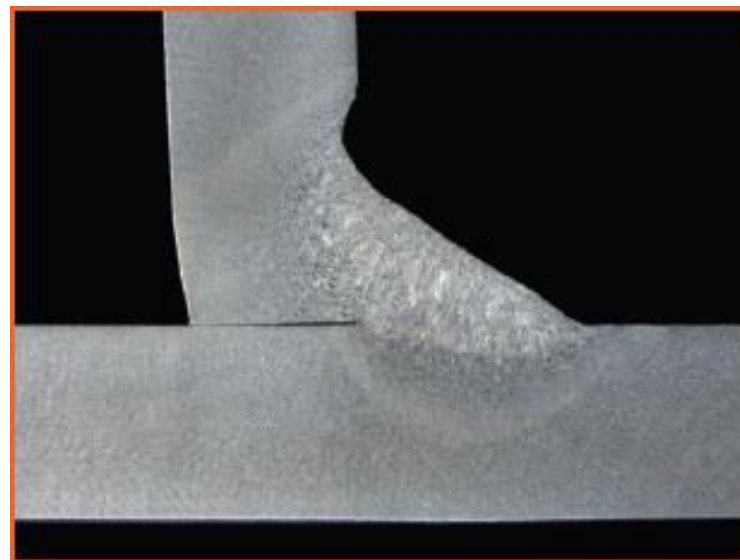


Photo: figel.pl

Local undercut

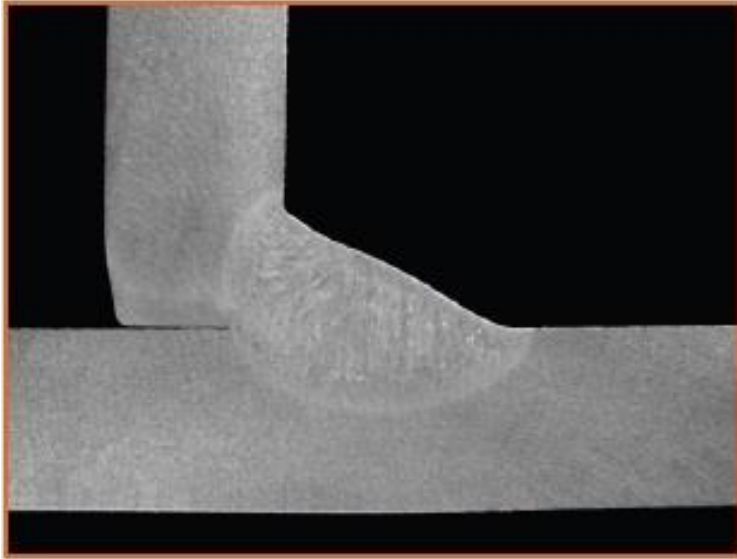


Photo: figel.pl

Excessive asymmetry

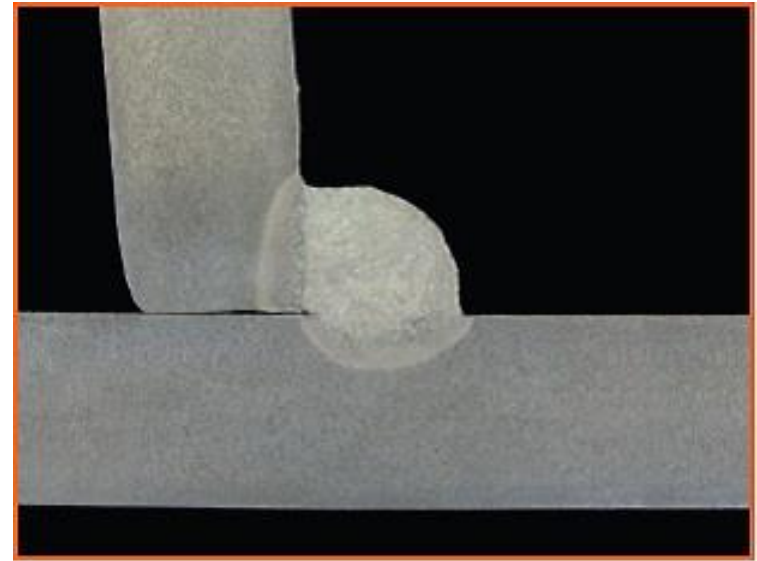


Photo: figel.pl

Excessive convexity

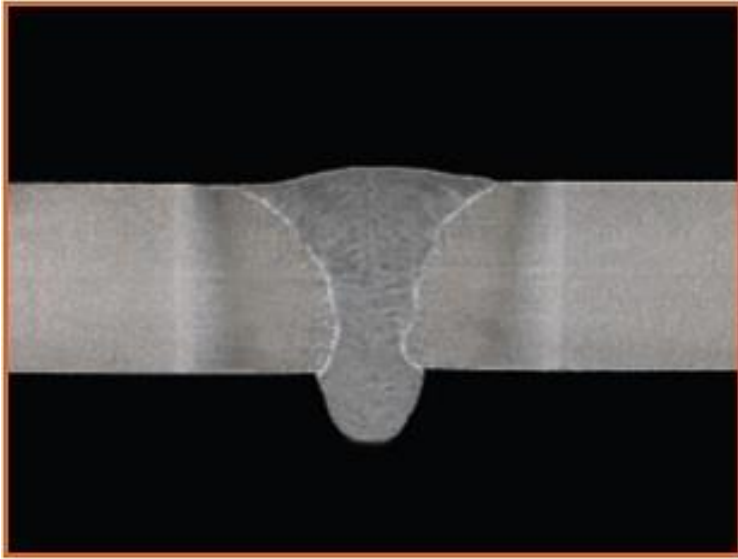
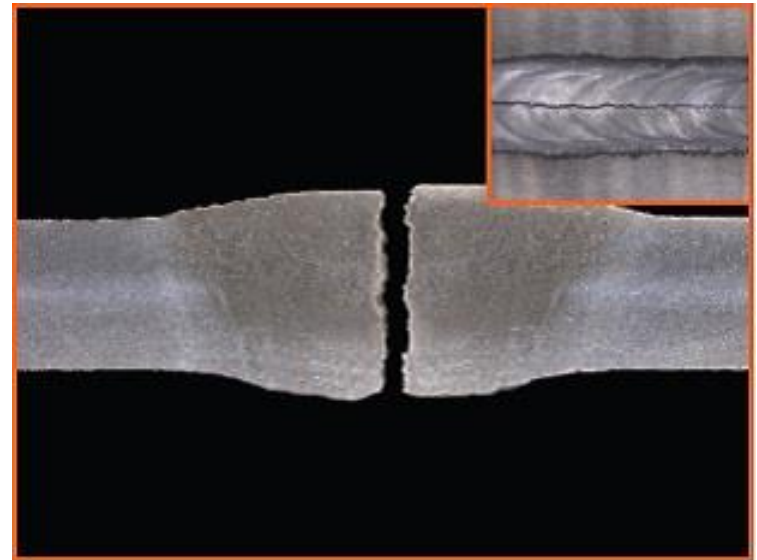


Photo: figel.pl

Excessive penetration

Photo: figel.pl



Crack

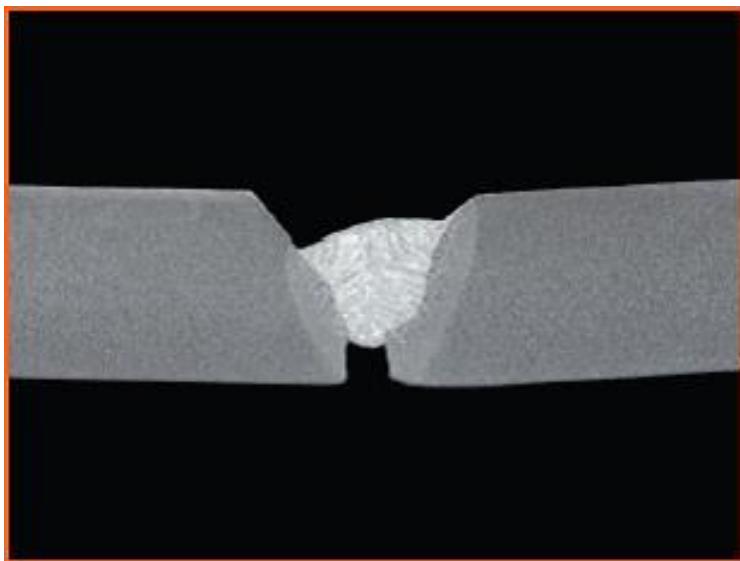
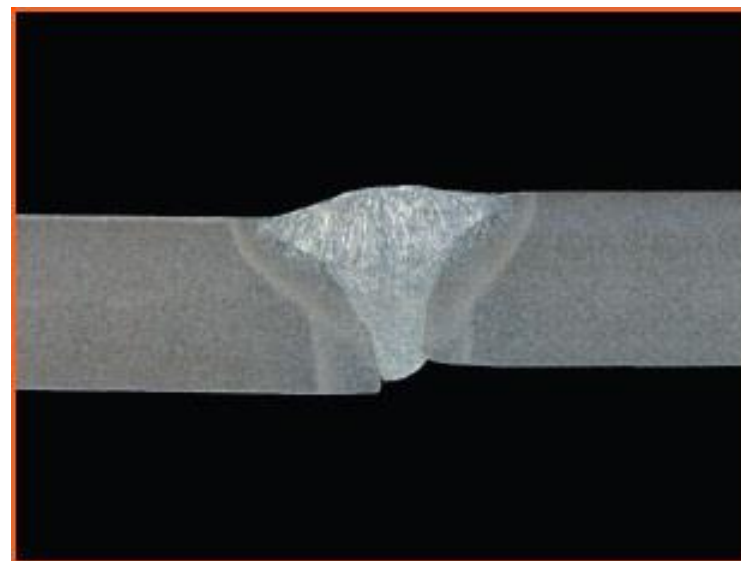


