

Smlouva o údržbě

Příloha č. 1

Technické požadavky

na údržbu a opravy souprav M1

Obsah

A) Povinnosti při údržbě a opravách elektrických vozů M1	6
1. Základní požadavky	6
2. Plánování údržby	7
3. Doklady vozu	7
4. Kniha oprav	9
5. Předávání vozidel z provozu do opravy a zpět z opravy do provozu	10
6. Kontrolní prohlídky	13
7. Mytí a čištění vozidel	14
8. Vážení vozů	21
9. Opravy dvojkolí – základní požadavky	21
10. Zkušební a ověřovací jízdy – obecné požadavky	22
11. Provádění zkušebních a ověřovacích jízd	22
12. Zkušební a ověřovací jízdy po opravě stupně N3 a stupně vyššího	23
13. Závady znemožňující vystavení soupravy z depa	23
14. Povinný inventář vozidel	25
15. Doprava vlakové soupravy jinou vlakovou soupravou	26
B) Povinnosti při údržbě a opravách brzdového zařízení elektrických vozů metra	27
1. Základní požadavky	27
2. Zamezení samovolnému pohybu soupravy	27
3. Sestavování soupravy	27
4. Úplná zkouška brzdy	28
5. Jednoduchá zkouška brzdy	29
6. Zábrzdné dráhy	29
7. Funkce brzdy při posunu soupravy vlastní silou	29
C) Povinnosti při údržbě a opravách dvojkolí	30
SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A ZKRATEK	30
Kapitola I	31
Kapitola II	31
Kapitola III	33
Kapitola IV	34
Kapitola V	37
Kapitola VI	39
A. OPRAVA NÁPRAV	39
B. OPRAVA CELISTVÝCH KOL	40
C. OPRAVA PŘEVODOVKY	40
D. OPRAVA BRZDOVEHO KOTOUČE	40
E. TEPELNĚ OVLIVNĚNÁ DVOJKOLÍ	41
F. OPRAVA JÍZDNÍHO OBRYSU CELISTVÝCH KOL	41
Kapitola VII	42
A. JÍZDNÍ OBRYŠ CELISTVÝCH KOL	42
B. ROZCHOD DVOJKOLÍ	42
C. ROZKOLÍ DVOJKOLÍ	43
D. VODÍCÍ ŠÍŘKA DVOJKOLÍ	44
E. PRŮMĚR DVOJKOLÍ	45

Kapitola VIII	46
A. LISOVÁNÍ DVOJKOLÍ	46
B. NÁTĚR DVOJKOLÍ A KONZERVACE	49
C. OSTATNÍ USTANOVENÍ	49
Kapitola IX	50
A. MEZIOPERAČNÍ KONTROLA	50
B. KONEČNÁ KONTROLA	50
C. DEFECTOSKOPICKÉ KONTROLY	51
Kapitola X	52
A. NÁZVOSLOVÍ	52
B. OZNAČENÍ DÍLŮ DVOJKOLÍ	62
C. PODMÍNKY PRŮBĚHU LISOVACÍ SÍLY	64
D. DRSNOST POVRCHU SOUČÁSTÍ DVOJKOLÍ	66
Náboj ozubeného kola	67
Celistvé kolo	67
E. HODNOTY DVOJKOLÍ	68
Hodnota	68
Zesílená náprava	69
Náboje kol, brzdového kotouče	69
Náboje kol, brzdového kotouče - zesílená náprava	70
Přehled dílů	70
Kapitola XI	71
A. SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY A NORMY	71
D) Příloha pro svářečské práce na soupravách M1	74
Seznam zkratk	74
Seznam zkrácených výrazů	75
Část I. Základní ustanovení	76
1 Úvodní ustanovení	76
2 Všeobecná ustanovení a požadavky	76
3 Certifikace výrobců/opravců při svařování	77
4 Požadavky na jakost při svařování	77
5 Svářečský dozor	78
6 Personál kontroly	78
Část II. Technické požadavky na výrobu, opravy a renovace	80
7 Organizace svářečských prací	80
8 Specifikace materiálu	80
9 Požadavky na výrobu, opravy a renovace	82
10 Kontrola a zkoušení svarových spojů	86
11 Přejímka svarových spojů - dokumentace	86
12 Subdodavatelé	86
13 Prohlášení o shodě	87
14 Neshoda a nápravné opatření	87
Tabulka č.1 - Přehled metod NDT pro hodnocení svarových spojů	87
E) Obecné požadavky na provádění NDT	87
1 Zkratky a definice	87

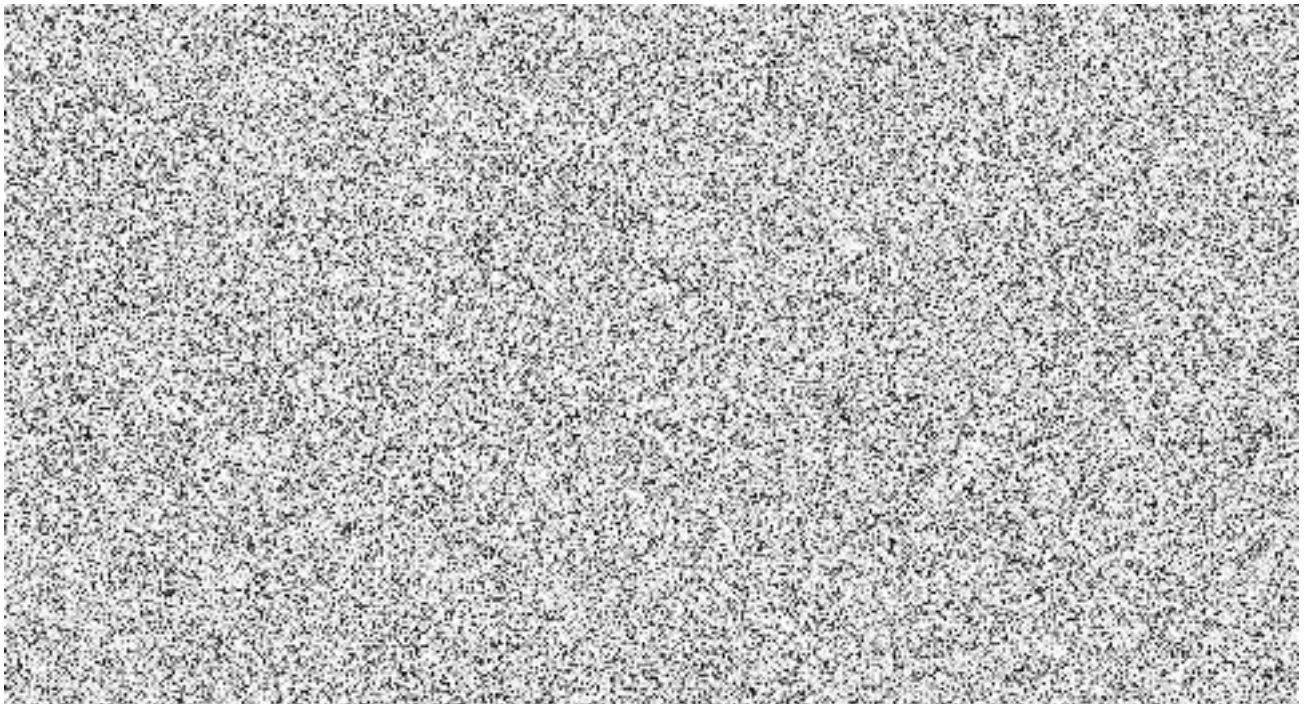
1.1 Zkratky	88
1.2 Definice	88
Část I.....	88
ORGANIZACE DEFEKTOSKOPICKÉ ČINNOSTI.....	88
1 Úvodní ustanovení	88
2 Všeobecné zásady	89
3 Povinnosti zhotovitele údržby a oprav	89
4 Kvalifikace a certifikace osob	90
5 Certifikace v oboru NDT.....	90
Základní názvosloví:	90
KCS – Kvalifikační a certifikační systém:	90
6 Povinnosti a pravomoci pracovníků defektoskopie.....	91
Pracovník s 1. kvalifikačním stupněm:.....	93
Pracovník s 2. kvalifikačním stupněm je oprávněn:.....	93
Pracovník s 3. kvalifikačním stupněm je oprávněn:.....	93
Každý pracovník obecně odpovídá za:	93
7 Způsob práce	94
8 Defektoskopické pracoviště – pracovní podmínky a vybavení	94
Část II.....	96
ULTRAZVUKOVÁ KONTROLA SOUČÁSTÍ VOZIDEL METRA (UT).....	96
1 Použitelnost metody	96
2 Princip metody.....	96
3 Názvosloví.....	97
4 Všeobecně	98
5 Příprava ke kontrole.....	99
6 Nastavení parametrů přístroje pro kontrolu náprav	101
7 Přiložení a vedení sondy	102
8 Vyhodnocení echogramu	102
9 Vyhodnocení zjištěných vad.....	104
10 Evidence o provedené kontrole	104
11 Evidence zjištěných vad	105
12 Seznam základních norem pro metodu ultrazvukovou UT.....	106
13 Přílohy	107
Část III.....	110
METODICKÉ POKYNY PRO ZKOUŠENÍ SOUČÁSTÍ VOZIDEL METRA MAGNETICKOU METODOU PRÁŠKOVOU POLÉVACÍ (MT)	110
1 Použitelnost metody	110
2 Princip metody.....	110
3 Všeobecně	111
4 Zkušební prostředky a zařízení.....	113
5 Zkušební postup.....	114
6 Vyhodnocení.....	115
7 Způsob práce příprava ke kontrole.....	116
Volba zkušebního zařízení	116
Výběr způsobu magnetizace	116

8	Volba zkušebních prostředků	121
9	Ověření parametrů zkušebních prostředků a zařízení	121
10	Úprava povrchu pro zkoušku:	123
11	Provedení zkoušky	123
12	Způsobilost pracovníků provádět zkoušku a vyhodnocovat výsledky.....	125
13	Evidence o provedené kontrole	125
14	Opatření	126
15	Seznam použitých norem pro metodu magnetickou práškovou polévací MT	126
Část IV		127
METODICKÉ POKYNY PRO ZKOUŠENÍ SOUČÁSTÍ VOZIDEL METRA KAPILÁRNÍ METODOU PT		127
1	Použitelnost metody	127
2	Princip metody.....	127
3	Všeobecně	127
4	Zkušební prostředky a zařízení.....	129
5	Zkušební postup.....	130
6	Vyhodnocení	131
7	Způsob práce příprava ke kontrole.....	131
	Volba zkušebního postupu.....	131
	Požadavky na zkušební systém	132
	Požadavky na osvětlení	132
	Požadavky na zkušební teplotu	132
	Zraková kontrola zkoušejícího	132
	Příprava povrchu:.....	132
8	Provedení zkoušky	134
	Značení po zkoušce:	136
9	Způsobilost pracovníků provádět zkoušku a vyhodnocovat výsledky.....	136
10	Evidence o provedené kontrole	136
11	Opatření	137
12	Seznam použitých norem pro kapilární metodu PT	137
Část V		138
VIZUÁLNÍ KONTROLA PŘÍMÁ (VT)		138
1	Všeobecně	138
1.1	Předmět kontroly	138
1.2	Účel vizuální kontroly	138
1.3	Rozsah přímé vizuální kontroly	138
1.4	Zařazení vizuální kontroly do pracovního procesu	138
2	Rozsah znalostí metody VT	138
3	Názvosloví – pojem vada	139
4	Úprava povrchu pro kontrolu.....	141
5	Osvětlení	141
6	Podmínky k provedení kontroly	142
7	Hodnocení jakosti	142
8	Evidence o provedené kontrole	144
9	Evidence zjištěných vad	144
10	Seznam použitých norem pro vizuální metodu VT	145

A) Povinnosti při údržbě a opravách elektrických vozů M1

1. Základní požadavky

- 1.1 Dodavatel je povinen provádět plánovanou i mimořádnou údržbu a opravy vlakových souprav M1 včetně mytí a čištění. V souvislosti s tím se zavazuje provádět a vyhodnocovat zkušební a ověřovací jízdy vlakových souprav M1.
- 1.2 Dodavatel je povinen se řídit při jednotlivých stupních údržby a oprav Zadavatelem schváleným udržovacím řádem a z něj vyplývajícími technologickými postupy, které zpracovává a vydává Dodavatel.



- 1.4 Dodavatel je povinen při plánované údržbě a opravách odstraňovat následky opotřebení vozů; údržba a opravy v jednotlivých stupních musí být prováděny v takovém rozsahu, aby při dodržení normy proběhu mezi jednotlivými stupni údržby a oprav nebyly překročeny provozní tolerance opotřebení jednotlivých komponentů vozů.



- 1.6 Dodavatel musí při opravách vozů používat materiál, polotovary a náhradní díly odpovídající schválené dokumentaci.
- 1.7 Dodavatel je povinen udržovat měřicí přístroje, nářadí, šablony a ostatní zařízení, používané při údržbě a opravách vozů v dobrém technickém stavu a musí je předkládat ve stanovených lhůtách ke kontrolám a kalibracím.



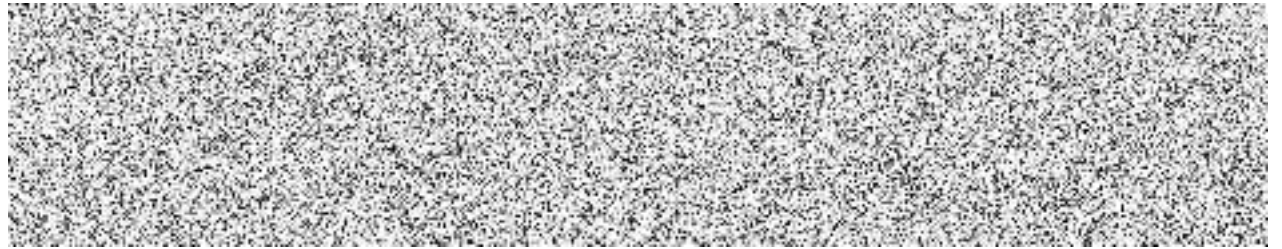
2. Plánování údržby

- 2.1 Dodavatel je povinen se řídit týdenním plánem (rozpisem) oběhu souprav, ve kterém je upřesňován grafikon oběhu souprav, stanovený vždy pro každý grafikon vlakové dopravy.



- 2.3 Provede-li Dodavatel změnu v týdenním plánu nebo z provozních důvodů nemůže plán dodržet, odpovídá za nepřekročení normy proběhu.

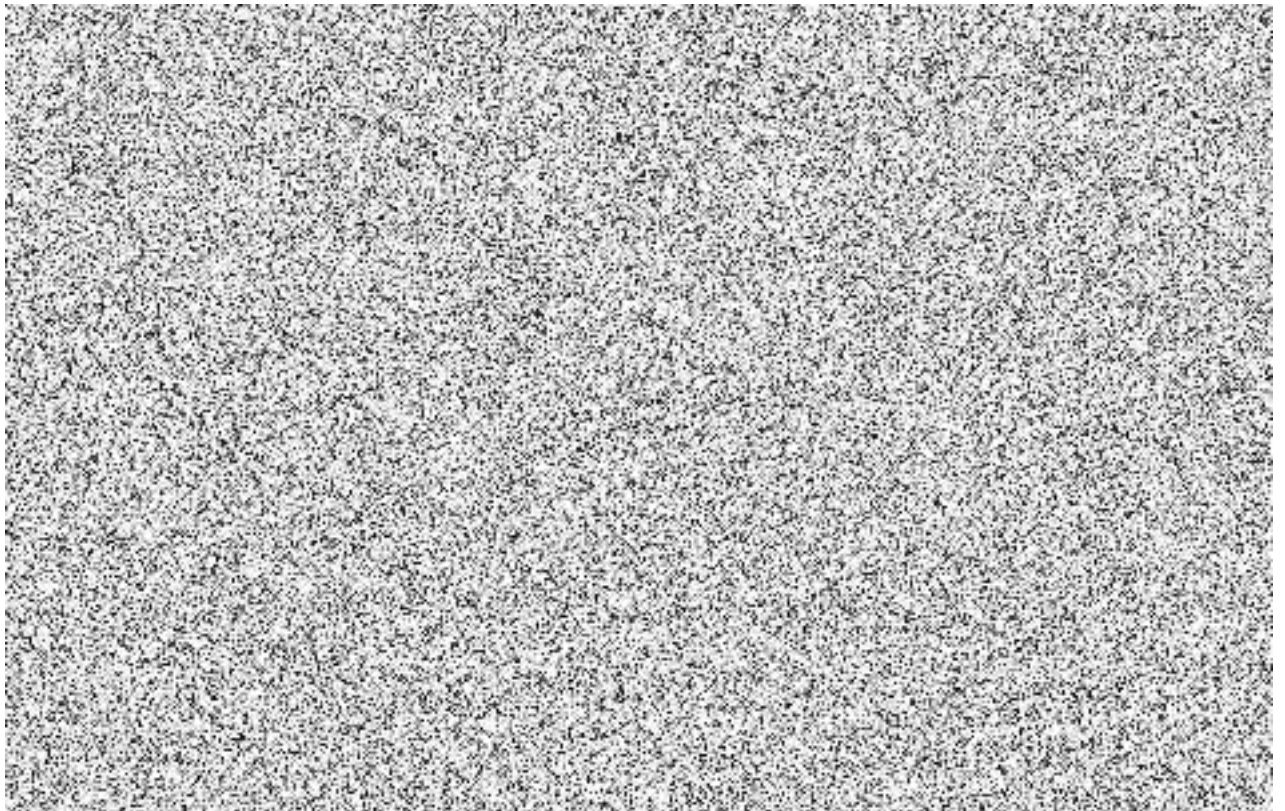
- 2.4 Zadavatel odpovídá za neprodlené přistavování vozů do mimořádných oprav a na základě podkladů od Dodavatele i za včasné přistavování vozů do plánovaných stupňů údržby a oprav.

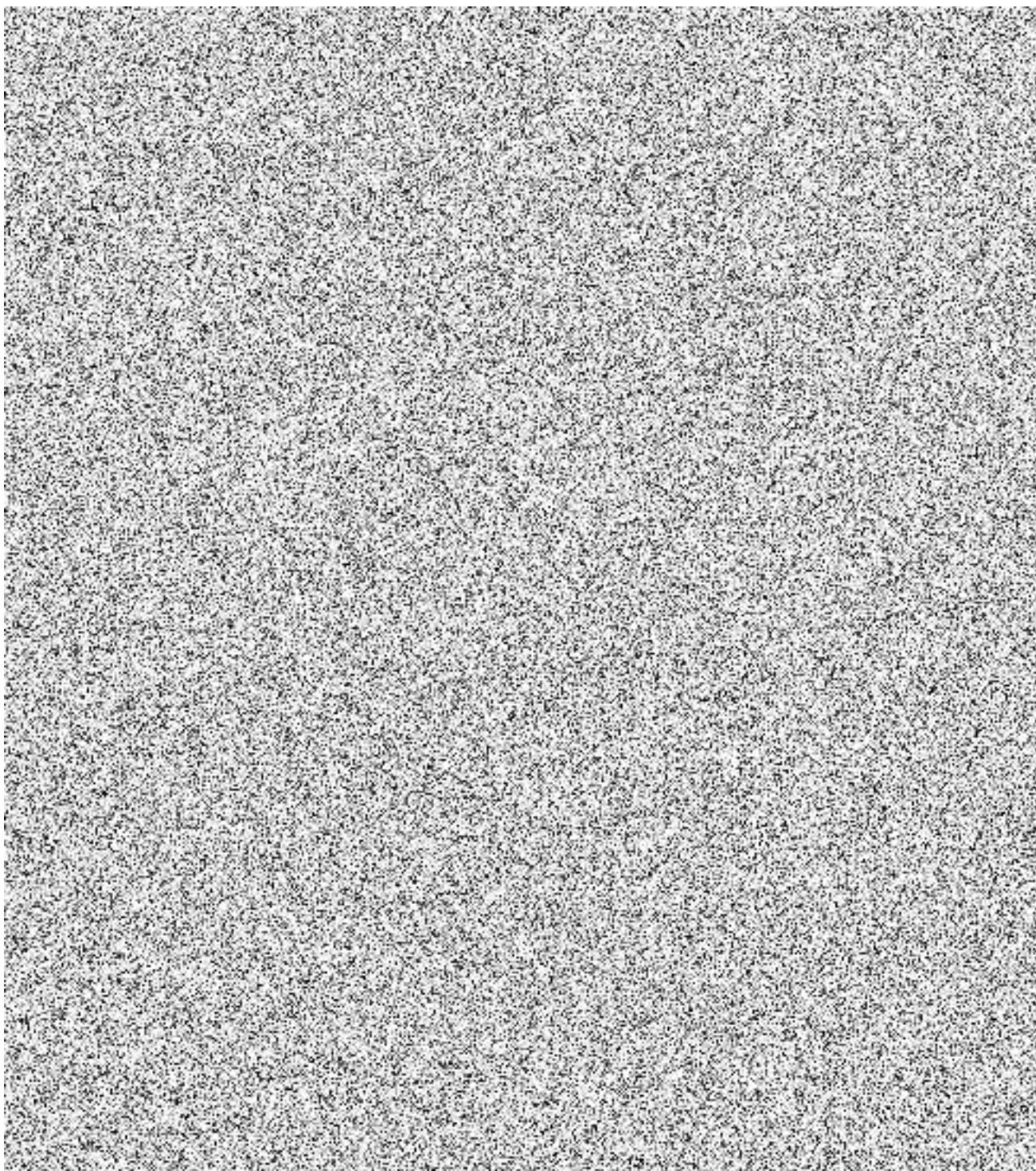


3. Doklady vozu

- 3.1 Dodavatel je povinen udržovat všechny doklady vozu, které mu byly předány Zadavatelem, v řádném stavu odpovídajícímu skutečnosti a zaznamenávat do nich všechny změny na voze.

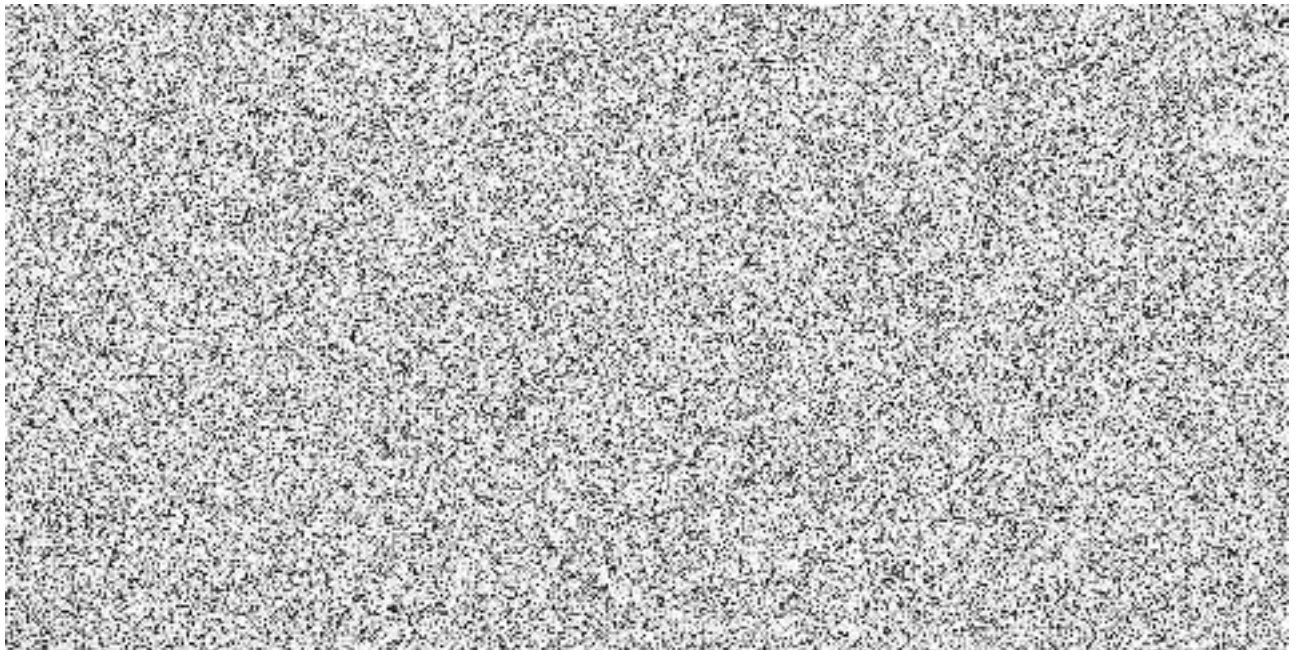
- 3.2 Zadavatel předá Dodavateli udržovací doklady podle tabulky uvedené v bodě 3.4 a platné ke dni vstupu této smlouvy v účinnost.





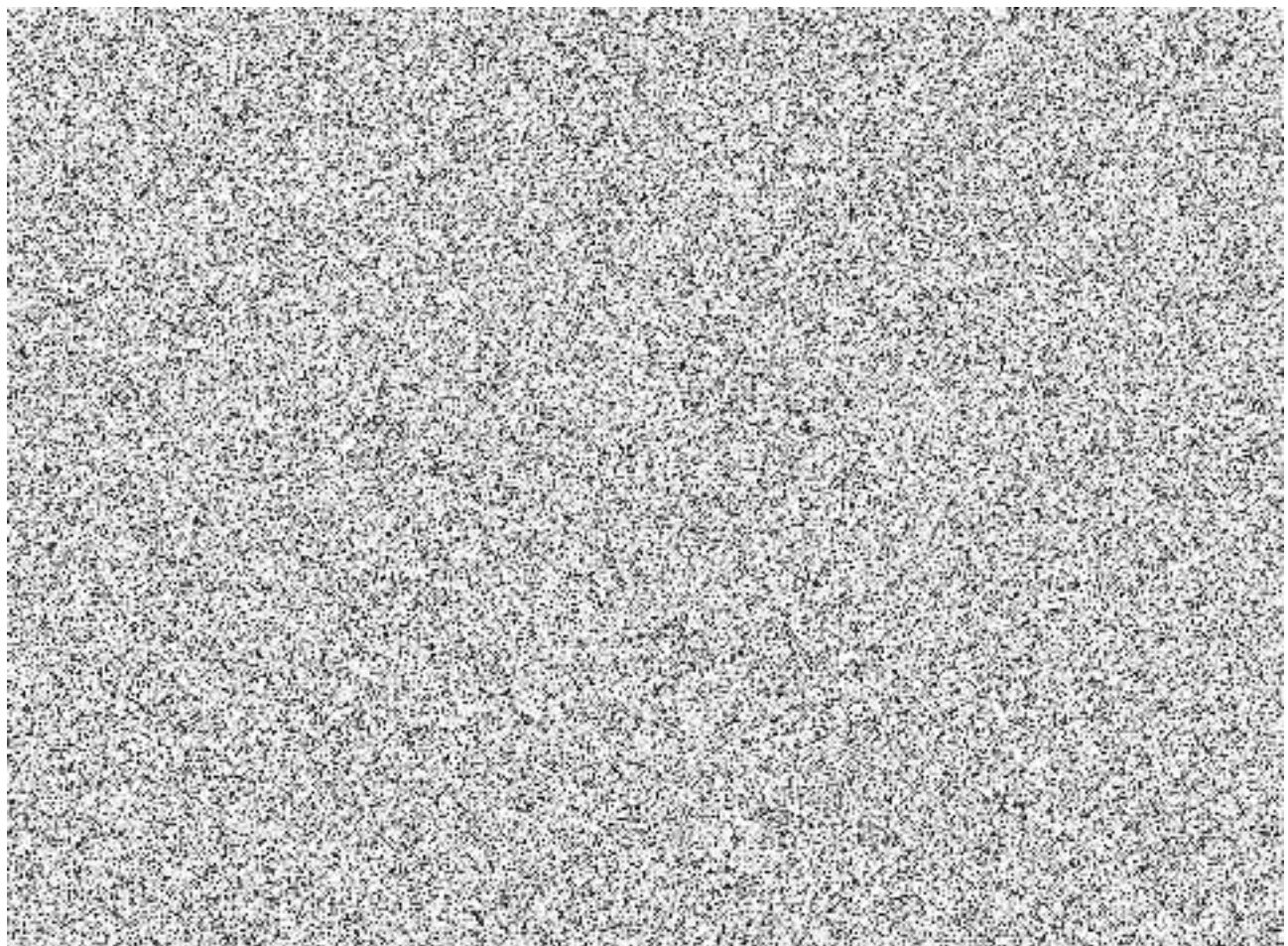
4. Kniha oprav

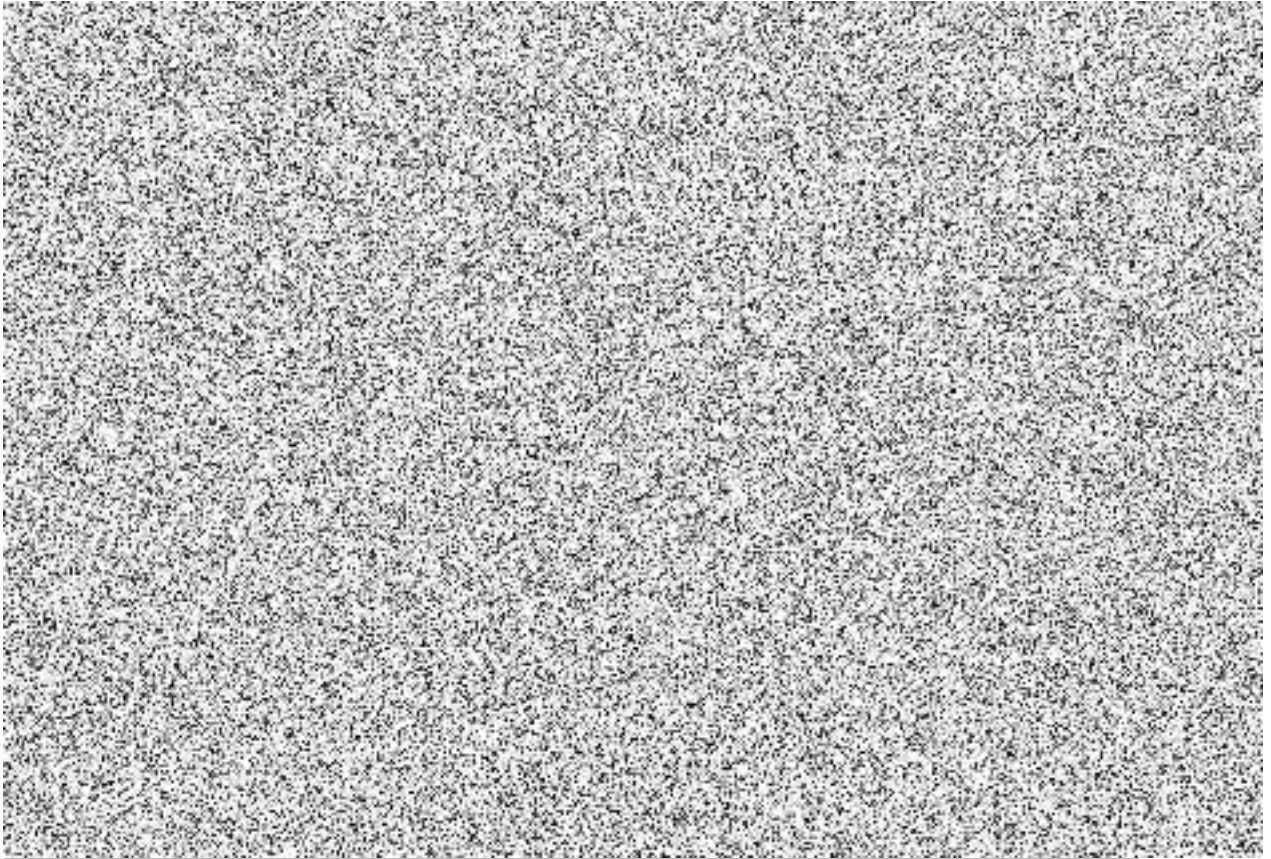
4.1 Dodavatel je povinen vystavit pro každou vlakovou soupravu Knihu oprav.



4.5 Listy Knihy oprav musí být očíslovány. V Knize oprav musí být založeny příslušné Listy technického stavu dvojkolí.

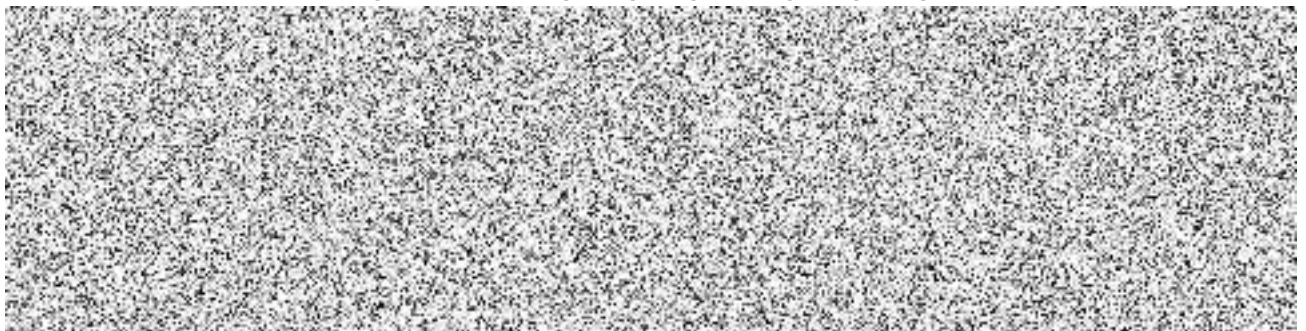
4.6 Vzor listu Knihy oprav je následující:

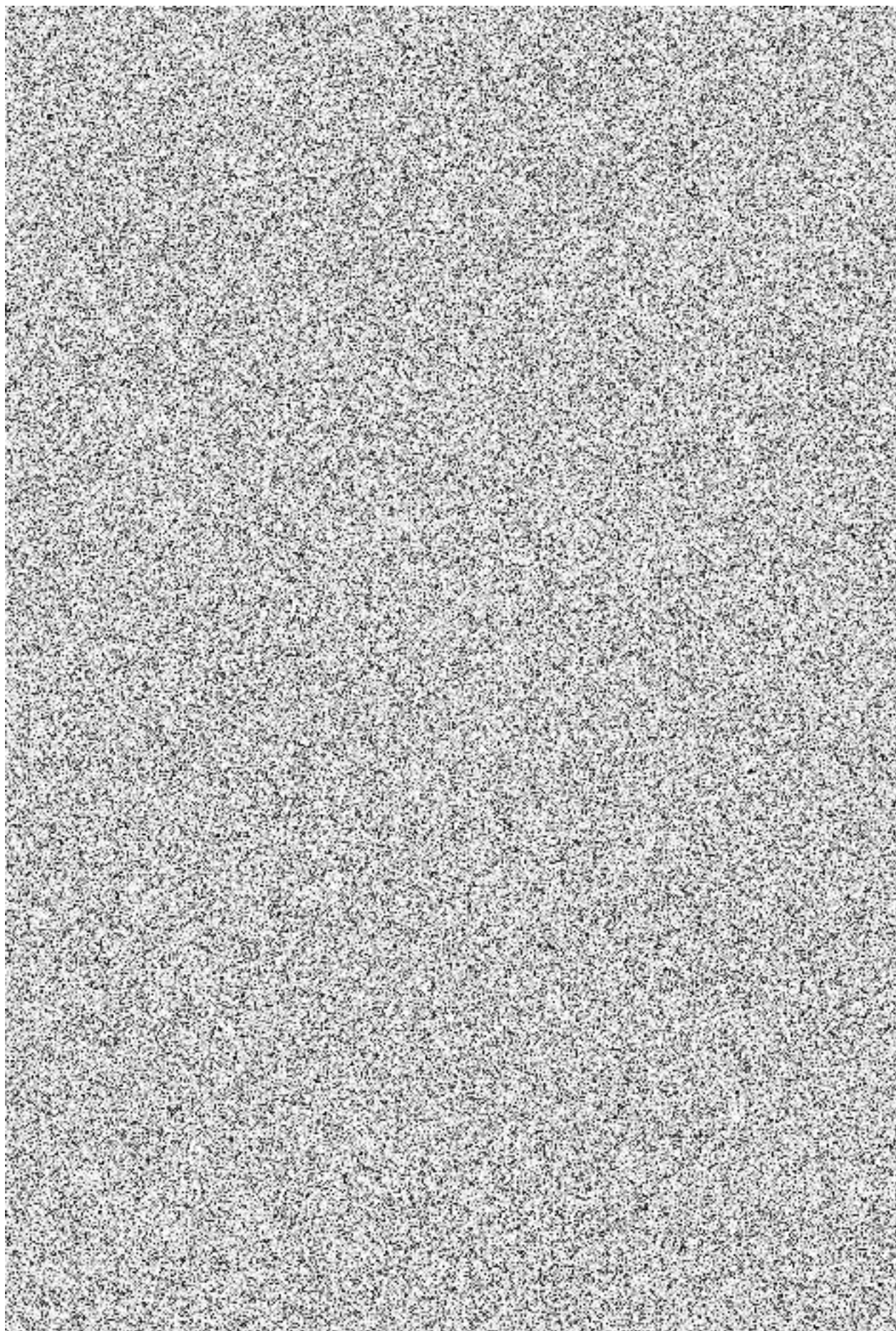


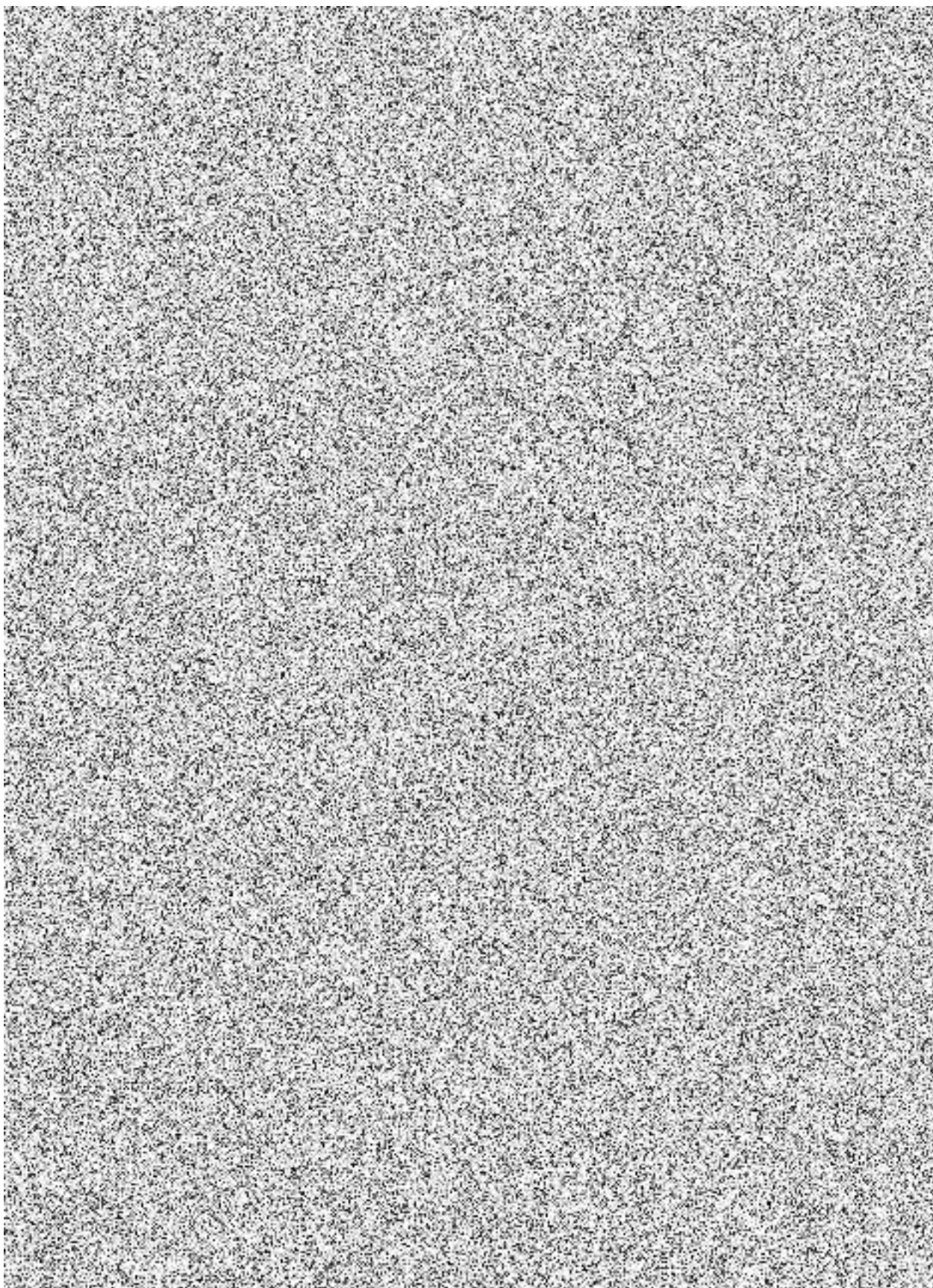


- 4.8 Kniha oprav soupravy předané do provozu se ukládá u Zadavatele, při údržbě nebo opravě u Dodavatele; za provozu soupravy musí být Kniha oprav uložena na stanovišti strojvedoucího vlakové soupravy.
- 4.9 Popsanou Knihu oprav je povinen Dodavatel předat Zadavateli.

5. Předávání vozidel z provozu do opravy a zpět z opravy do provozu







- 5.6 Dodavatel smí předat soupravu do provozu po mimořádné opravě až po odstranění a odepsání všech závad zapsaných v Knize oprav, nebo v případě, že dosud neodstraněná závada nemůže ohrozit bezpečnost a plynulost provozu metra a není v rozporu s ustanoveními bodu 13 části A této Přílohy.

6. Kontrolní prohlídky

- 6.1 Kontrolu vozů po provedení plánovaného stupně údržby a opravy nebo po mimořádné opravě provádí Dodavatel; výsledek kontroly se zaznamená do udržovací dokumentace o provedené opravě a do Knihy oprav.

- 6.4 Dodavatel je povinen provádět práce související s prohlídkami a kontrolami vozidel a určeného technického zařízení (UTZ) vozidel stanovených zákonnými normami.

- a) Dle Vyhlášky č.100/1995 Sb. o se jedná o následující UTZ :

- i. Elektrické zařízení drážního vozidla
- ii. Vzduchojemy drážních vozidel o pracovním přetlaku větším
- iii. Zabezpečovací zařízení, jehož elektrické obvody plní funkci přímého zajišťování bezpečnosti drážní dopravy

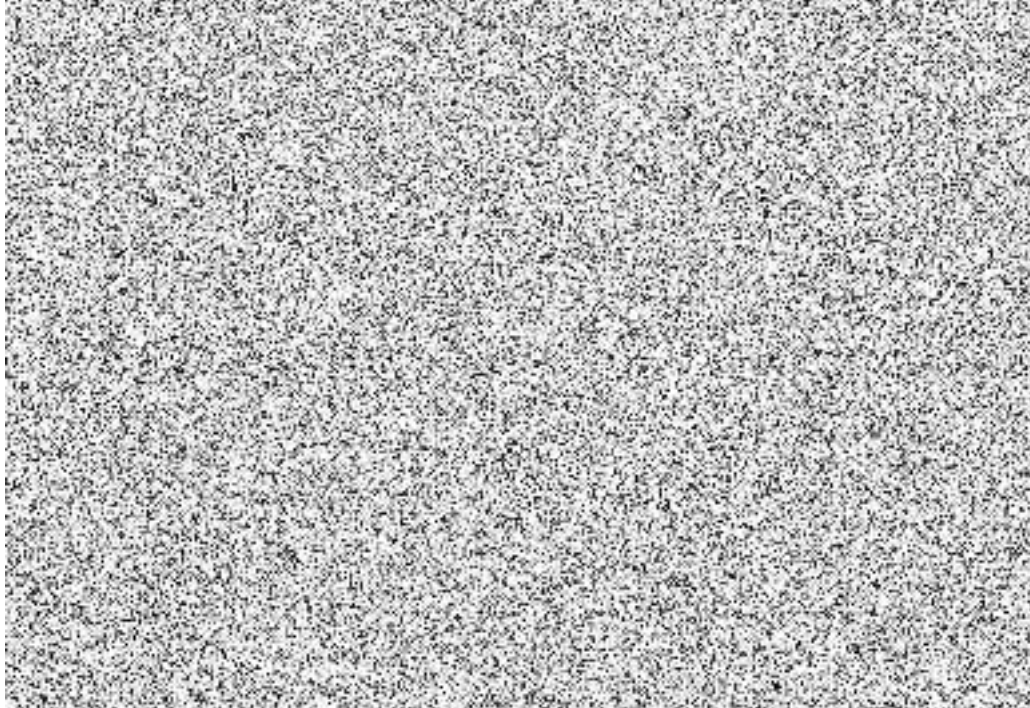
- b) Dle vyhlášky č.173/1995 Sb. se jedná o:

- i. Pravidelné a nepravidelné technické kontroly prováděné dle §64;
- ii. Pravidelné technické kontroly prováděné dle §65.

- 6.5 Dodavatel je povinen umožnit Zadavateli kdykoliv provést namátkovou kontrolu prací prováděných Dodavatelem v rámci údržby a oprav na soupravách M1. Zadavatel je povinen před zahájením namátkové kontroly informovat Dodavatele o prováděné kontrole. Dodavatel má právo se této kontrole zúčastnit.
- 6.6 V případě prohlídky soupravy po vzniku mimořádné události prováděné Zadavatelem, má Dodavatel právo zúčastnit se práce komise odborníků Zadavatele, která mimořádnou událost šetří.

7. Mytí a čištění vozidel

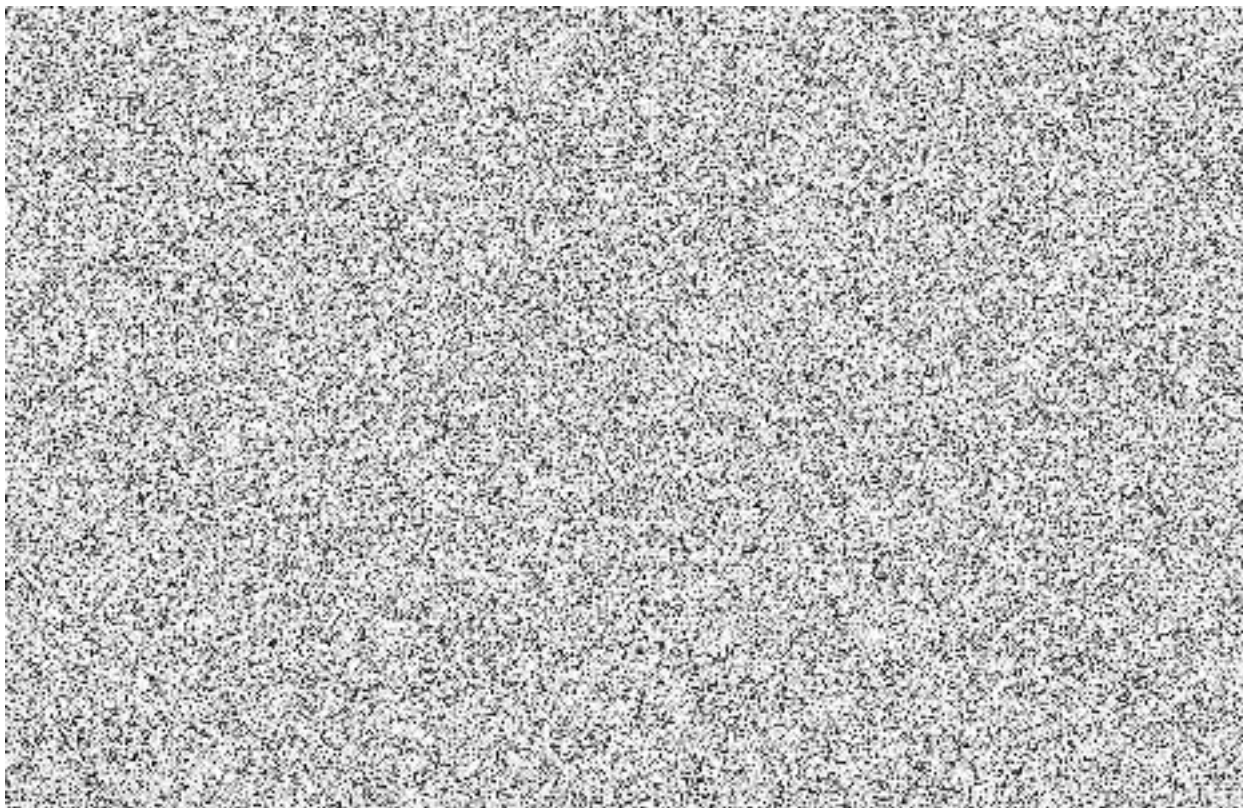
- 7.1 Dodavatel je povinen zajistit pravidelné mytí a čištění interiéru vozů a vnější strojní mytí skříně vozů. V případě potřeby provede Dodavatel i mimořádné mytí a čištění vozů.
- 7.2 Dodavatel je povinen provádět mytí a čištění vozů při jednotlivých stupních dle uvedené tabulky:



7.3 Mytí a čištění stupně MD1

Mytí a čištění stupně MD1 se provádí na provozních soupravách vždy po provedení plánovaného či mimořádného výkonu soupravy v provozu s cestujícími, a to neprodleně po každém odstavení soupravy v příslušném depu. Během mytí a čištění stupně MD1 se souprava považuje za provozuschopnou.

Při mytí a čištění stupně MD1 se provede:



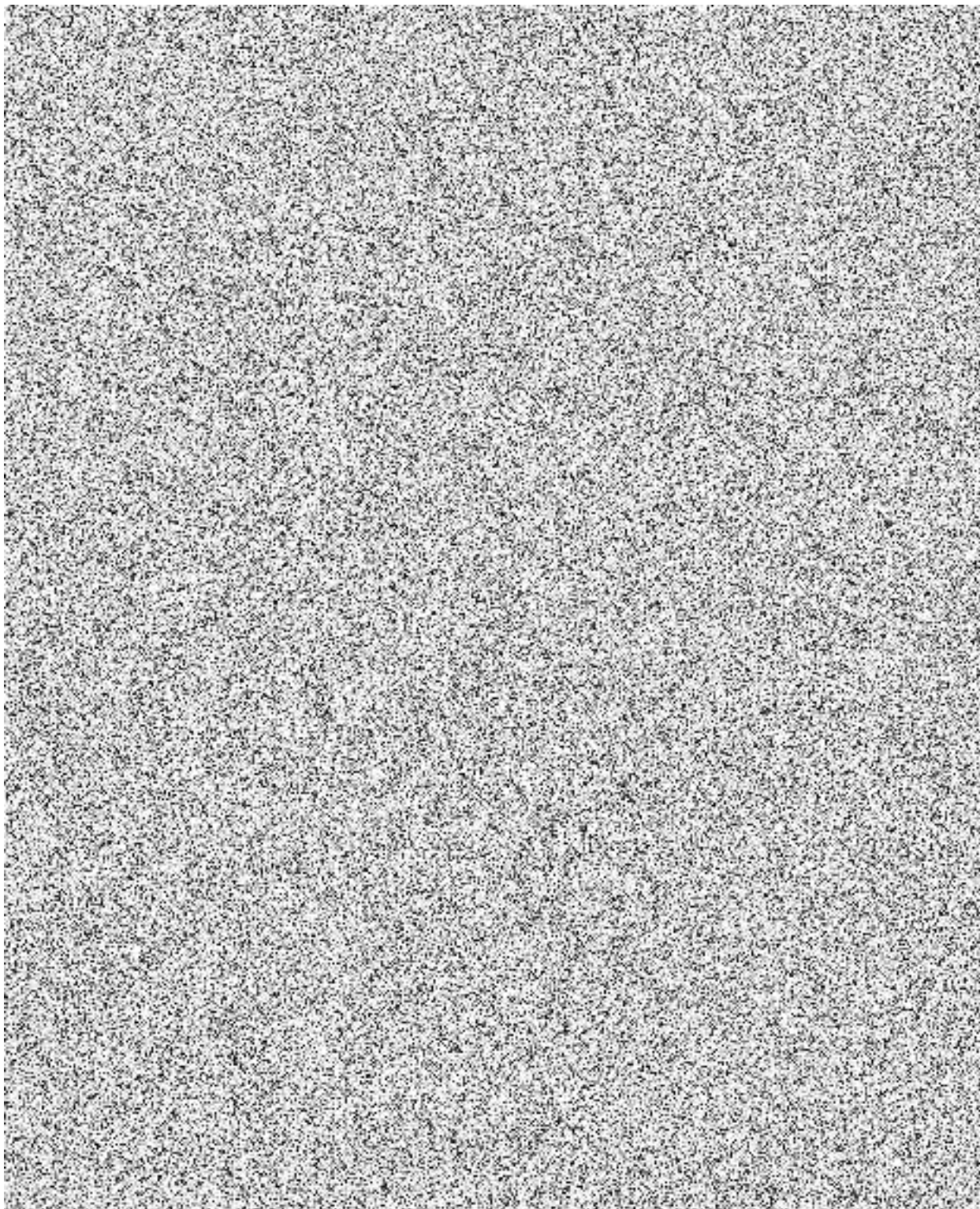
7.4 Neobsazeno.

7.5 Mytí a čištění stupně MN1

Mytí a čištění stupně MN1 je součástí periodické prohlídky N1.



Při mytí a čištění stupně MN1 se provede:

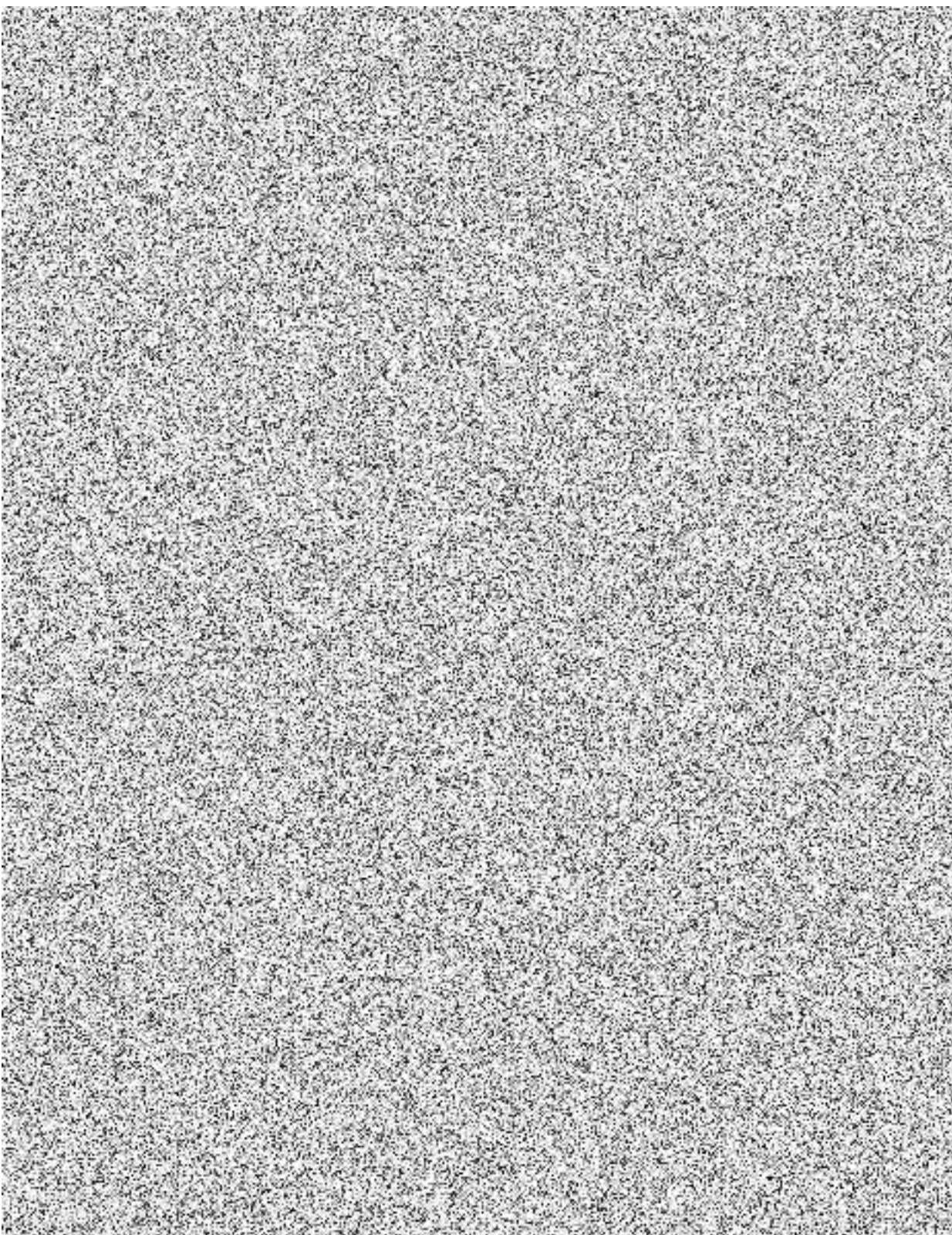


7.6 Mytí a čištění stupně MN2

Mytí a čištění stupně MN2 je součástí Periodické prohlídky



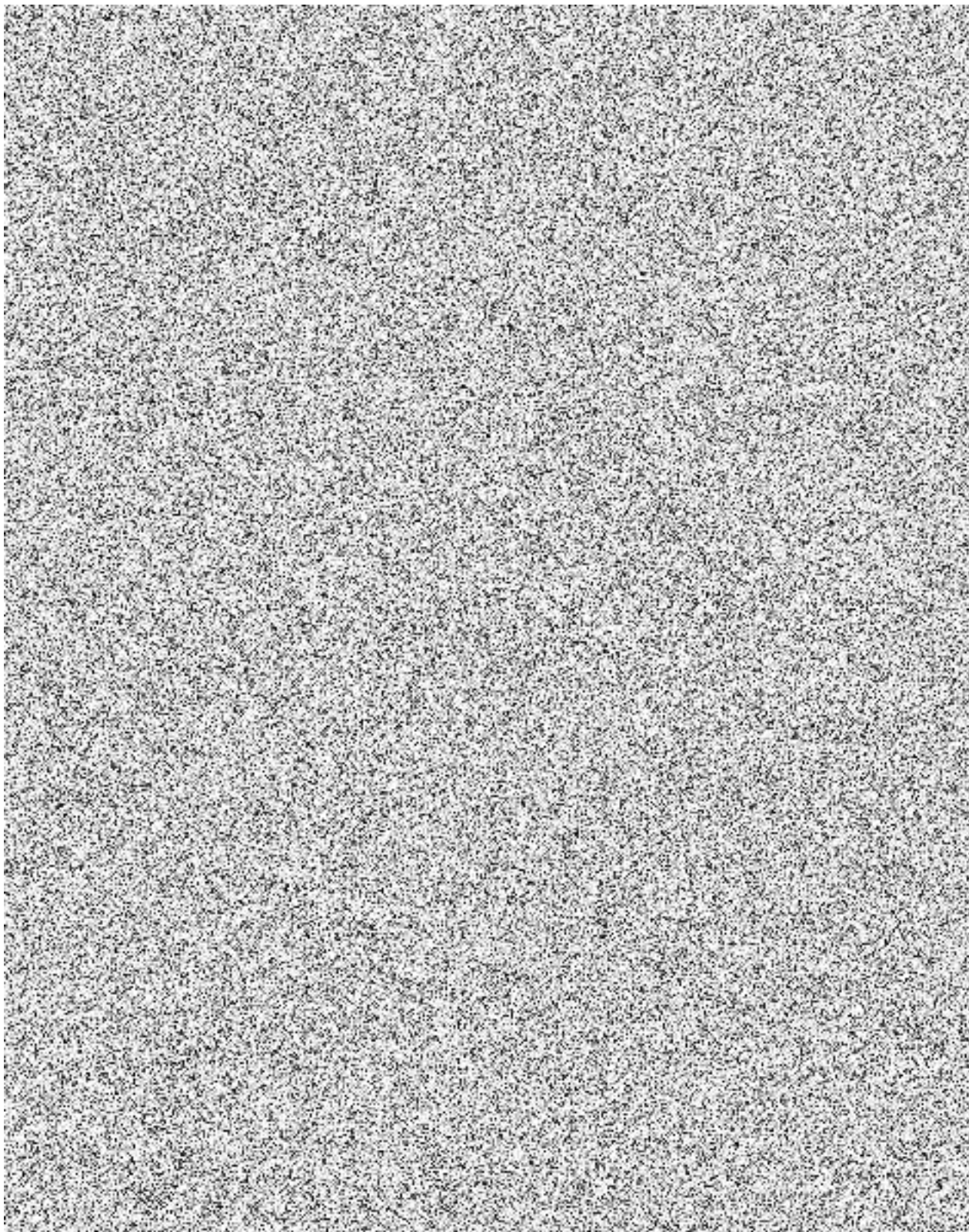
Při mytí a čištění stupně MN2 se provede:

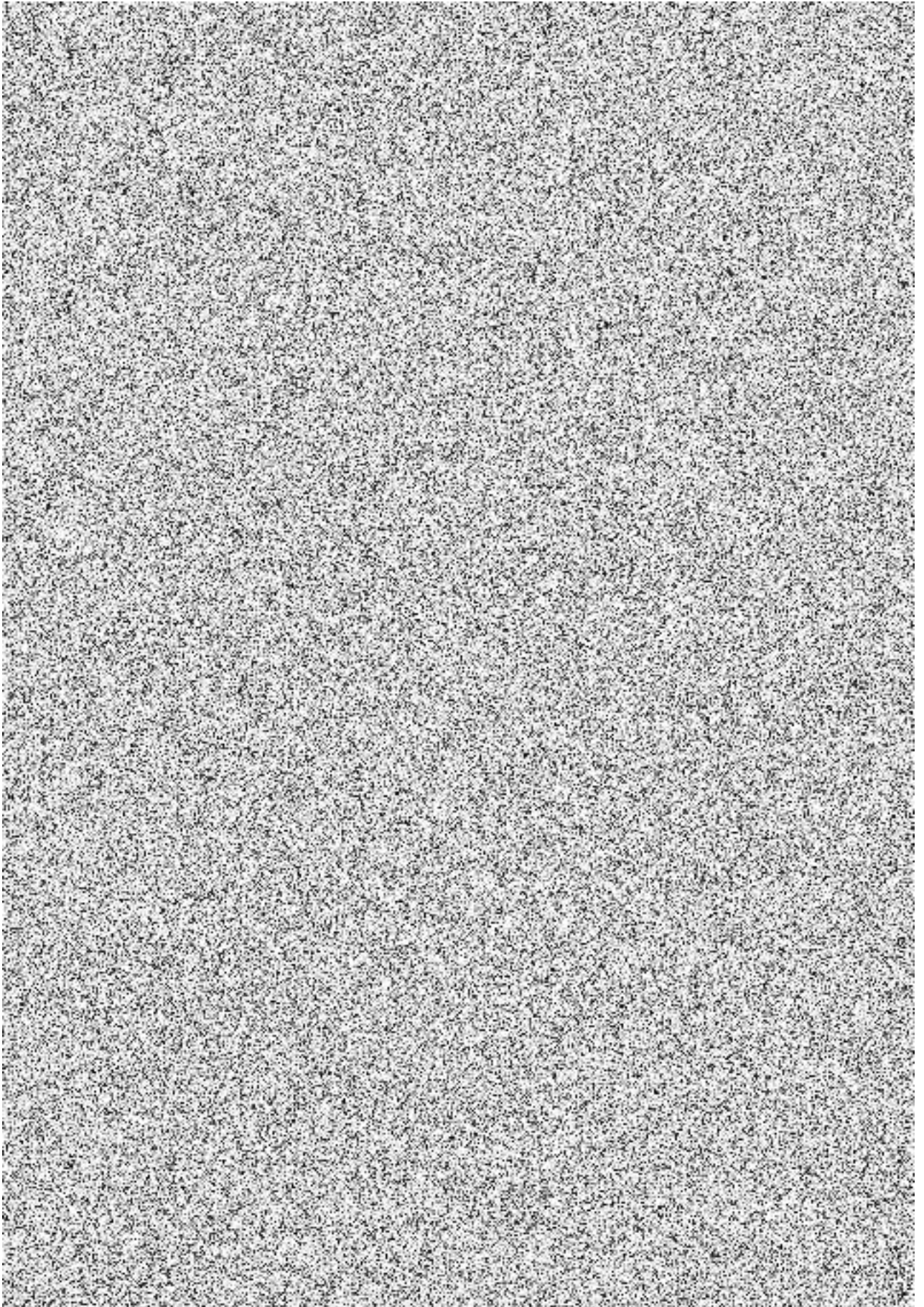


7.7 Mytí a čištění stupně MN3

Mytí a čištění stupně MN3 je součástí Periodické opravy

Při mytí a čištění stupně MN3 se provede:





7.8 Mytí a čištění stupně MS – vnější strojní mytí skříní souprav metra

Mytí stupně MS se provádí zpravidla po 4 - 6 dnech provozu vlakové soupravy s ohledem na sestavení grafikonu oběhu souprav. Mytí MS je dále součástí i všech stupňů údržby a oprav - provádí se po všech stupních údržby před příslušným stupněm mytí (tj. mimo stupně MD1 a MD2).

Nebude-li z jakýchkoliv důvodů možné provádět strojní mytí souprav po dobu přesahující 14 kalendářních dní, musí být zajištěno mytí náhradním způsobem schváleným Zadavatelem.

V případně výpadku části technologie strojního mytí souprav je nutno zajistit domytí souprav náhradním způsobem.

7.9 Mytí a čištění stupně MMO – mytí po mimořádné opravě



Mytí MMO se rovněž provádí po dlouhodobém provozním odstavení soupravy. O jeho rozsahu rovněž rozhodne odpovědný pracovník Dodavatele, případně i Zadavatele.

8. Vážení vozů

8.1 Dodavatel je povinen provést vážení vozu vždy:



8.2 Zatížení musí vyhovovat těmto tolerancím:



8.3 O vážení vozů musí Dodavatel vést záznamy, v nichž se uvádějí naměřené hodnoty zatížení na jednotlivá dvojkolí vozu a hodnoty zatížení na levé i pravé kolo téhož dvojkolí.

8.4 Záznamy o vážení, příp. o naměřených charakteristikách jednotlivých pružin a o jejich osazení na podvozků se zakládají do dokladů vozů, příp. se ukládají v elektronické podobě.

9. Opravy dvojkolí – základní požadavky

9.1 Dodavatel bude provádět opravy dvojkolí při plánovaných stupních údržby a oprav a při mimořádných opravách v souladu s částí C této Přílohy.

9.2 Mimořádná oprava dvojkolí za účelem obnovy jízdního profilu kol bez vyvázání dvojkolí se provede:



9.3 Hodnoty opotřebení funkčních částí dvojkolí nesmí přesahovat stanovené hodnoty v části C této Přílohy.

9.4 U každého vyvázaného dvojkolí musí Dodavatel před jeho opravou provést prohlídku podle části C této Přílohy; na základě výsledků této prohlídky a kilometrického proběhu tohoto dvojkolí rozhodne o způsobu a stupni údržby a oprav.

9.5 Dodavatel smí pod vůz zavázat pouze takové dvojkolí, u kterého je předpoklad, že bude schopno provozu (vzhledem k jeho stavu a ke kilometrickému proběhu vozu), a to až do doby příštího plánovaného stupně údržby a opravy vozu, při které bude toto dvojkolí vyvázáno. Podrobnosti pro opravu dvojkolí jsou stanoveny v části C této Přílohy.

10. Zkušební a ověřovací jízdy – obecné požadavky

- 10.1 Dodavatel se zavazuje provádět zkušební a ověřovací jízdy za účelem ověření technického stavu vozů, který nemohl být prověřen při stacionární zkoušce.



- 10.4 Zkušební vlak, který bude provádět ověřovací jízdu, zavede vlakový dispečer na trať metra v době přepravy cestujících jako mimořádný osobní vlak

- 10.5 Dodavatel musí provést zkušební jízdu vždy:



- 10.6 Dodavatel musí provést Ověřovací jízdu vždy:



- 10.7 Dodavatel odpovídá za technickou připravenost vozů ke zkušební nebo ověřovací jízdě.



- 10.9 Zkušební jízdy za účelem záběhu vozů před technicko-bezpečnostní zkouškou se provádějí na zkušební trati.

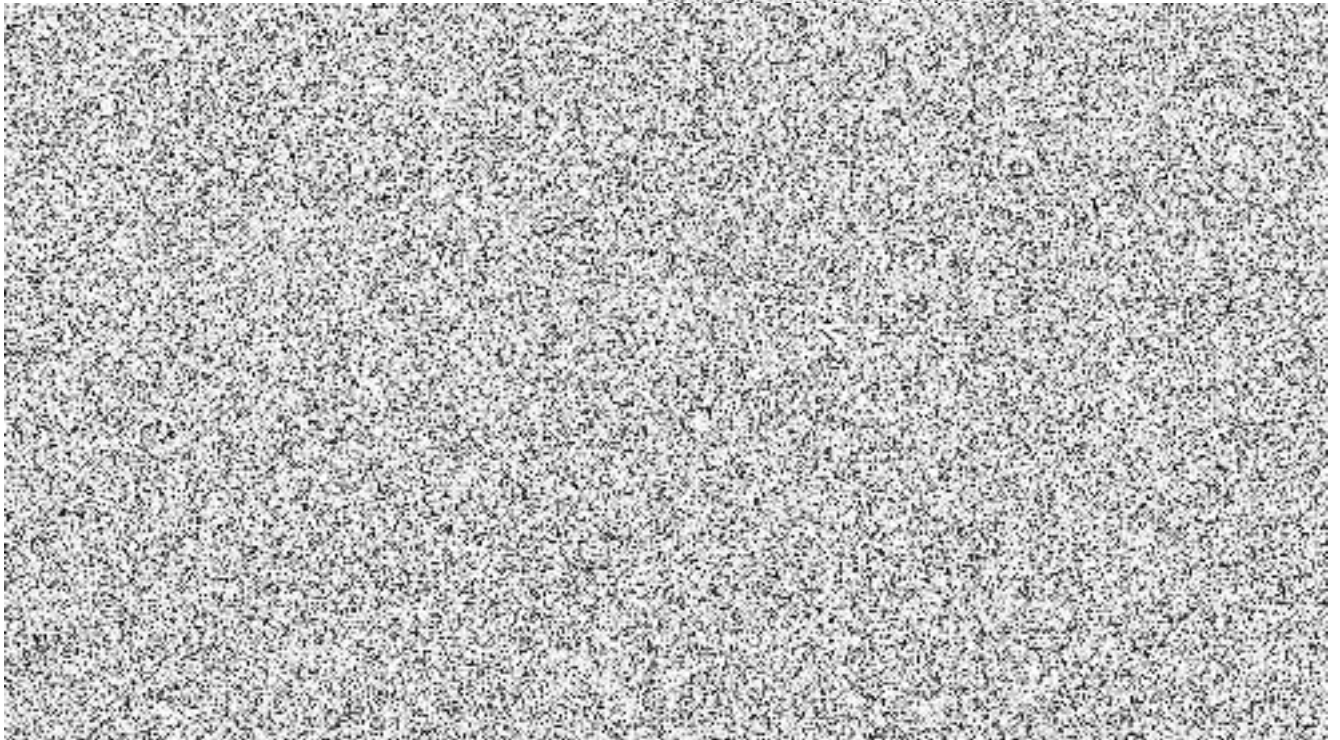


- 10.11 Pokud jsou v průběhu jízdy zkušebního vlaku zjištěny závady, které by ohrožovaly bezpečnost nebo plynulost provozu metra či bezpečnost osob, musí být zkušební jízda nebo ověřovací jízda přerušena a po odstranění těchto zjištěných závad Dodavatelem se musí v plném rozsahu jízda opakovat.

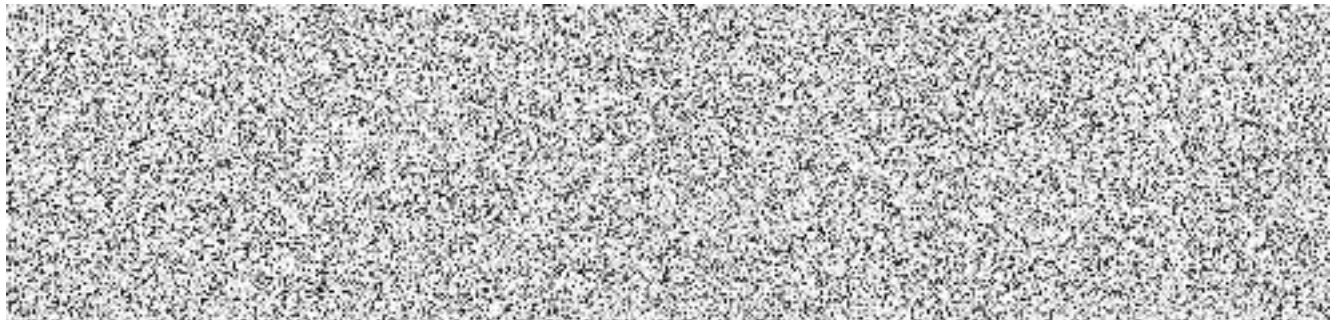
11. Provádění zkušebních a ověřovacích jízd

- 11.1 Provádění zkušebních a ověřovacích jízd řeší zvláštní smlouva uzavřená mezi Dodavatelem a Zadavatelem.

12. Zkušební a ověřovací jízdy po opravě



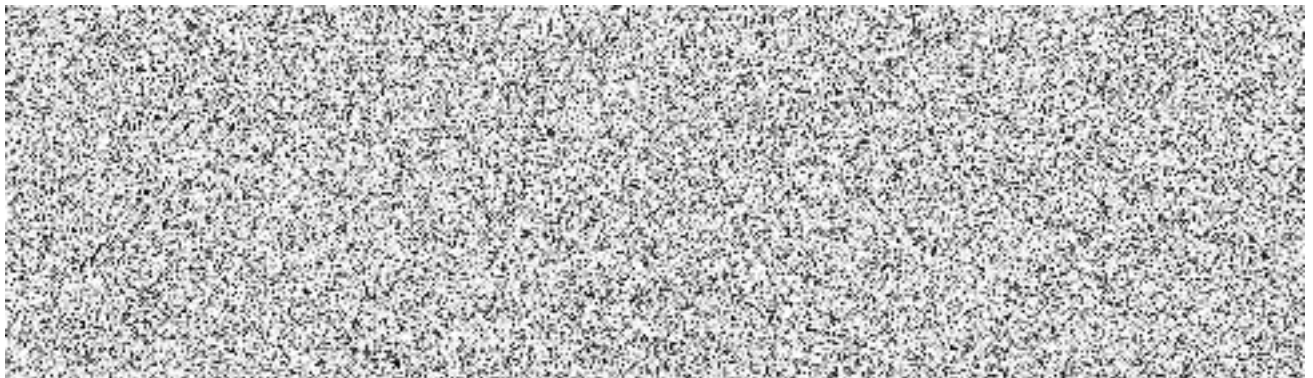
12.3 O konání, rozsahu a dalších podmínkách zkušební nebo ověřovací jízdy po mimořádné opravě rozhodne Dodavatel.

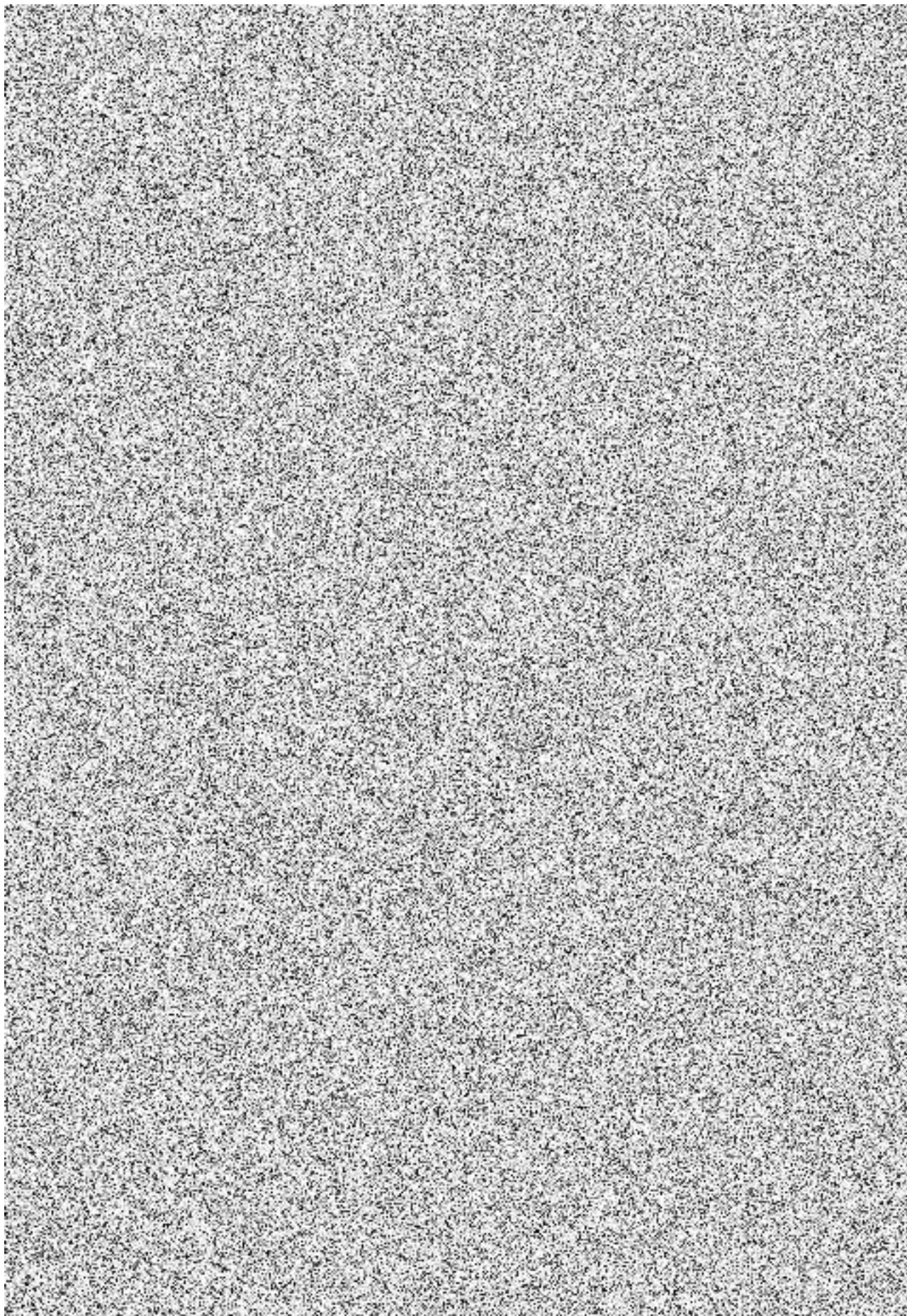


12.5 Po havárii vozu musí být vykonána zkušební jízda v rozsahu určeném Zadavatelem; nejméně v rozsahu 

13. Závady znemožňující vystavení soupravy z depa

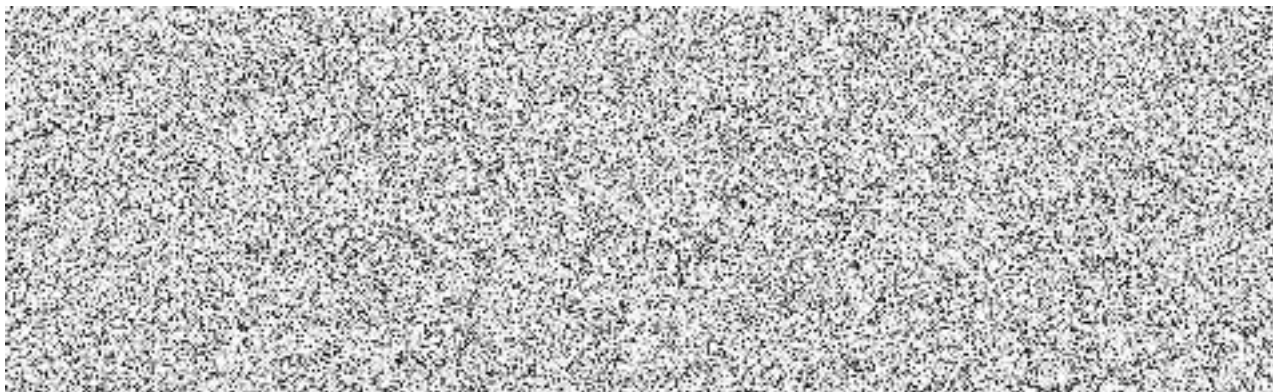
13.1 Dodavatel nesmí předat do provozu s cestujícími vlakovou soupravu pokud se na ní vyskytuje závada:



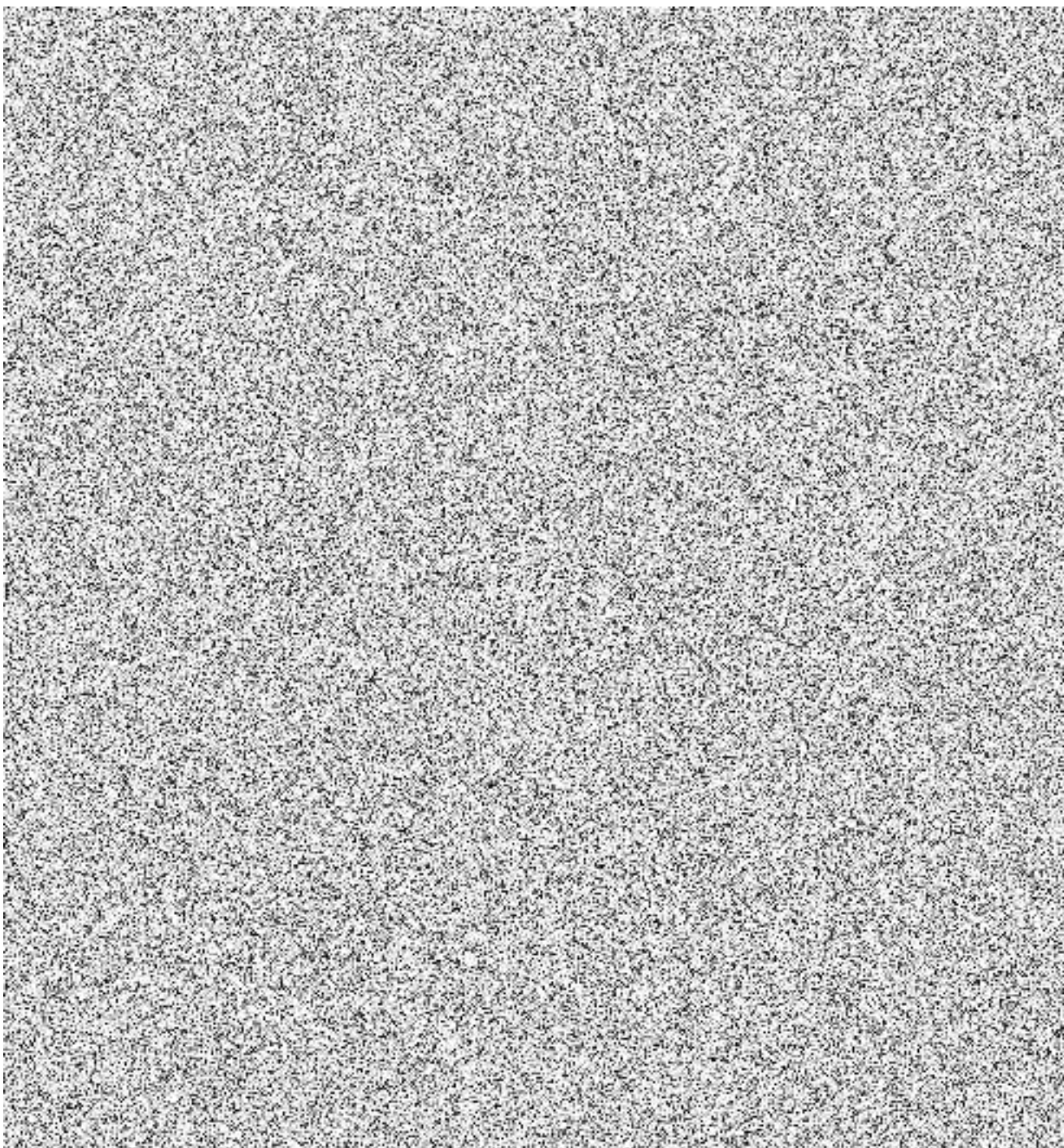


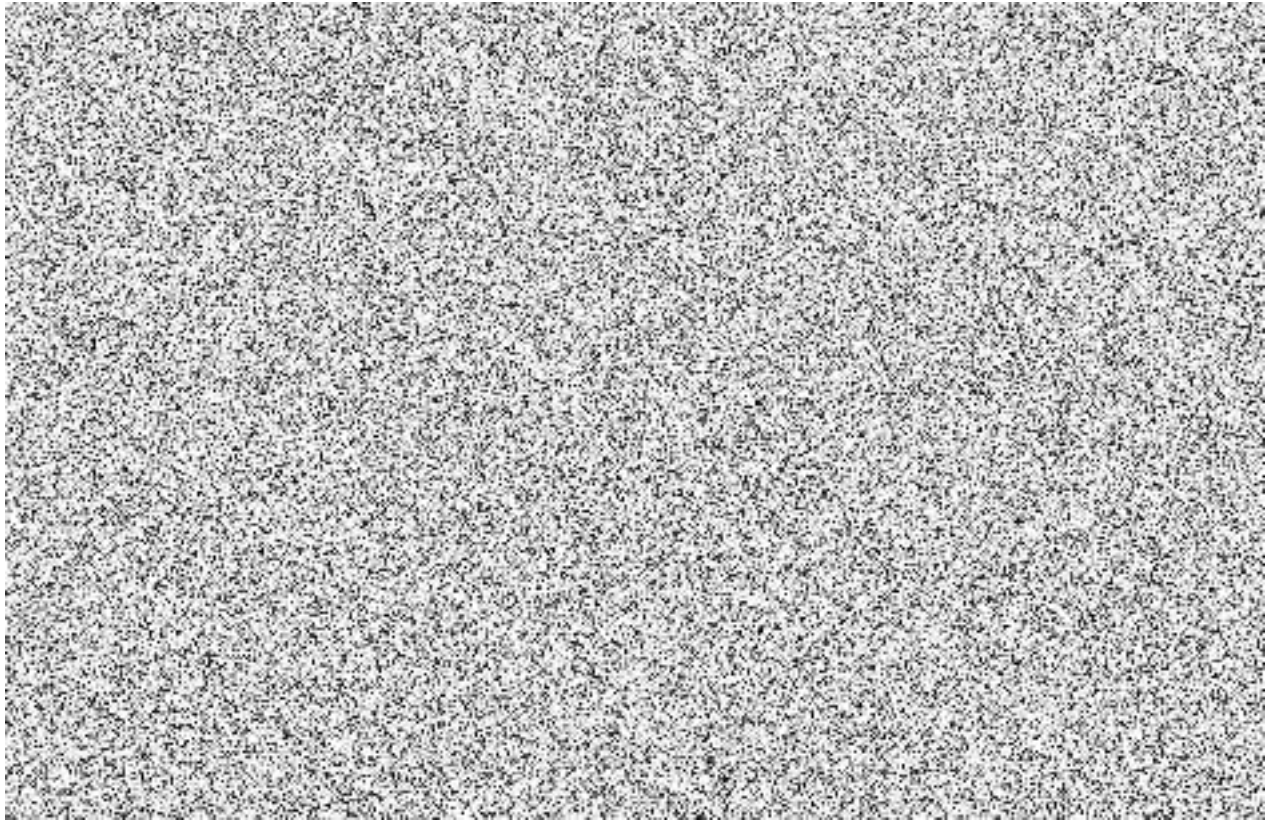
13.2 Dodavatel nesmí vystavit soupravu z depa na provedení ověřovací nebo zkušební jízdy na trati

pokud:



13.3 Dodavatel nesmí vystavit soupravu z depa na provedení zkušební jízdy na zkušební trati pokud:





15. Doprava vlakové soupravy jinou vlakovou soupravou

- 15.1 Pokud Dodavatel požádá Zadavatele o dopravu vlakové soupravy, která je v opravě, jinou vlakovou soupravou je povinen zajistit, aby dopravované vozy měly funkční spřáhla, uzavřené všechny dveře, řádně upevněné vozové části, aby nehrozil jejich pád do koleje.
- 15.2 Vlak s připojenými vozy nesmí mít více než 10 vozů.
- 15.3 Dodavatel odpovídá za technický stav vozů a je povinen zapsat do Knihy oprav a ohlásit dozorčímu depa Zadavatele:



***** Konec části A) *****

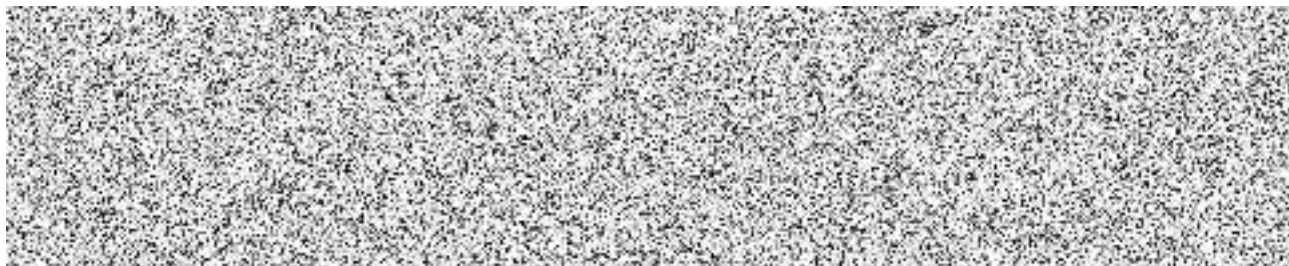
B) Povinnosti při údržbě a opravách brzdového zařízení elektrických vozů metra

1. Základní požadavky

- 1.1 Dodavatel je povinen provádět údržbu a opravy brzdového zařízení elektrických vozů M1.
- 1.2 Technický stav těchto zařízení dodavatel ověřuje v rámci údržby, při zkouškách brzd a dále vždy, když vznikne-li pochybnost o jejich správné funkci.
- 1.2 Dodavatel smí provádět změny brzdových zařízení pouze se souhlasem Zadavatele a v odůvodněných případech Drážního úřadu.
- 1.3 Dodavatel je povinen opatřit všechny části brzdového ústrojí, které by mohly spadnout na kolej nebo přečnívat z průjezdného průřezu, ochrannými záchytkami.

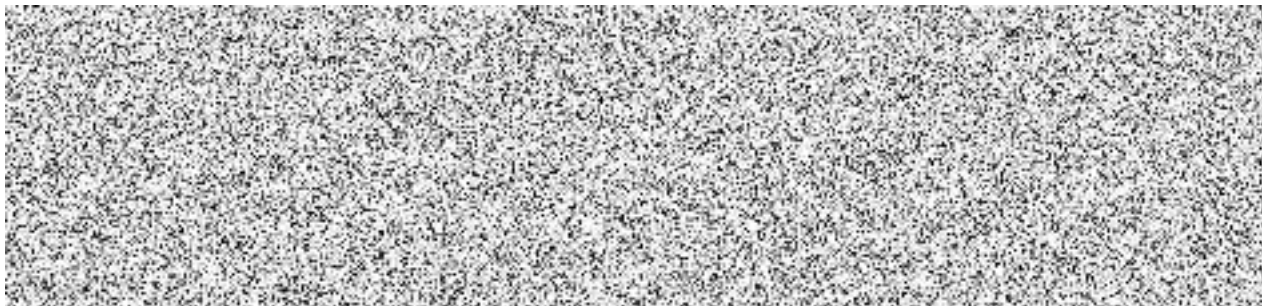
2. Zamezení samovolnému pohybu soupravy

- 2.1 Dodavatel je povinen při své činnosti zajistit soupravu sestavenou z pěti vozů proti náhodnému pohybu, a to na sklonu:



3. Sestavování soupravy

- 3.1 Dodavatel smí sestavovat soupravu z jednotlivých vozů pouze v depech.
- 3.2 Dodavatel nesmí do soupravy zařadit vozy, byla-li na jejich brzdovém zařízení zjištěna některá z těchto závad:



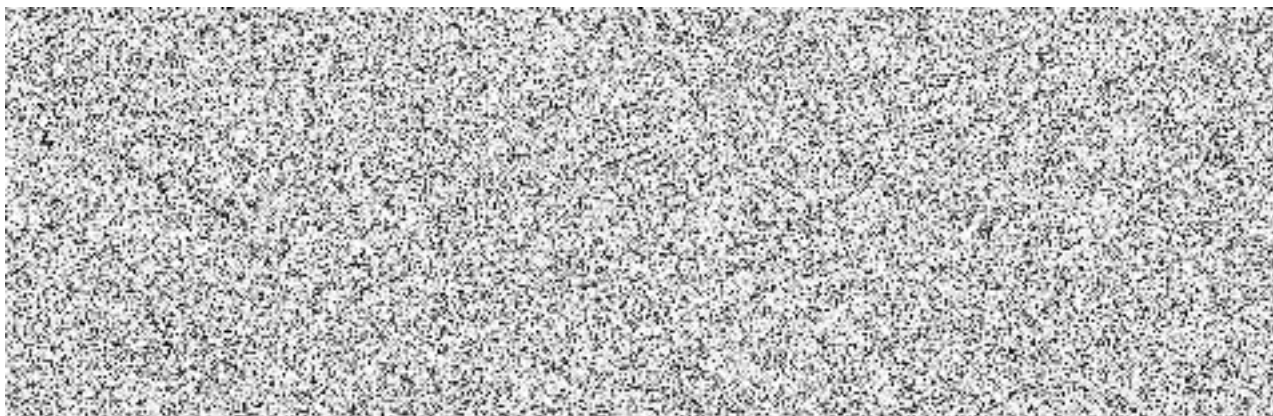
- 3.3 Dodavatel odpovídá za úplnou funkčnost průběžné brzdy.
- 3.4 Dodavatel odpovídá za správné mechanické spojení a propojení napájecích potrubí vozů a za správné polohy všech ovládacích prvků.
- 3.5 Po sestavení vlaku je určený pracovník Dodavatele povinen:



4. Úplná zkouška brzdy

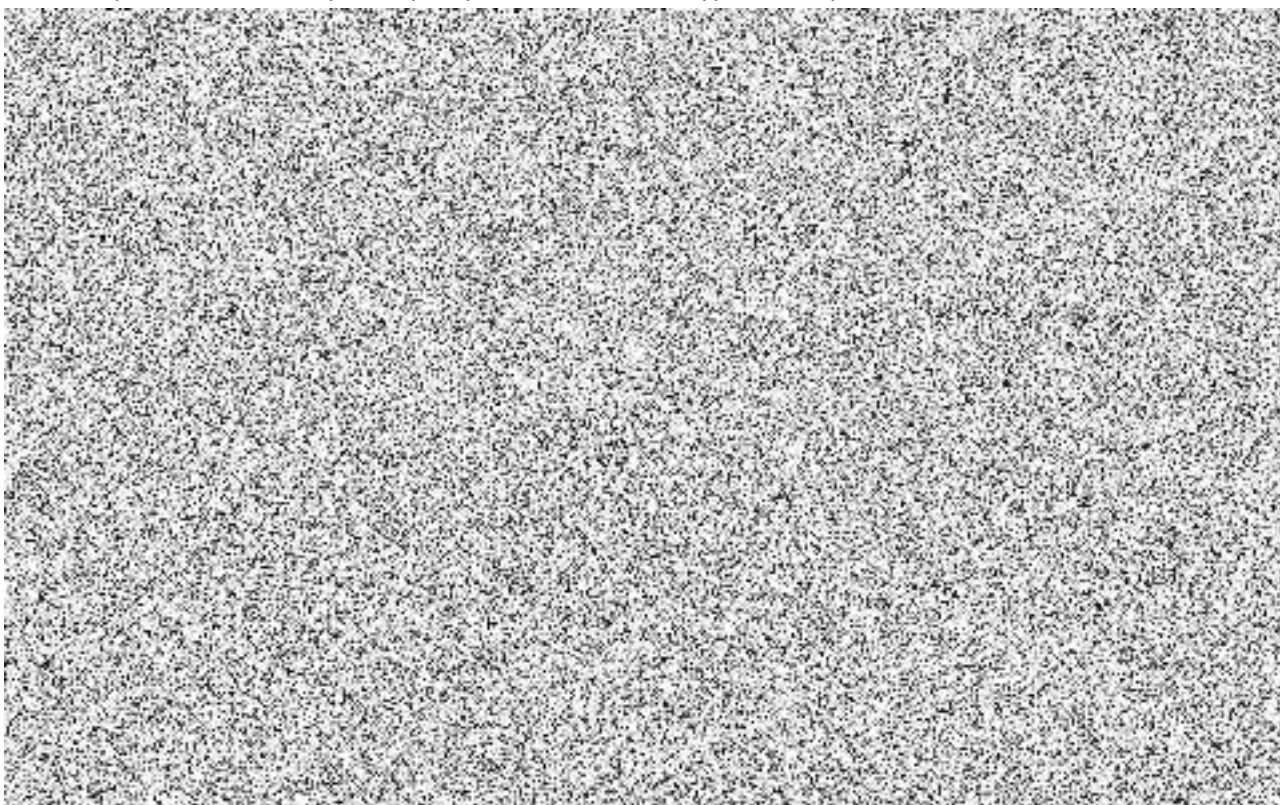
4.1 Úplnou zkoušku brzdy smějí provádět pouze určení pracovníci Dodavatele a Zadavatele.

4.2 Úplnou zkoušku brzdy musí Dodavatel vykonat:



4.3 Před zahájením úplné zkoušky brzdy musí být odbrzděny všechny parkovací brzdy soupravy.

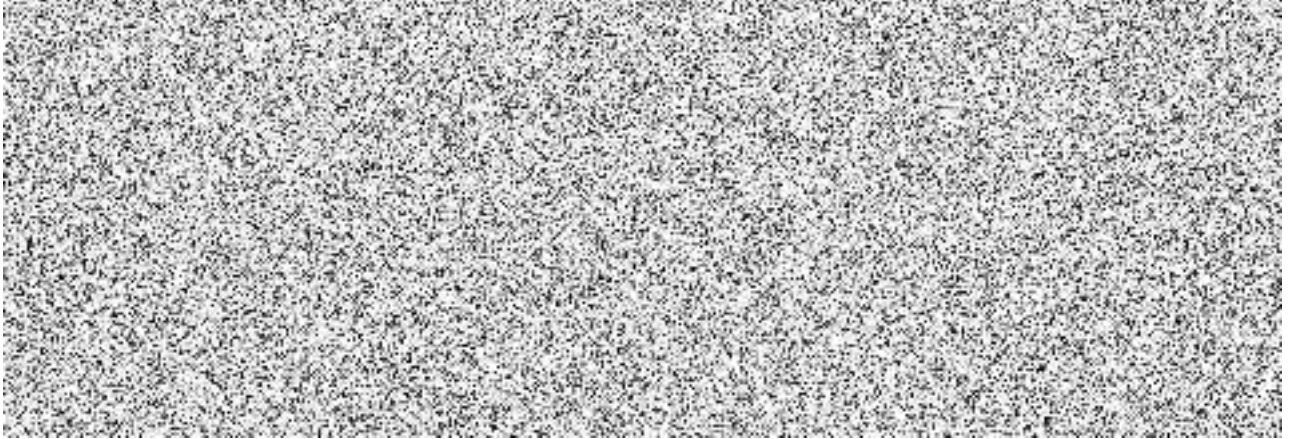
4.4 Úplná zkouška brzdy u soupravy sestavené z vozů typu M1 se provede takto:



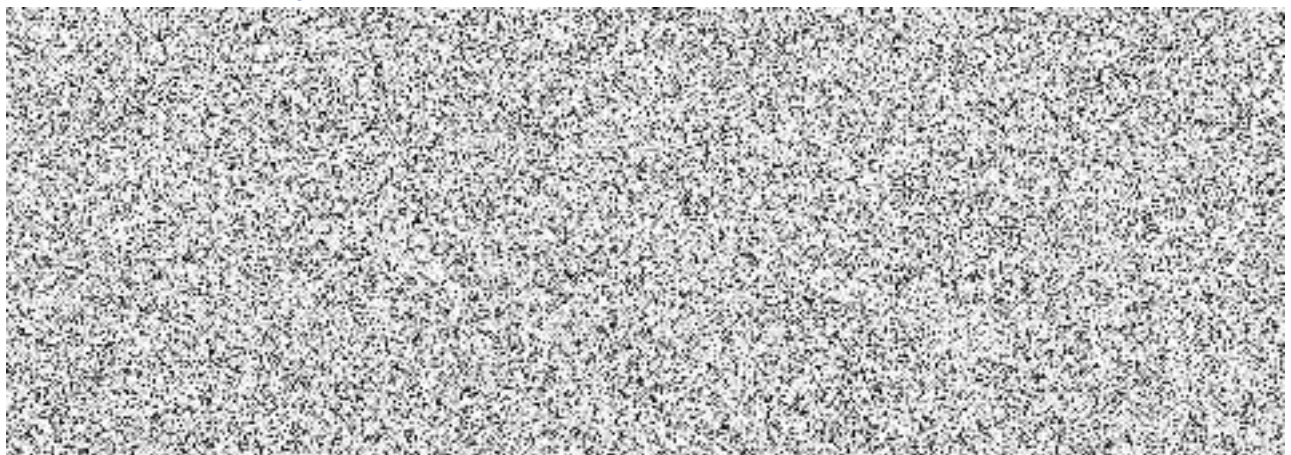
4.6 Kladný výsledek úplné zkoušky brzdy, včetně hodnot zjištěných při zkoušce podle bodu 4.4 a) (tzv. zkouška těsnosti), musí Dodavatel zaznamenat do provozní dokumentace.

5. Jednoduchá zkouška brzdy

- 5.1 Jednoduchou zkoušku průběžné brzdy (dále jen “jednoduchá zkouška brzdy”) provádí strojvedoucí při každé přejímce soupravy .
- 5.2 U soupravy sestavené z vozů typu M1 musí být pro provedení jednoduché zkoušky brzdy po zprovoznění stanoviště přepnut přepínač nouzové jízdy do polohy *Nouzová jízda*.
- 5.3 Jednoduchá zkouška brzdy u soupravy sestavené z vozů typu M1 se provede takto:



6. Zábrzdné dráhy



- 6.2 O měření délky zábrzdných drah vyhotoví zodpovědná osoba protokol a data z registračního rychloměru z této jízdy budou uchována.

7. Funkce brzdy při posunu soupravy vlastní silou

- 7.1 Dodavatel musí zajistit, aby pro posun soupravy vlastní silou zůstala v činnosti průběžná brzda alespoň u  vozů zařazených v posunujícím dílu.

***** Konec části B) *****

C) Povinnosti při údržbě a opravách dvojkolí

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A ZKRATEK

ČSN	Česká technická norma
ČSN EN	Česká verze evropské technické normy
EVM	Elektrické vozidlo metra
DPP	Dopravní podnik Hlavního města Prahy, a.s.
HKV	Hnací kolejové vozidlo
ISO.....	Mezinárodní organizace pro standardizaci
JSVM	Jednotka Správa vozidel Metro (součást DPP)
TDPP	Technicko dodací a přejímací podmínky
TP	Technické podmínky
UIC	Mezinárodní železniční unie

Kapitola I

Úvodní ustanovení

1. Dokument **Povinnosti při údržbě a opravách dvojkolí** (dále jen Dokument) stanovuje požadavky na pravidelné a mimořádné prohlídky a opravy dvojkolí elektrických vozidel metra typu M1 (EVM) v provozu a při opravách dvojkolí.
2. Dokument se vztahuje na dvojkolí, která jsou zavázána do provozovaných EVM anebo jsou určena k zavázání do EVM a byla převzata provozovatelem (DPP) anebo poskytovatelem servisu vozidel podle platných technických podmínek sjednaných s výrobcem dvojkolí.
3. Dokument obsahuje:

4. Pro Objednatele vyplývá obecná povinnost kontroly dodržování jednotlivých ustanovení tohoto Dokumentu.
5. Neobsazeno.
6. Neobsazeno.
7. Neobsazeno.

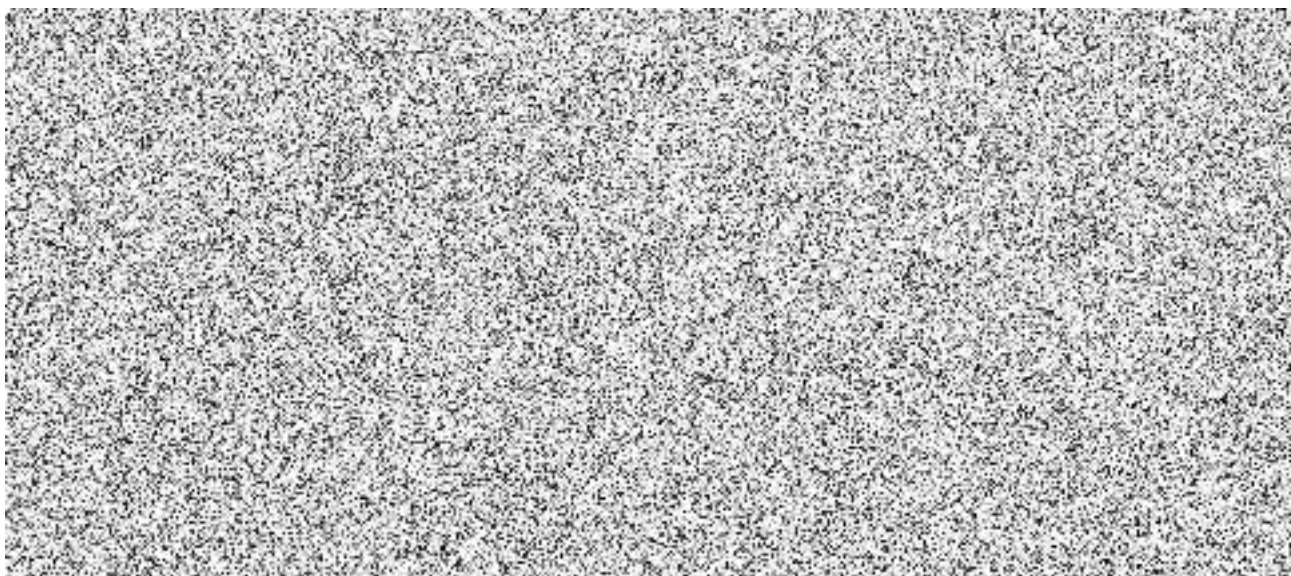
Kapitola II

Obecná ustanovení

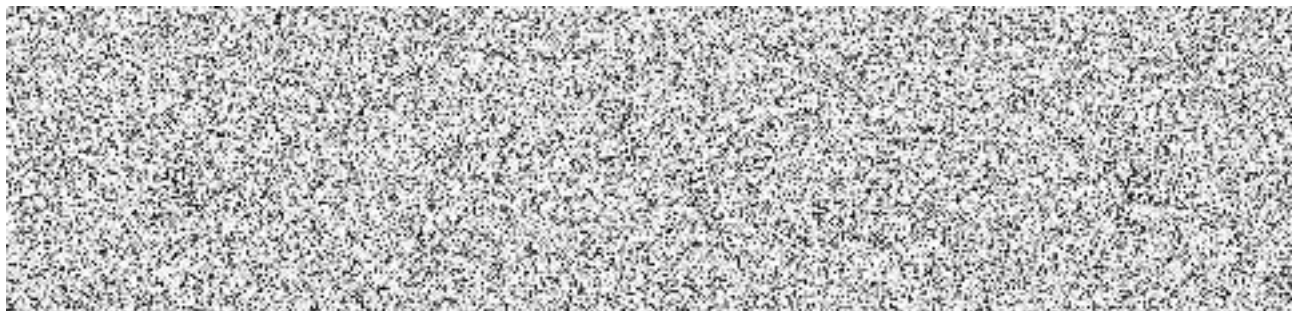
8. Oprava dvojkolí musí být provedena v souladu s pokyny tohoto Dokumentu, s platnými vyhláškami UIC, se souvisejícími předpisy, s technickými normami, s výkresovou a technickou dokumentací výrobce dvojkolí a dílů dvojkolí, a se souvisejícími TDPP.
9. Prohlídku dvojkolí za účelem stanovení rozsahu opravy musí provést zaměstnanec, který má pro tuto činnost oprávnění. Tento zaměstnanec rozhodne o opravě dvojkolí bez demontáže z EVM nebo o opravě dvojkolí po demontáži z EVM. Oprávnění zaměstnance k prohlídce dvojkolí vydává vedoucí jednotky Správa vozidel Metro, který vede evidenci oprávnění.
10. Při sestavování dvojkolí z použitých a nových dílů, je technický stav dvojkolí posuzován podle tohoto dokumentu a hodnoty vybraných parametrů dvojkolí jsou navrženy podle TDPP, případně podle platné výkresové dokumentace.
11. Rozsah oprav dvojkolí se stanoví bez závislosti na stupni oprav EVM anebo je definován v příslušném stupni periodické údržby.
12. U každého dvojkolí (vyvážaného i zavázaného) EVM je nutno provést podle ustanovení příslušného stupně údržby – viz. kapitola A přílohy č.1, nebo podle ustanovení platné legislativy (Technická kontrola dle Vyhl. 173/95Sb):

13. U každého dvojkolí opravovaného jako samostatný konstrukční celek nebo demontovaného při periodických opravách EVM se v závislosti na stupni opravy EVM provede:


14. Při montáži EVM nesmí být dosazeno dvojkolí, u kterého by propadla lhůta defektoskopického zkoušení dříve, než je stanovena lhůta periodické opravy EVM, při které se provede defektoskopické zkoušení podle článku 15 tohoto dokument.
15. Defektoskopické zkoušení dílů dvojkolí a jeho evidenci je nutno provádět podle části E) tohoto dokumentu „Obecné požadavky na provádění NDT“. Přehled dílů, u nichž je nařízeno provádět defektoskopické zkoušení, je uveden v článku 198 tohoto dokumentu. Maximální lhůta k provedení defektoskopického zkoušení dvojkolí EVM je dána km proběhem vyvazovací opravy pro daný typ dvojkolí dle kapitoly A a vyhláškou 173/1995 Sb.
16. Kontrola ložiskových skříní, ložisek, ozubení ozubených kol převodovek a brzdových kotoučů dvojkolí je uvedena v příslušných návodech na údržbu a opravy stanovených výrobcí EVM, udržovacím řádem a příslušnými technologickými postupy oprav EVM.
17. Defektoskopické zkoušení se provádí:



18. Na základě prohlídky a defektoskopického zkoušení dvojkolí opravovaného jako samostatný konstrukční celek nebo demontovaného při periodických opravách EVM se dále provede:

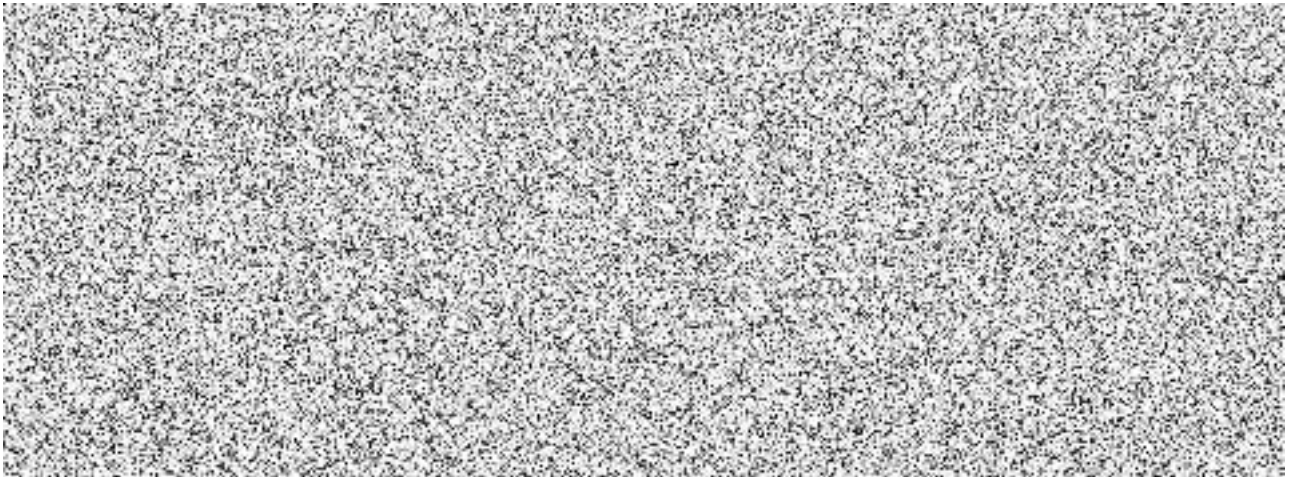


**) Demontáž a montáž dvojkolí se provádí podle stavu dílů dvojkolí zjištěného mimořádnou prohlídkou, nebo stupni periodické opravy podle km proběhu.*

Pozn.: Demontáž nápravových ložisek se požaduje, pokud to vyplývá z ustanovení předpisů pro údržbu a opravy EVM a v případech nejasností při defektoskopickém zkoušení viz článek 43 tohoto dokumentu.

19. Zkontrolované a opravené dvojkolí EVM musí být označeno a evidováno v souladu s [kapitolou VIII](#) tohoto dokumentu.
20. Díly dvojkolí určené k vyřazení je nutno znehodnotit destruktivním způsobem, aby se zamezilo jejich dalšímu použití.

21. V [kapitole VII](#) tohoto dokumentu jsou uváděny:



22. Renovace náprav a veškerých dílů dvojkolí EVM navařováním je zakázána.
23. Díly dvojkolí určené pro montáž musí splňovat kritéria prohlídky podle [kapitoly IV](#) tohoto dokumentu. V případě dosazení nových součástí při opravě nebo renovaci musí tyto odpovídat ČSN, TTDP, výkresovým hodnotám a musí být vyrobeny z předepsaných materiálů.
24. Každý nově dosazený díl musí být řádně označen podle ČSN EN 13260, ČSN EN 13261, ČSN EN 13262 a ČSN EN 14535-1. Nově dosazené díly dvojkolí musí být převzaty pověřeným pracovníkem JSVM, nebo Dodavatelem. Součásti dvojkolí musí mít předepsané značení dle článků [192](#) až [195](#) tohoto dokumentu.
25. Názvosloví dílů dvojkolí je uvedeno v [kapitole X](#) tohoto dokumentu.
26. Drsnost povrchu při opracování jednotlivých dílů dvojkolí musí odpovídat hodnotám uvedeným v [kapitole X](#) tohoto dokumentu.
27. O provedené kontrole a o provedených opravách musí být sepsán odpovídající záznam v technickém listě dvojkolí, v knize oprav a technické dokumentaci vozidla.
28. Neobsazeno
29. Neobsazeno

Kapitola III

Čištění dvojkolí

30. Dvojkolí včetně dutin náprav musí být před prohlídkou očištěno pomocí vhodných čisticích prostředků, které nenarušují materiál a to ani dlouhodobě. Otryskávání dvojkolí a jeho částí není dovoleno.
31. Po očištění musí být místa pro nalisování a věnce ozubení ozubených kol na dvojkolí dočasně chráněna proti korozi, znečištění a proti atmosférickým vlivům, pokud nebude neprodleně následovat další operace opravy dvojkolí nebo montáž dvojkolí do EVM.
32. Neobsazeno.
33. Neobsazeno.

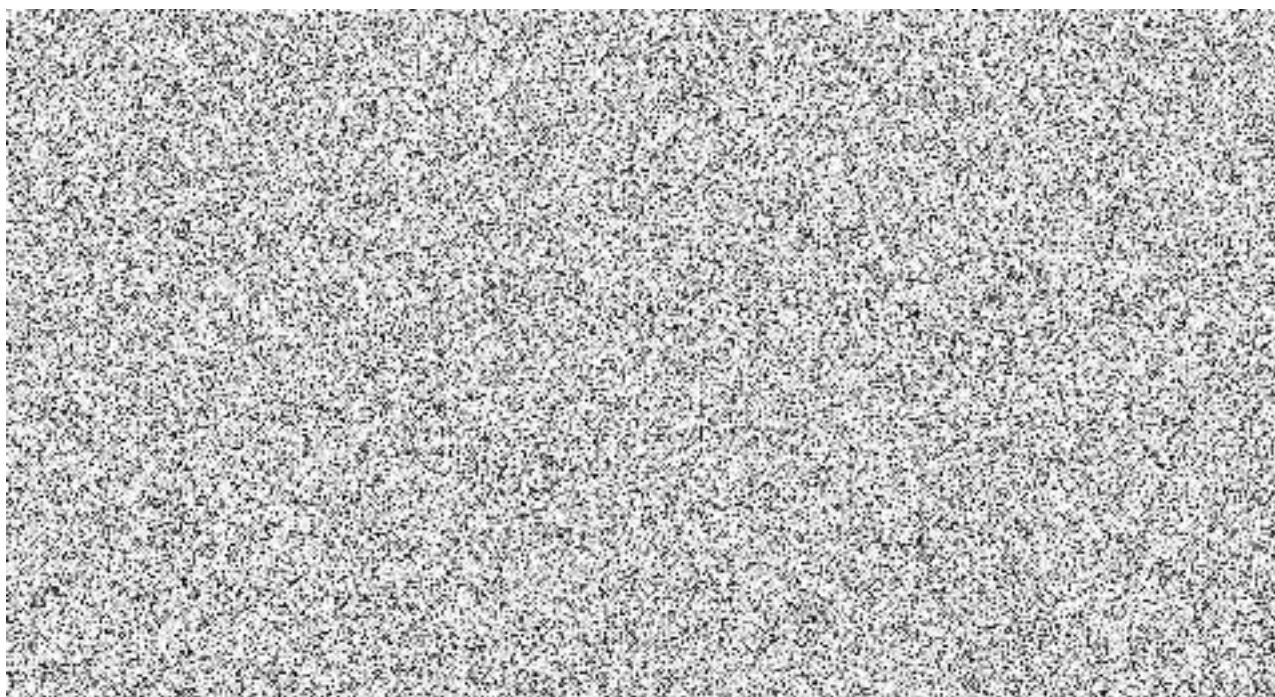
Kapitola IV

Prohlídka dvojkolí

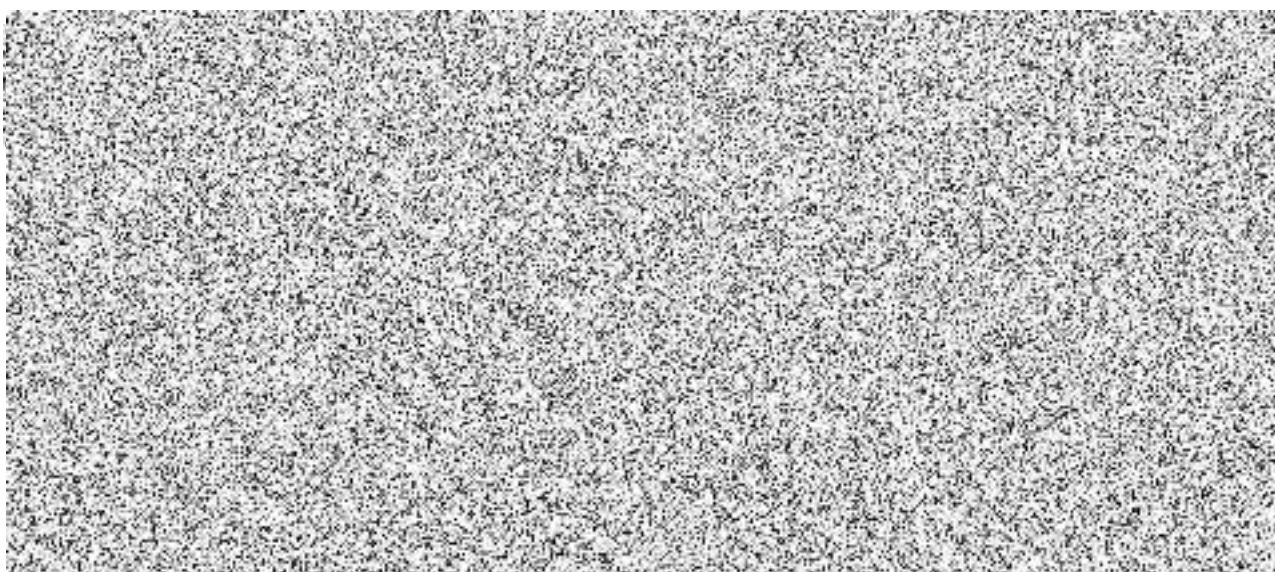
34. Rozsah prohlídky dílů:



35. Při prohlídce dvojkolí se zjišťuje:

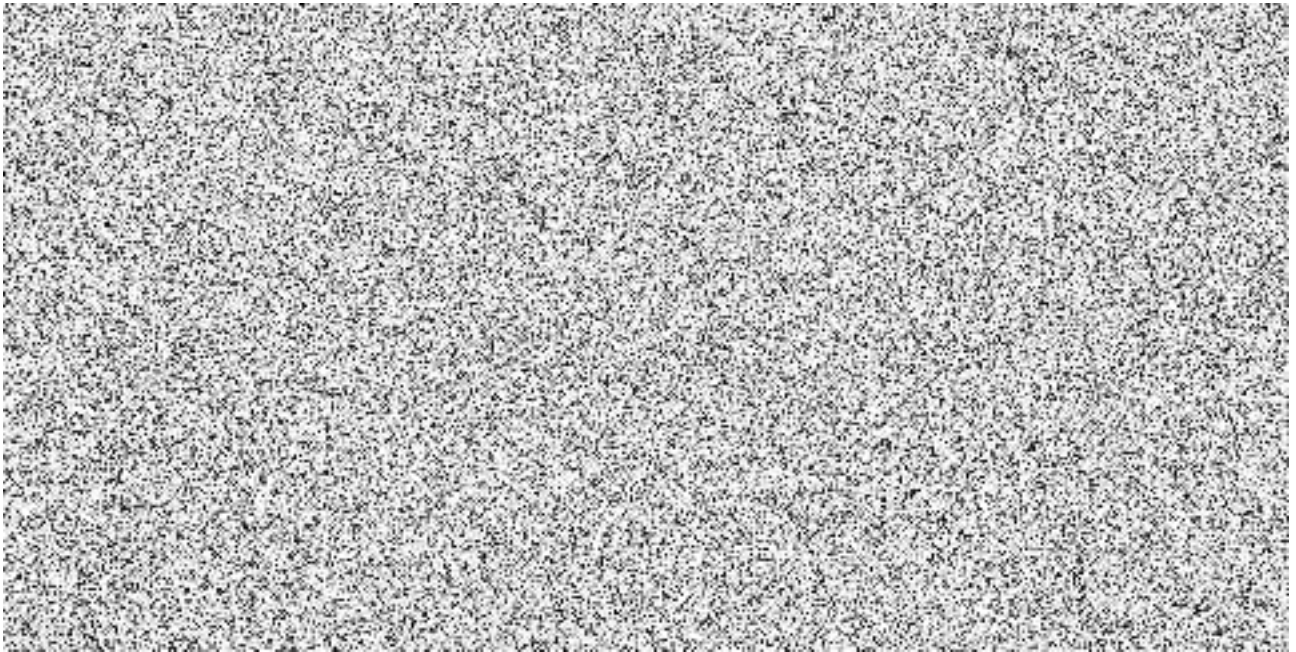


36. Při vizuální či defektoskopické kontrole se vyřadí náprava, vyskytne-li se:



37. Při vizuální či defektoskopické kontrole se vyřadí celistvé kolo vyskytne-li se:





39. Při vizuální či defektoskopické kontrole se vyřadí převodovka a jiná pevně lisovaná část nápravy při výskytu:



40. Při vizuální či defektoskopické kontrole se vyřadí brzdový kotouč při dosaženích mezních hodnot a vad dle Modul 9, Svazek 9.2.8, Oprava a údržba brzdových kotoučů při výskytu :



41. Při zjištění tepelného zásahu se příslušná součást dvojkolí vyřadí.
42. Kontrola nápravy na trhliny se provede nedestruktivní metodou ultrazvukem podle části E) tohoto dokumentu u každého dvojkolí:



43. Kontrola náprav dvojkolí se provádí v souladu s příslušnými technologickými postupy a podle obecných principů stanovených v části E) tohoto dokumentu. V případě nálezu vadových indikací, nebo nejasností při vyhodnocení ultrazvukové zkoušky je bezpodmínečně nutné provést ověření. Ověření se provede elektromagnetickou metodou práškovou polévací v souladu s příslušnými technologickými postupy. Jestliže vadové indikace pocházejí z míst nepřístupných uvedené ověřovací metodě, je nutné zkoušenou oblast zpřístupnit rozlisováním.
44. Ostatní části dvojkolí se zkontrolují vizuálně v souladu s příslušnými technologickými postupy a podle obecných principů stanovených pro vizuální kontrolu podle v části E) tohoto dokumentu.
45. Jízdní plocha celistvých kol se kontroluje v souladu s příslušnými technologickými postupy a podle obecných principů stanovených v části E) tohoto dokumentu.