Photo: figel.pl

Lack of penetration

Photo: figel.pl



Linear misalignment

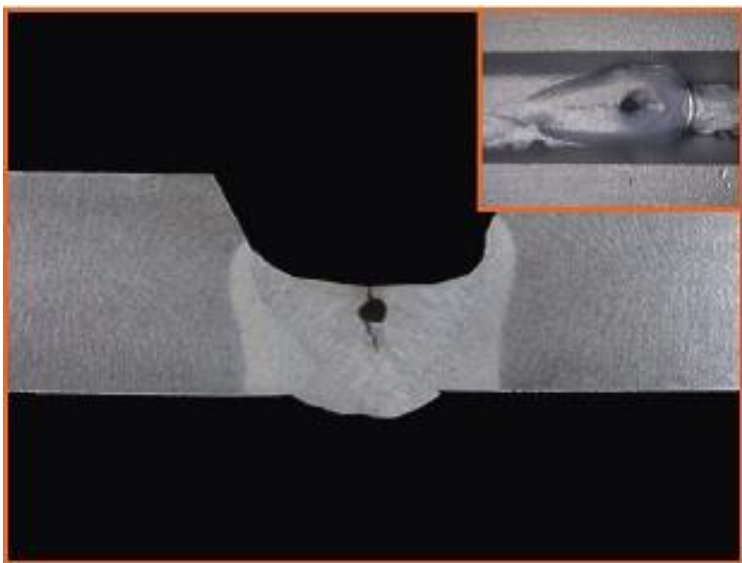


Photo: figel.pl

Crater

Photo: figel.pl



Splatter

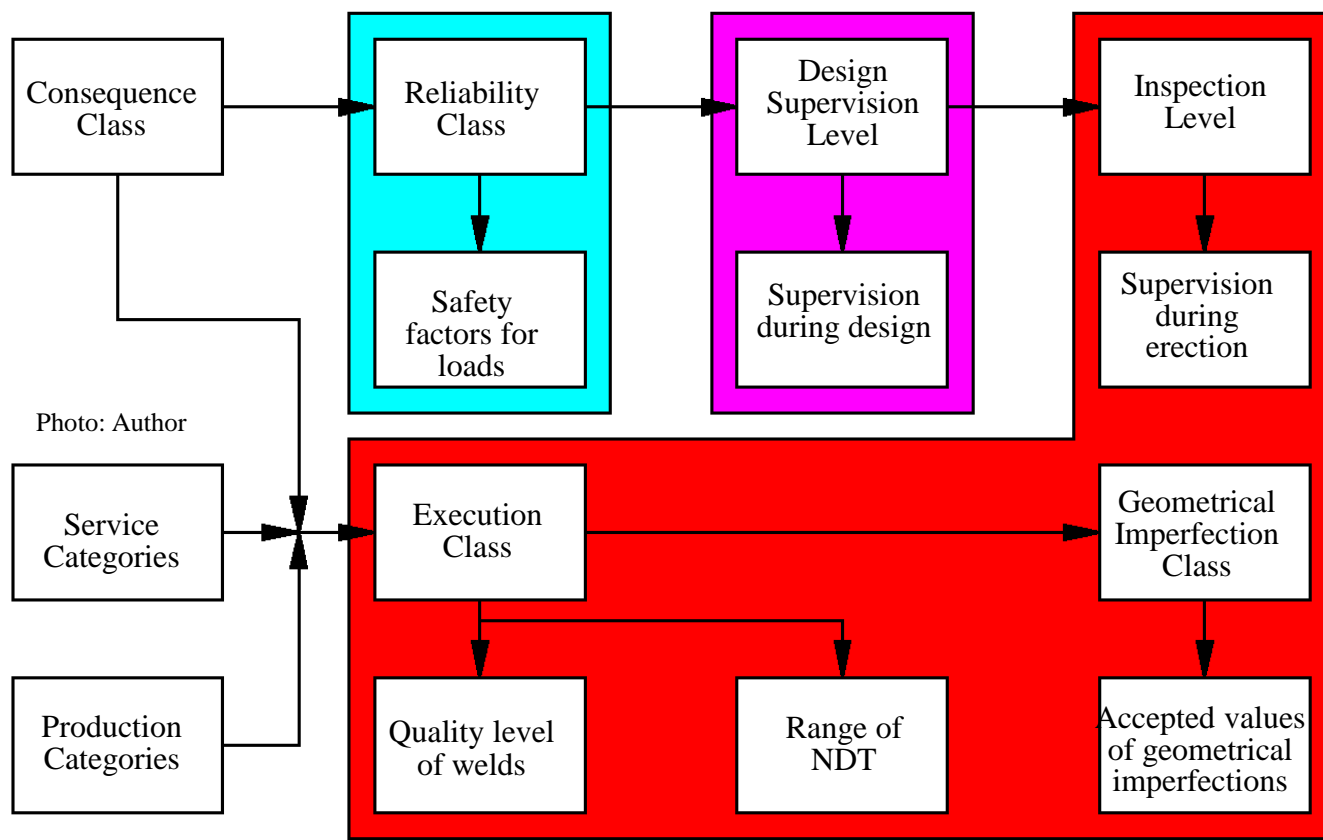
There are two classes of imperfections for functional geometrical imperfections. They depend on execution class.

What is the way to determine type of execution class?

Consequences classes		CC1		CC2		CC3	
Service categories		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Production categories	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4
Class of imperfection		1			2		

EN 1090-2 tab B.3

If we can't make accurate analysis, we assume EXC2.



Differentiation of loads for more or less important structures

A system to minimize the possibility of error during design proces

A system to minimize the possibility of error during manufacturing and erection

System protection of the structure against errors and imperfections includes design, manufacturing and assembly. For the more responsible structure (CC ↑ SC ↑ PC ↑) high quality of welds, small geometrical imperfections and detailed supervision of design and assembly are necessary.

Welds with too low quality or elements with too big imperfections must be removed and made again.

Consequences classes - effects of structure destruction

→ #3 / 31



Photo: wikipedia

Consequences classes	Description	Examples
CC3	High consequence for loss of human life or economic, social or environmental consequences very heavy	Grandstands; public buildings where consequences of failure are high
CC2	Medium for loss of human life or economic, social or environmental consequences considerable	Residential; office buildings; public buildings where consequences of failure are medium
CC1	Low for loss of human life and economic, social or environmental consequences small or negligible	Agricultural buildings where people do not normally enter; greenhouses

EN 1990 tab B1

→ #3 / 32

Example: design project. Restoration of old masonry building.



Photo: pixabay.com

Length about 75 m, width about 29 m. After renovation, it could be museum, cultural center, shopping center – generally type of public building.

Consequences classes	Examples
CC3	Grandstands; public buildings where consequences of failure are high
CC2	Residential; office buildings; public buildings where consequences of failure are medium
CC1	Agricultural buildings where people do not normally enter; greenhouses

Distinction between CC2 and CC3 is number of people allowed inside building. There is no clear information about limit number. Typically, few hundred people are CC2, few thousand or more are CC3. Building is rather too small to contain more than 200-300 persons, so it will be CC2.

Production categories EN 1090-2 tab. B.2

Categories	Criteria
PC1	<ul style="list-style-type: none">◆ Non welded components manufactured from any steel grade products;◆ Welded components manufactures from steel grade products below S355;
PC2	<ul style="list-style-type: none">◆ Welded components manufactured from steel grade products from S355 and above;◆ Components essential for structural integrity that are assembled by welding on construction site;◆ Components with hot forming manufacturing or receiving thermic treatment during manufacturing;◆ Components of CHS lattice girders requiring end profile cuts;

→ #6 / 51

Example: design project. Restoration of old masonry building.



Photo: pixabay.com

Grade of steel, according to data: S235 or S275. There is no S355 or higher.

Members are connected by welds.

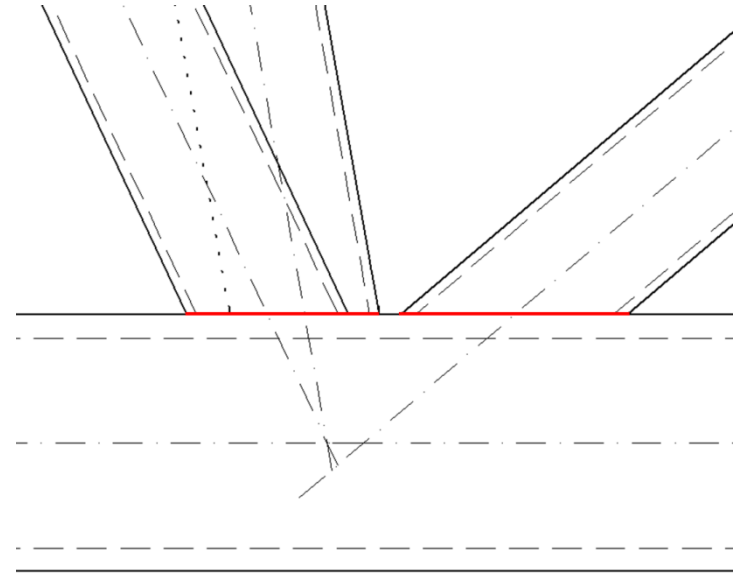
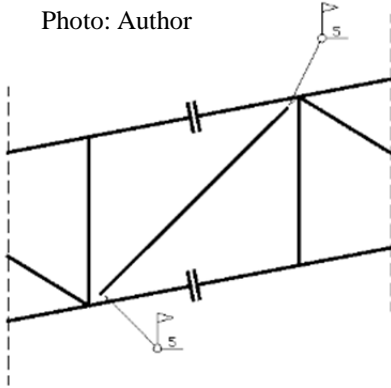


Photo: Author

Photo: Author



Web member in neighbourhood of **splice joint** will be welded on construction site. Without this bar, truss transforms into mechanism and collapses. So, this bar is component essential for structural integrity that are assembled by welding on construction site.

Photo: alturki.com



„Components with hot forming manufacturing” means, for example, preparations by bending of members at high temperature. Process not applicated in Your project.



Photo: steel.com.au



Photo: cmrp.com



Photo: montanstahl.com



Photo: cmrp.com



Photo: sztuka-architektury.pl

„Thermic treatment during manufacturing” is way for reduction of residual stresses after welding. Special vacuum oven is used.



Photo: industrialheating.com

Application of such method depends on weldability of steel and applicated tecnology of welding. According to Your project: maybe yes, maybe not. Generally S235, S275 and S355 have average veldability, so, for decision, the most important is welding technology.

More information will be presented on Lec. #16.

Truss is erected of CHS. Ends of profiles must be cut in special way.