47. Záznam o kontrole nápravy provedené podle článku 43 a ostatních částí dvojkolí podle článku 44 se zapíše do příslušné technické dokumentace dvojkolí.

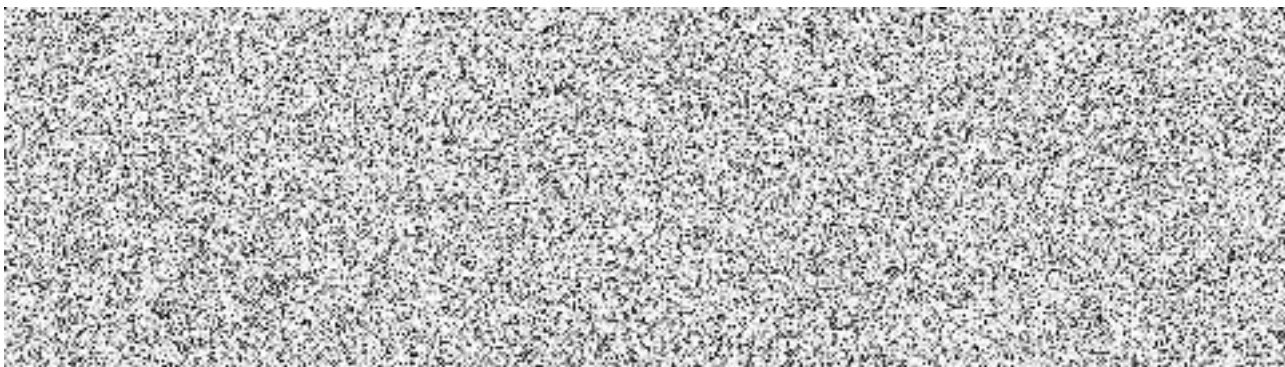
50. Kontrolou uložení tlumiče celistvého kola se zjišťuje a nepřipouští:

51. Kontrolou rozebíratelného spojení brzdových kotoučů a dalších součástí se zjišťuje a nepřipouští:

52. Brzdový kotouč se vyřadí, zjistí-li se při prohlídce funkčních ploch:



59. U nápravy se kontroluje a zjišťuje:



Pro opravu zjištěných vad či zrušení nápravy platí podmínky a hodnoty uvedené v [kapitole VI](#) tohoto dokumentu.



62. Neobsazeno

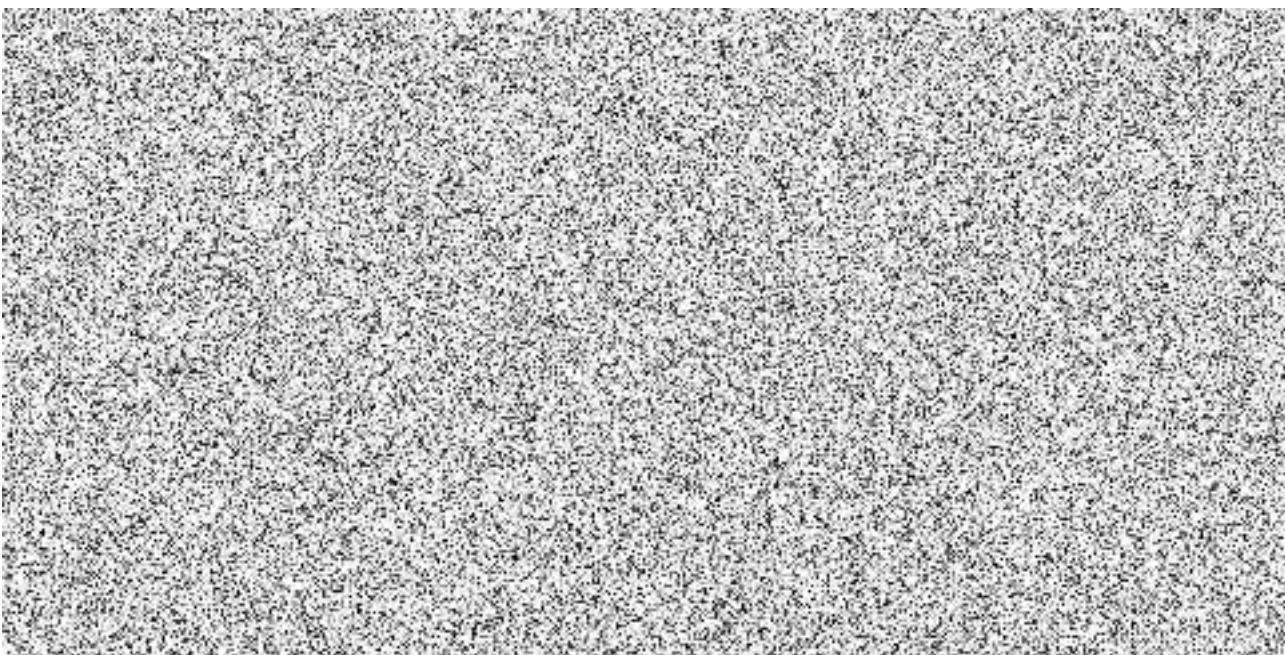
63. Neobsazeno

64. Neobsazeno

Kapitola V

Demontáž dvojkolí

65. Demontáž dvojkolí se provádí:





Pozn.: Upřesňující pokyny pro tlakoměry a registrační přístroje lisů jsou uvedeny v [kapitole VIII, oddílu A](#). "Montáž dvojkolí" tohoto dokumentu.

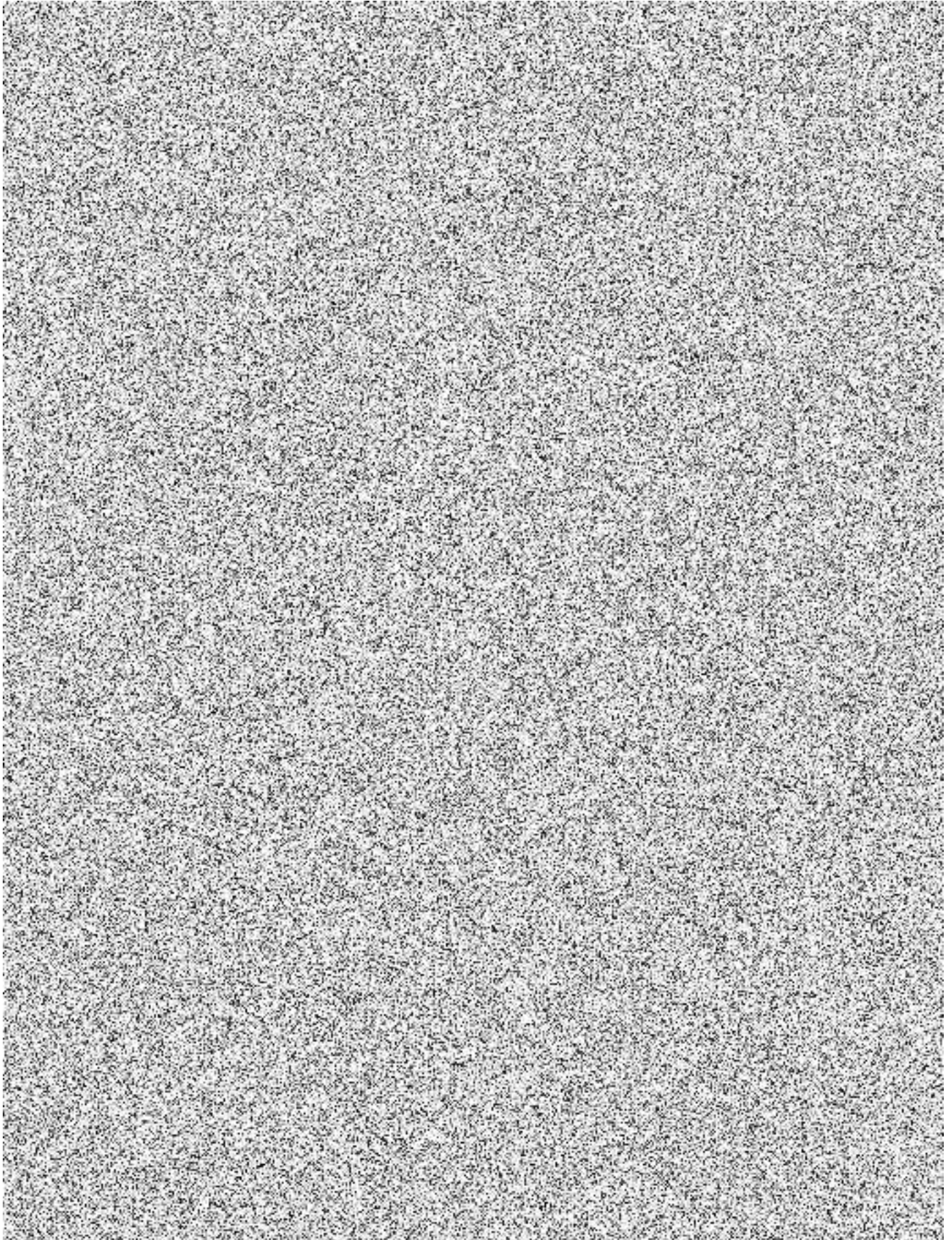
70. Demontáž převodovky vlaku M1 se provádí podle technologického postupu. Modul 9, Svazek

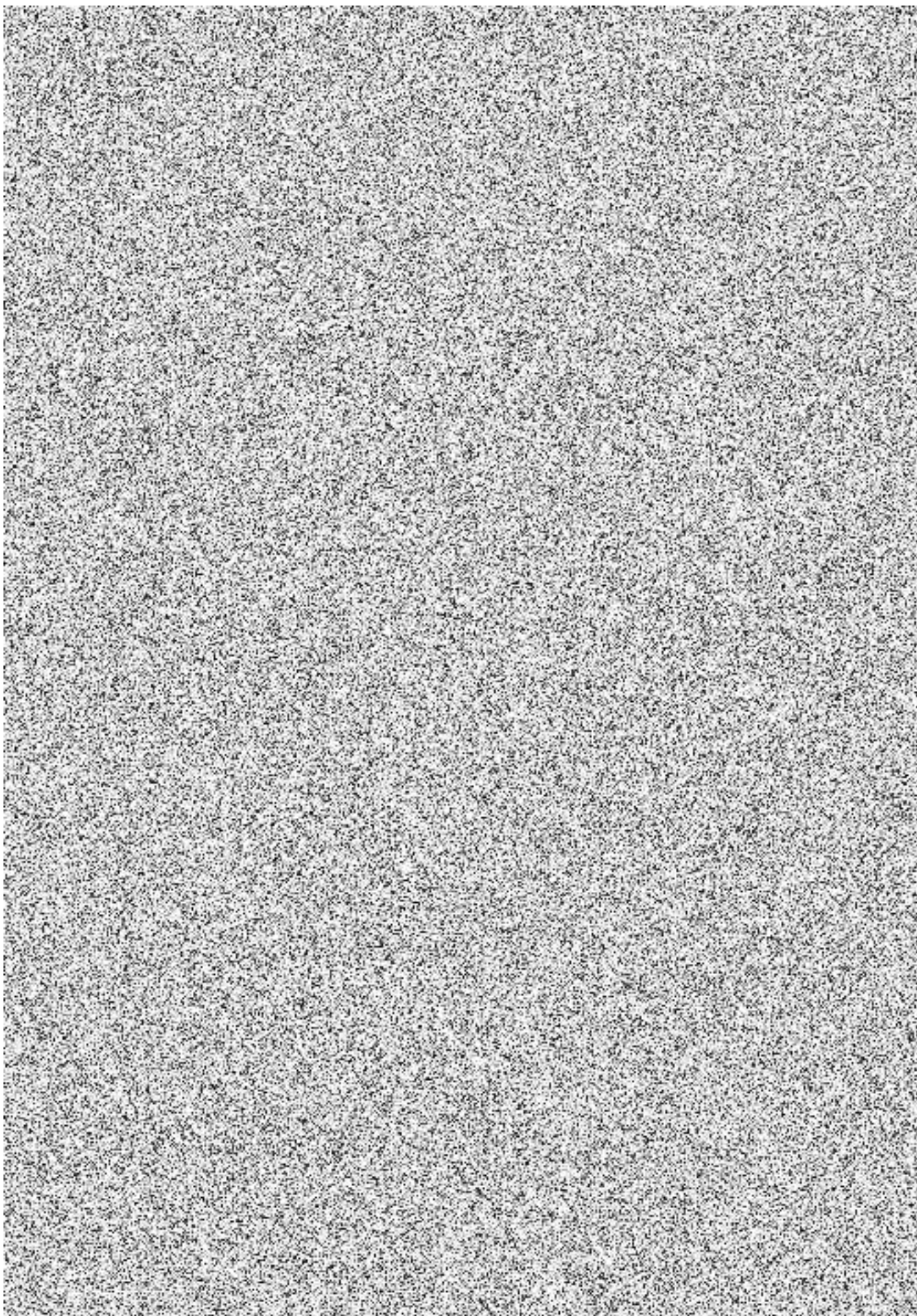


71. Neobsazeno

72. Neobsazeno

73. Neobsazeno

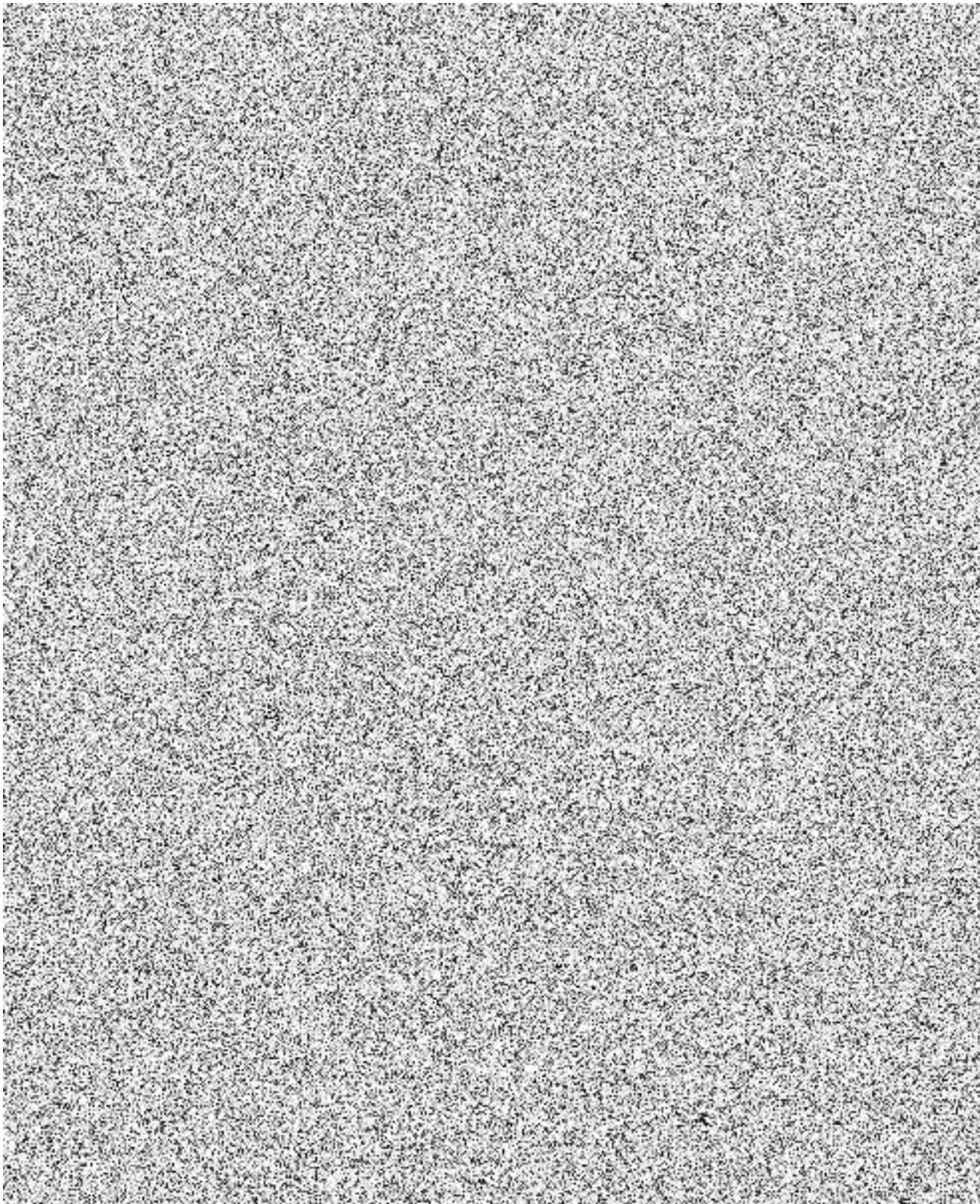


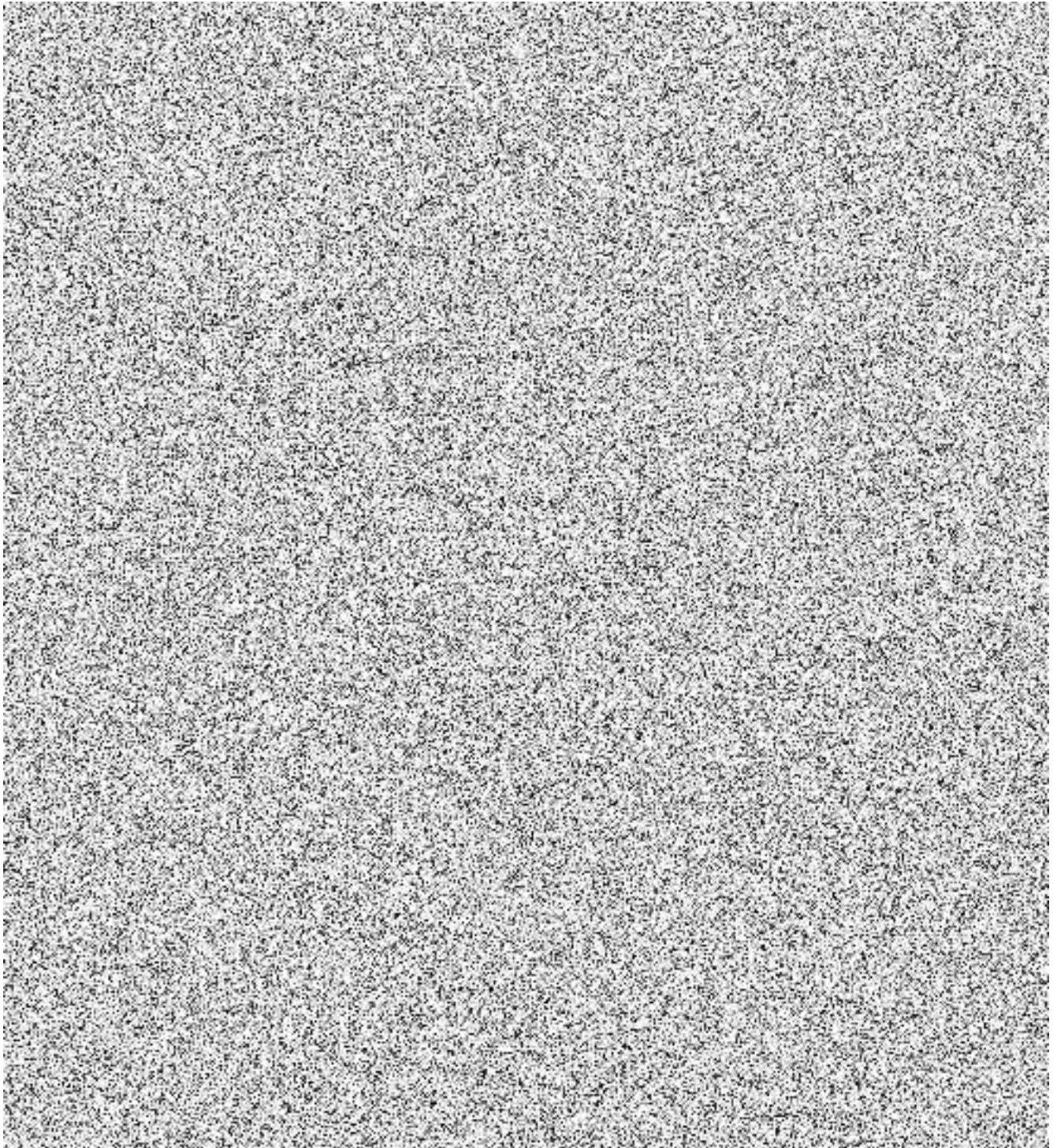




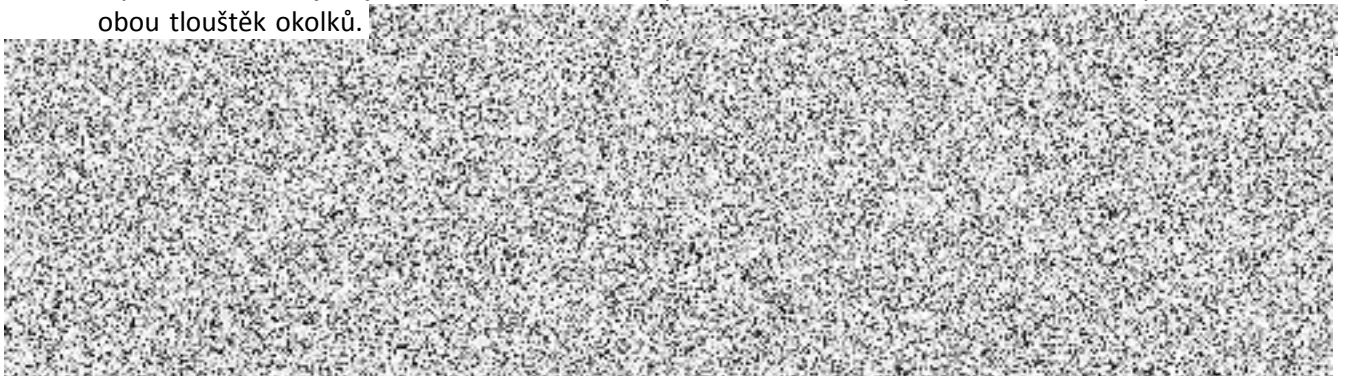
E. TEPELNĚ OVLIVNĚNÁ DVOJKOLÍ

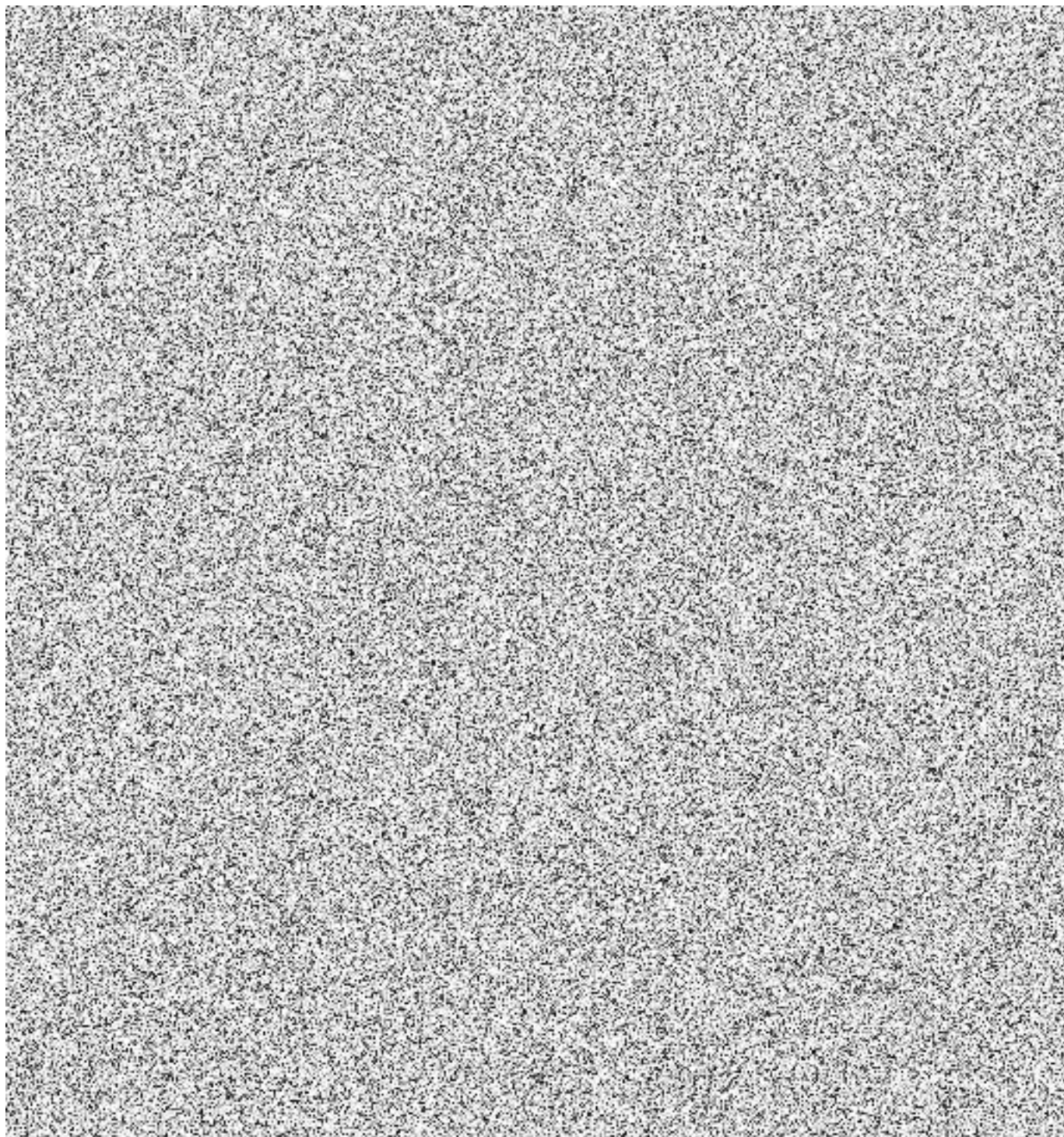
104. Při zjištění tepelného ovlivnění věnců celistvých kol se dvojkolí.

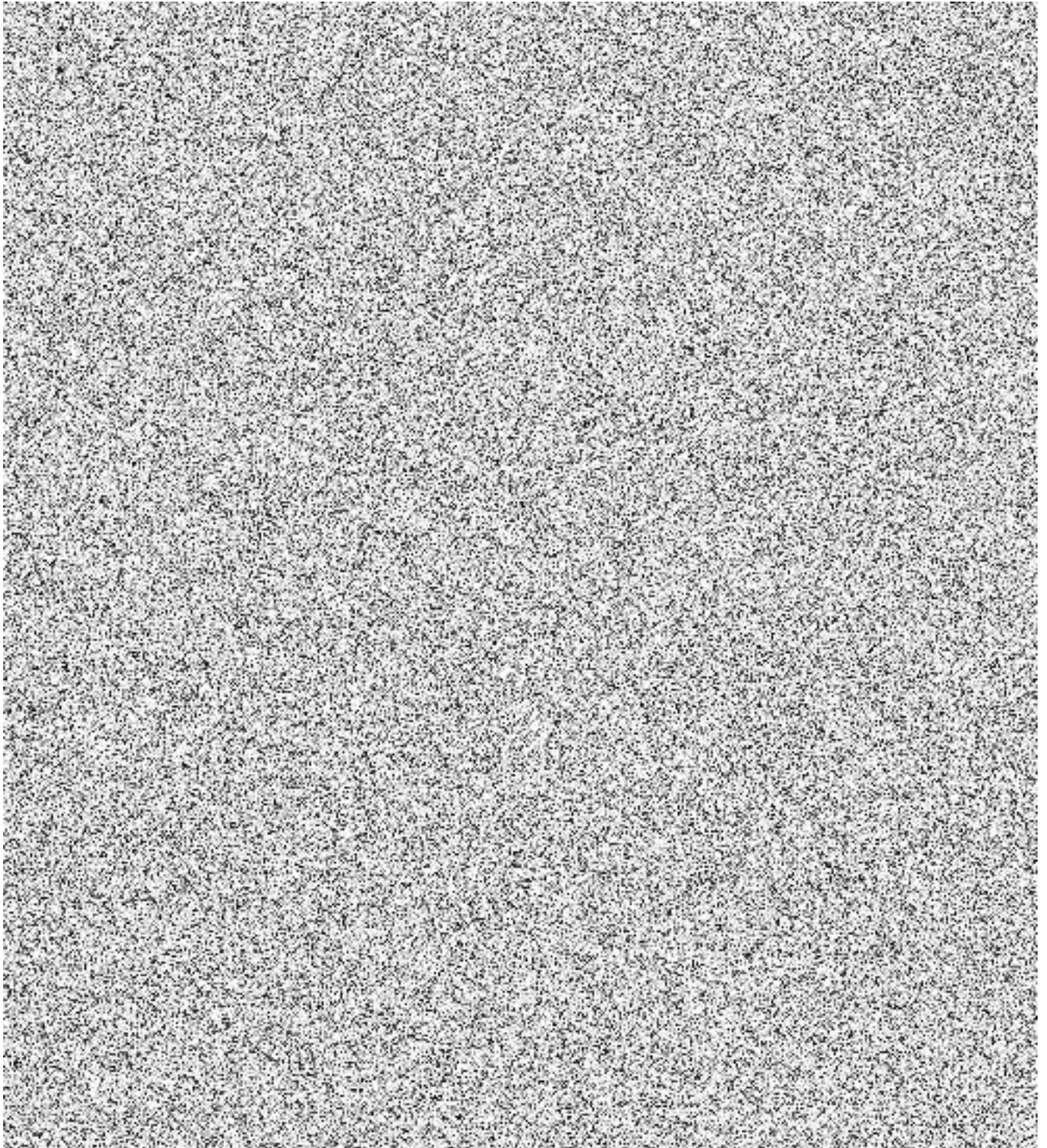




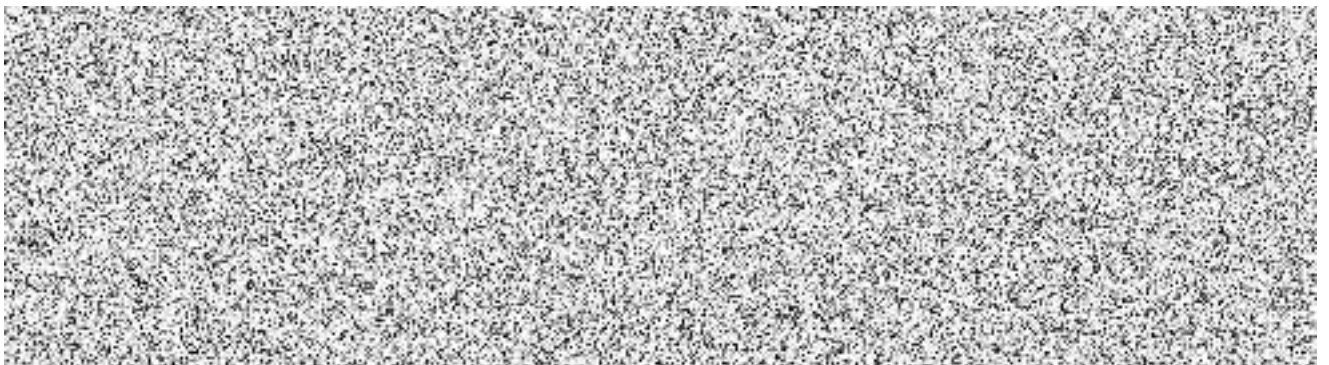
125. Rozchod dvojkolí je vzdálenost mezi vnějšími čely okolků měřená na kružnici o 10 mm větší než je styčná kružnice. Zjišťuje se měřením stanoveným měřidlem nebo jako součet hodnoty rozkolí a obou tloušťek okolků.

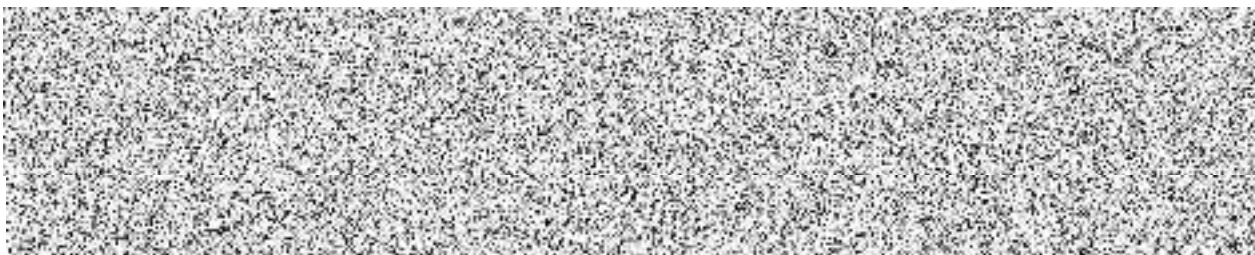






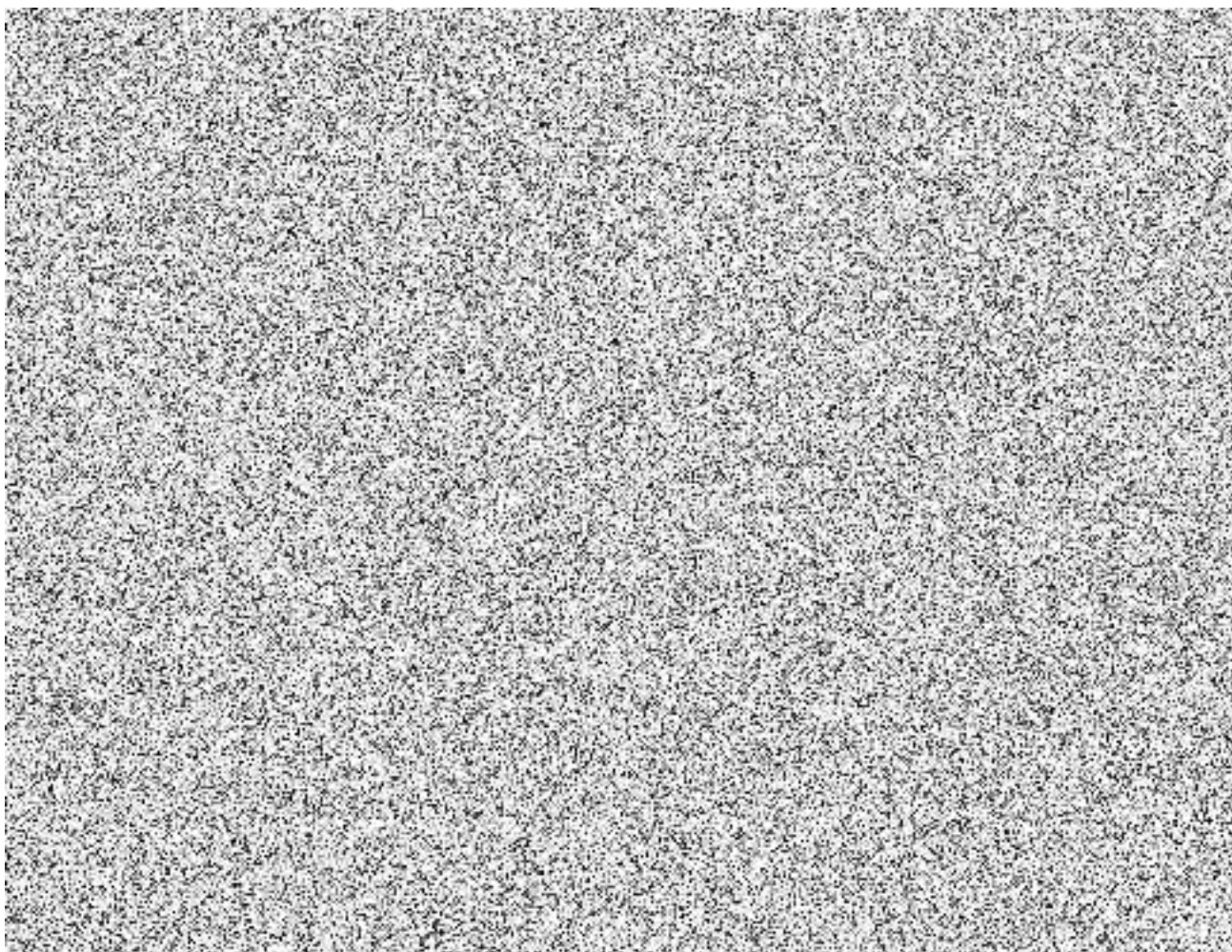
134. Kontrola vodící šířky dvojkolí se provádí:

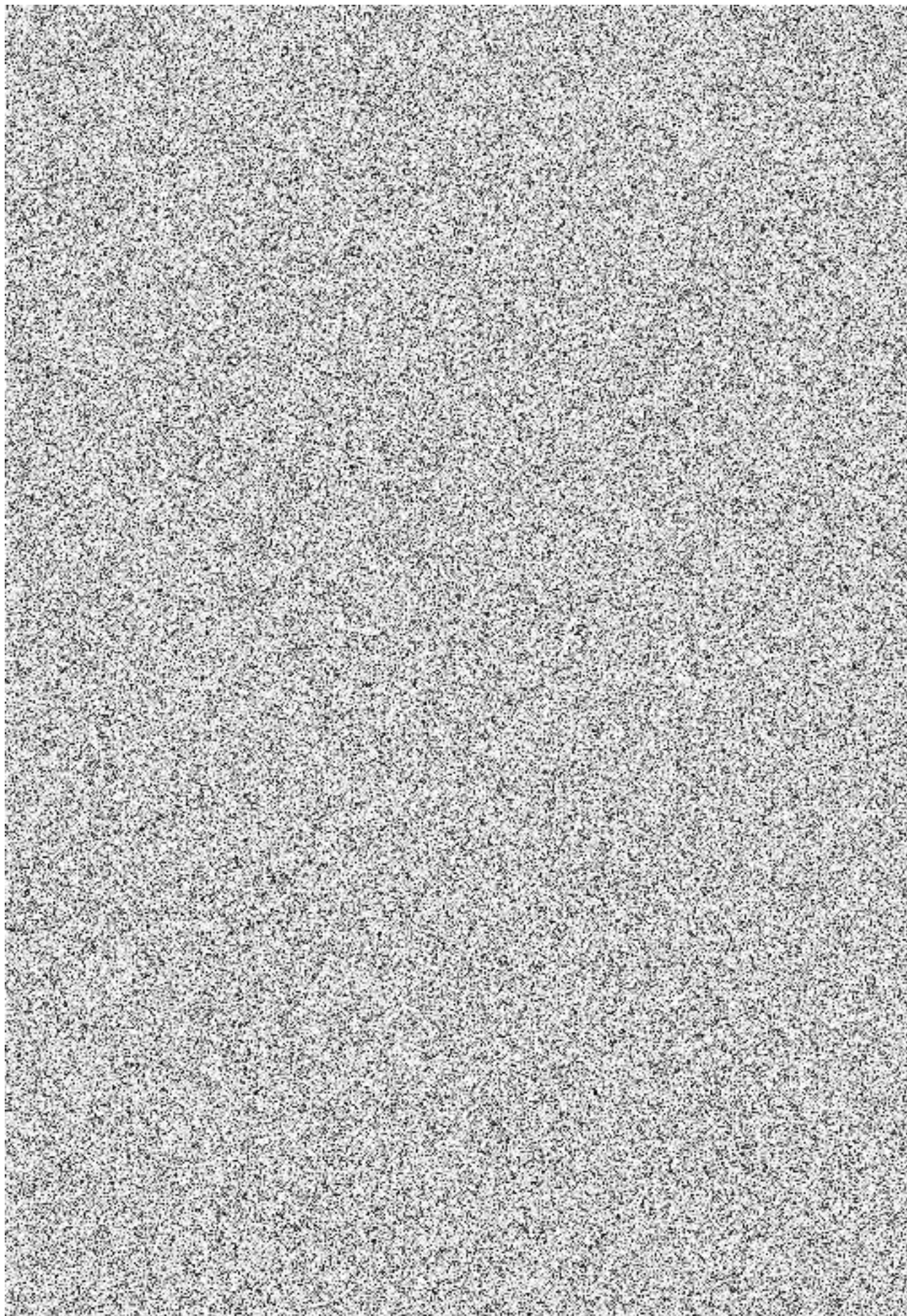


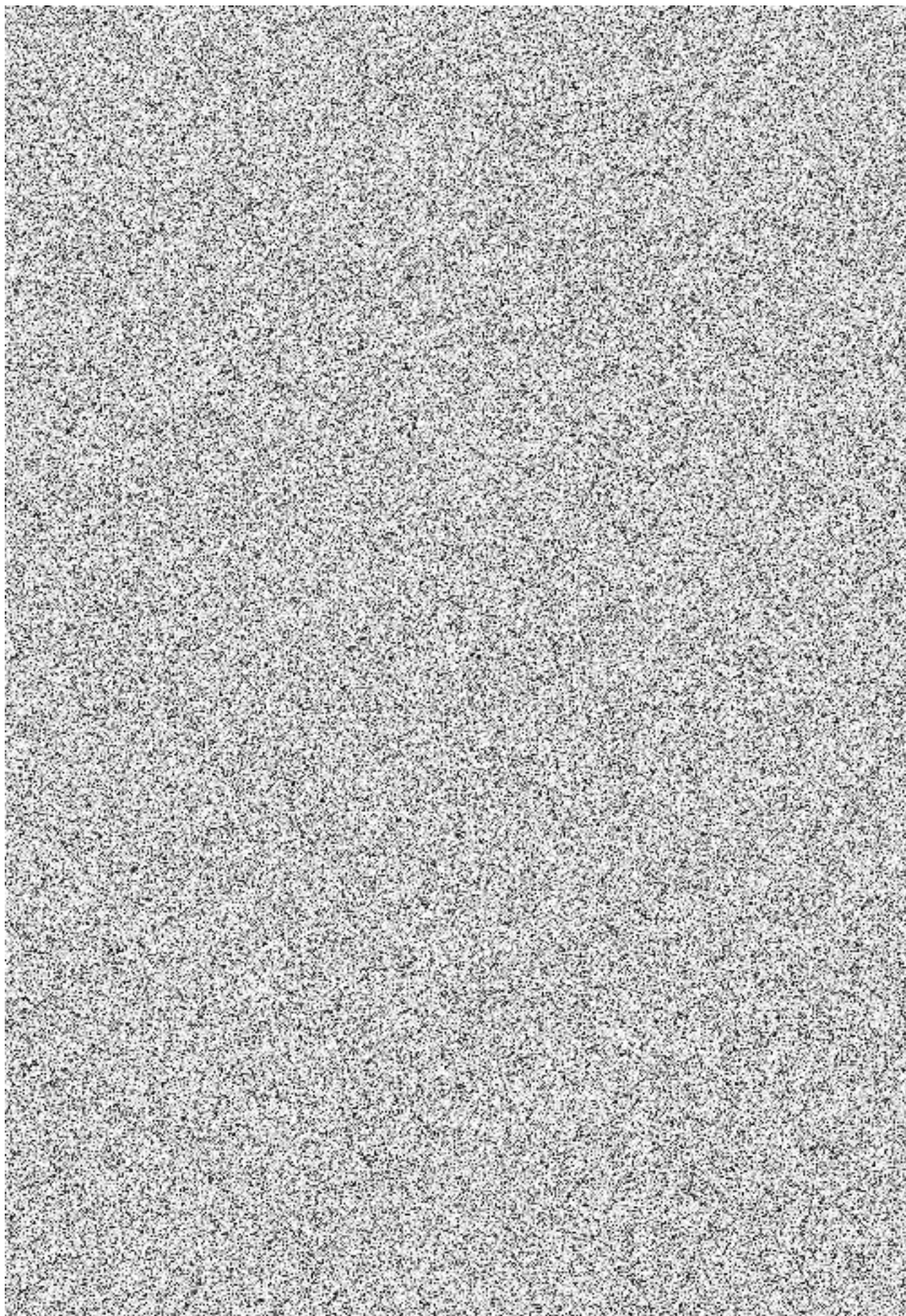


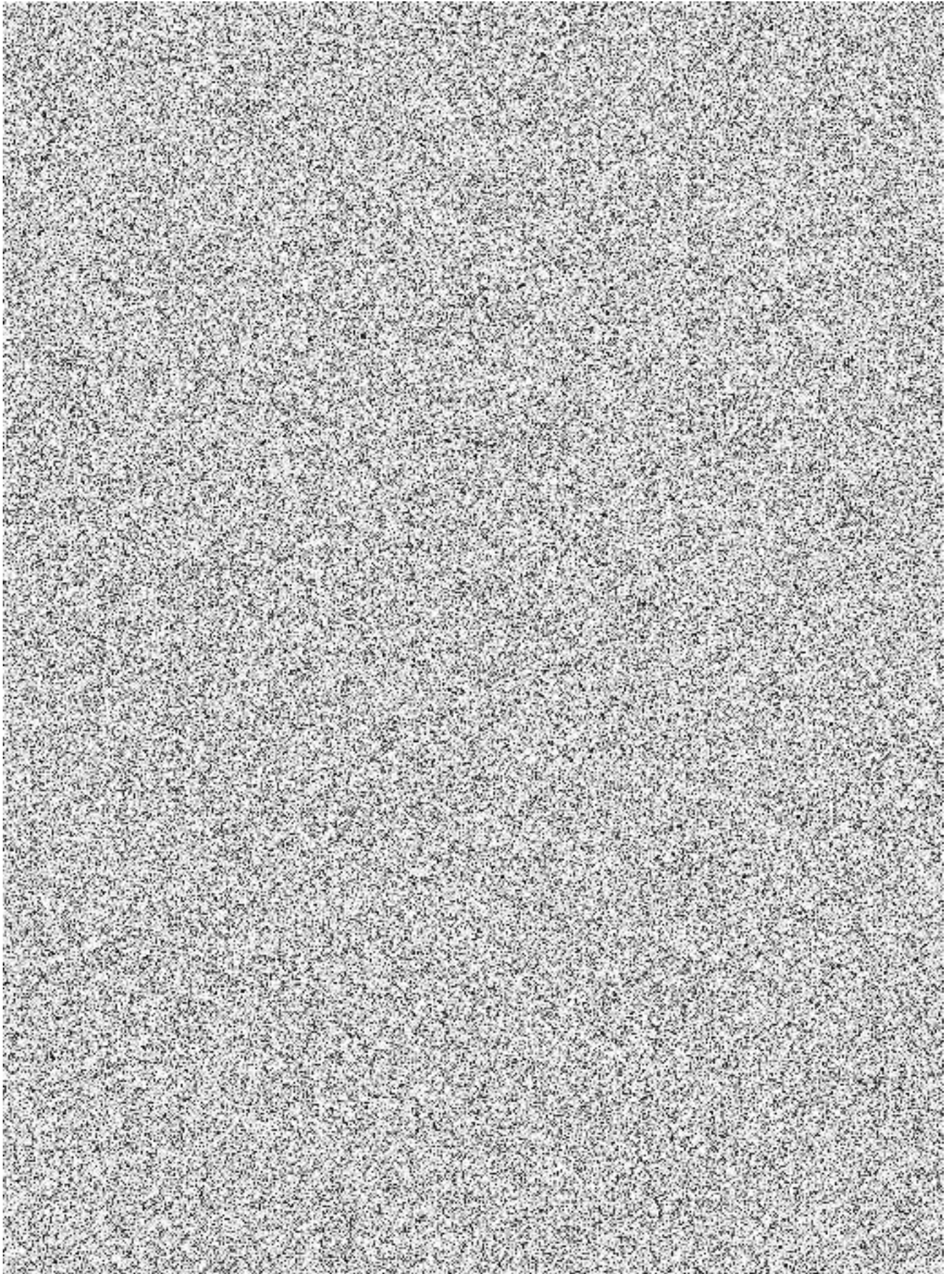
136. Průměr dvojkolí je hodnota protilehlých bodů po obvodu věnců celistvých kol měřená v místě styčné kružnice

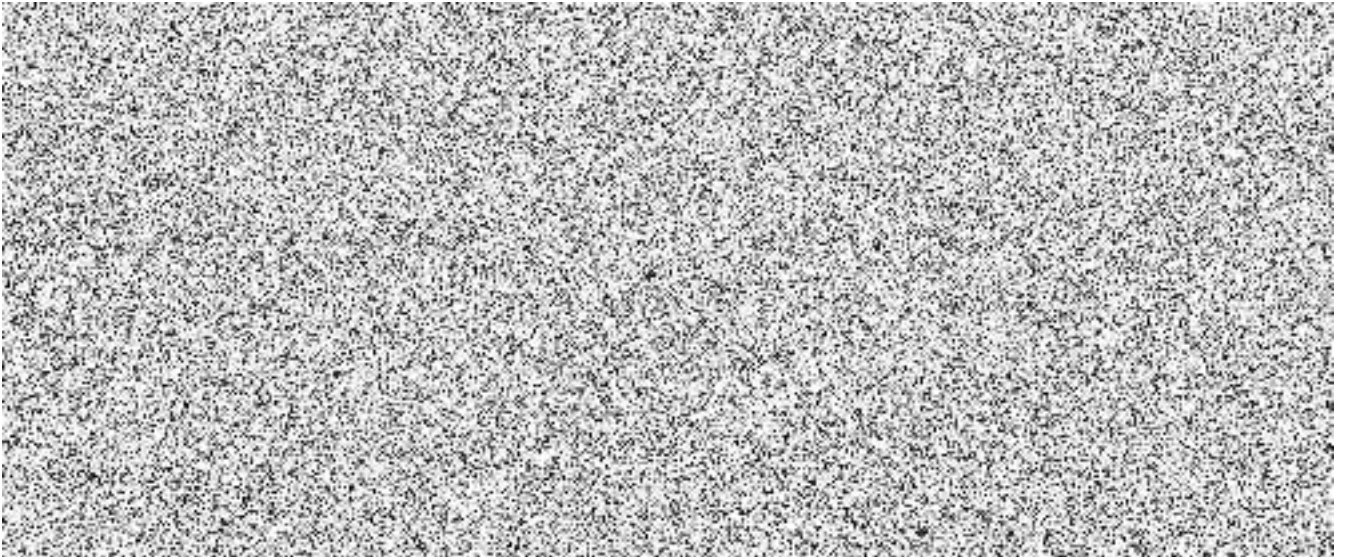
137. Měření a kontrola průměru každého kola se provádí stanoveným měřicím vybavením a to:











C. OSTATNÍ USTANOVENÍ

172. Vyvažování dvojkolí EVM se neprovádí.

173. Jednotlivé díly dosazené na dvojkolí musí být označeny od výrobců podle platných TP a podle platné výkresové dokumentace

174. Požadavky na značení dvojkolí a dílů dvojkolí je uvedeno v člancích 192 až 195 tohoto dokumentu

175. V dokumentu "Pasport dvojkolí" bude uvedeno:



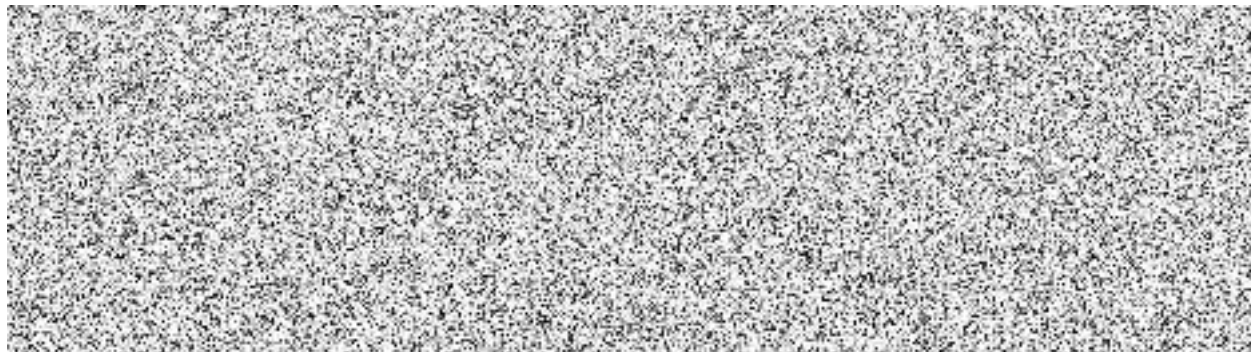
176. Defektoskopické zkoušení dílů se provádí podle článku 15 tohoto dokumentu.

Kapitola IX

Kontrola dvojkolí při opravě

A. MEZIOPERAČNÍ KONTROLA

177. U nápravy se kontroluje:



g)

178. U celistvých kol se kontroluje:



179. U věnců se kontroluje:



180. U nábojů se kontroluje:



181. Kontrola ostatních součástí kola:



B. KONEČNÁ KONTROLA

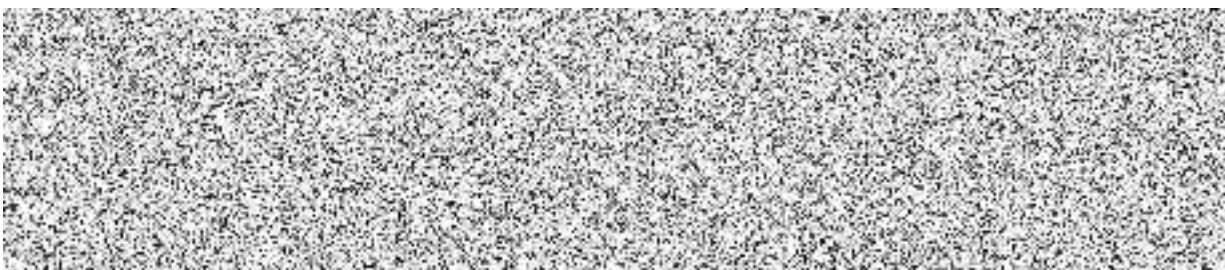
182. Na smontovaném dvojkolí po opravě se kontroluje:



183. Na smontovaném dvojkolí po opravě se zkontroluje



184. Na smontovaném dvojkolí po opravě se změří, zkontrolují a do provozní dokumentace zaznamenají rozměry:





C. DEFETOSKOPICKÉ KONTROLY

188. Veškeré defektoskopické kontroly součástí dvojkolí musí být v souladu s příslušnými defektoskopickými směrnici – viz. část E) tohoto dokumentu.

Kapitola X

A. NÁZVOSLOVÍ

189. Dvojkolí

- a) Dvojkolí – část pojezdu kolejového vozidla, sestávající z nápravy, dvojice kol a příslušenství.
- b) Hnací dvojkolí – součást pojezdu hnacího vozidla; umožňuje jízdu vozidla a jeho vedení po koleji. Všechna dvojkolí jsou hnací.
- c) Tlak dvojkolí na kolejnice – poměrná část váhy vozidla působící prostřednictvím tohoto dvojkolí na obě kolejnice.
- d) Rozchod dvojkolí – vzdálenost mezi vnějšími čely okolků měřená na kružnici o 10 mm větší než je styčná kružnice. Zjišťuje se jako součet hodnoty rozkolí a obou šířek okolků.
- e) Rozkolí – vzdálenost mezi vnitřními čely věnců celistvých kol téhož dvojkolí.
- f) Průměr styčné kružnice – jmenovitý vnější průměr celistvých kol.
- g) Jízdní plocha – část věnce celistvého kola určená k valení kola po kolejnici.
- h) Okolek – část věnce celistvého kola určená ke směrovému vedení kola.
- i) Vrchol okolku – nejvzdálenější bod jízdního obrysu od osy dvojkolí.
- j) Vnitřní bok okolku – část jízdního obrysu mezi vrcholem okolku a vnitřním čelem věnce celistvého kola.
- k) Vnější bok okolku – část jízdního obrysu mezi vrcholem okolku a jízdní plochou.
- l) Šířka okolku – vzdálenost vnějšího a vnitřního bodu okolku měřená na poloměru o 10 mm větším než je poloměr styčné kružnice.
- m) Výška okolku – vzdálenost vrcholu okolku od styčné kružnice ve směru jejího poloměru.
- n) Strmost okolku – vzdálenost dvou bodů na jízdním obrysu, z nichž jeden leží na kružnici o 10 mm větší než je styčná kružnice a druhý na kružnici o poloměru o 2 mm menším než je vrchol okolku, měřená ve směru osy dvojkolí.
- o) Styčná kružnice – průsečnice jízdní plochy kola s rovinou kolmou k ose dvojkolí ve stanovené poloze.
- p) Vzdálenost styčných kružnic – vzdálenost rovin, v nichž leží styčná kružnice obou kol téhož dvojkolí.
- q) Odchylka od jmenovitého tvaru jízdního obrysu – rozdíl souřadnice změřeného jízdního a jmenovitého obrysu v rovině kolmé k ose nápravy.
- r) Mezní drážka – Kruhová drážka na vnějším čele věnce celistvého kola, označující minimální provozní tloušťku věnce celistvého kola.
- s) Dotyková kružnice – průsečnice vnější plochy okolku s válcovou plochou, jejíž průměr je o stanovenou hodnotu ($y=10$ mm) větší než průměr styčné kružnice.

190. Náprava

- a) Je použito rovné nápravy s vnějšími čepy pro valivá ložiska. Náprava je plná, sedlo těsnícího kroužku jednoduché, dřík válcový.
- b) Vzdálenost čepů – základní výrobní rozměr u náprav pro uložení ve valivých ložiskách.
- c) Základní část rovné nápravy:

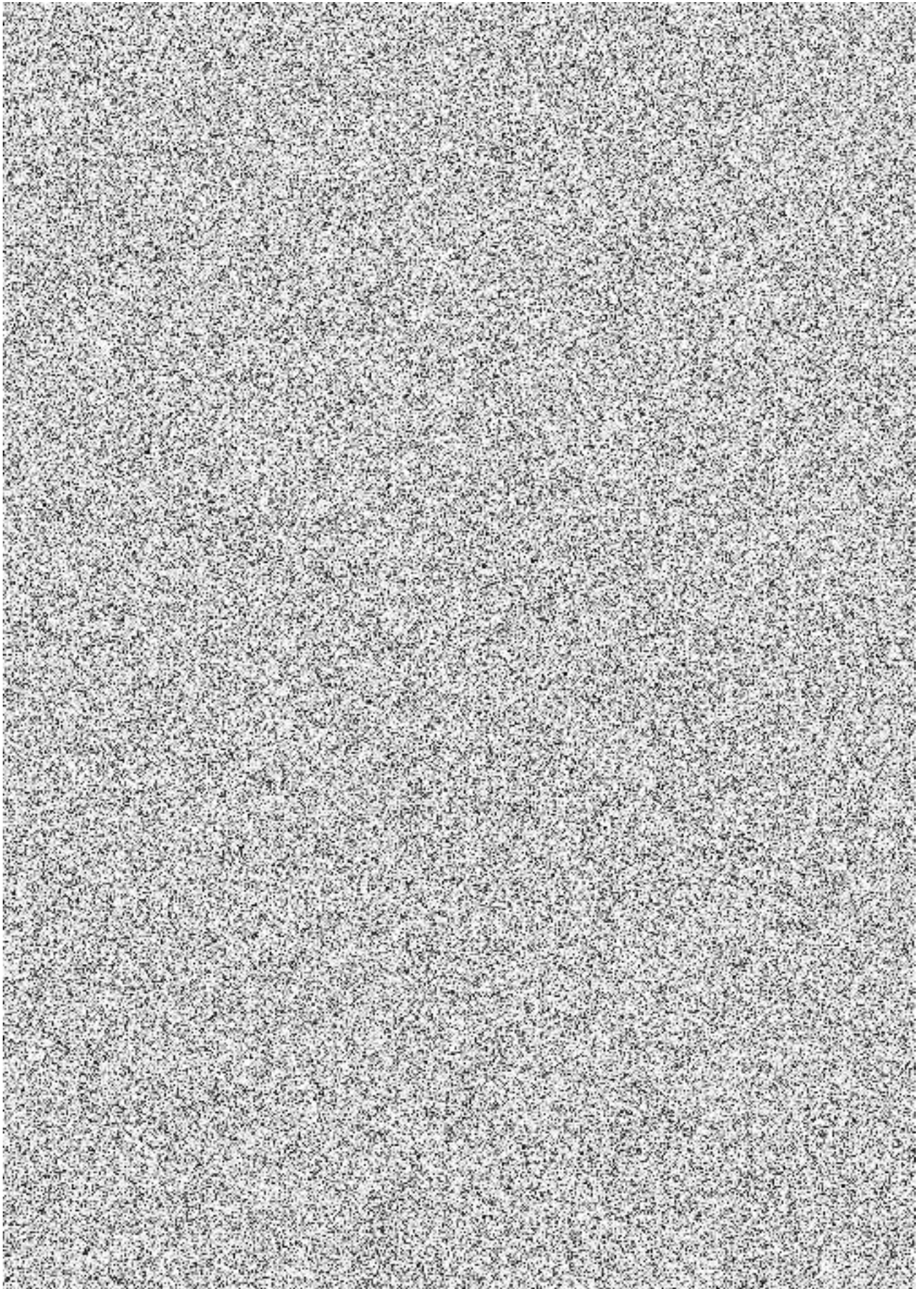
- i. vnější část,
 - ii. sedlo náboje kola,
 - iii. sedlo náboje převodovky,
 - iv. sedlo náboje brzdového kotouče,
 - v. dřík.
- d) Vnější část nápravy zahrnuje:
- i. ložiskový čep,
 - ii. sedlo těsnícího kroužku,
- e) Sedlo náboje kola – válcová část nápravy (včetně zaváděcího kužele) na něž se lisuje kolo.
- f) Sedlo náboje převodovky – válcová část nápravy (včetně zaváděcího kužele) na něž se lisuje převodová skříň.
- g) Sedlo náboje brzdového kotouče - válcová část nápravy (včetně zaváděcího kužele) na něž se lisuje náboj brzdového kotouče.
- h) Dřík – vnitřní část nápravy mezi sedly pro náboje kol.

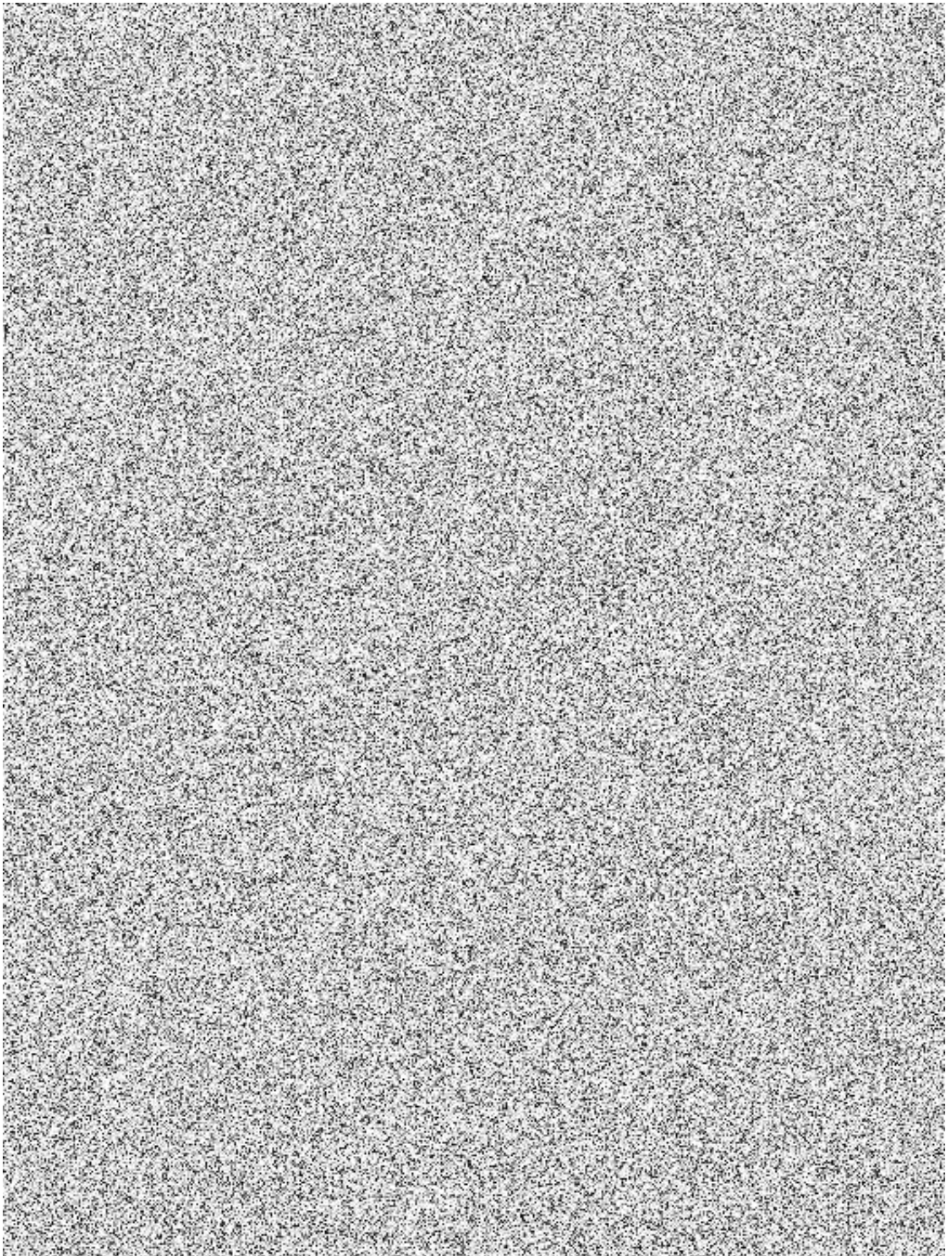
Pozn.: Návosloví nápravy pro celistvá kola vozu M1 viz [obr. č. 1](#).

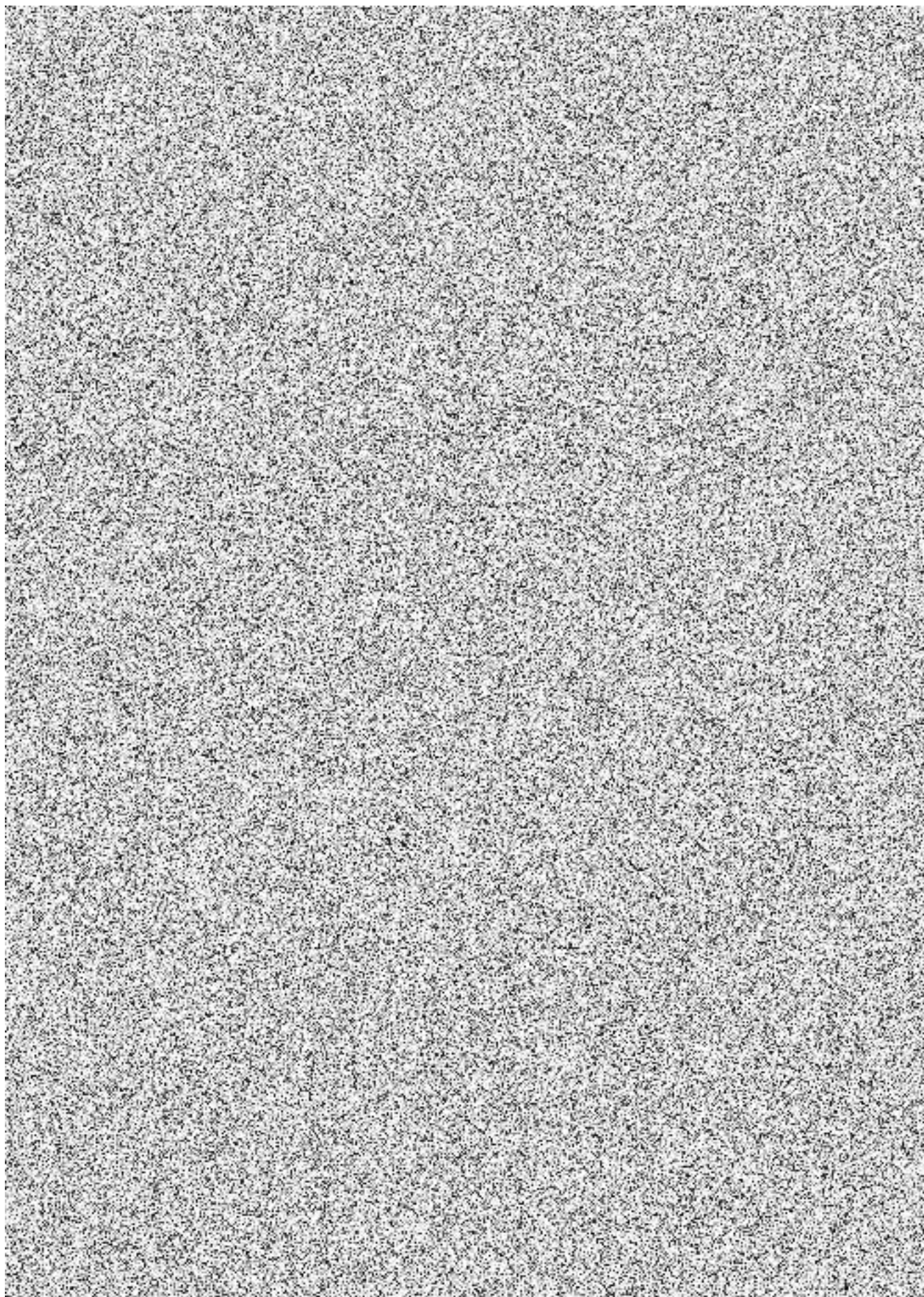
191. Kolo

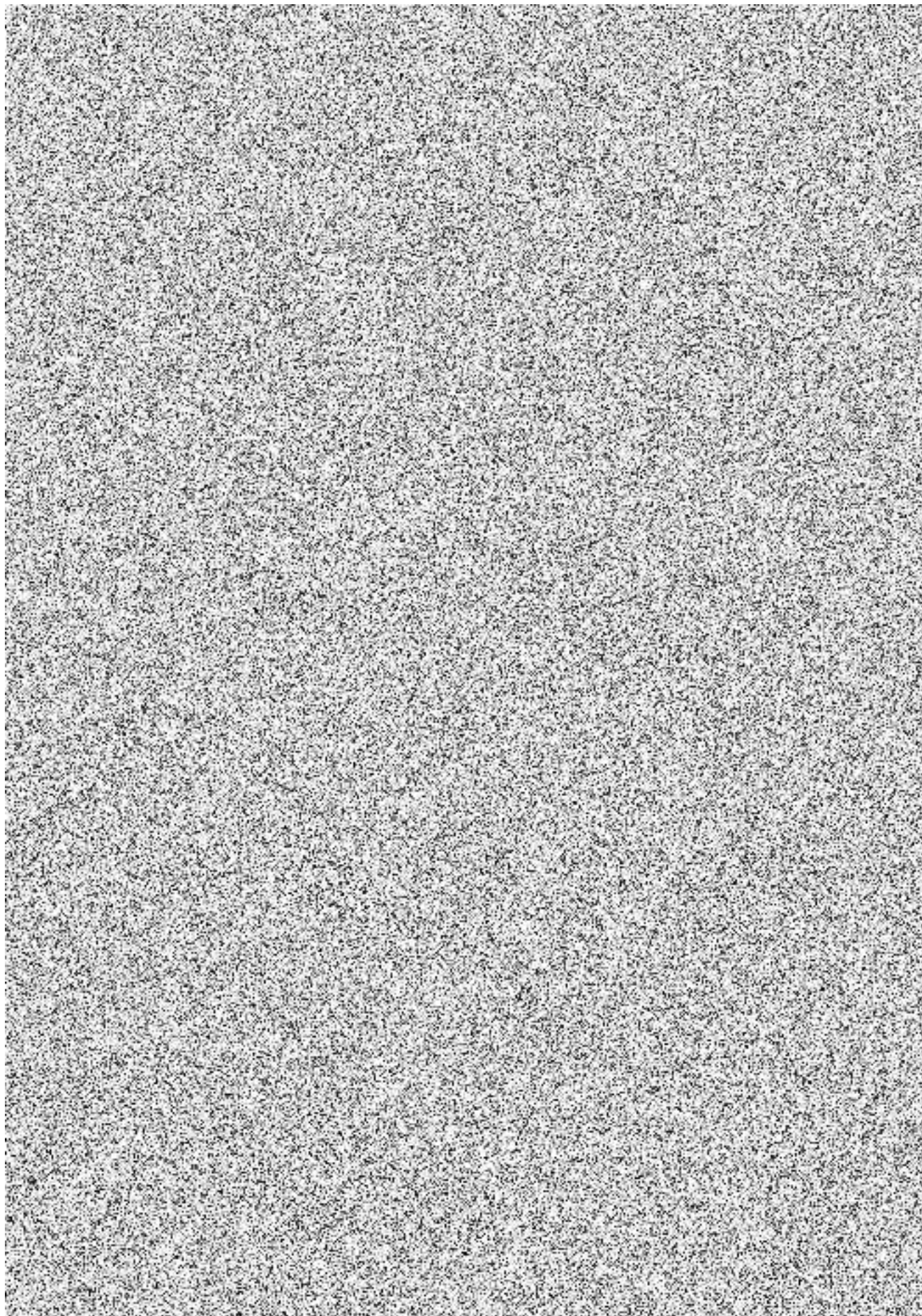
- a) Kolo – součást dvojkolí, které umožňuje svým tvarem pohyb po kolejnici.
- b) Celistvé kolo s tlumičem – kolo vyrobené vcelku jako jeden kus.

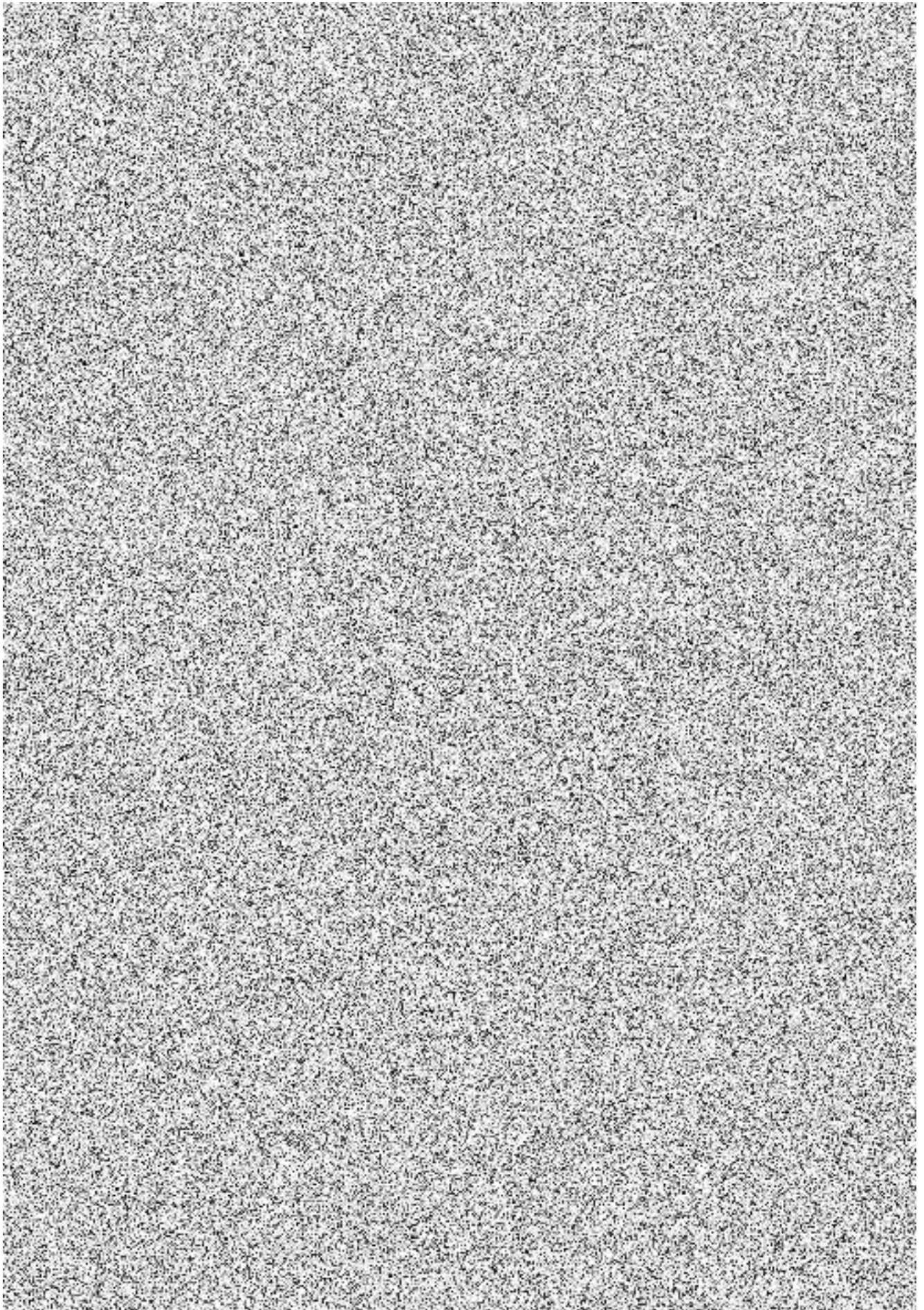
*Pozn.: Návosloví celistvého kola s tlumičem zajištěným vzpěrným kroužkem viz [obr. č. 2](#).
Návosloví celistvého kola s tlumičem šroubovaným viz [obr. 3](#).*