Photo: pclgroupcncmachine.com

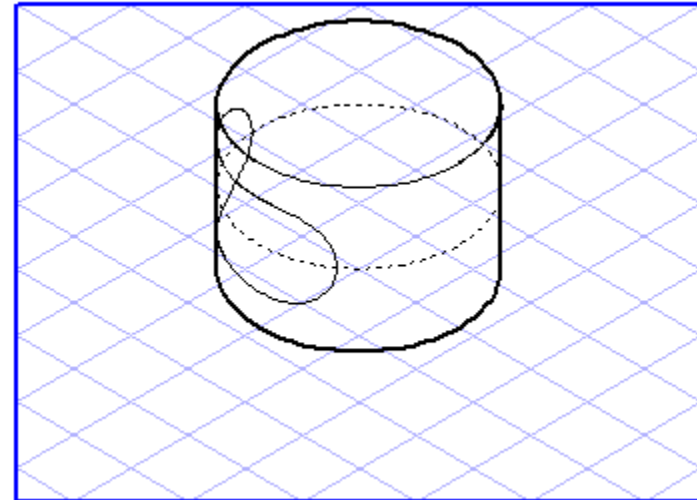


Photo: support.ptc.com



Photo: instructables.com

Categories	Criteria
PC1	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Non welded components manufactured from any steel grade products; ◆ Welded components manufactures from steel grade products below S355;
PC2	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Welded components manufactured from steel grade products from S355 and above; ◆ Components essential for structural integrity that are assembled by welding on construction site; ◆ Components with hot forming manufacturing or receiving thermic treatment during manufacturing; ◆ Components of CHS lattice girders requiring end profile cuts;

Each of these **two reasons** makes second production cathegory.

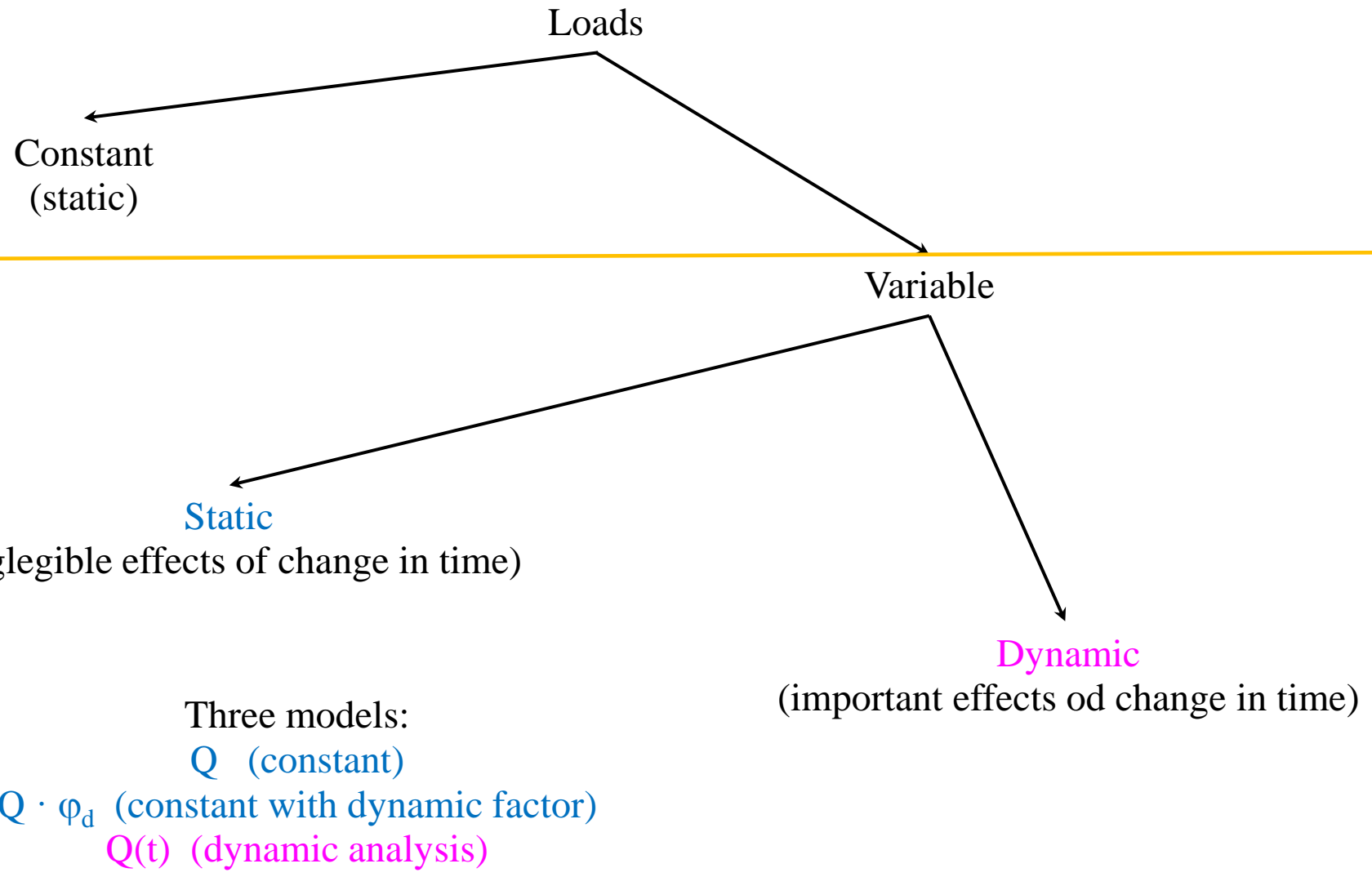
Service categories EN 1090-2 tab. B.1

Categories	Criteria
SC1	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Structures and components designed for quasi static actions only (example: buildings); ◆ Structures and components with their connections designed for seismic actions in regions with low seismic activity and in DCL*; ◆ Structures and components designed for fatigue actions from cranes (class S_0)**;
SC2	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Structures and components designed for fatigue actions according to EN 1993 (examples" roads and railway bridges, cranes (class S_1 to S_9)**, structures susceptible to vibrations induced by wind, crowd or rotating machinery); ◆ Structures and components with their connections designed for seismic actions in regions with medium or risk seismic activity and in DCM* and DCH*;

* DCL, DCM, DCH: ductility classes according to EN 1998-1;

** For classification of fatigue actions from cranes, see EN 1991-3 and EN 13 001-1

→ #6 / 52



Load	Standard	Notices
Deadweight	EN 1991-1-1	Always, static, constant G , SC1
Live load		Variable, treated as static, constant Q , SC1
Fire	EN 1991-1-2	Impact on mechanical parameters of steel or aluminum, no „classical” load, no analysis of SC
Snow	EN 1991-1-3	Variable, treated as static, constant S , SC1
Wind	EN 1991-1-4	<p>Variable, depending on stiffness of structure:</p> <ul style="list-style-type: none"> big stiffness (most part of buildings, big part of bridges) - treated as static, constant W, SC1; average stiffness (light footbridges, chimneys, masts, towers, skyscrapers) - treated as static, $\mathbf{W} \cdot \mathbf{c}_s \cdot \mathbf{c}_d$ (dynamic factors depend on stiffness), SC1 or SC small stiffness (cable-stayed, ribbon and suspended bridges, hanging roofs) – advanced calculation, based on dynamic analysis of structure, W(t), SC1 or SC2
Temperature (climatic, technological)	EN 1991-1-5	Variable, treated as static, constant T , SC1

Load	Standard	Notices
Loads during execution	EN 1991-1-6	Variable, treated as static, constant Q , SC1
Accidental – hit by vehicle	EN 1991-1-7	<p>Variable, two alternative approaches:</p> <ul style="list-style-type: none"> variable, treated as static, $A \cdot \phi_d$ (dynamic factor dependend on stiffness), SC1 (<u>no long-term action</u>) advanced calculation, based on stiffness of structure and vehicle energy, $A(t)$, SC1 (<u>no long-term action</u>)
Accidental – gas or dust explosion (pipelines, siloes, tanks)		Variable, dynamic, complex model of calculation, based on, among others, shock wave speed, $A(t)$, SC1 (<u>no long-term action</u>)
Waves nad currents on coastal structure	EN 1991-1-8	Advances calculations, $W(t)$, SC1 or SC2
Atmosphering icing	EN 1991-1-9	<p>Variable, treated as static, constant:</p> <ul style="list-style-type: none"> additional load, constant I, SC1 bigger area for wind action $\rightarrow \#t / 25$; SC1 or SC2

Load	Standard	Notices
Bridges - traffic	EN 1991-2	<p>Variable, depending on possibility of resonance:</p> <ul style="list-style-type: none"> • out of resonance range - variable, treated as static, $Q \cdot \varphi_d$ (dynamic factor dependend on stiffness), SC1 or SC2 • in resonance range – advanced calculation, $Q(t)$, SC1 or SC2
Crowd		
From cranes and machineries	EN 1991-3	Variable, treated as static, $A \cdot \varphi_d$ (dynamic factor dependend on stiffness), SC1 or SC2
Tanks and siloes	EN 1991-4	<p>Variable, depending on impact of mass motion inside silo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • treated as static, constant W, SC1 • out of resonance range - variable, treated as static, $Q \cdot \varphi_d$ (dynamic factor dependend type of stored material), SC1

Load	Standard	Notices
Seismic action	EN 1998	Advanced calculation, based on seismic activity location, ground characteristic and stiffness of structure, S(t) , SC1 or SC2
Para-seismic action (mining activity, traffic vibration propagated by ground)	EN 1998 as base for analysis	Calculation in analogy to seismic actions (different parameters for seismic and para-seismic actions), S(t) , SC1 or SC2
Ice drift (bridge pillars)	No Eurocode, national standards, for example PN-85 / S-10030	Variable, treated as static, constant T , SC1 (<u>no long-term action</u>)

Example: design project. Restoration of old masonry building.



Photo: pixabay.com

Big stiffness of structure, no dynamic impact from wind action.

No other types of dynamic action according to EN 1991.

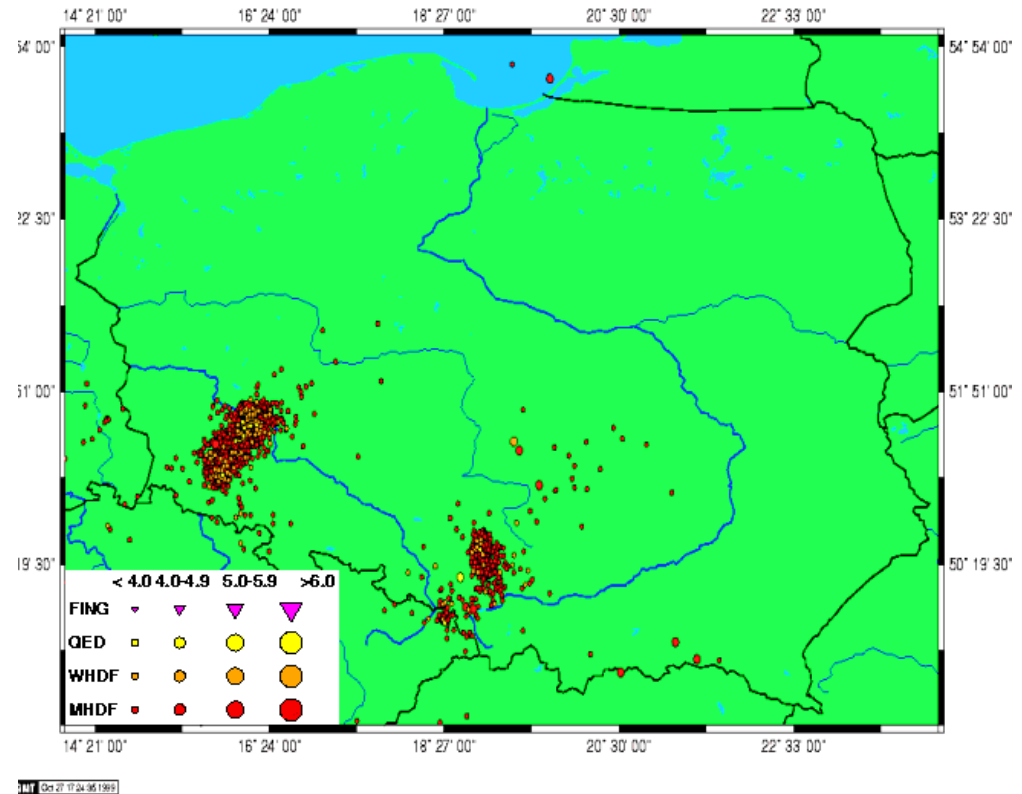


Photo: sgp.org.pl

Intensity of para-seismic activity depends on location of structure. For the most part of Poland there is no paraseismic excitation (so it is first service category of structure), but for part of Poland is possible important excitation. Then it could be second service category of structure.

Example: design project. Restoration of old masonry building.



Photo: pixabay.com

Final evaluation

Consequences classes		CC1		CC2		CC3	
Service categories		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Production categories	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4
Class of imperfection		1			2		

Structure **apart**
„strong” para-seismic
regions

Structure **in** „strong”
para-seismic regions

Impact of geometrical imperfections was presented on Lec #6. Generally: accepted level of erected imperfection for class 2 is smaller than for class 1 (structures for class 2 must be erected more accurate).

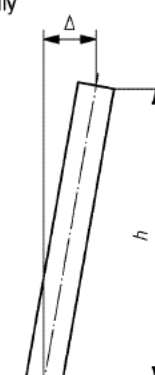
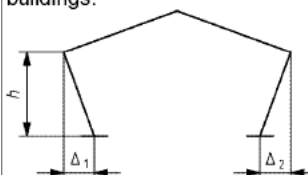
<p>Inclination of columns of single storey buildings generally</p> 	<p>Overall inclination</p>	$\Delta = \pm h/300$	$\Delta = \pm h/500$
<p>Inclination of individual columns in single storey portal frame buildings:</p> 	<p>Inclination Δ of each column: $\Delta = \Delta_1$ or Δ_2</p>	$\Delta = \pm h/150$	$\Delta = \pm h/300$

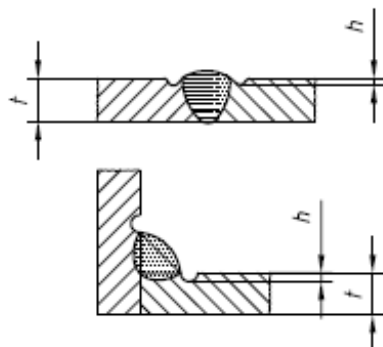
Photo: EN 1090-2 tab. D.2.23

Welds quality as a function of Execution Class (EN 1090-2 tab 7.6)

Execution classes	Quality level for weldings
EXC1	D
EXC2	C (generally) D (undercut, overlap, stray arc, end crater pipe)
EXC3	B
EXC4	B+

→ #6 / 53

No.	ISO 6520-1 reference	Imperfection designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality levels		
					D	C	B
1.7	5011 5012	Continuous undercut Intermittent undercut	Smooth transition is required. This is not regarded as a systematic imperfection.	0,5 to 3	Short imperfections: $h \leq 0,2 t$	Short imperfections: $h \leq 0,1 t$	Not permitted
				> 3	$h \leq 0,2 t$, but max. 1 mm	$h \leq 0,1 t$, but max. 0,5 mm	$h \leq 0,05 t$, but max. 0,5 mm



EN ISO 5817 tab. 1 - limits of imperfections for quality level

→ #6 / 54

Imperfection designation		Limits for imperfections ^a
undercut (5011, 5012)		not permitted
internal pores (2011 to 2014)	Butt welds	$d \leq 0,1 s$, but max. 2 mm
	Fillet welds	$d \leq 0,1 a$, but max. 2 mm
solid inclusions (300)	Butt welds	$h \leq 0,1 s$, but max. 1 mm $l \leq s$, but max. 10 mm
	Fillet welds	$h \leq 0,1 a$, but max. 1 mm $l \leq a$, but max. 10 mm
linear misalignment (507)		$h < 0,05 t$, but max. 2 mm
root concavity (515)		Not permitted

EN 1090-2 tab. 17 - additional requirement for B+

→ #6 / 55

Type of weld	Shop and site welds		
	EXC2	EXC3	EXC4
Transverse butt welds and partial penetration welds in butt joints subjected to tensile stress:			
$U \geq 0,5$	10 %	20 %	100 %
$U < 0,5$	0 %	10 %	50 %
Transverse butt welds and partial penetration welds:			
in cruciform joints	10 %	20 %	100 %
in T joints	5 %	10 %	50 %
Transverse fillet welds in tension or shear:			

EN 1090-2 tab. 24 – range of non-destructive tests (NDT), for example X-ray, made for determining the real level of imperfections.

→ #6 / 56

For good-quality weld: real level of imperfections \leq limit.

Otherwise weld must be deleted and made once again.

There are few various types of non-destructive tests (NDT) of welds after welding process. The most popular five:

- visual testing (VT);
- penetrant testing (PT);
- magnetic parting testing (MT);
- ultrasonic testing (UT);
- radiographic testing (RT);

Imperfections on external surface	Imperfections inside material
VT	
PT	
MT	
UT	
RT	

Visual testing

It allows to detect only imperfections on surface of material, which can be seen with naked eye or through a magnifying glass.

Only rough check of welds's quality.



Photo: tec-eurolab.com



Photo: zetec.com

Penetrant testing

Special liquid (penetrant) is applied on surface of weld. It penetrates into cracks, pores and crevices. Its excess is removed, and then second one liquid (developer) is applied. Penetrant, that remains in imperfections, changes color.

Only a rough check of the quality of the welds, but more accurate than with VT.

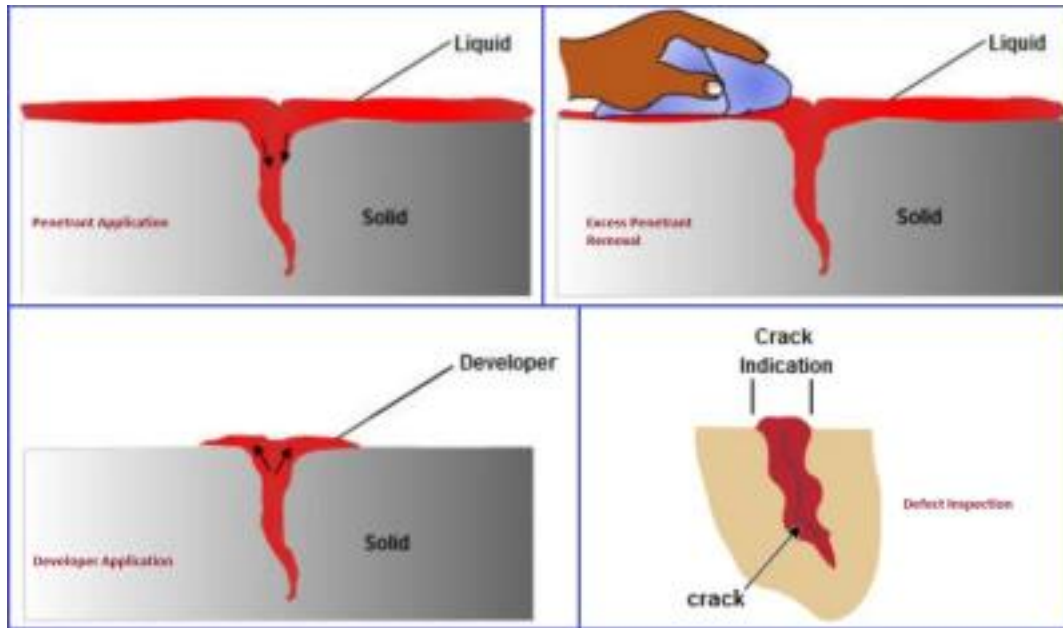


Photo: globalndt.in

Photo: whatispiping.com

Photo: resurs.pl



Photo: spawalnicy.com.pl

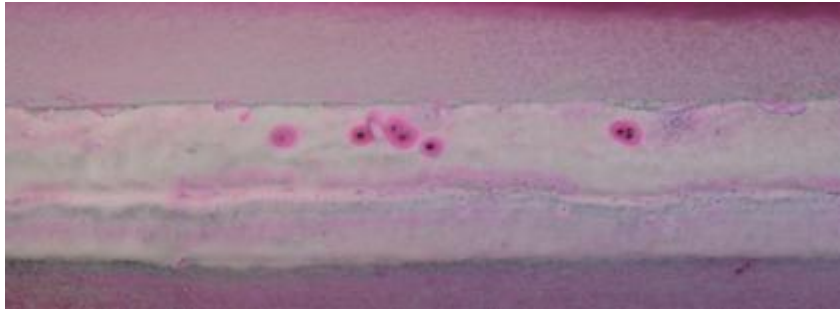


Photo: baku.all.biz



Photo: premierndtservices.com

Magnetic parting testing

Magnetic field lines deflect around imperfection. Special magnetic powder accumulates where field lines deflect. Illuminated with ultraviolet light, it shines with an intense glow.

The method allows for detection of imperfections inside material, but without possibility of identifying their type.