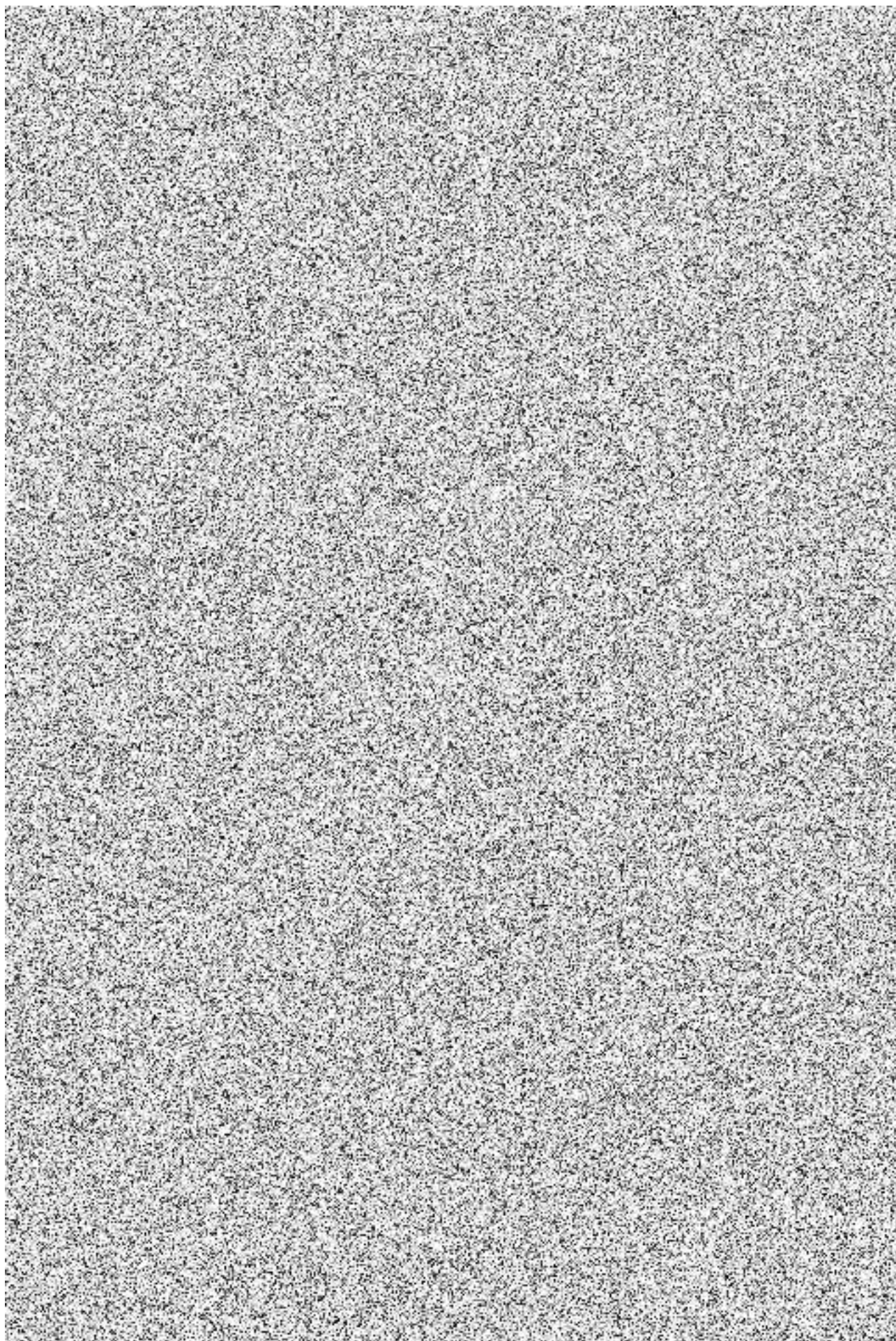


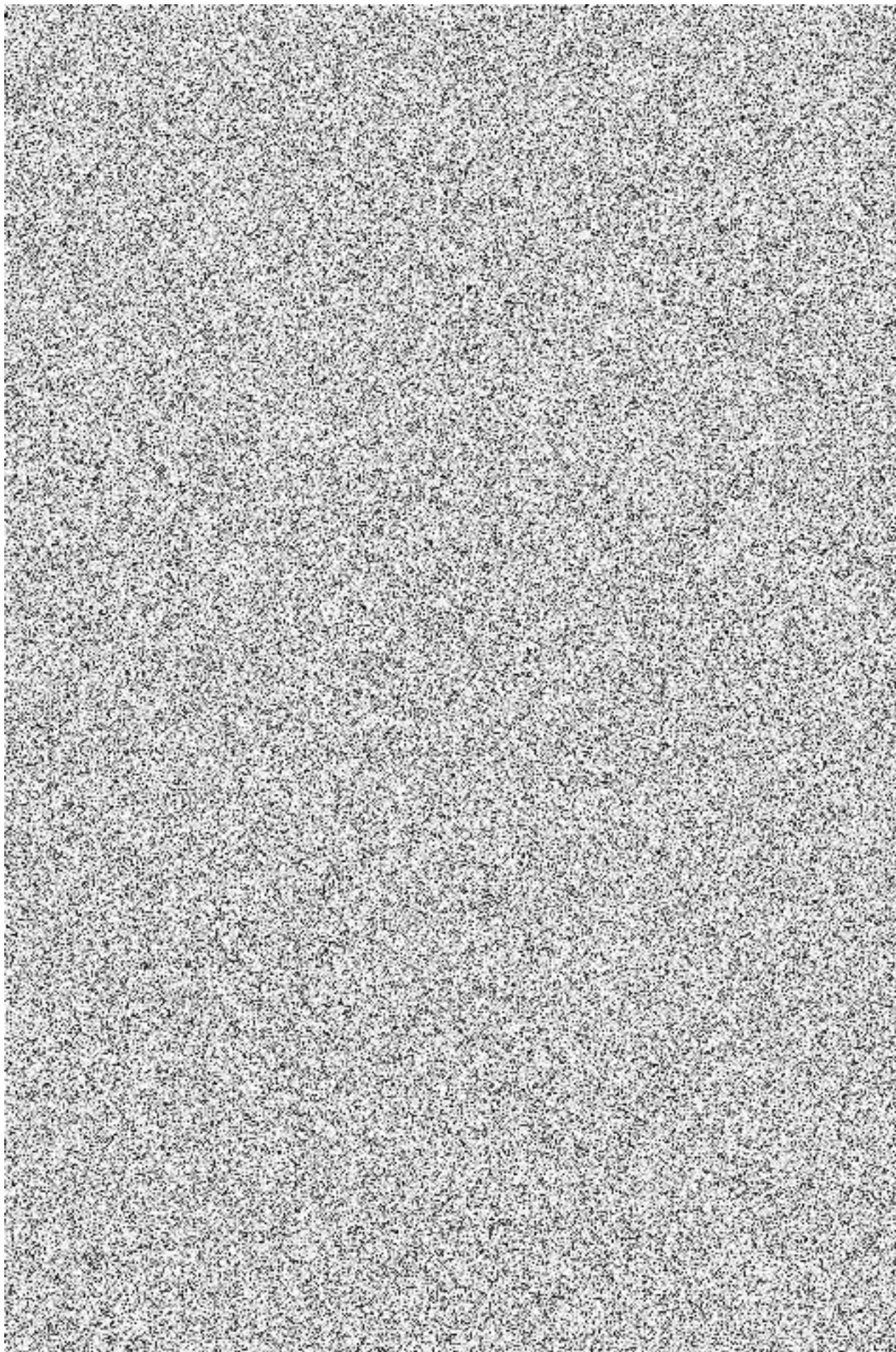


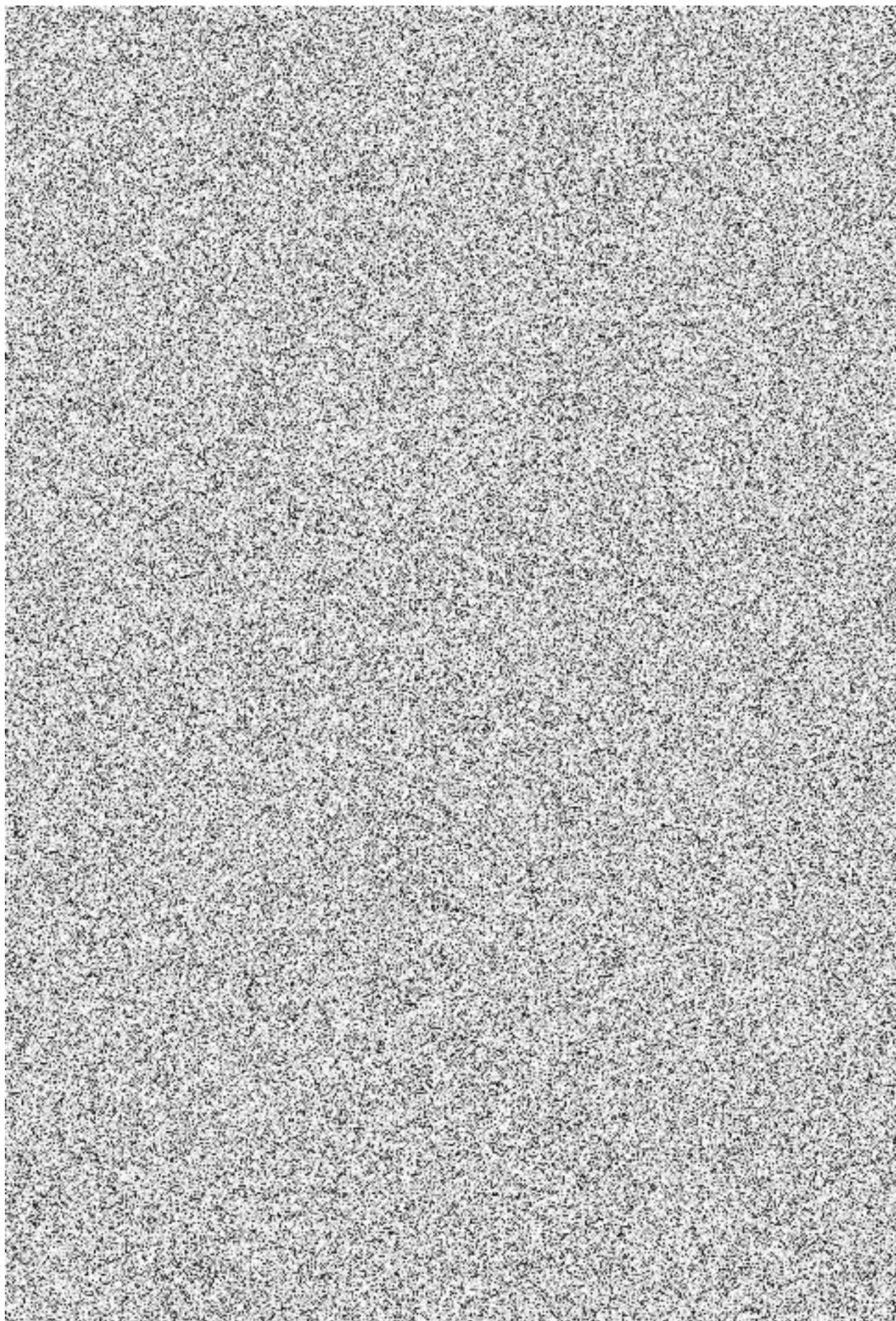


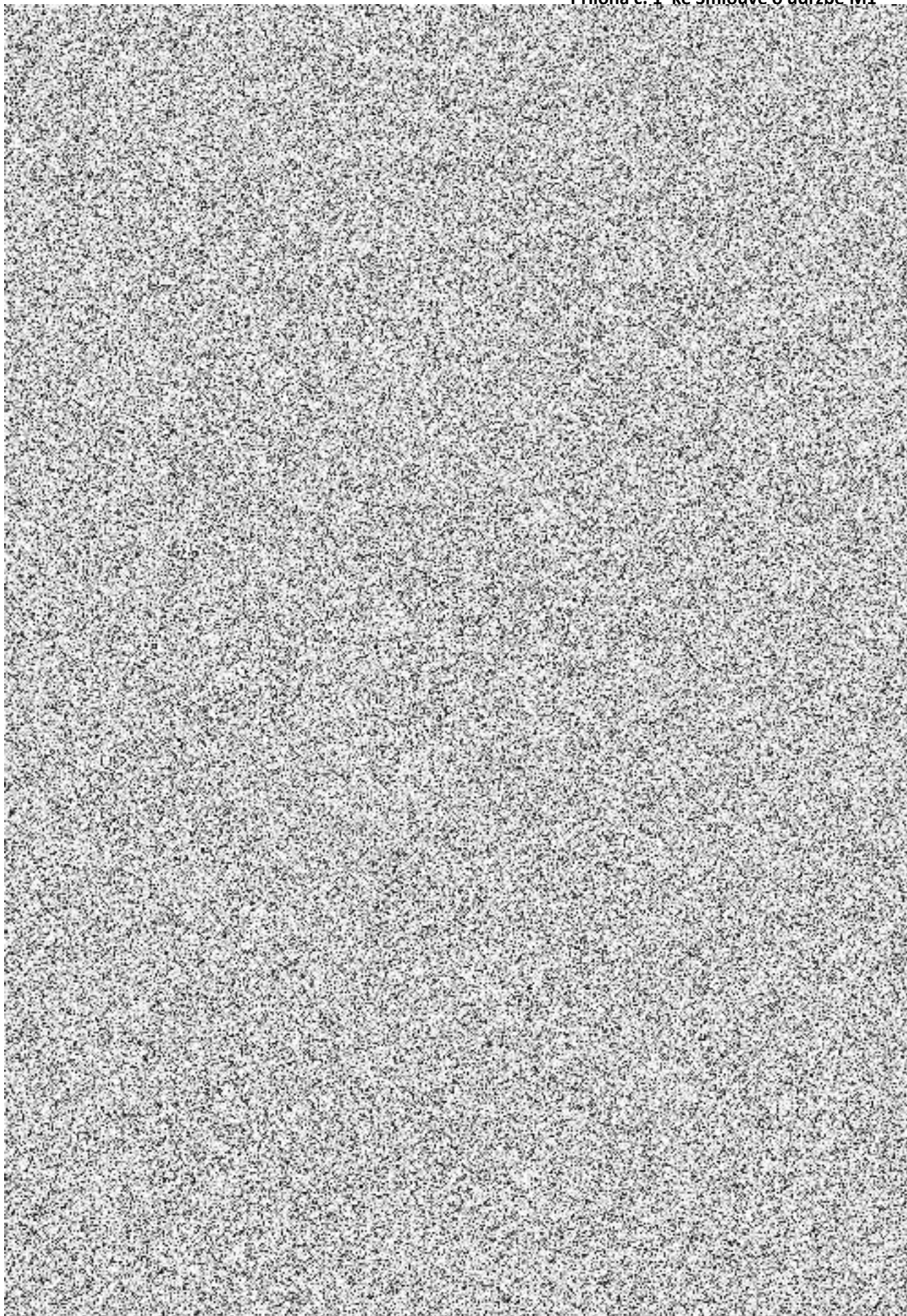


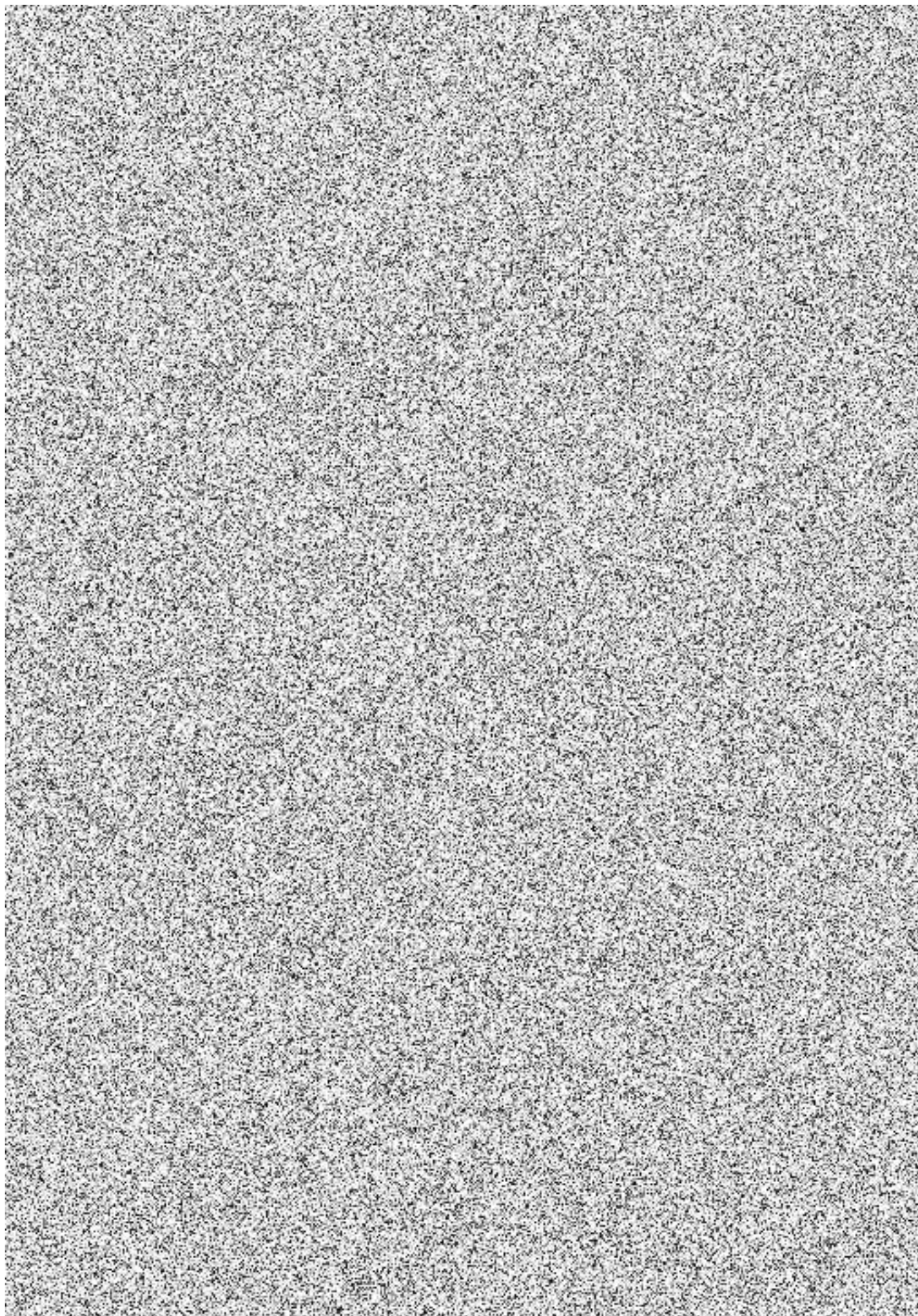








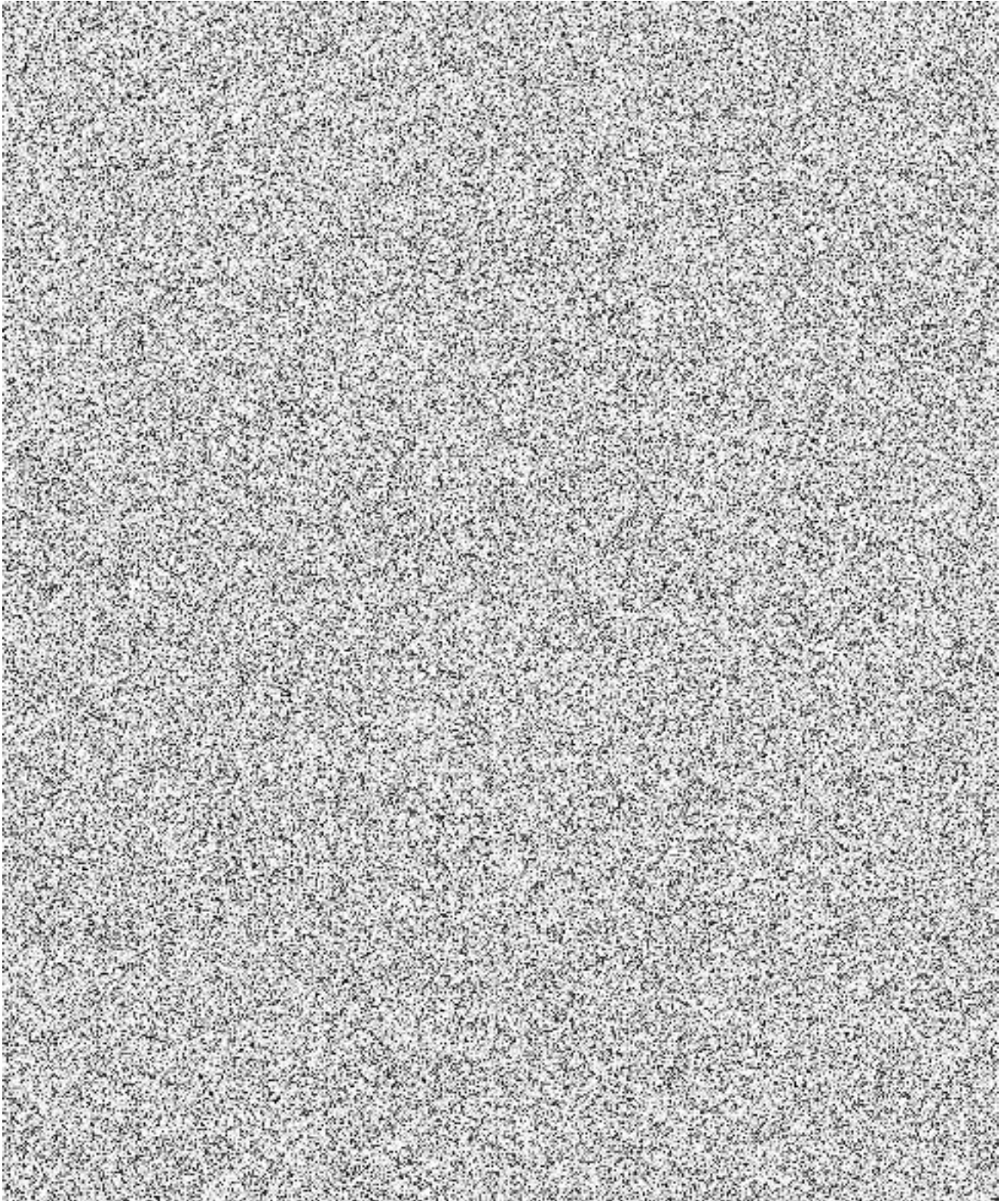


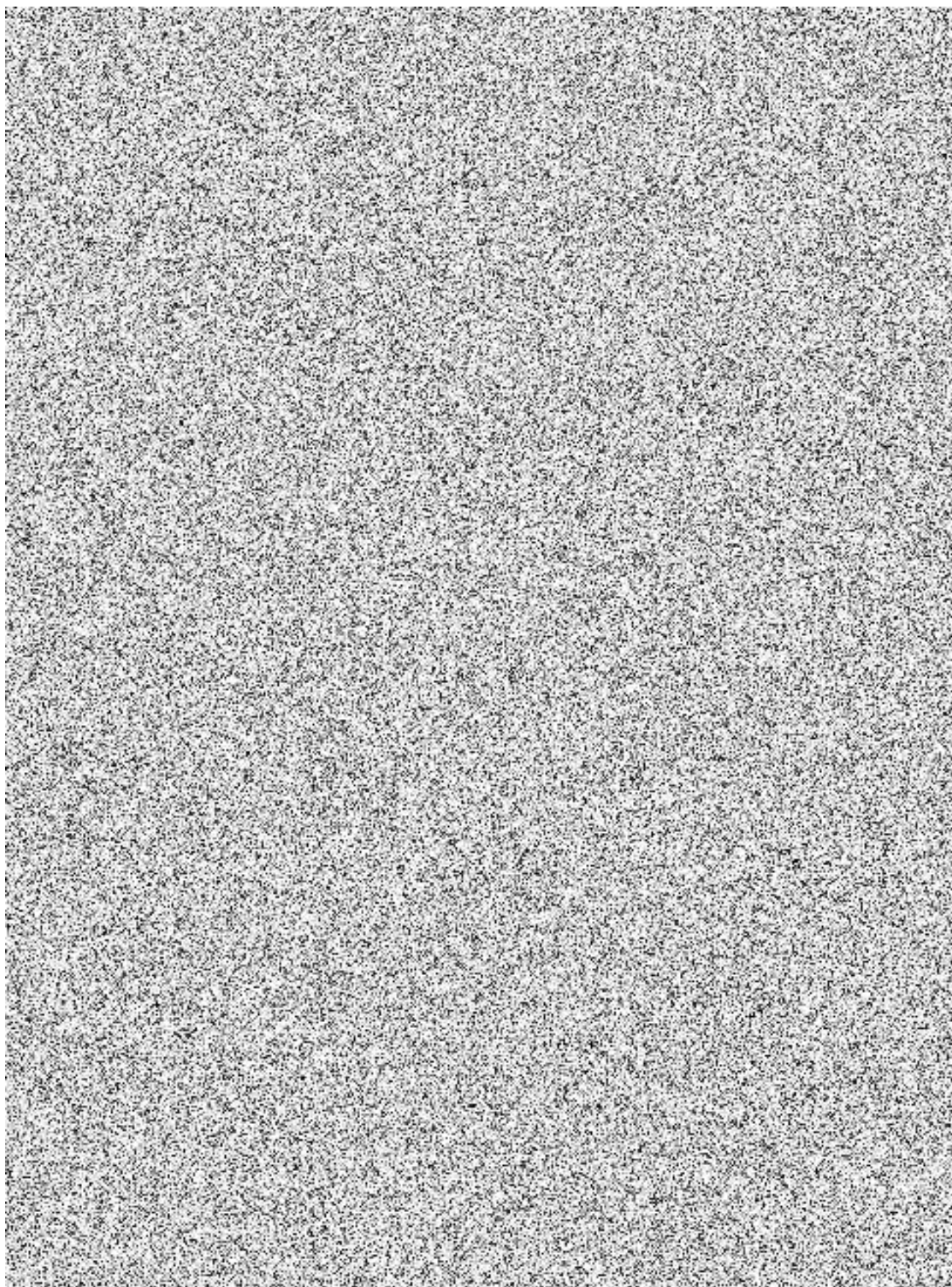


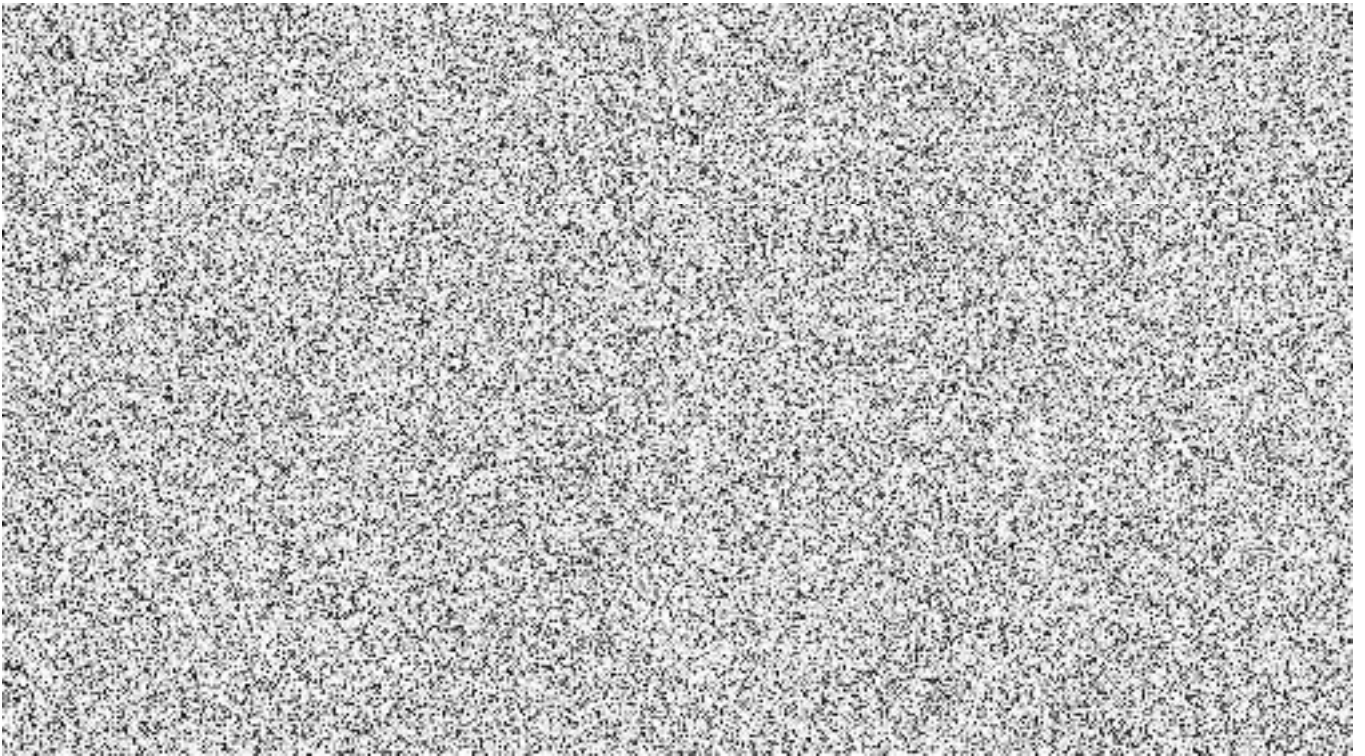
C. PODMÍNKY PRŮBĚHU LISOVACÍ SÍLY

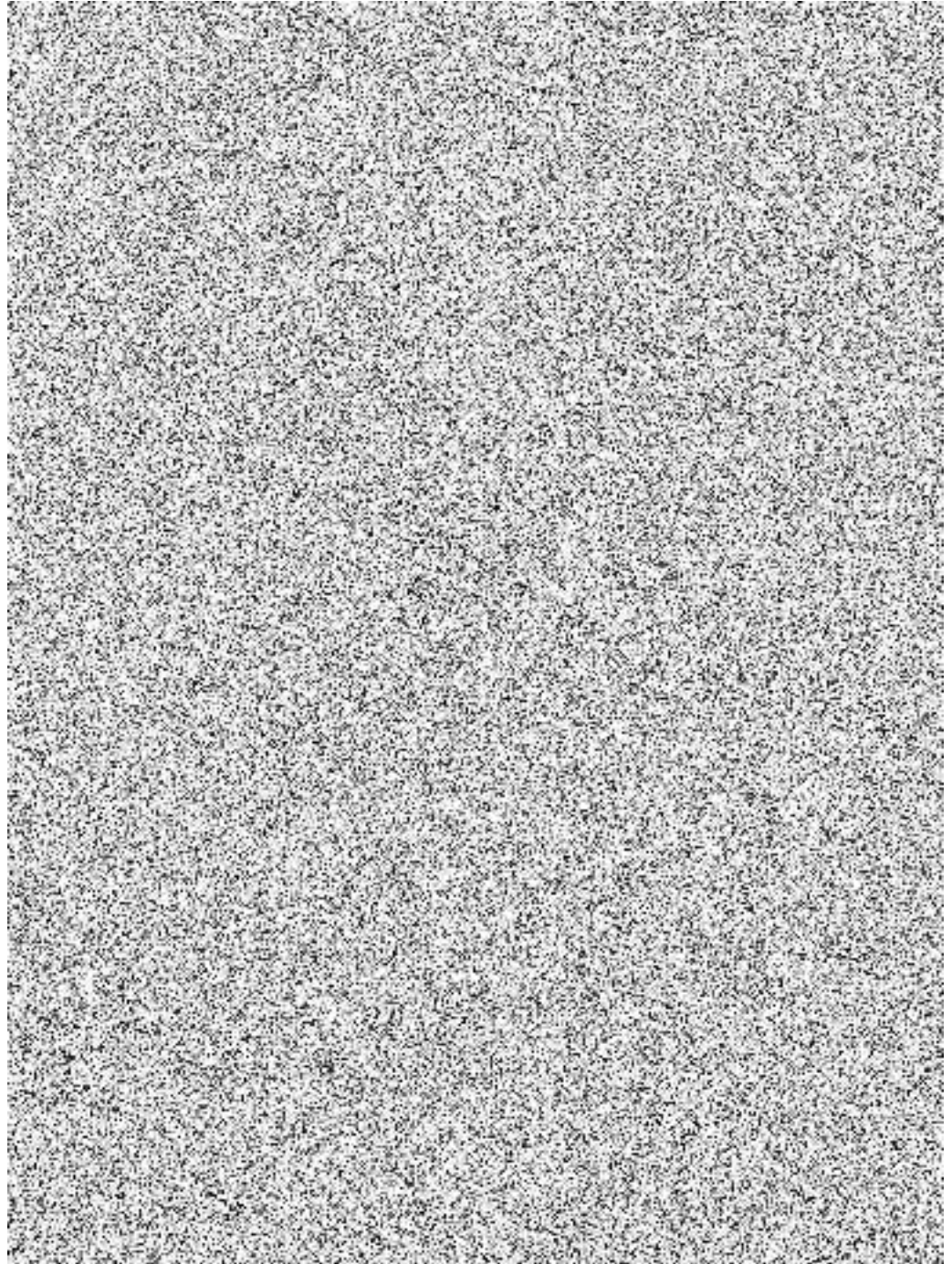
196. Podmínky průběhu lisovací síly

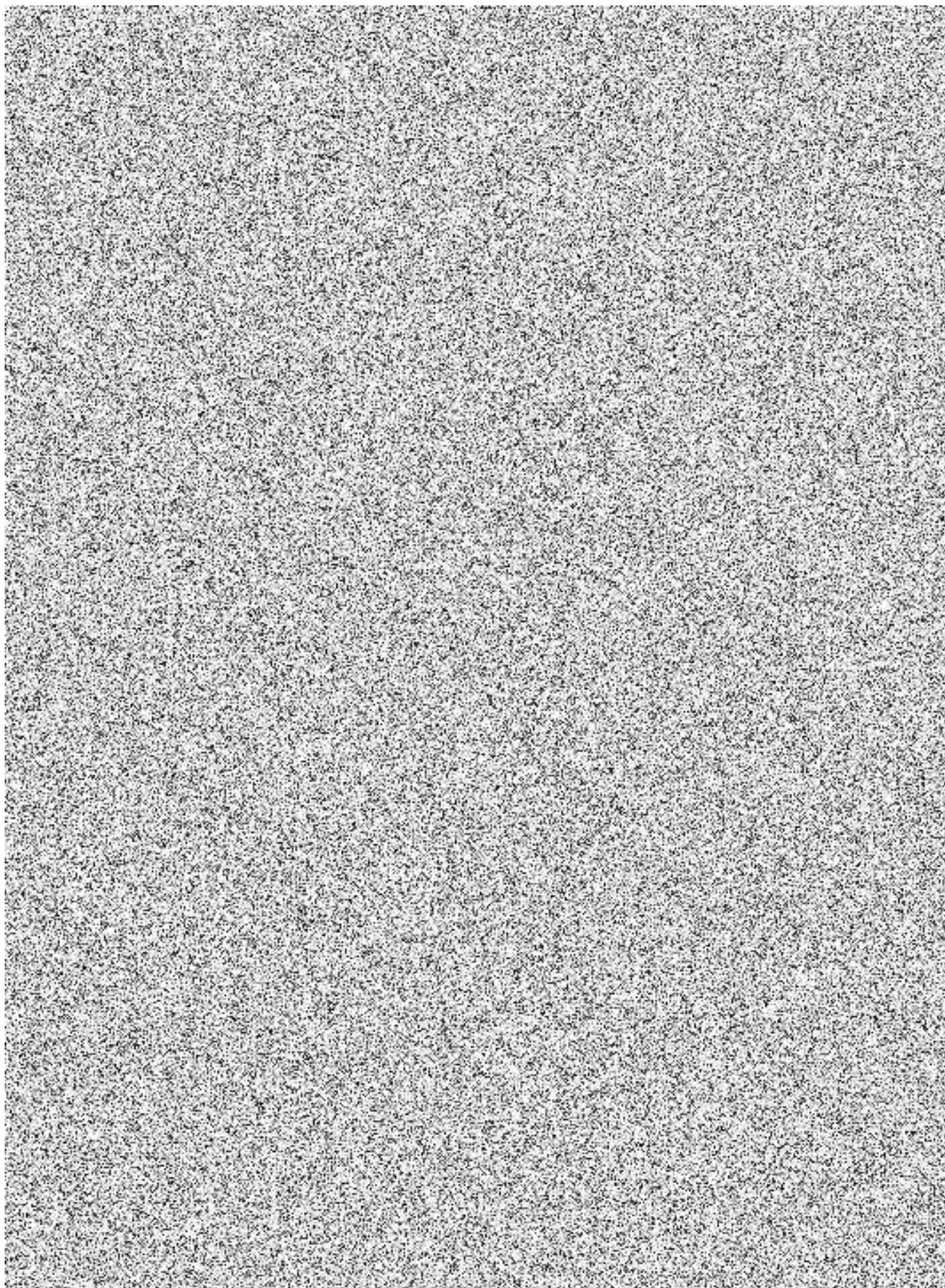
- a) Průběh lisovací síly u každého kola nebo jiné součásti lisované na nápravu musí být zapsán registračním přístrojem do diagramu.

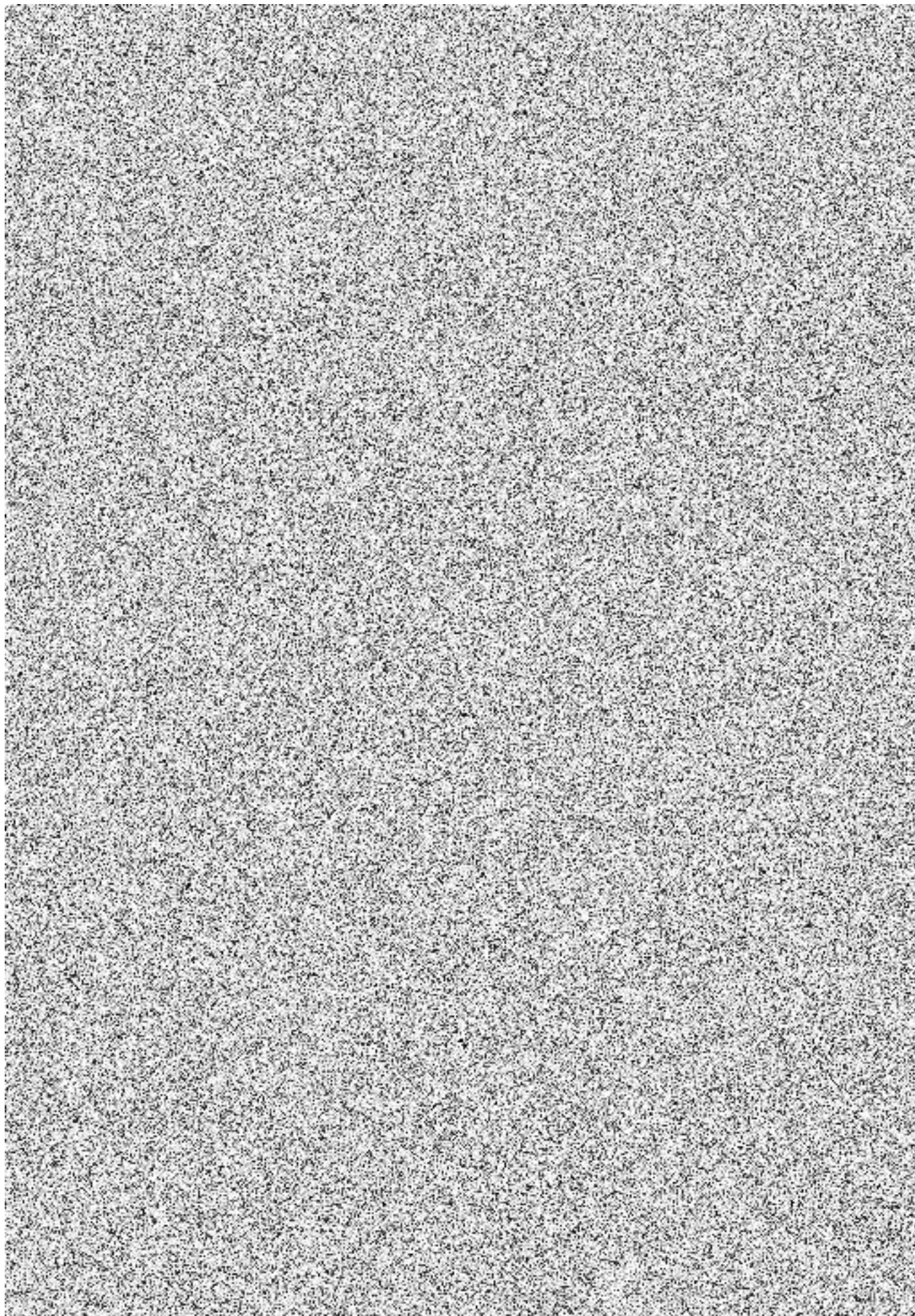


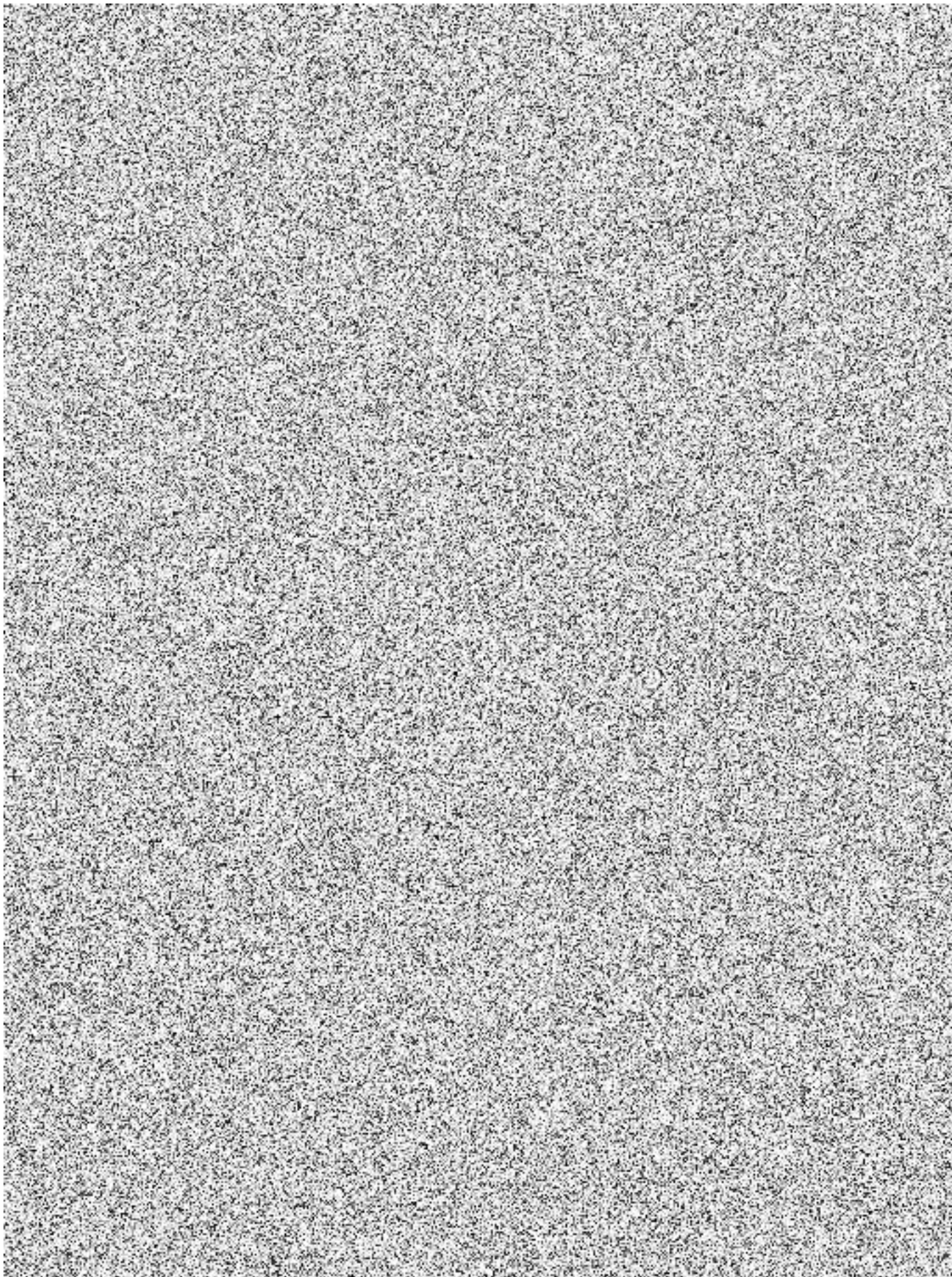












Kapitola XI

A. SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY A NORMY

a) Obecně závazné právní předpisy

- Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně v platném znění
- Zákon č. 266/1994 o dráhách, v platném znění
- Vyhláška Ministerstva dopravy č. 100/1995 Sb., kterou se vydává Řád určených technických zařízení, v platném znění
- Vyhláška Ministerstva dopravy č. 173/1995 Sb., kterou se vydává Dopravní řád, v platném znění
- Vyhláška MV ČR č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a o výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)
- Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 279/2000 Sb.