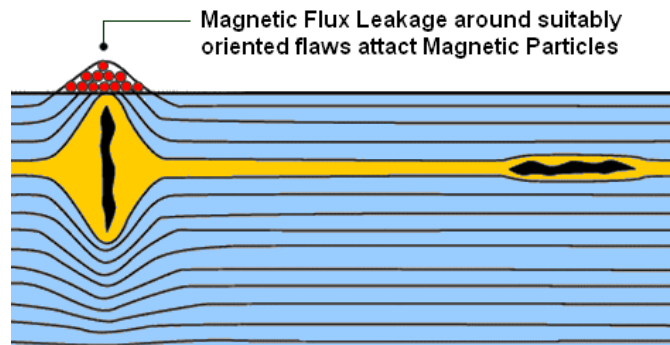


Photo: wermac.org

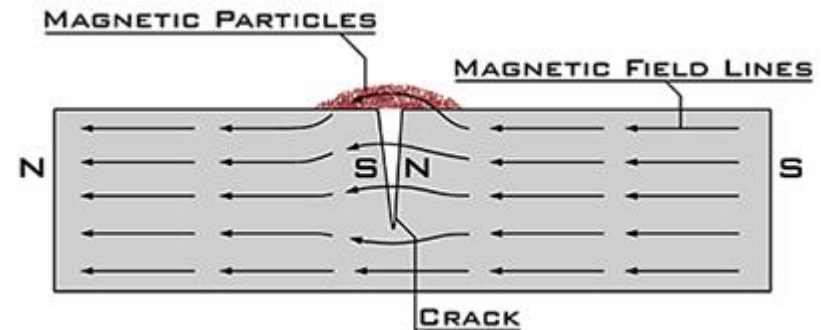


Photo: nationalboard.org



Photo: qualitymag.com



Photo: qualityndt.org



Photo: americantestingservices.com

Ultrasonic testing

Material is "illuminated" by ultrasonic sound waves. Waves reflect and refract on imperfections.

Method allows for detection and identification of imperfections on surface and inside material, but requires extensive experience of examiner. Fast and cheap method.



Photo: globalxray.com



Photo: wikipedia

There are two systems: transmitter and receiver in **one unit** or two **separate units**.

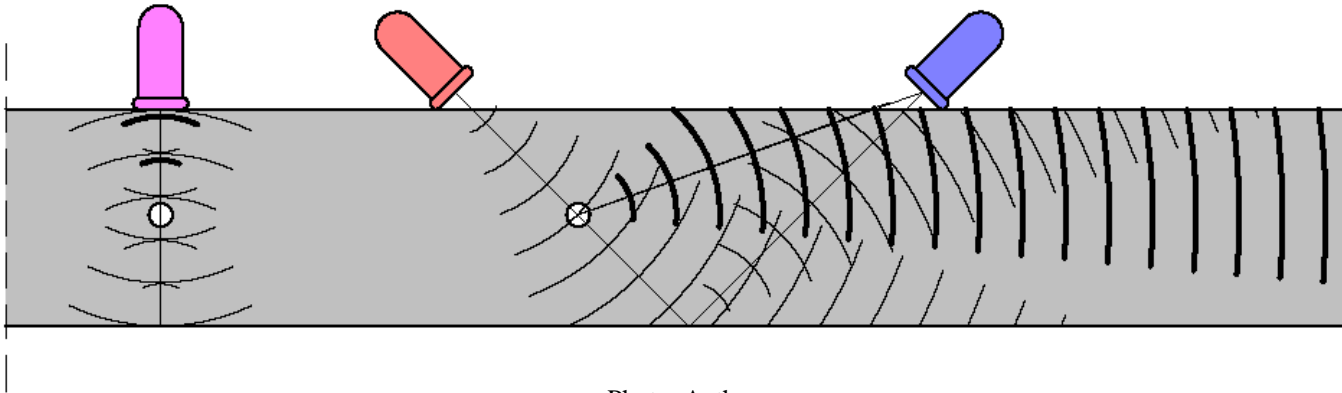
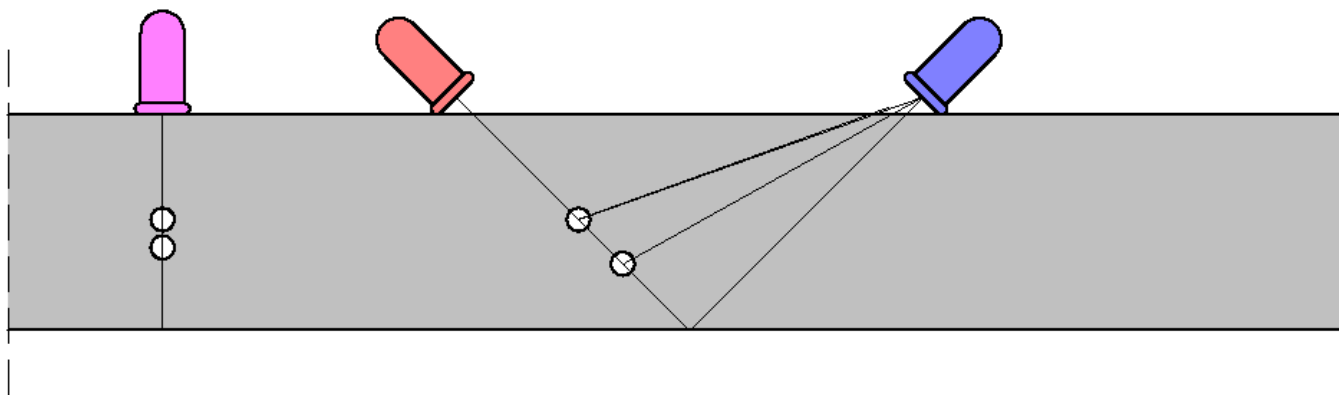


Photo: Author

Imperfections generate echo. There are additional phenomenon – collapse of waves on border between steel and imperfection.



There is need huge experience and high-quality equipment to make this test – usually we have many reflections of signal from one emission. Their interpretation may be problematic.

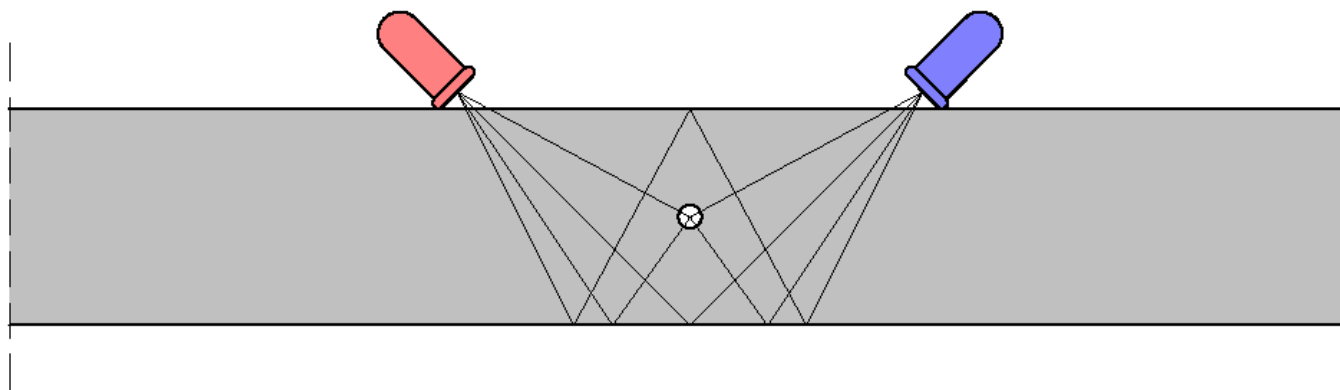
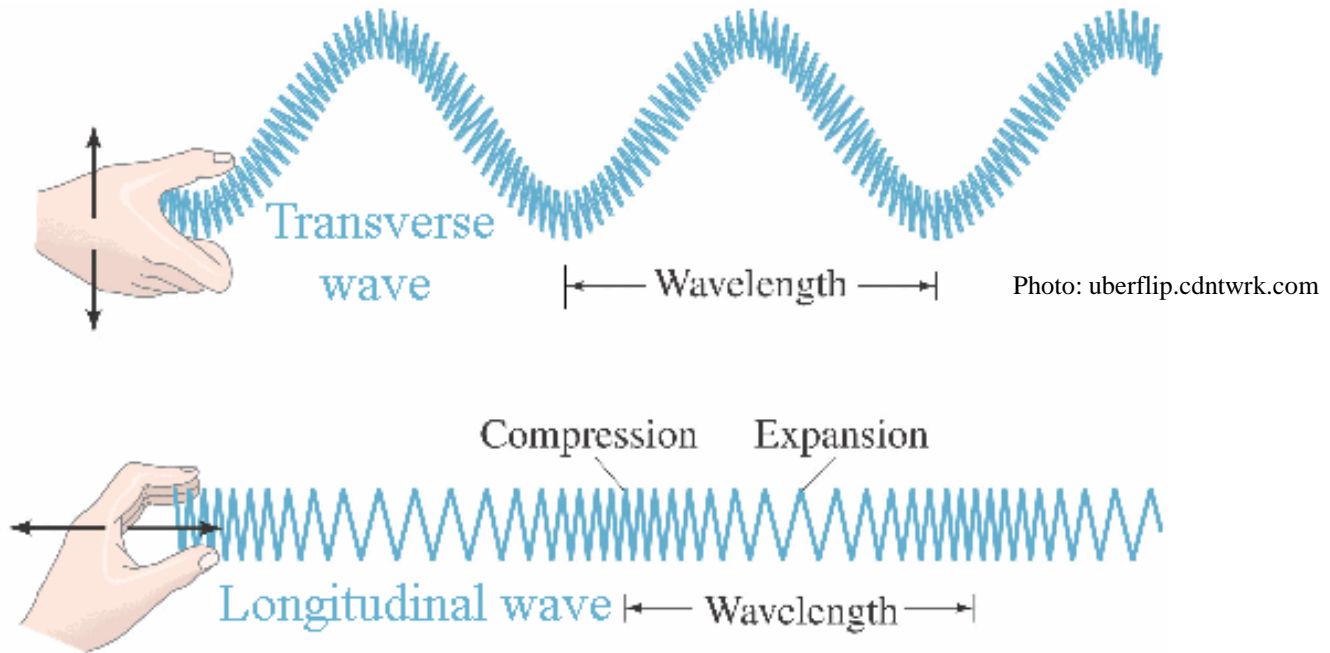


Photo: Author

Additional problem: there are two types of waves inside of material: longitudinal wave and transverse wave. Both have completely various velocity and various time from emit to receive after reflection.

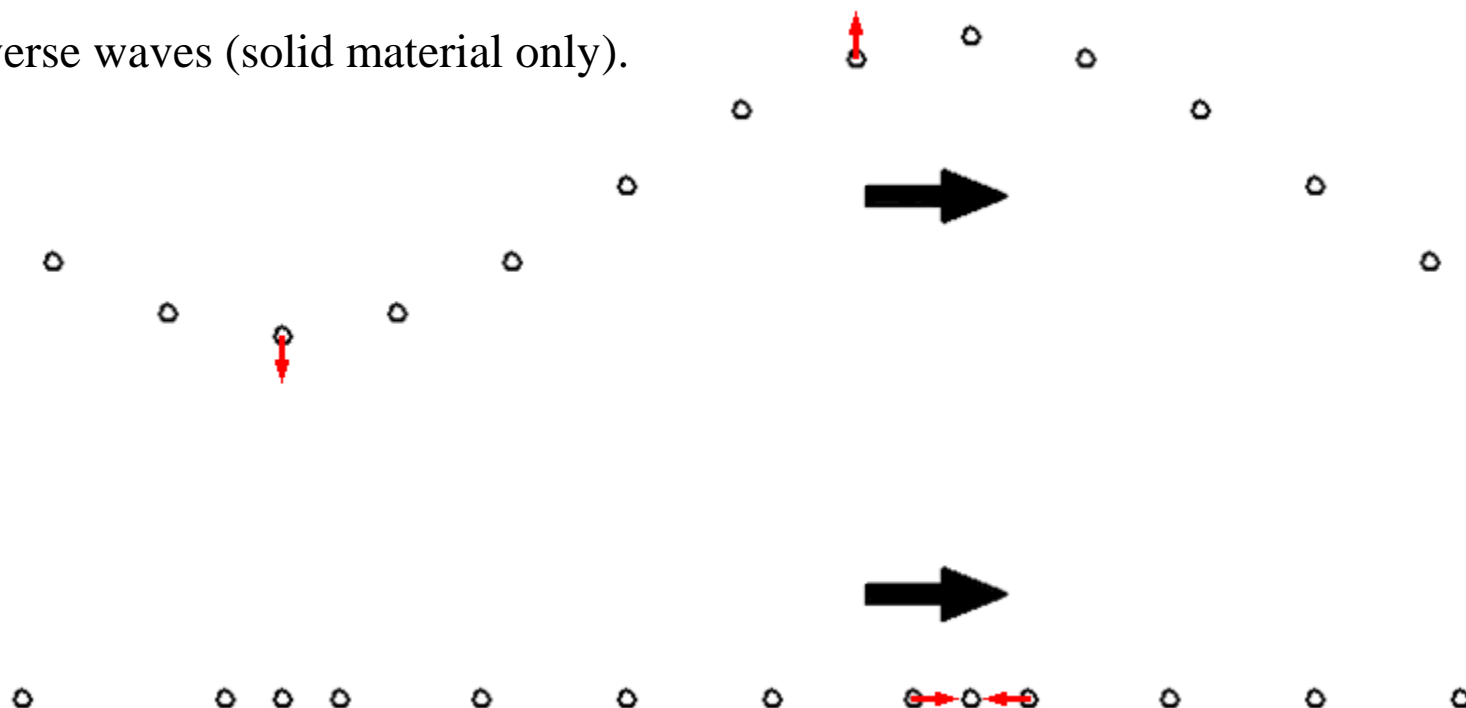


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Longitudinal wave – oscillations of molecules in the same direction as propagation of wave.

Transverse wave – oscillations of molecules in perpendicular direction as propagation of wave.

Transverse waves (solid material only).



Longitudinal waves (solid, liquid and gases).

Vibration **velocity of molecules** \neq wave velocity.

For isotropic solid materials:

$$V_L = \sqrt{\{ [E (1 - \nu)] / [\rho (1 + \nu) (1 - 2\nu)] \}}$$

$$V_T = \sqrt{\{ E / [2\rho (1 + \nu)] \}}$$

E – Young modulus [Pa]

ρ – density [kg / m³]

ν – Poisson ratio

Measurement:

	Air	Water	Steel
Longitudinal waves	330 m/s	1 480 m/s	5 920 m/s
Transverse waves	-	-	3 250 m/s

$$E = 210 \text{ GPa}, \quad \rho = 8\,000 \text{ kg / m}^3, \quad \nu = 0,3$$

$$V_L = 5\,944 \text{ m/s}$$

$$V_T = 3\,177 \text{ m/s}$$

Radiographic testing

The material is X-rayed. Result can be recorded on photos, showing internal structure of material.

Method is the most accurate, the most expensive and could requires protective measures for employees.



Photo: klaus-gross.com



Photo: mistrasgroup.com

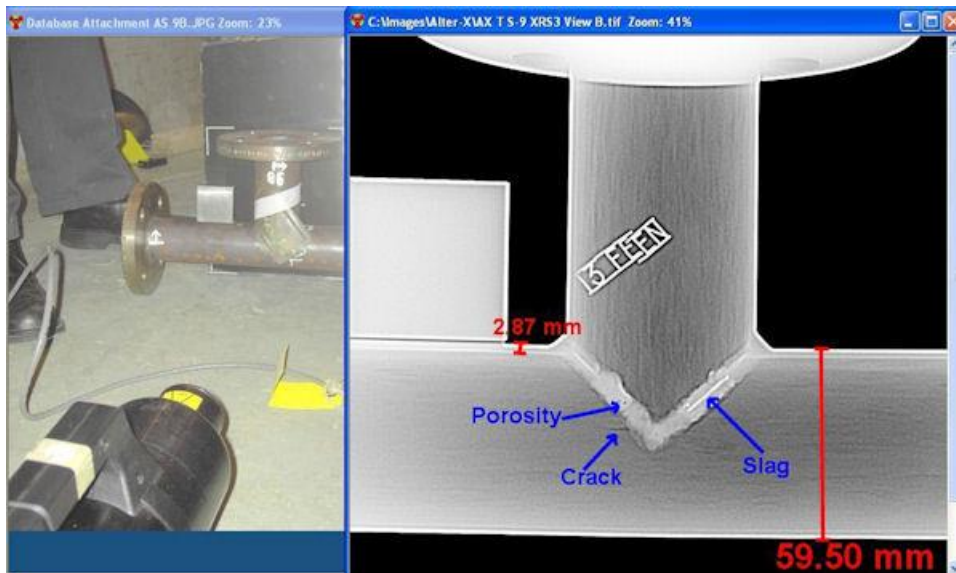


Photo: vidisco.com

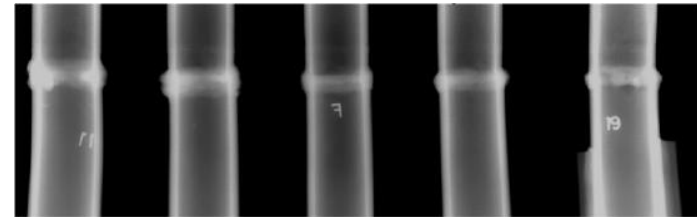
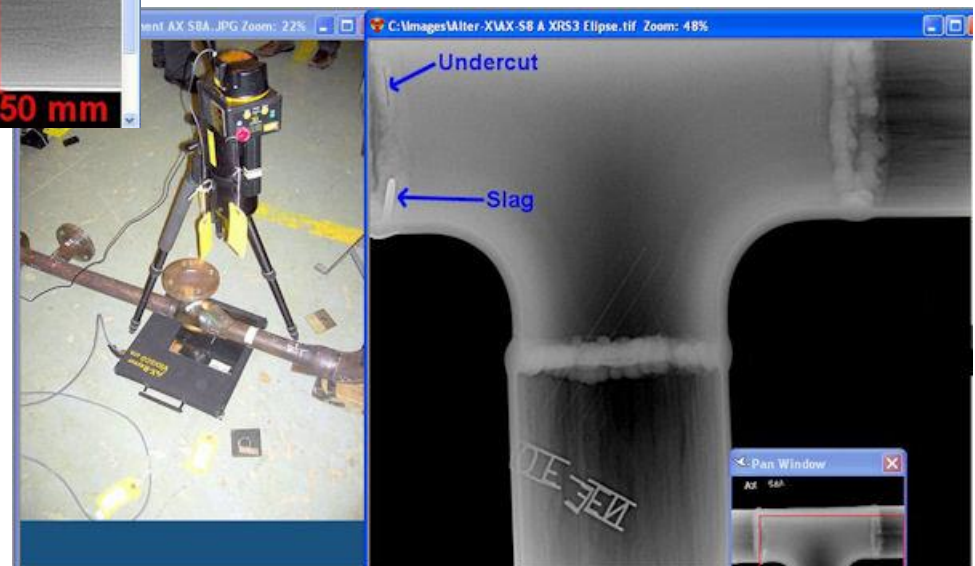