b) VYHLÁŠKY UIC

- UIC 812-3 Technické podmínky pro dodávku celistvých kol z válcované nelegované oceli pro HKV a tažená vozidla
- UIC 813 Technické podmínky pro dodávku dvojkolí pro HKV a tažená vozidla.

c) Technické normy

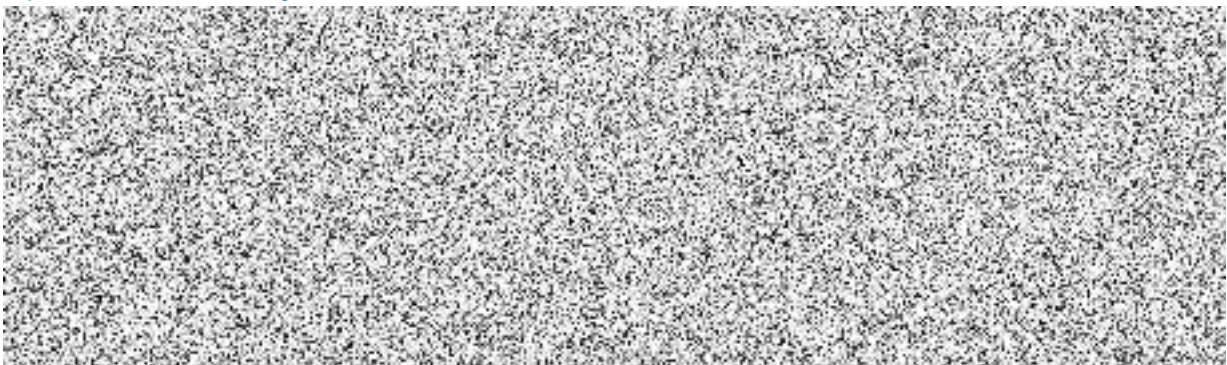
- ČSN EN ISO 1101 (01 4120) Geometrické specifikace výrobků (GPS) – Geometrické tolerování - Tolerance tvaru, orientace, umístění a házení
- ČSN EN 12080 (28 0530) Železniční aplikace-Nápravová ložiska-Valivá ložiska
- ČSN EN ISO 1302 (01 4457) Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Označování struktury povrchu v technické dokumentaci výrobků
- ČSN EN 13260 (28 0520) Železniční aplikace-Dvojkolí a podvozky - Dvojkolí - Požadavky na výrobek
- ČSN EN 13261 (28 0522) Železniční aplikace-Dvojkolí a podvozky - Nápravy - Požadavky na výrobek
- ČSN EN 13262+A1 (28 0521) Železniční aplikace-Dvojkolí a podvozky - Kola - Požadavky na výrobek
- ČSN EN 13715 (28 0526) Železniční aplikace-Dvojkolí a podvozky - Kola – Jízdní obrysy kol
- ČSN EN 14535-1 (28 4031) Železniční aplikace-Brzdové kotouče pro kolejová vozidla - Část 1: Brzdové kotouče nalisované nebo natažené za tepla na nápravu nebo na hřídel, rozměry a požadavky na kvalitu

- ČSN EN 15313 (28 0510) Železniční aplikace – Požadavky na dvojkolí v provozu -Údržba dvojkolí v provozu na vozidlech a po demontáži
- ČSN ISO 1925 (01 1401) Vibrace-Vyvažování-Slovník
- ČSN EN ISO 3098-0 (01 3115) Technická dokumentace – Písmo - Část 0: Všeobecná ustanovení
- ČSN EN ISO 3098-2 (01 3115) Technická dokumentace – Písmo - Část 2: Latinská abeceda, číslice a značky
- ČSN EN 20286-2 (01 4201) Soustava tolerancí a uložení ISO - Část 2: Tabulky základních tolerancí a mezních úchylek pro díry a hřídele (ISO 286-2: 1988)
- ČSN ISO 2768-1 (01 4240) Všeobecné tolerance. Nepředepsané mezní úchyly délkových a úhlových rozměrů
- ČSN ISO 2768-2 (01 4406) Všeobecné tolerance. Část 2: Nepředepsané geometrické tolerance

d) Normy a předpisy DPP

- Předpis V3/1 – Oprava elektrických vozidel metra
- Předpis V7/1 – Oprava dvojkolí elektrických vozidel metra
- Pokyn 97-2011-01 - Provádění nedestruktivního testování (defektoskopie) na drážních vozidlech dráhy speciální (metro), při údržbě, opravě, renovaci a modernizaci
- Metodické pokyny pro provádění NDT jednotlivých součástí:
 - OZM I., TP č. 10 Náprava dvojkolí M1
 - OZM I., TP č. 04 Nápravu dvojkolí po demontáži
 - OZM I., TP č. 03 Jízdní plocha celistvých kol všech vozidel
 - OZM II., TP č. 02 Náprava dvojkolí po rozlisování (ověřovací po UT)
 - OZM IV., Provádění vizuální kontroly

e) Dokumentace výrobce



f) **Provozní dokumentace**

- Protokol lisování
- Technologický postup lisování DK-J

***** Konec části C) *****

D) Příloha pro svářečské práce na soupravách M1

Seznam zkratk

CO	certifikační orgán pro výrobce/opravce - orgán uznaný národním bezpečnostním orgánem, který prokázal znalost obsahu řady norem ČSN EN 15085 a certifikuje výrobce/opravce v souladu s požadavky ČSN EN 15085-2
CL	certifikační úroveň - úroveň zatřídění svařovaného kolejového vozidla nebo svařované součásti závisí na třídě provedení svaru (CP)
CP	třída provedení svaru - požadavky na provedení svarového spoje jsou stanoveny kategorií namáhání a bezpečnostní kategorií svarového spoje
CT	třída kontroly/zkoušení svaru – stanovuje kontroly, které jsou prováděny pro určené svary s ohledem na třídu provedení svaru
ČSN	česká technická norma
DP	Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost
DÚ	Drážní úřad
DV-M	drážní vozidlo dráhy speciální - metro
EN	evropská norma
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
IWE/EWE	mezinárodní/evropský svářečský inženýr
IWP/EWP	mezinárodní/evropský svářečský praktik
IWS/EWS	mezinárodní/evropský svářečský specialista
IWT/EWT	mezinárodní/evropský svářečský technolog
JDCM	útvár 240000 - jednotka Dopravní cesta Metro
JSVM	útvár 210000 - jednotka Správa vozidel Metro
MD	Ministerstvo dopravy České republiky
MT	zkoušení magnetickou metodou práškovou
NBO	národní bezpečnostní orgán (Drážní úřad)
NDT	nedestruktivní zkoušení
OOZ	osoba odborně způsobilá pro provádění svářečského dozoru ve výrobě nebo opravárenství ŽKV
OMD	útvár 243150 - oddělení Měření a defektoskopie
OTK	útvár 210100 – odbor Technická kontrola
PM	přídavný materiál
PT	zkoušení kapilární metodou
pWPS	předběžná specifikace postupu svařování
RT	radiografické zkoušení
SD	svářečský dozor - dozor výrobních svářečských operací a činností se svařováním souvisejících
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
TDP	technické dodací podmínky
TDPP	technické dodací a přejímací podmínky

TgP	technologický postup
TH	technicko-hospodářský
TNS	technologická návodka svařování
TP	technické podmínky
UT	zkoušení ultrazvukem
UTZ	určená technická zařízení
VT	vizuální zkoušení
WPQR	Protokol o kvalifikaci (dříve schválení WPAR) postupu svařování
WPS	specifikace postupu svařování podle řady norem ČSN EN ISO 15607 a 15609
ZM	základní materiál

Seznam zkrácených výrazů

Konstrukér	z hlediska této přílohy je uvažována osoba s odbornou kvalifikací pro strojnické zaměření. Je zodpovědný za výkresovou dokumentaci
Kvalifikovaná osoba	osoba s dokladem o školení, s profesionální znalostí, odborně kvalifikovaná (např. personál VT podle ČSN EN ISO 9712, svářeči podle ČSN EN ISO 9606-1, ČSN EN ISO 9606-2, ČSN EN ISO 14732) a zkoušená nebo prověřená vnitřní zkouškou
Smlouva	dohodnuté a schválené podmínky realizace požadavků mezi objednatelem a zhotovitelem, uskutečňována může být různým způsobem
Sledovatelnost	schopnost vysledovat průběh sledu prací
Svařování	v normách řady ČSN EN ISO 9000 pro systémy zabezpečení jakosti je svařování uváděno jako „zvláštní proces“, protože následující kontrolou jakosti a zkouškami výrobků není možno s konečnou platností potvrdit, že při svařování byly dodrženy požadované normy jakosti
Třetí osoba	právnícká nebo fyzická osoba, která na základě smluvního vztahu s DP vykonává práce nebo činnosti pro DP
UIC-Kodex	kvalifikace a certifikace pracovníků pro vykonávání nedestruktivních zkoušek na konstrukčních součástech vozidel a montážních konstrukčních dílců při údržbě

Příloha vychází z ustanovení řady norem ČSN EN 15085.

Požadavky, které nejsou uvedeny v příloze, se přímo řeší ustanoveními řady norem ČSN EN 15085.

Příloha obsahuje základní požadavky na všechny metody svařování používané při výrobě, modernizacích, rekonstrukcích, renovacích a opravách jako celku, jejich částí, podsestav a pro renovaci opotřeбенých dílů svařováním a navařováním.

Část I. Základní ustanovení

1 Úvodní ustanovení

- 1.1 Příloha pro svařování drážních vozidel na dráze speciální (dále jen Dokument) obsahuje základní požadavky na svářečské práce, jejich kvalitu, přejímku a kontrolu, včetně požadavků na bezpečnost při výrobě, modernizaci, rekonstrukci, renovaci a opravách DV-M a jako celku, jejich částí, podsestav a pro renovaci opotřebovaných dílů s ohledem na použitou technologii, základní a přídatný materiál, konstrukci, výrobu, zkoušení, kontrolu, kvalifikaci svářečů atd.
- 1.2 Dokument je závazný pro všechny zhotovitele, kteří vyrábí, modernizují, rekonstruuji, renovují a opravují DV-M, imatrikované, či s přechodností na tratě SŽDC a dráhy speciální a vykonávající svářečské práce ve smyslu tohoto dokumentu.
- 1.3 Dokument nenahrazuje zvláštní předpisy pro výrobu, renovace a opravy UTZ.
- 1.4 Pojmem svářečské práce, ve smyslu tohoto Dokumentu, se rozumí všechny práce související se zhotovením svarových spojů, návarů, úprav povrchů a tvarů součástí DV-M, při kterých se využívá tepelné energie, včetně tepelného zpracování.
- 1.5 Zhotovitelem, ve smyslu tohoto Dokumentu, je každý, kdo prokáže svoji způsobilost pro svařování ve smyslu řady norem ČSN EN ISO 3834 a ČSN EN 15085 a je smluvními podmínkami mezi zhotovitelem a odběratelem pověřen k této činnosti. Certifikáty ČSN EN 15085 a ČSN EN ISO 3834 musí být vystaveny akreditovaným certifikačním orgánem, uznaným NBO a odběratelem.
- 1.6 Na svářečské práce, podle tohoto Dokumentu, poskytuje zhotovitel záruční lhůty na základě smluvních podmínek mezi zhotovitelem a odběratelem. Záruční lhůta se počítá ode dne přejímky svářečských prací.
- 1.7 Podmínky pro přejímku svářečských prací nebo přejímku DV-M a jejich částí a podsestav určují TDP nebo TDPP uzavřené mezi zhotovitelem a odběratelem.
- 1.8 Zákony, vyhlášky, technické předpisy, normy ČSN a EN citované v tomto Dokumentu nebo na které se tento Dokument přímo odvolává, jsou vždy v platném znění.

2 Všeobecná ustanovení a požadavky

- 2.1 Vykonávat svářečské práce na DV-M mohou pouze zhotovitelé, kteří splňují a mohou dokladovat požadavky tohoto Dokumentu.
- 2.2 Právo kontrolovat dodržování standardu kvality svářečských prací mají:
 - a) pověření zaměstnanci DÚ a MD, kteří vykonávají státní dozor ve věcech drah a dopravy;
 - b) SD/OOZ jmenovaná/pověřená DP s určenou pravomocí;
 - c) odpovědný svářečský dozor zhotovitele provádějícího svářečské práce;
 - d) kvalifikovaný pracovník objednatele/zhotovitele pověřený kontrolou jakosti.
- 2.3 Postup při nedodržení ustanovení:
 - a) tohoto Dokumentu;

- b) obecně platných předpisů;
- c) přijatých ČSN;
- d) organizačních a řídicích norem a provozně předpisové soustavy s tímto Dokumentem souvisejících;
- e) při porušení technologické kázně.

Na základě zjištěných nedostatků v pododst. a) až e), nekvalifikovaných zásahů do procesu, nebo porušení technologické kázně svařování mají zaměstnanci uvedení v 2.2 tohoto dokumentu, kteří provádí kontrolu, právo svářečské práce přerušit do zjednání nápravy. SD může podat návrh na omezení rozsahu platnosti „Certifikátů“ nebo jejich odebrání. O dalším postupu rozhodne vystavitel „Certifikátu“.

- 2.4 Výrobce/opravce DV-M i jejich částí a podsestav musí prokázat, že má plnou kontrolu nad procesem svařování a že úroveň jakosti bude dosažena zejména následujícími pododsty.:

- a) certifikací společnosti;
- b) kvalifikací svářečského personálu;
- c) kvalifikací postupu svařování, popř. ověřením zkušebního kusu.

3 Certifikace výrobců/opravců při svařování

- 3.1 Požadavky na jakost pro výrobce/opravce při svařování, kteří provádějí svařování DV-M, jejich částí a podsestav jsou stanoveny v normách řady ČSN EN 15085 a ČSN EN ISO 3834. Základem těchto opatření jsou základní technické normy pro svařování s ohledem na zvláštní požadavky pro stavbu kolejových vozidel na zhotovitele. V závislosti na certifikační úrovni musí být u DP plněny požadavky na jakost při tavném svařování stanovené v ČSN EN 15085-2 a ČSN EN ISO 3834. Plnění požadavků těchto norem je pravidelně kontrolováno a certifikováno schváleným certifikačním orgánem.

- 3.2 Certifikační úrovně a rozčlenění svarů – viz certifikace výrobce/opravce dle ČSN EN 15085-2 tab. 1 a příloha A.

4 Požadavky na jakost při svařování

- 4.1 Požadavky na pracovníky:

- a) DP nebo třetí osoba musí disponovat kvalifikovanými a zkušenými pracovníky pro plánování, provádění, kontrolu a dozor svářečských prací. Požadavky na kvalifikaci pracovníků podílejících se na svářečských pracích jsou dány českými a evropskými normami, předpisy, vyhláškami a požadavky zákazníků;
- b) požadavky na kvalifikaci jsou dány provozním předpisem O 2/1.

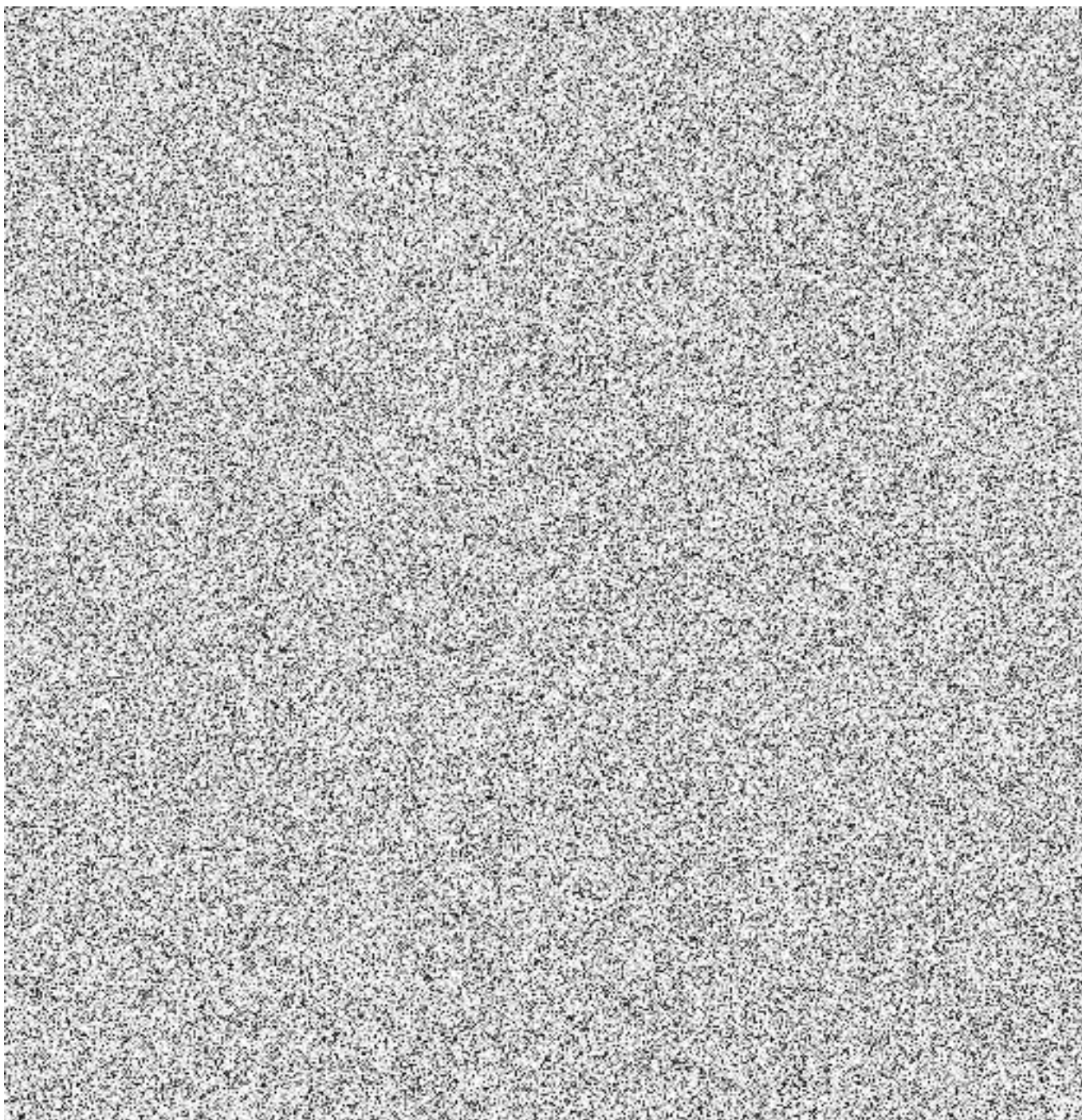
- 4.2 Svářeči a svářečští operátoři:

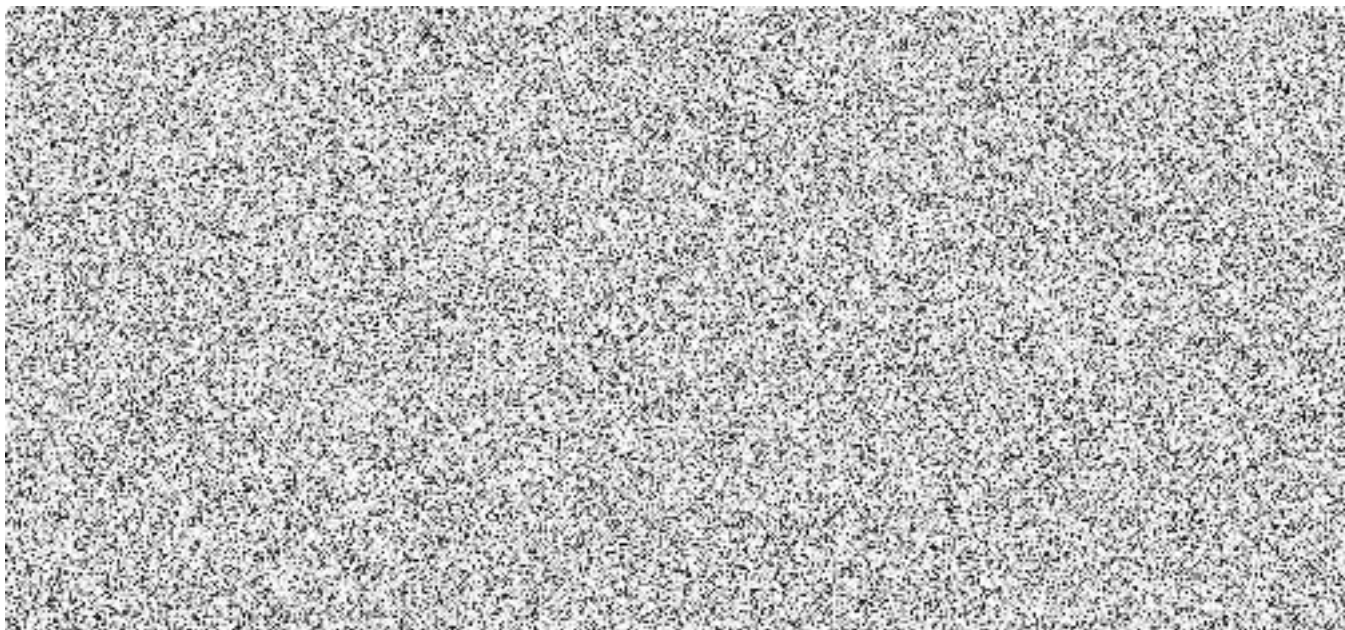
- a) jsou pracovníci provádějící svářečské práce na DV-M i jejich částí a podsestav podle výrobní dokumentace s kvalifikací dle ČSN EN ISO 9606-1, ČSN EN ISO 9606-2 a ČSN EN ISO 14732;
- b) jejich kvalifikace zahrnuje všechny nezbytné postupy svařování, materiálové skupiny, typy spojů a polohy svařování;

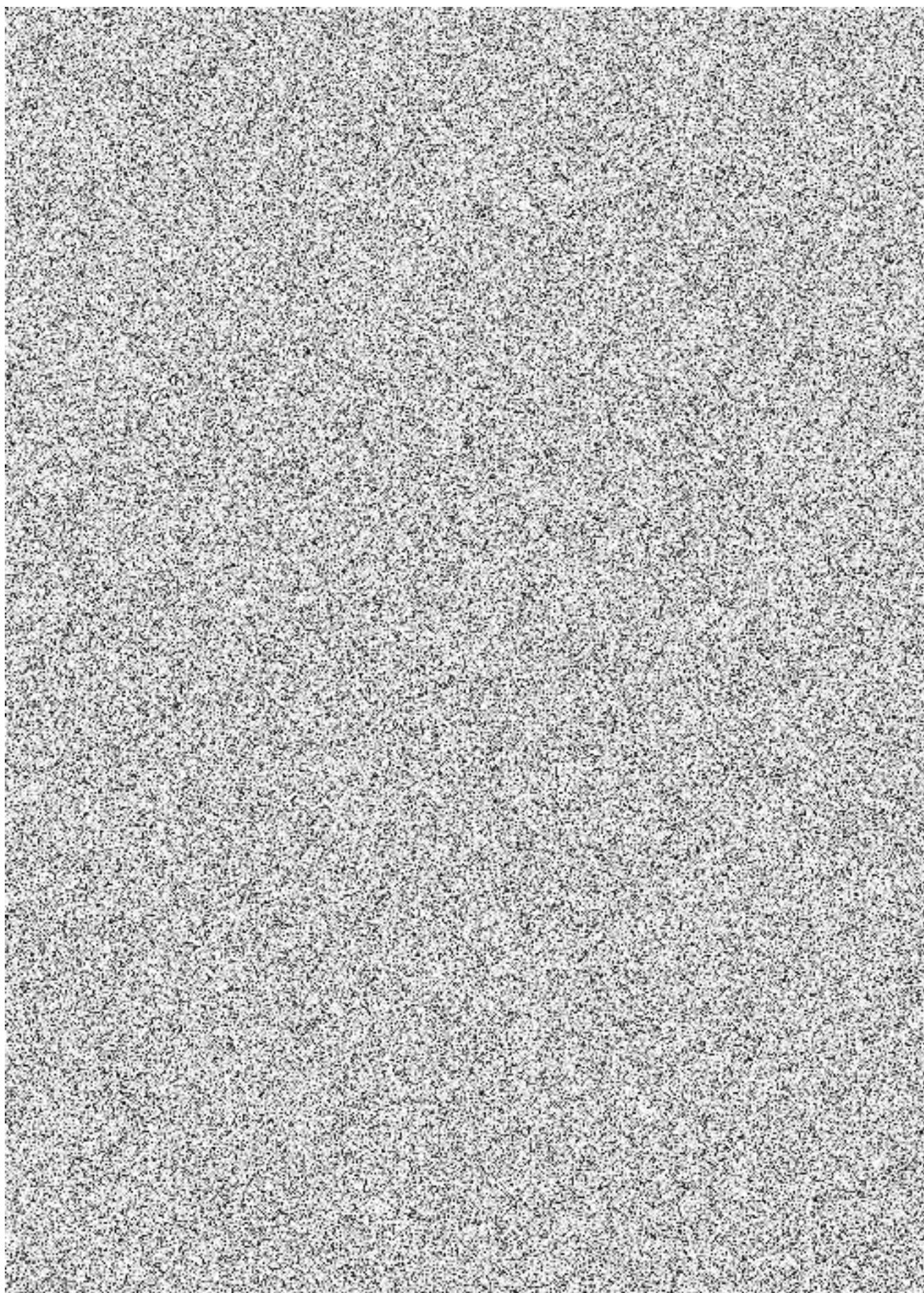
- c) jejich kvalifikace je vystavena akreditovanou zkušební organizací, na základě zkoušky svářeče ve schválené svářečské škole s platným registračním listem pro požadované metody svařování.

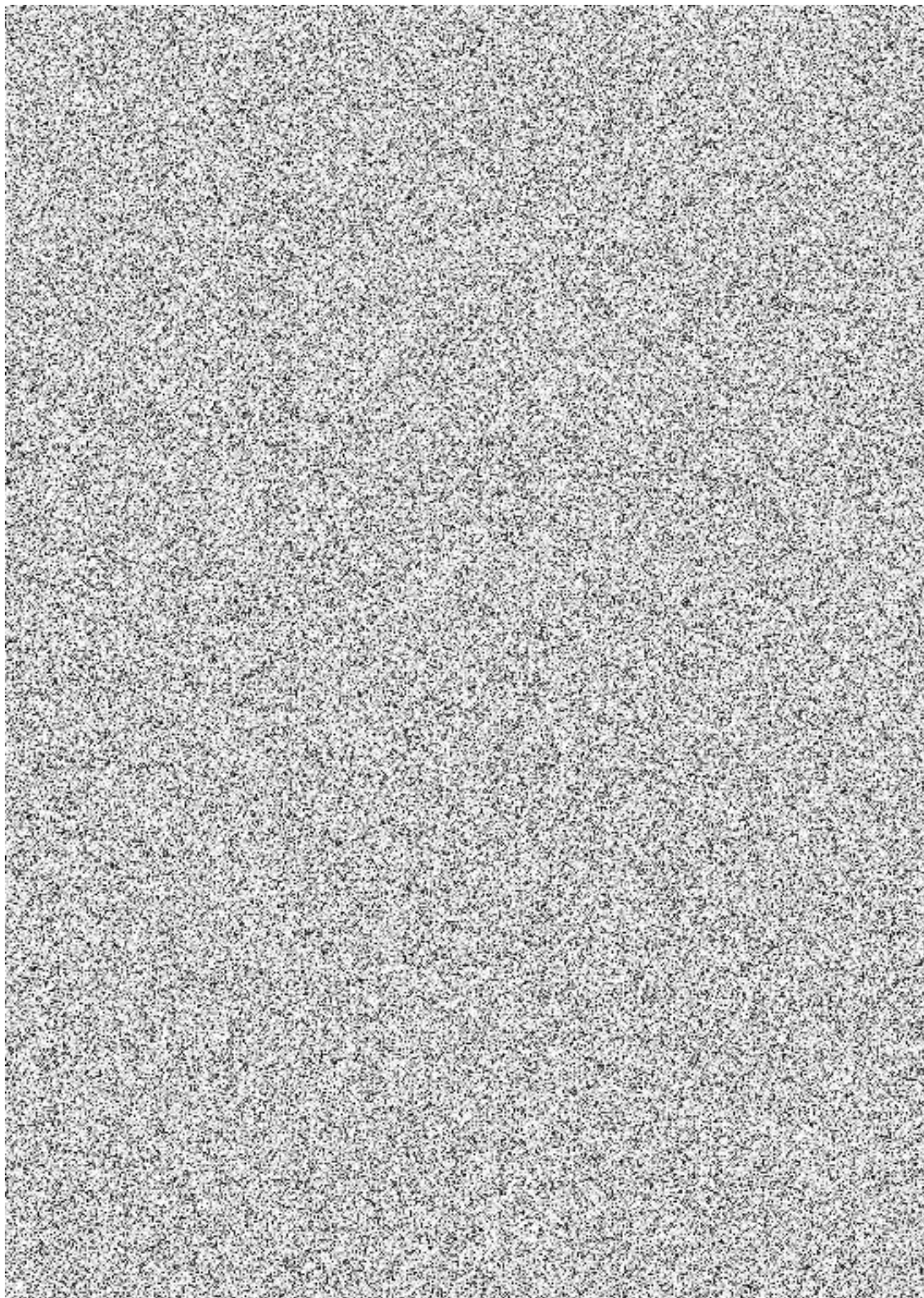
5 Svářečský dozor

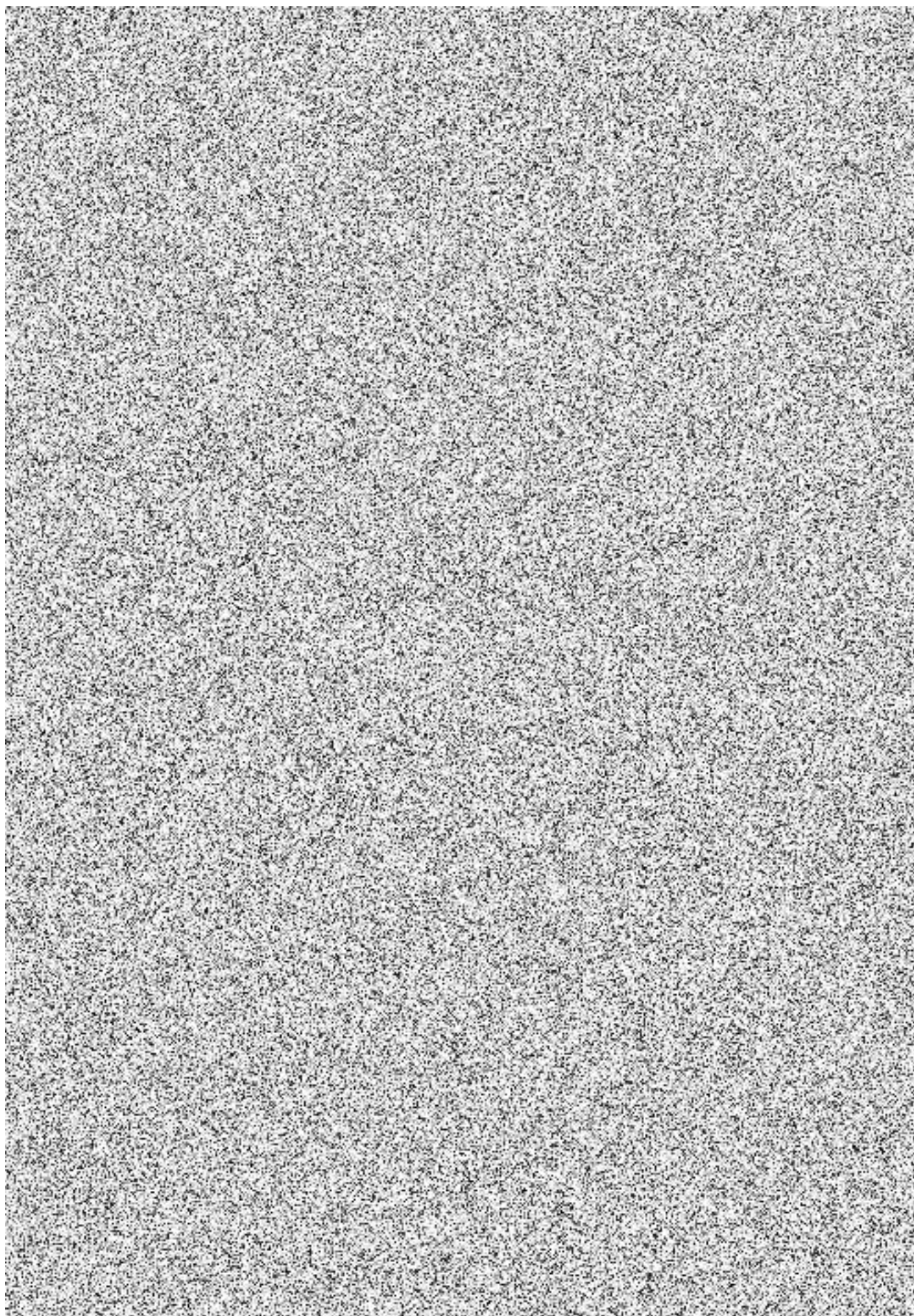
- 5.1 Výrobce při svařování musí mít vhodné svářečské dozory, s dostatečnými technickými znalostmi podle ČSN EN ISO 14731, jmenované organizací pro výkon této funkce, splňující požadavky ČSN EN 15085-2, příloha C a kvalifikaci OÖZ.
- 5.2 Pravomoci a odpovědnosti vyplývající z Dokumentu jsou pověřeným zaměstnancům zařazeným do okruhu zaměstnanců svářečského dozoru obsaženy v příloze dokumentu „Jmenování odpovědného svářečského dozoru“.