Photo: cna.ca

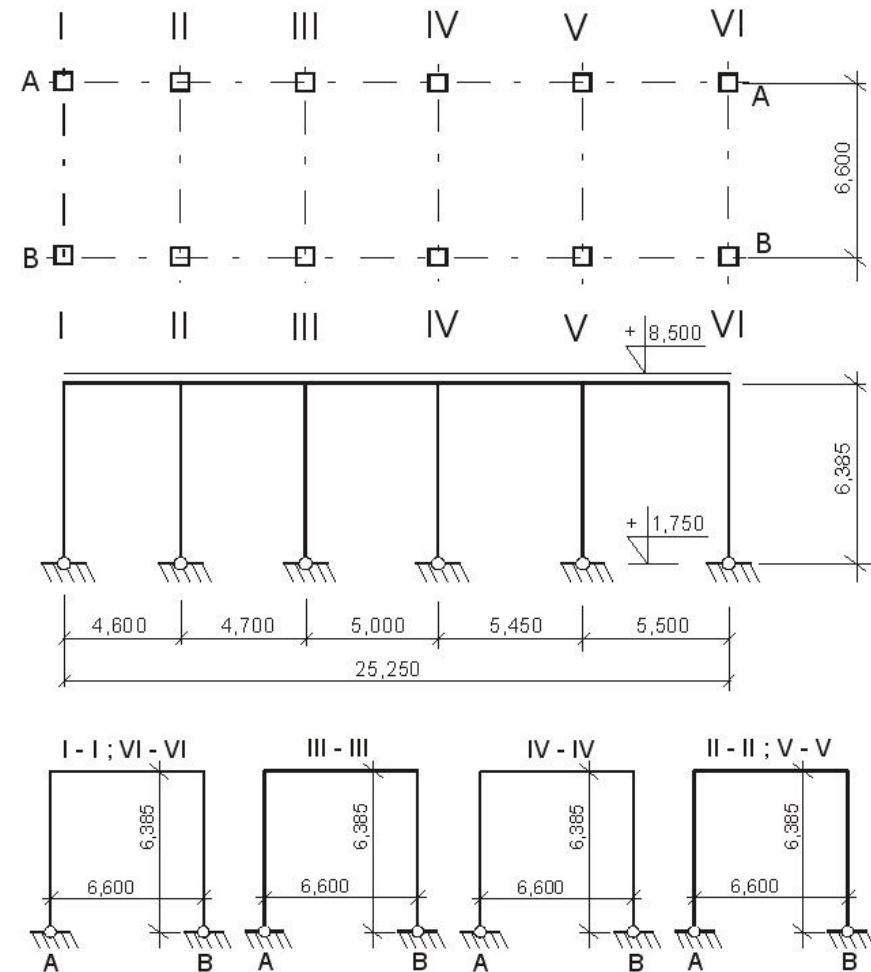


Task 1, task 2

Supporting structure for power generator in „Pomorzany” Power Station



Photo: Laboratorium Defektoskopii Przemysłowej S.C. Kraków



Manual

LDP	LABORATORIUM DEFECTOSKOPII PRZEMYSŁOWEJ S.C. ul. Dietla 60/7 31-054 Kraków Biuro: ul. Mrozowa 29 31-752 Kraków tel./fax (012) 684 22 09 ; tel. 0602 73 48 33 ; tel. 0501 32 66 26 Konto BPH PBK S.A. O/Kraków 42 1060 0076 0000 4013 3009 1687 NIP 676-012-03-22
INSTRUKCJA BADAŃ ULTRADŹWIĘKOWYCH NR 5/2009	Kraków 11.02.2009. Strona 1 z 4 stron
Description	Standards, law rules
Zakres, obowiązywanie, wymagania Połączenie doczołowe o grubości $g_1=35$ mm Stal niestopowa Poziom jakości C. g_1 - grubość blach płyty dolnej	PN-EN 25817 PN-EN 1714
Personel przeprowadzający badania Osoby legitymujące się certyfikatem kompetencji o stopniach kwalifikacji: UT1- przeprowadzenie czynności badawczych, UT2- nadzór nad badaniami i ocena wyników badań	PN-EN 473
Dobór urządzeń Defektoskop: Unipan 520 M. Głowice: Krautkramer SEB2, Karl Deutch WK70PB4; Unipan 4T60A7. Wzorce W1, W2, schodkowy. Skale ekranowe wraz ze sporządzonymi liniami poziomów odniesienia. Środek sprzęgający: żel. Przymiar milimetrowy liniał stalowy, pędzel, czarny pisak, czyściwo, zdzierak, szczotka druciana, Scansol-środek do chemicznego usuwania farb.	PN-EN 473 EN 12668-1 EN 12668-2 EN 12668-3 EN 12223 PN-EN 27963 Wykresy OWR dla używanych głowic
Przedmiot badania, zakres badania <u>Wybrane odcinki spoin czółowych płyty dolnej tac generatorów A oraz B w elektrowni Pomorzany w Szczecinie na wskazania podłużne.</u> Poziom badania: C Badana objętość materiału w obszarach przyspoinowych obejmuje materiał podstawowy po obu stronach spoiny na szerokości, co najmniej 10 mm lub na szerokości strefy wpływu ciepła, przy czym pod uwagę należy wziąć szerokość większą.	PN-EN 1714
Temperatura badaneoc złącza: 5÷50 °C.	PN-EN 583-1

Name, address

Material, welds

Staff - required certificates

Devices - characteristics

Range of test

<p>Warunki badania, przygotowanie przedmiotu badań, skalowanie i nastawa defektoskopu</p>	<p>Temperatura badanego złącza: $5 \pm 50^{\circ}\text{C}$. Nateżenie oświetlenia na powierzchni złącza: min 350 lux. Szczelina pomiędzy powierzchnią blachy, a przylgnią głowicy: $\leq 0,5\text{ mm}$. Falistość blach: $\leq 0,5\text{ mm}$. Stan powierzchni materiału złącza spawanego na szerokości powierzchni przeszukiwania (SPP) musi spełniać takie warunki, aby straty przeniesienia nie przekraczały 12 dB. Szerokość powierzchni przeszukiwania $SPP = 2,5 \cdot \tan \beta \cdot g$, gdzie: β - kąt głowicy g - grubość blachy w połączeniu spawanym Przyjąć następujące zakresy obserwacji: $ZO_{(WK70PB4)} = 0 \div 260\text{ mm}$ - dla spoiny o grubości $g_1 = 35\text{ mm}$ $ZO_{(4T70A7)} = 0 \div 175\text{ mm}$ - dla spoiny o grubości $g_1 = 35\text{ mm}$ $ZO_{(SEB2)} = 0 \div 50\text{ mm}$ - dla blachy o grubości $g_1 = 35\text{ mm}$ Przyjąć następujące czułości badania: - dla spoiny o grubości $g_1 = 35\text{ mm}$ $D_{DSR} = 1,5\text{ mm}(WK70PB4; 4T60A7)$ - dla spoiny o grubości $g_1 = 35\text{ mm}$ $D_{DSR} = 2\text{ mm}(SEB2)$ Wzmocnienie rejestracji V_R obliczyć ze wzoru: $V_R = V_f + \Delta V + \Delta V_K + \Delta V_P$, przy czym należy przyjąć: - dla spoiny o grubości $g_1 = 35\text{ mm}$ $V_f = 0,2H$ - dla blachy o grubości $g_1 = 35$ $V_f = 0,4H$</p>	<p>PN-EN 583-1 EN 583-2 PN-EN 1714 PN-EN 1712 Wykresy OWR dla używanych głowic</p>
---	--	--

Conditions of test – temperature, light, surface condition, dimensions, devices sensitivity

Warunki badania,
przygotowanie
przedmiotu badań,
skalowanie i nastawa
defektoskopu

- dla spoiny o grubości $g_1=35$ mm; głowica WK70PB4 $\Delta V=44$ dB
- dla spoiny o grubości $g_1=35$ mm; głowica 4T60A7 $\Delta V=41$ dB
- dla blachy o grubości $g_1=35$ mm; głowica SEB2 $\Delta V_K=16$ dB
- dla spoiny o grubości $g_1=35$ mm; głowica WK70PB4 $\Delta V_K=4$ dB
- dla blachy o grubości $g_1=35$; głowica SEB2 $\Delta V_K=0$ dB

$$\Delta V_P = V_{\text{materiału}} - V_{\text{wzorca(W1)}} - (-\Delta V_S),$$

Ze względu na niemożność stosowania elektrycznych narzędzi szlifierskich oraz tarcz szlifierskich, wytwarzających iskry szlifowanego metalu, przyjęć straty przeniesienia 12 dB, co stanowi maksymalną wartość dopuszczoną przez normę PN-EN 1714

Linie poziomu odniesienia dla poszczególnych głowic i odpowiadających im zakresom grubości spoin należy wykreślić według poniższych tabel i nanieść na ekran defektoskopu:

$g_1=35$ mm; WK70 PB4

L.p.	S (mm)	I (dz)	H (%)
1	204	8,16	20,0
2	150	6	35,2
3	125	5	51,4
4	100	4	71,0
5	75	3	112,5
6	50	2	200,0
7	40	1,6	251,8
8	30	1,2	282,5
9	20	0,8	224,4

Część linii odniesienia, która nie mieści się w polu widzenia ekranu należy poddać korekcji i opuścić ją w dół ekranu o $n \times 6$ dB

PN-EN 583-1
EN 583-2
PN-EN 1714
PN-EN 1712
Wykresy OWR dla
używanych głowic

Conditions of test – device settings, next
part of information

<p>Warunki badania, przygotowanie przedmiotu badań, skalowanie i nastawa defektoskopu</p>	<p>$g_1=35\text{ mm}; 4T60A7$</p> <table> <tr> <th>L.p.</th> <th>S (mm)</th> <th>I (dz)</th> <th>H (%)</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>140</td> <td>7</td> <td>20,0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>175</td> <td>8,75</td> <td>12,6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>100</td> <td>5</td> <td>40,8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>75</td> <td>3,75</td> <td>56,4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>50</td> <td>2,5</td> <td>126,2</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>40</td> <td>2</td> <td>178,3</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>30</td> <td>1,5</td> <td>224,4</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>20</td> <td>1</td> <td>282,5</td> </tr> </table> <p>Część linii odniesienia, która nie mieści się w polu widzenia ekranu należy poddać korekcji i opuścić ją w dół ekranu o $n \times 6\text{ dB}$</p>				L.p.	S (mm)	I (dz)	H (%)	1	140	7	20,0	2	175	8,75	12,6	3	100	5	40,8	4	75	3,75	56,4	5	50	2,5	126,2	6	40	2	178,3	7	30	1,5	224,4	8	20	1	282,5	<p>PN-EN 583-1 EN 583-2 PN-EN 1714 PN-EN 1712 Wykresy OWR dla używanych głowic</p>
	L.p.	S (mm)	I (dz)	H (%)																																					
	1	140	7	20,0																																					
	2	175	8,75	12,6																																					
	3	100	5	40,8																																					
	4	75	3,75	56,4																																					
	5	50	2,5	126,2																																					
	6	40	2	178,3																																					
	7	30	1,5	224,4																																					
	8	20	1	282,5																																					
<p>Przeprowadzić badania wizualne badanych połączeń spawanych. Sprawdzić stan powierzchni oraz całą objętość materiału w obszarach obejmujących szerokość powierzchni przeszukiwania (SPP). Sprawdzić środek i kąt używanych głowic ultradźwiękowych. Wyskalować defektoskop i ustawić wyliczoną wcześniej czułość rejestracji V_R. Poprawność ustawienia defektoskopu sprawdzać minimum co 4 godziny oraz po zakończeniu badania, jak również wtedy, gdy została dokonana systemowa zmiana w układzie badań. Prowadzić badania zgodnie z wytycznymi niniejszej instrukcji, zwracając szczególną uwagę na przestrzeganie obowiązujących na stanowisku pracy przepisów BHP. Sporządzić szkic sytuacyjny przedmiotu badań oraz zaznaczyć ewentualne niezgodności wg poniższego przykładu:</p>				<p>PN-EN 25817 PN-EN 1714 PN-EN 1712</p>																																					

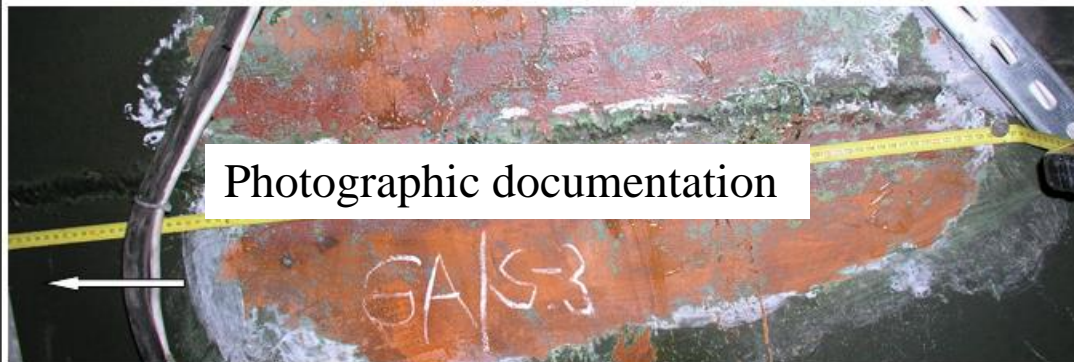
Conditions of test – device settings, next part of information

Listing of procedures during testing

Przeprowadzenie badań	Oczyścić przebadane elementy ze środka sprzęgającego.	PI PI PI	Listing of procedures during testing, next part
Protokołowanie	Wypełnić protokół z badania, zapisując warunki badania oraz wszelkie potrzebne dane odnośnie obiektu badań. Zapisać w protokole wszystkie wskazania, których echo przekracza poziom rejestracji (granicę rejestracji), podać ich kolejny numer; współrzędne x,y,z; długość L; numer obszaru przeszukiwania, z którego zostały zarejestrowane. Zamieścić w protokole szkic sytuacyjny przedmiotu badań i zaznaczyć położenie głowic na powierzchniach przeszukiwania oraz usytuowanie zarejestrowanych niezgodności.	PN-EN 1714 PN-EN 1712	Elaborating of protocol - list of procedures
Kontrola, ocena	Prawidłowość przeprowadzonych badań jak również ocenę akceptowalności wskazań zamieszczonych w protokole oceni personel laboratorium o stopniu kwalifikacji UT2.	PN-EN 1714 PN-EN 1712	Monitoring, evaluation
Kraków 11.02.2009.	Opracował: CP/UT2-0032/2003	Zatwierdził: CP/UT2-0032/2003	Nota aprobująca Klienta: Place, date, signatures

Protocol

PROTOKÓŁ Z BADAŃ ULTRADŹWIKOWYCH NR 29/2009						Strona 1 z 7 stron			
Description Nazwa badanego przedmiotu: Generator A- taca generatora-płyta dolna. Lokalizacja: Stowarzyszenie Pomorzanie w Szczecinie.				Nr rysunku:		Materiał: Stal nierostowa			
Wymiary:		Przepis badania: PN-EN 25817 ; PN-EN 25818 Metoda 2; poziom badania:			Zakładany poziom jakości: C				
Device Aparat do badań/typ: Defektoskop: Unipan 520 M Głowice: Krautkramer SEB2, Karl Deusch WK70PB4, Unipan 4T60A7				Środek sprzęgający: Żel		Stan obróbki cieplnej:		Stan powierzchni: Przylegająca warstwa farby, miejscowe odpryski, ślady po spoinach szwowych	
Zakres badania: Wybrane spoiny w ilości zaznaczonej na zdjęciach fotograficznych oraz na szkicach.						Range of test			
Lp.	Typ głowicy	Zakres obserwacji [mm]	Sposób skalowania	Metoda oceny	Wzorzec	Reflektor do wyznaczenia poziomu odniesienia	Poziom rejestracji	Wzmocnienie rejestracji V_R [dB]	
1	SEB2	0÷30	W drodze	OWR	Przeciwległa pow. blachy	Dosr=2,0 mm			
2	WK70PB4	0÷250	W rzucie	OWR	K1,K2	Dosr=1,5 mm	poziom odn. +4 dB	72	
3	4T60A7	0÷175	W rzucie	OWR	K1,K2	Dosr=1,5 mm	poziom odn. +4 dB	69	
Badający:					Nadzorujący:				
CP/UT2-0032/2003					Place, date, signatures				
Miejscowość: Szczecin					Data: 12.02.2009.				



Photographic documentation

Fot. nr 1.6.

Spoina montażowa płyty dolnej. W grani spoiny widoczne nierówności oraz miejscowe poddopienia. Badania wykazały obecność niezgodności spawalniczych, przypuszczalnie w postaci wtrąceń stałych, rozmieszczonych symetrycznie względem spoiny na głębokości 20 ÷ 30 mm. Zbadana długość spoiny, 500÷1220 mm.

Description

Rozmieszczenie nieciągłości wzgl. punktu bazowego na długości spoiny /mm/:
520÷670; 870÷990

Ocena:

Warunki spełnione (brak wskazań wymagających rejestracji)
Warunki spełnione (ze wskazaniami wymagającymi rejestracji)
Warunki niespełnione

☐
☐
☐

Evaluation

Badający:

Nadzorujący:

CP/UT2-0032/2003

Place, date, signatures

Miejscowość: Szczecin
Data: 12.02.2009

Miejscowość: Szczecin
Data: 12.02.2009

Ocena końcowa

Final evaluation

Ze względu na duże utrudnienia w przygotowaniu powierzchni blach badanych złączy spawanych, jak również wygląd zewnętrzny spoin, jednoznaczna ocena ich jakości wg kryteriów przedmiotowych norm może być niemiarodajna. Jednak można stwierdzić, że niezgodności zaistniałe podczas procesu wytwarzania konstrukcji nie mają charakteru pęknięć, a są to wtrącenia stałe, powstałe na skutek niedokładnego oczyszczania podczas układania kolejnych ściegów.

Na podstawie przeprowadzonych badań nie ma podstaw do dyskwalifikacji przebadanych spoin.

Ocena:

Warunki spełnione (brak wskazań wymagających rejestracji)

☐

Warunki spełnione (ze wskazaniami wymagającymi rejestracji)

☐

Warunki niespełnione

☐

Badający:

Nadzorujący:

CP/UT2-0032/2003

Place, date, signatures

Miejscowość: Szczecin

Data: 12.02.2009

Miejscowość: Szczecin

Data: 12.02.2009.

Task 3

1. Based on Manual Ultrasonic Testing and Ultrasonic Testing Protocol make assumptions and justify assumptions about weldings, steel, consequences classes, service categories and production categories for steel supporting structure of power generator.
2. Define execution class and quality level.
3. Draw imperfection (EN ISO 6520-1, ISO 5817), give information about limits for its (EN ISO 5817, EN 1090-2) and information about extend of testing (EN 1090-2).

Example:

Crane supporting structure in
reactor of nuclear power station;

Imperfection 515



Photo: wired.com

Nuclear power station → failure of great importance for the people, economy and environment → CC3 (according to #t / 14)

Reactor → theoretically big loads → need high loadbearing → steel S355 → PC2 (according to #t / 16)

Crane → dynamic loads → SC2 (according to #t / 23)

Weldings → filled (the most popular type of weldings); different values of thickness; compression / tension / shear (each type of loads);

CC3 + SC2 + PC2 → #t / 11 → EXC4 → #t / 32, #t / 34 → B+

Imperfection 515 (ISO 6520, EN ISO 5817):

Root concavity (wkłęsnięcie grani);

Limits B (EN ISO 5817, EN 1090-2):

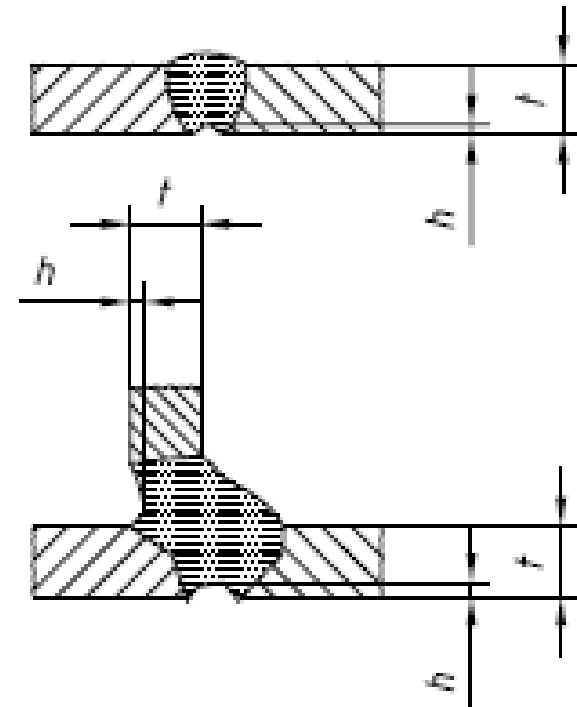
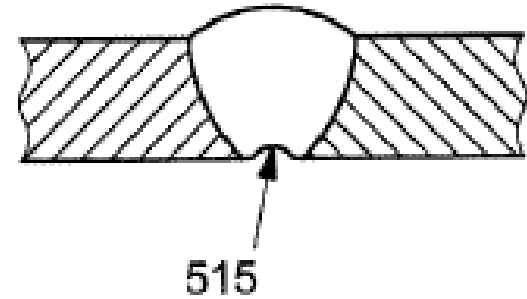
$$h \leq \max (0,5 \text{ mm} ; 0,005 t)$$

Extend of testing B+ (EN 1090-2; $\rightarrow \#t / 34$):

Transverse fillet welds in tension or shear:

With $a > 12 \text{ mm}$ or $t > 20 \text{ mm}$ 20 %

With $a \leq 12 \text{ mm}$ and $t \leq 20 \text{ mm}$ 10 %



Thank you for attention

© 2025 Tomasz Michałowski, PhD

tmichal@pk.edu.pl