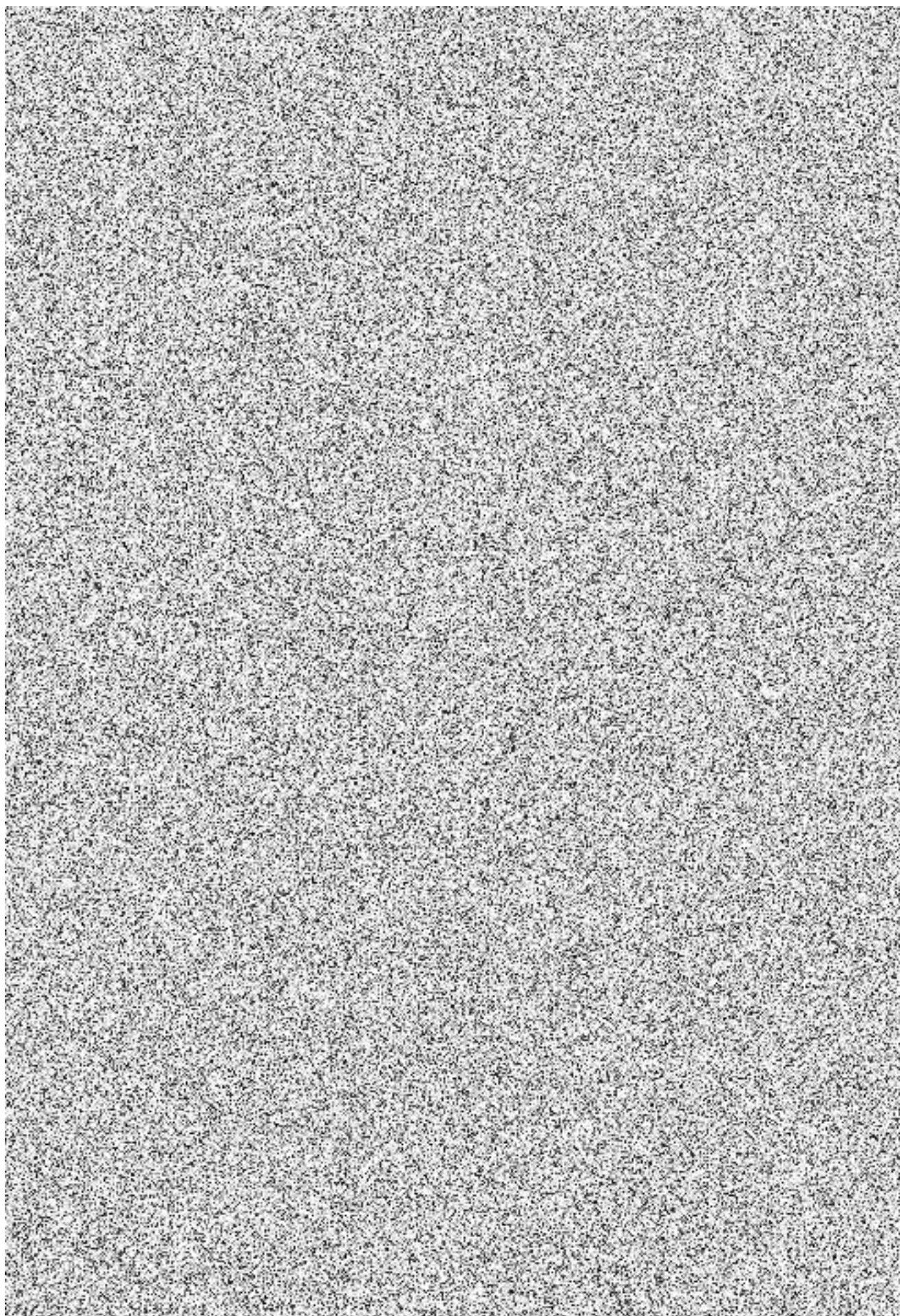


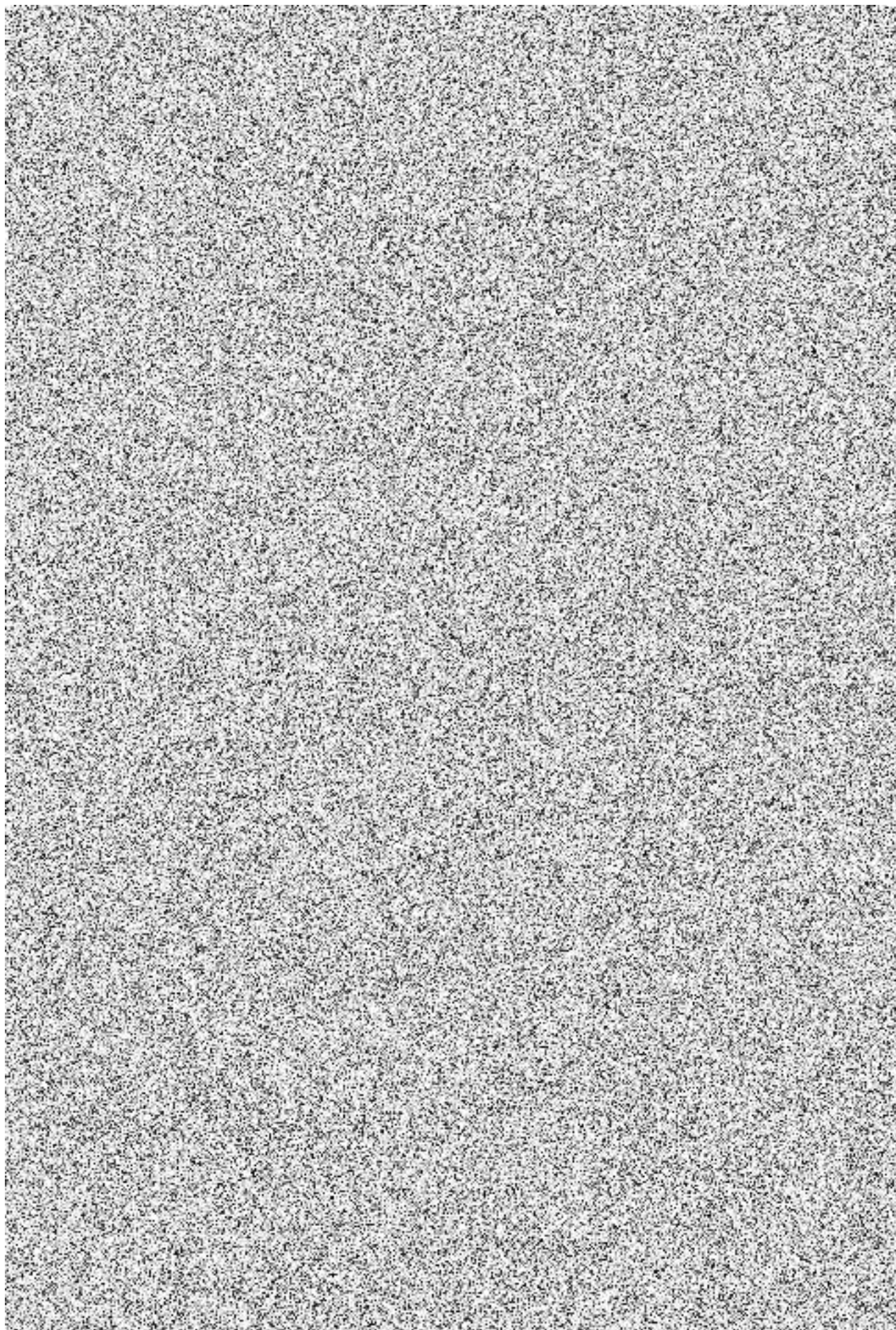


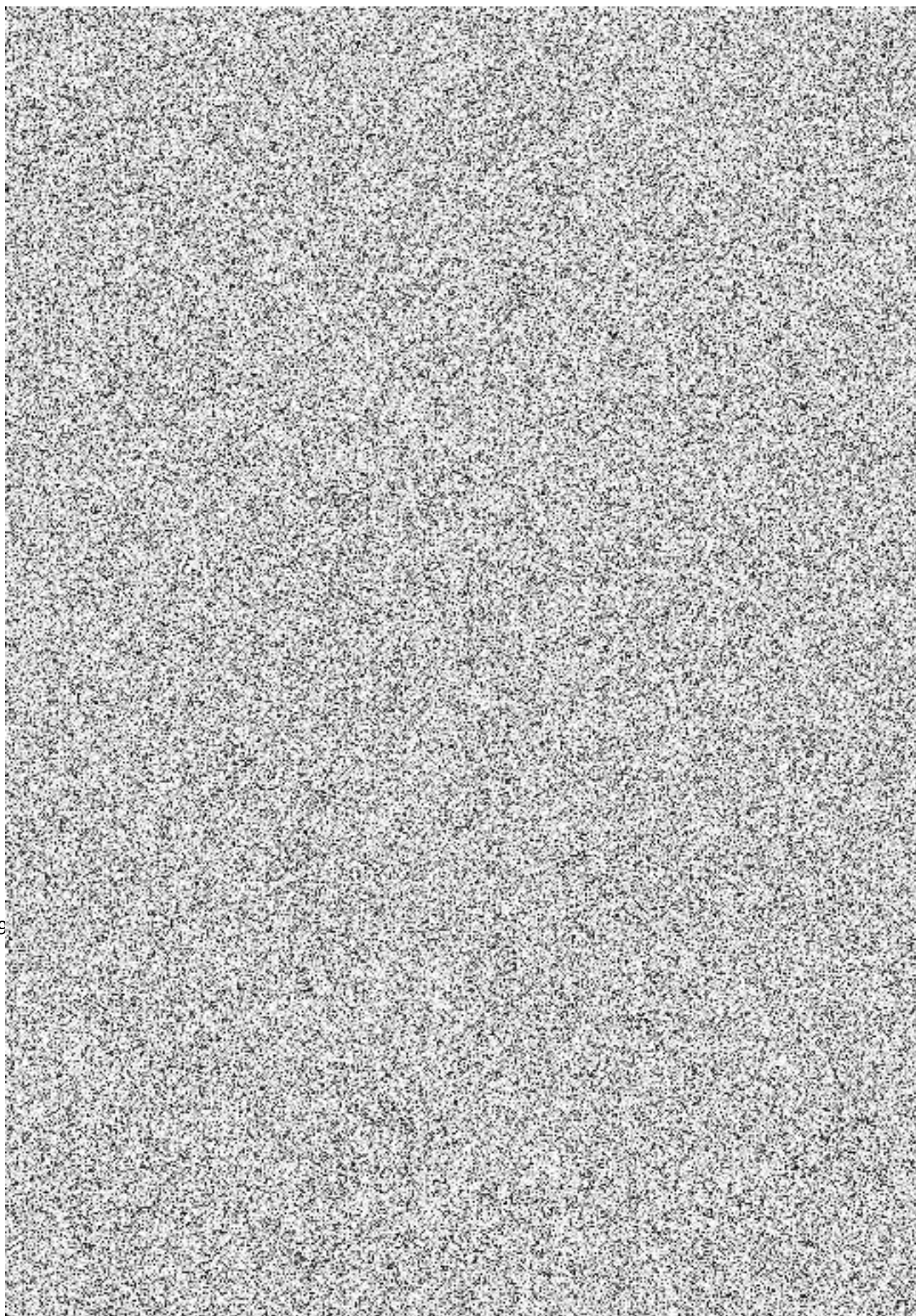




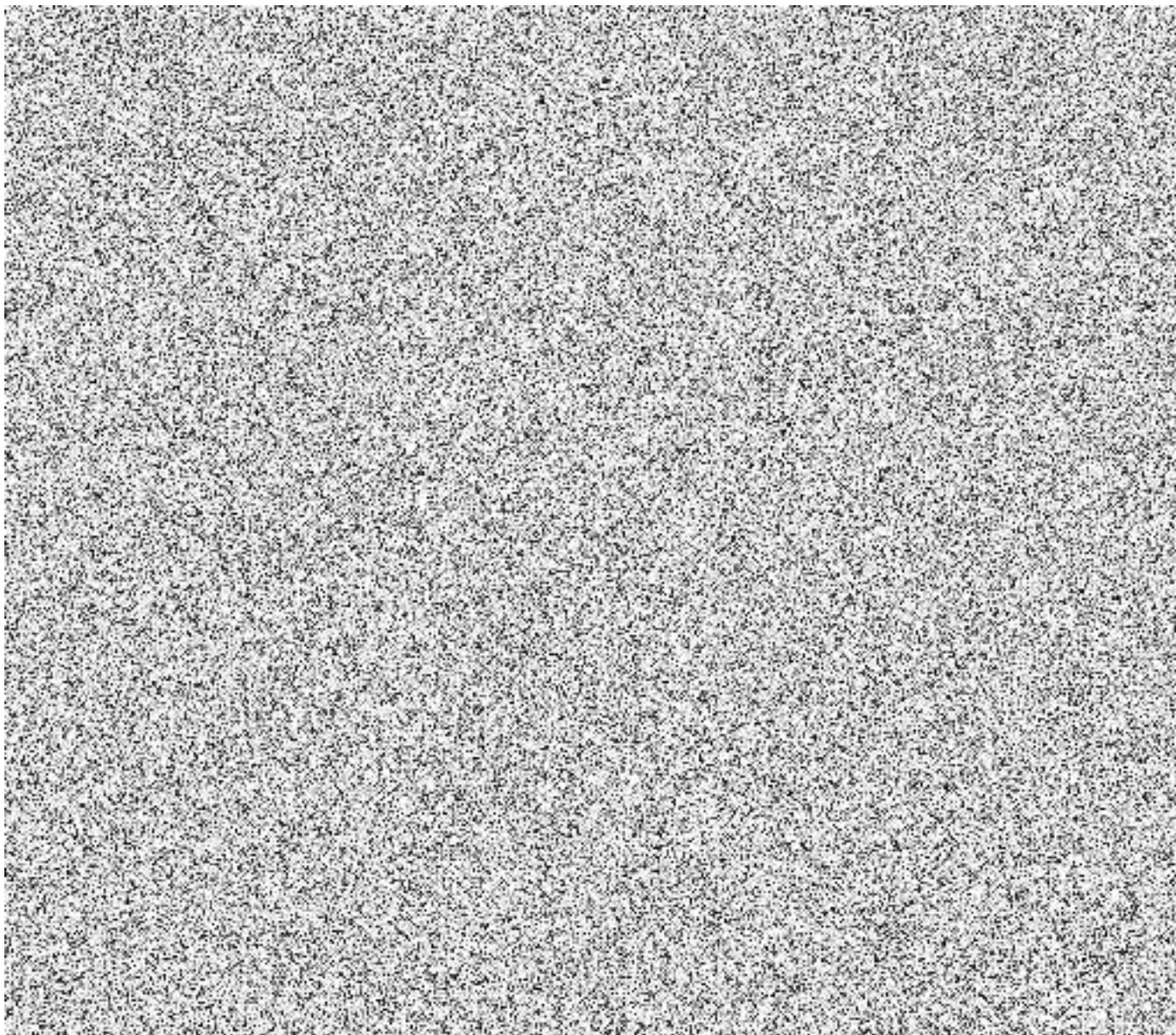








9



12 Subdodavatelé

- 12.1 Pokud DP objednává konstrukce DV-M nebo jejich části a podsestavy od schválených a prověřených subdodavatelů, je nutné, aby vyhověly všem požadavkům tohoto předpisu z důvodu zajištění požadované jakosti výroby/opravy k zajištění bezpečnosti provozu.
- 12.2 Subdodavatelé musí být certifikováni podle ČSN EN 15085 a ČSN EN ISO 3834 ve stupních vztahujících se k objednaným výrobkům nebo musí zajistit splnění požadavků vhodným způsobem. Tento postup musí být vždy schválen odpovědným svářečským dozorem DP.
- 12.3 Na základě zodpovědnosti DP, jako provozovatele drážních vozidel, musí odpovědný SD DP ověřit revizními návštěvami (kontrolami) schopnost subdodavatele zabezpečovat požadované jakostní provedení výroby/oprav v souladu s ustanoveními smlouvy a požadavky ČSN EN 15085 a ČSN EN ISO 3834.
- 12.4 Četnost kontrol je závislá na obtížnosti a rozsahu výroby/opravy. V případě oprav je rozsah a četnost kontrol větší. Způsob, rozsah a četnost kontrol stanoví odpovědný svářečský dozor.
- 12.5 Pro certifikační úroveň CL1 a CL2 dle ČSN EN 15085 musí SD nebo jeho zástupce provést tyto revize při zahájení výroby/opravy např. na první svařované konstrukci provedené subdodavatelem.

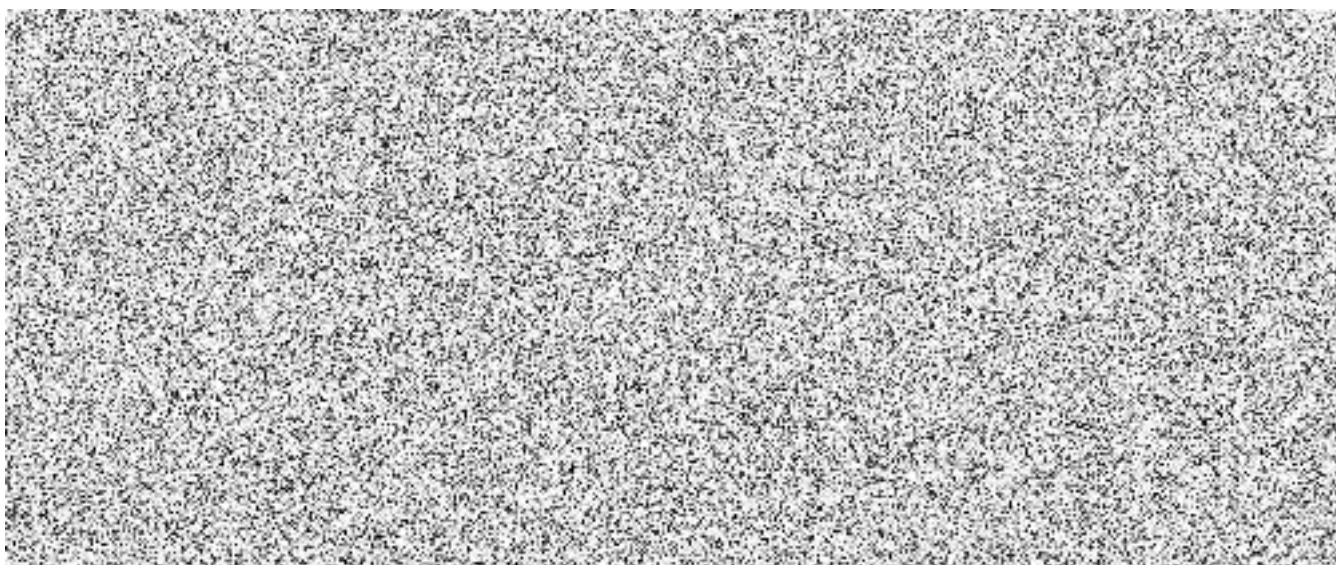
- 12.6 Pro výrobu/opravy v certifikační úrovni CL1 a CL2, může subdodavatel pro realizaci zakázky využít jiné (externí) dodavatele pouze v případě schválení odpovědným svářečským dozorem objednatele. Toto schválení musí být provedeno před zahájením výroby/opravy.

13 Prohlášení o shodě

- 13.1 Výrobce produktů pro DV-M musí sestavit a vydat prohlášení o shodě prokazující splnění stanovených smluvních požadavků, konstrukce a požadovaných technických specifikací.
- 13.2 Návod pro sestavení tohoto prohlášení o shodě musí být podle ČSN EN ISO/IEC 17050-1 a ČSN EN ISO/IEC 17050-2. Druh zkušebního certifikátu podle ČSN EN 10204 musí být odsouhlasen mezi zákazníkem a výrobcem.

14 Neshoda a nápravné opatření

- 14.1 Při řešení neshody a nápravných opatření se postupuje dle ČSN EN 15085-5 čl. 7 a ČSN EN ISO 3834.



***** Konec části D) *****

E) Obecné požadavky na provádění NDT

Účel

V souladu s ustanovením § 2 a § 34 vyhlášky MD č. 173/1995 Sb., kterou se vydává dopravní řád drah, ve znění pozdějších předpisů, zákona č. 266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů, byl vypracován tento dokument platný pro drážní vozidla dráhy speciální (metro), při údržbě, opravě, renovaci a modernizaci“.

1 Zkratky a definice

Níže uvedené zkratky a definice jsou platné pro metodiku zpracovanou touto normou.

1.1 Zkratky

APC	Certifikační sdružení pro personál
CPD	Certifikační středisko personálu defektoskopie
KCS	Kvalifikační a certifikační systém
MD	Ministerstvo dopravy České republiky
MT	Magnetická metoda
NDT	Nedestruktivní testování
OZM	Oprávérenská základna metra
Předpis V 3/1	Provozní předpis V 3/1 – Předpis pro údržbu a opravy elektrických vozů
RS	Průmyslový sektor: údržba železničních kolejových vozidel
TNŽ	Technická norma železnic
TP	Technologický postup
UIC	Mezinárodní unie železniční
UT	Ultrazvuková kontrola
VT	Vizuální kontrola
PT	Kapilární kontrola (Penetrační)

1.2 Definice

Cizí organizace - fyzická nebo právnická osoba, která vykonává sama nebo svými zaměstnanci, ale i dalšími osobami (např. subdodavateli a jejich zaměstnanci) na základě jiného než pracovněprávního vztahu - činnosti pro Zadavatele na základě smluvního vztahu, kterým bylo v souladu se zákonem č. 266/1994 Sb. o dráhách ve znění pozdějších předpisů sjednáno plnění povinností stanovených tímto dokumentem.

Část I

ORGANIZACE DEFEKTOSKOPICKÉ ČINNOSTI

1 Úvodní ustanovení

Nedestruktivní testování (defektoskopie) součástí vozidel metra je jednou z důležitých kontrolních činností, kterou se zabezpečují vysoké nároky na kvalitu a provozní bezpečnost testovaných součástí, a to jak nových tak i po opravě.

Defektoskopii určených součástí vozidel metra metodicky řídí a po odborné stránce dozoruje odborně způsobilá osoba s kvalifikací dle ČSN EN ISO 9712, kodexu UIC 960V, průmyslový sektor RS, minimálně 2. kvalifikační stupeň v metodách zkoušení UT, MT, PT, v metodě VT dle ČSN EN ISO 9712 a která je držitelem oprávnění pro osobu odborně způsobilou pro provádění revizí defektoskopie na drážních vozidlech (OOZ/RD-DV).

2 Všeobecné zásady

Pro zajištění bezpečného provozování dráhy a drážní dopravy dle Zákona o dráhách č. 266/1994 Sb., Vyhlášky č. 173/1995 Sb., v souladu s požadavky Zákona č. 22/1997 Sb. v platném znění a Předpisu pro údržbu a opravy elektrických vozů metra V 3/1, §5, odst. 2, musí být zajištěny všechny technické a administrativní činnosti vedoucí k udržení součástí nebo produktu v užitném a bezpečném stavu, nebo návrat do takového stavu, ve kterém může plnit požadovanou funkci. Z tohoto důvodu musí být, mimo jiné, stanoveny přípustné meze opotřebení na provozně důležitých částech vozidel metra, včetně mezí jeho funkčních parametrů v závislosti na vybavení, na způsobu použití a na technických požadavcích dráhy, na které je drážní vozidlo provozováno, tak, aby nebyly překročeny hodnoty mezních technických stavů, stanovených v technických podmínkách schváleného typu vozidla. U vozidel, jejichž technické podmínky byly schváleny před účinností Vyhlášky č. 173/1995 Sb., určuje přípustné meze opotřebení dopravce podle technické dokumentace výrobce tak, aby bylo zajištěno bezpečné provozování dráhy a drážní dopravy.

Z těchto důvodů je každý příslušný odborný útvar, provádějící opravy, údržbu nebo modernizaci vozů, nebo jejich součástí, povinen odpovědnému pracovníku defektoskopie poskytnout schválenou technickou dokumentaci pro tvorbu TP defektoskopických zkoušek a stanovení jejich rozsahů a četností u určených součástí vozidel metra před uvedením do provozu.

Provozovatel může výkon defektoskopické činnosti zajišťovat na základě svých platných smluv i s jiným zhotovitelem. K tomu aby provozovatel schválil výsledky provedených defektoskopických zkoušek, musí zhotovitel údržby a oprav prokázat kvalifikační, odbornou a zdravotní způsobilost svých zaměstnanců provádějících defektoskopické zkoušky dle platných ČSN a EN norem, UIC vyhlášek a tohoto předpisu

V souladu s § 1 Předpisu V 3/1 zajistí příslušný odborný útvar DP, případně smluvní zhotovitel údržby a oprav, výrobu kontrolních měrek (součásti s uměle vyrobenými vadami) pro tvorbu TP. Procesy výroby kontrolních měrek a TP řídí, příp. dozoruje osoba s kvalifikací dle ČSN EN ISO 9712, kodexu UIC 960 V, průmyslový sektor RS.

Tato osoba je povinna při tvorbě koncepce a rozsahu defektoskopických zkoušek při údržbě a opravách vozidel metra spolupracovat s pracovníky příslušné sekce Drážního úřadu.

Provozovatel, případně jeho smluvní zhotovitel údržby a oprav musí přijmout taková opatření, aby provozovaná vozidla a vozidla po údržbě a opravě splňovala ustanovení obecně platné legislativy a tohoto předpisu.

3 Povinnosti zhotovitele údržby a oprav

Zhotovitel údržby a oprav musí přijmout taková opatření, aby provozovaná vozidla metra splňovala zásady spolehlivé a bezpečné přepravy cestujících.

Zhotovitel údržby a oprav je oprávněn zřídit podle potřeby a rozsahu prováděných defektoskopických zkoušek účelový útvar defektoskopické služby.

Zhotovitel údržby a oprav je povinen defektoskopickou činnost organizačně začlenit tak, aby zaměstnanci při provádění a vyhodnocování zkoušek nebyli přímo závislí na plnění plánu oprav nebo tvorbě zisku.

Na provádění defektoskopických zkoušek nesmějí být uplatňovány metody normování práce.

Zhotovitel údržby a oprav musí dbát o řádný a spolehlivý výkon defektoskopické činnosti, zejména musí zajistit:

obsazení defektoskopické služby dostatečným počtem zaměstnanců, kteří splňují kvalifikační, odbornou a zdravotní způsobilost pro daný rozsah a četnost prováděných defektoskopických zkoušek,

dostatečné a vhodné prostorové vybavení defektoskopických pracovišť a odpovídající pracovní podmínky,

vybavení odpovídající přístrojovou technikou a nezbytným příslušenstvím, v dostatečném počtu pro daný rozsah a četnost prováděných defektoskopických zkoušek,

vybavení defektoskopických pracovišť potřebnými ochrannými a pracovními pomůckami.

Zhotovitel údržby a oprav odpovídá za bezchybný technický stav, spolehlivost a platné certifikace a kalibrace defektoskopické techniky.

4 Kvalifikace a certifikace osob

Pro kvalifikaci a certifikaci osob v oboru defektoskopického zkoušení při údržbě a opravách vozidel metra jsou závazné požadavky definované zejména v normě ČSN EN ISO 9712 a kodexu UIC 960V, případně ve specifikacích (návodkách) na konkrétní kontrolovanou součást, ve kterých jsou rovněž stanoveny požadavky na zrakové schopnosti. Každá osoba, která je pověřena činností v oboru defektoskopického zkoušení, musí mít platnou certifikaci a to pro každou jednotlivou metodu, kterou při zkoušení používá.

Certifikace vydává nezávislý akreditovaný certifikační orgán, který pro tuto činnost vlastní příslušná povolení. Jsou to např. CPD – certifikační středisko defektoskopie pro personál, nebo APC – certifikační sdružení pro personál.

Odborně způsobilá osoba, pověřená řízením defektoskopické činnosti při údržbě a opravách vozidel metra, musí splňovat minimálně 2. kvalifikační stupeň pro každou jednotlivou metodu defektoskopie, která se při údržbě a opravách používá.

5 Certifikace v oboru NDT

Základní názvosloví:

UIC – Mezinárodní unie železniční

APC – Certifikační sdružení pro personál

CPD – Certifikační středisko personálu defektoskopie

RS – Průmyslový sektor: údržba železničních kolejových vozidel

KCS – Kvalifikační a certifikační systém

KCS – Kvalifikační a certifikační systém:

Std – 301/E/95 - Dle novelizované směrnice CSNZ č. 1992. V rámci jednotlivých metod nejsou žádné specializace (průmyslové obory)

Std – 101/E/95 - Dle normy ČSN EN ISO 9712

Tato certifikace obsahuje následující průmyslové podsektory:

c- zkoušení odlitků

f - zkoušení výkovků

v- zkoušení svarů

t- zkoušení trubek (včetně výrobních svarů)

wp - zkoušení ostatních materiálů (plechy, tyčovina, profily atd)

EN ISO 9712 UIC 960V RS - Dle normy ČSN EN ISO 9712 a kodexu UIC 960V

Tato certifikace obsahuje následující průmyslové podsektory:

D – dvojkolí

P – podvozky, spojení (svary, atd.)

Dle normy ČSN EN ISO 9712 čl. 5.5 doplněné kodexem UIC 960V je zaměstnavatel ve vztahu k certifikovaným zaměstnancům odpovědný zejména za následující činnosti:

- a) vystavení písemného pověření k činnosti,
- b) zajištění každoročního ověření zrakových schopností dle požadavků specifikovaných v čl. 7.4 a),
- c) pravidelné ověření nepřetržité činnosti v používání metod NDT bez významného přerušení.

***Poznámka:** Druh certifikace a sektoru se aplikuje dle oblasti průmyslu nebo technologie, kde se používají zvláštní činnosti NDT, které vyžadují ve vztahu k danému zkoušenému předmětu specifické znalosti, dovednosti, přístroje nebo školení. Sektor může být vztažen na výrobek (svařování, odlitky, výkovky, apod) nebo na průmysl (letecký, údržba železničních kolejových vozidel, provozní zkoušení, ...) Pokud je certifikace pracovníků NDT definovaná v normách, ve směrnících nebo ve specifikacích, vyžaduje se certifikace pracovníků NDT v souladu příslušného certifikátu.*

6 Povinnosti a pravomoci pracovníků defektoskopie

Pracovníci defektoskopie provádí zkoušky celistvosti součástí podle schválených technologických postupů, platných norem a předpisů a všechny zkoušky řádně evidují. Do dokladů vozidel potvrzují provedení určených zkoušek. V případě potřeby vystavují protokoly o výsledku zkoušek.

Řízením defektoskopické činnosti při opravách a údržbě vozidel metra může být pověřen pracovník s minimálně 2. kvalifikačním stupněm certifikovaným dle ČSN EN ISO 9712 a kodexu UIC 960V RS.

Pracovník pověřený řízením defektoskopické činnosti plní zejména tyto povinnosti:

- a) na požádání předkládá podklady o provedených defektoskopických zkouškách a poskytuje informace o činnosti své a ostatních pracovníků defektoskopie,
- b) předkládá průběžně ke schválení a k evidenci směrnice pro defektoskopické zkoušení součástí vozidel metra vypracované pro potřebu svého defektoskopického pracoviště,
- c) předkládá průběžně požadavky na kvalifikaci a certifikaci zaměstnanců,
- d) předkládá průběžně přehled o technickém a morálním stavu defektoskopické techniky, předkládá požadavky na technické vybavení a nákup komponentů.

Dále zajišťuje i následující činnosti:

- a) projednává závažné záležitosti s ostatními útvary opravce (kontrolní zjištění, návrhy, opatření, atd.),
- b) podává informace o velikosti a četnosti vad, zjištěných při defektoskopických zkouškách a vyhodnocených podle kritérií příslušného technologického postupu, určenému zaměstnanci opravce k dalšímu rozhodnutí,
- c) potvrzuje protokoly pro uložení do dokladů vozidla,
- d) zpracovává přehled o zkoušených a vyřazených součástech vozidel metra,
- e) stanovuje místní orientační pracovní podmínky defektoskopických zkoušek na jednotlivé součásti vozidel metra s ohledem na místní podmínky dislokace zkušebních stanovišť, skladbou sortimentu a nepravidelnosti přístavby součástí ke zkoušce, atd. Tato pracovní podmínky nesmí zahrnovat práci na demontáži, čištění a dopravu součástí na zkušební stanoviště,
- f) určuje počet kusů potřebného přístrojového vybavení pro jednotlivé zkušební metody,
- g) provádí ostatním pracovníkům instruktáže k problematice defektoskopických zkoušek v rozsahu a četnosti podle potřeby defektoskopického pracoviště,
- h) zabezpečuje dodržování platných právních předpisů v oblasti životního prostředí při provádění defektoskopických zkoušek,
- i) soustavně sleduje vývoj defektoskopie v ČR i v zahraničí a udržuje metody zkoušení vozidel metra na vysoké profesionální úrovni s cílem zajistit bezpečnost a spolehlivost vozidel metra.
Každý pracovník s 1. nebo 2. kvalifikačním stupněm je povinen vykonávat defektoskopické zkoušky součástí podle schválených technologických postupů nebo směrnic, v souladu a v rozsahu své platné certifikace. Odpovídá za způsob provedení zkoušky a její vyhodnocení. Podle výsledků zkoušek navrhuje součásti k vyřazení.

Pracovník s 1. kvalifikačním stupněm:

je oprávněn provádět NDT zkoušky podle písemných instrukcí pod dohledem personálu s minimálně 2. kvalifikačním stupněm,

nesmí být odpovědný za výběr použité zkušební metody nebo techniky ani za stanovení výsledků,

pokud má nejasnosti při vyhodnocení některých indikací vad, musí požádat pracovníka s min. 2. kvalifikačním stupněm v oboru o konečné posouzení celistvosti součásti.

Pracovník s 2. kvalifikačním stupněm je oprávněn:

- a) ověřovat výsledky zkoušek provedených pracovníkem s 1. kvalifikačním stupněm,
- b) odborně vést pracovníky při jejich přípravě na kvalifikační zkoušky,
- c) provádět NDT zkoušky podle zavedených nebo uznávaných písemných instrukcí,
- d) vypracovat směrnici pro defektoskopické zkoušky součástí vozidel pro vlastní potřebu pracoviště. Tato směrnice podléhá schválení pracovníkem s 3. kvalifikačním stupněm.

Pracovník s 3. kvalifikačním stupněm je oprávněn:

- a) převzít plnou odpovědnost za provádění nedestruktivních zkoušek,
- b) ověřovat výsledky zkoušek provedených pracovníky s 1. a 2. kvalifikačním stupněm,
- c) zavádět a potvrzovat NDT instrukce a technologické postupy,
- d) zvolit NDT metodu s určením NDT techniky a účastnit se stanovení kritérií pro přípustnost v případě, kdy instrukce a technologické postupy nejsou k dispozici,
- e) provádět NDT zkoušky bez technologických postupů, pokud nejsou k dispozici.

Každý pracovník defektoskopické služby si sám dbá o udržování platnosti své certifikace.

Každý pracovník obecně odpovídá za:

- a) správný výkon pracovní činnosti vyplývající z jeho funkčního zařazení,
- b) škody, které způsobil nesprávným výkonem své pracovní činnosti.

7 Způsob práce

Dle Zákona o dráhách č. 266/1994 Sb., § 58 a 59, vykonávají kontrolu defektoskopické činnosti u DP drážní správní úřady a Drážní inspekce. Opravce vozidel metra musí jeho pracovníkům umožnit vstup na pracoviště a pro účel kontroly poskytnout veškerou součinnost a požadovanou dokumentaci.

Defektoskopické zkoušky se provádějí výhradně podle uvedených a schválených metodických pokynů a k nim příslušných technologických postupů (návodů):

- a) OZM I - pro zkoušení ultrazvukem – UT (část II. tohoto dokumentu),
- b) OZM II - pro zkoušení elektromagnetickou metodou – MT (část III. dokumentu),
- c) OZM III - pro zkoušení kapilární metodou – PT (část IV. dokumentu),
- d) OZM IV - pro zkoušení metodou vizuální – VT (část V. dokumentu),

Pro každý jednotlivý druh zkoušené součásti musí být vypracován technologický postup (návodka) pro zkoušení a vyhodnocení dané součásti.

Veškeré zkoušené součásti vozidel, včetně výsledku zkoušky, musí být evidované a lehce vyhledatelné. Záznamy mohou být písemné, nebo na elektronických nosičích. Záznamy musí být evidovány u pracovníka, pověřeného řízením defektoskopické činnosti, který je povinen pravidelně ověřovat způsob jejich vyplňování.

Způsob označování přezkoušených, příp. vyřazených součástí vozidel metra je předepsán v příslušných metodických pokynech nebo technologických postupech. Ty určují způsob značení provedených defektoskopických zkoušek u jednotlivých součástí a způsob značení součástí navržených na vyřazení, včetně odpovědnosti pracovníků za jejich fyzické vyřazení. Se způsobem označování součástí musí být prokazatelně seznámeni příslušné útvary opravce a zaměstnanci technické kontroly a přejímky.

Přístrojová technika a příslušenství používané při defektoskopických zkouškách vozidel metra a podléhající pravidelným kalibracím, musí být periodicky ověřované certifikovanou laboratoří.

8 Defektoskopické pracoviště – pracovní podmínky a vybavení

Pracoviště, na kterých se provádějí defektoskopické zkoušky, jsou stálá, výjimečně přechodná. Za stálé defektoskopické pracoviště se považují jak centrální zkušebna, tak i pracoviště v opravárenských linkách. Na defektoskopickém pracovišti, nebo v jeho bezprostřední blízkosti, se nesmějí vykonávat činnosti, které rozptylují pozornost zaměstnance při provádění zkoušek nebo činnosti ohrožující jeho bezpečnost a zdraví. Teplota povrchu součástí určených ke zkoušení musí být v rozmezí +1°C až +50°C a pro zkoušku kapilární metodou +5°C až +50°C. Teplota se měří dotykovým teploměrem.

Stálé defektoskopické pracoviště musí být umístěno v prostředí chráněném proti povětrnostním vlivům. Teplota ovzduší +20°C s tolerancí -5°/ +15°C.

Přechodné pracoviště pro krátkodobé zkoušky musí splňovat tyto podmínky:

- a) teplota ovzduší při zkoušení ultrazvukem minimálně +5°C,
- b) teplota ovzduší při zkoušení magnetickou metodou práškovou polévací minimálně +1°C. Pro zkoušení za nižších teplot lze použít detekční tekutinu na bázi petroleje, přitom je nutno provést opatření k ochraně prostředí. Z hygienických důvodů se nedoporučuje její dlouhodobé požívání,

- c) teplota ovzduší při zkoušení kapilární metodou minimálně $+5^{\circ}\text{C}$. Při zkoušení za nižších teplot klesá citlivost zkoušky, proto se musí použít zvláštní postup přípravy součásti ke zkoušce, např. místní ohřev zkoušeného místa,
 - d) při teplotách ovzduší pod $+10^{\circ}\text{C}$ musí mít zaměstnanec po každé hodině zkoušení přestávku na ohřátí rukou. Délka přestávky se stanovuje v závislosti na poklesu teploty, minimálně 10 min. Tento čas se musí započítat do místních orientačních pracností pro zkoušení při těchto nižších teplotách,
 - e) zaměstnanec, zkušební zařízení a zkoušená součást musí být při provádění zkoušky chráněny proti nepříznivým povětrnostním vlivům (dešťník, celta, stan, apod.).
- Vybavení zaměstnanců osobními ochrannými prostředky musí být dle platného předpisu o bezpečnosti a hygieně práce.

Defektoskopická služba musí mít pro vedení veškeré evidence defektoskopických zkoušek, pro uložení přístrojů, zkušebních sond, měřidel, apod., vyčleněn pracovní prostor, nejlépe uzamykatelnou místnost. Tento prostor musí být vybaven odkládacími stoly, policemi, uzamykatelnými plechovými skříněmi, kancelářským nábytkem a běžnými rýsovacími pomůckami. Při zpracování agendy na PC musí být denně po zkouškách umožněn vstup na PC. Agenda evidence zkoušek, defektoskopické přístroje, zkušební sondy, měřidla, razítka, apod. musí být zajištěna proti neoprávněným zásahům nebo zcizení.

Defektoskopické pracoviště je nutné vybavit v závislosti na sortimentu zkoušených součástí vozidel metra:

- a) speciální stojany na uložení srovnávacích měrek (etalonů),
- b) nádobami na jímání ropných produktů používaných při zkoušení a nádobami na odpad znečištěný ropnými produkty,
- c) ručním nářadím: jemný pilník, ocelová škrabka, drátěný kartáč, ruční el. vrtačka (k vrtačce drátěný kotouč, stopkové brusné kotouče), dotykový teploměr, klešťový ampérmetr, posuvné měřítko, ocelové pravítko, pilka na železo, smirkové plátno, rozpouštědla na barvy, nádoby a štětce na vazební prostředek, nádoby na detekční kapaliny, nádoby a štětce na barvy, ruční přepravní vozík, případně dalšími pomůckami podle potřeby.

Část II

ULTRAZVUKOVÁ KONTROLA SOUČÁSTÍ VOZIDEL METRA (UT)

1 Použitelnost metody

Ultrazvukem jsou dobře zjistitelné vady plošného charakteru, kdy rovina vady je přibližně kolmá na směr šíření vlnění. Obtížně jsou však zjistitelné vady umístěné rovnoběžně se směrem vlnění. Je možné určit polohu vady, že se jedná o plošnou, nebo objemovou vadu a přibližně určit velikost vady. Výhodou ultrazvuku je téměř okamžitý výsledek zkoušky, nižší cena zkušebního zařízení, než u prozařování a snadné zkoušení větších tloušťek. Nejsou také potřeba žádná zvláštní a nákladná bezpečnostní opatření, jako u prozařování. Pracovník kontroly musí být velmi zkušený, aby výsledky byly hodnověrné. Nevýhodou je obtížné rozpoznání druhu vady.

2 Princip metody

- a) Tato zkouška je založena na principu odrazu vlnění na rozhraní dvou prostředí, která mají odlišné vlastnosti při šíření tohoto vlnění. Mechanické vlnění se šíří celistvým prostředím určitou rychlostí, která je závislá především na druhu prostředí a na frekvenci vlnění. Pokud se náhle změní druh prostředí, změní se náhle i poměry v šíření vlnění na rozhraní dvou různých prostředí. Říkáme, že se vlnění láme nebo odráží. Dá se tedy říci, že je tato metoda založena na principu šíření akustického vlnění zkoušeným předmětem, jeho reakci na změny ve zkoušeném předmětu a následnou registraci.

Zdroje ultrazvukových impulsů jsou ultrazvukové zkušební sondy, jejichž základním prvkem je elektroakustický měnič. Tyto měniče mění elektrický signál na mechanický a naopak, a nejčastěji se používají měniče piezoelektrické. Podle druhu vln, které sonda vysílá a přijímá, se dělí sondy na přímé a úhlové. Jako indikátor se používá obrazovka, na jejímž stínítku se zobrazují vysílané a přijímané impulsy. V okamžiku vysílání se na obrazovce objeví vysílací impuls (počáteční echo) a koncové echo (koncové echo se zobrazí pouze při zkoušení součásti s protilehlým povrchem kolmým na směr šíření ultrazvukového svazku). Mezi nimi jsou potom případná echa signalizující vadu v kontrolovaném výrobku. Vzdálenost mezi počátečním a koncovým echem je přímo úměrná tloušťce základního materiálu.

- b) Nejjednodušší metodou zkoušení ultrazvukem je metoda průchodová. Vady v materiálu jsou překážkou, za níž se vytvoří ultrazvukový stín, tj. akustický tlak procházející ultrazvukové vlny se sníží. Na dvou protilehlých površích se souose umístí vysílací a přijímací sonda. Základem metody je měření hodnoty ultrazvukové energie, která projde zkoušeným předmětem. Pokud je mezi vysílačem vada, akustický tlak poklesne a tím zjistíme, že je v materiálu vada. Tato metoda je vhodná pro zkoušení výrobků menších tloušťek s rovnoběžnými povrchy přístupnými z obou stran. Nevýhodou je nemožnost odlišit, zda pokles akustického tlaku je v důsledku vady nebo nedokonalým akustickým navázáním. Další nevýhodou je, že se musí použít dvě oddělené ultrazvukové sondy, které musí být umístěny souose. Tato metoda při údržbě a opravách železničních kolejových vozidel je prakticky nepoužitelná.
- c) Nejrozšířenější je metoda odrazová – impulsová. Je všestranně použitelná a poskytuje informace nejen o vadách, ale i o struktuře materiálu, rozměrech atp. Princip metody spočívá ve vysílání krátkého ultrazvukového impulsu, který se odráží od všech rozhraní (vad i povrchů), vrací se zpět do sondy a časový průběh je zobrazován na obrazovce. Generátor tedy vybudí ultrazvukovou sondu, která vysílá i přijímá ultrazvukové impulsy a je akusticky

navázaná na zkoušené prostředí. Impulsy se odrážejí od vad a od povrchu materiálu a vracejí se zpět do sondy. Impulsová odrazová metoda dává informaci o vzdálenosti odrazové plochy podle zpoždění, s nímž se odražený impuls (echo) vrátí do sondy a o velikosti odrazové plochy podle výšky echa. Výhodou této metody je možnost vysílat i přijímat jednou sondou a lze tedy kontrolovat i výrobky přístupné pouze z jedné strany.

3 Názvosloví

- a) **Ultrazvuk** - mechanické vlnění nad 20 kHz. Tento kmitočet normální lidský sluch nevnímá.
- b) **Prozvučování** - zavádění ultrazvuku do prostředí materiálu nápravou.
- c) **Ultrazvukový impulsový defektoskop** - zařízení sloužící k vysílání, přijímání a zpracování ultrazvukových impulsů pro účely zjišťování jakosti materiálu.
- d) **Ultrazvuková sonda** - zařízení obsahující jeden nebo více elektroakustických měničů, které zajišťují vysílání a přijímání ultrazvukového vlnění.
- e) **Jmenovitý kmitočet sondy** - údaj o zabudovaném piezoelektrickém měniči, který výrobce udává v označení sondy. Označuje se "f", udává se v jednotkách MHz.

Předsádka - těleso (plexi, fólie) vložená mezi vyzařovací plochu sondy a zkušební povrch.

Lomový klín (plexiklín) - předsádka zajišťující žádaný úhel lomu ultrazvukového svazku.

Bod výstupu - místo na sondě v němž osový paprsek ultrazvukového svazku vystupuje ze sondy.

Echogram - zobrazení ultrazvukových ech na stínítku obrazovky.

Indikace - zobrazení jednotlivých ech, impulsů nebo signálů na echogramu.

Počáteční impuls - indikace vznikající v okamžiku vybuzení měniče, značí se PI.

Koncové echo - indikace od protilehlého povrchu prozvučovaného tělesa, značí se KE.

Vadové echo - indikace od vady materiálu, značí se VE.

Rušivé echo - indikace vzniklá v jiném prostředí než ve zkoušeném materiálu, značí se RE.

Nežádoucí echo - indikace vzniklá ve zkoušeném prostředí, znesnadňující vyhodnocení echogramu (např. hrana osazení na nápravě), značí se NE.

Vedlejší echo - indikace vzniklá vlnovou transformací, značí se TE.

Vícenásobná echa - indikace vzniklé několikanásobným odrazem od téhož rozhraní, značí se 1VE, 2VE atd.

Kontrolní echo - indikace sloužící ke kontrole činnosti zkušebního zařízení, značí se KO.

Skupina ech - indikace těsného seskupení několika ech, značí se uvedenými značkami podle původu ech.

Rušivý impuls - indikace signálu, která není ultrazvukového původu. Původ této indikace je potřebné zjistit a výskyt na echogramu odstranit.

Výška echa - rozměr indikace na stínítku obrazovky. Označuje se H, rozměr se udává v mm.

Velikost echa - hodnota nastavení atenuátoru v dB, při kterém dosahuje výška indikace echa stanovené porovnávací úrovně.

Dráha ultrazvukového paprsku - nejkratší vzdálenost od bodu jeho vstupu do zkoušeného prostředí k místu odrazu, značí se "Sm" a udává se mm.

Odstup sondy - vzdálenost mezi normálami v bodě vstupu osového paprsku ultrazvukového svazku a místem dopadu na odrazovou plochu ve zkoušené oblasti, značí se "a" nebo "x" a udává se v mm.

Zkušební rozsah - délka časové základny odpovídající dráze ultrazvukového paprsku, upravená na využitelný rozměr stínítka obrazovky. Rozměr zkušebního rozsahu se udává v mm.

Zkušební povrch - část součásti (nápravy), z jehož povrchu se provádí zkoušení.

Zkoušená oblast - prostor zkoušeného předmětu, který se při ultrazvukovém zkoušení hodnotí.

Sledovaný úsek - vymezená část zkušebního rozsahu na obrazovce defektoskopu, ve které je možno očekávat výskyt vadových indikací.

Zkušební dráha - posuv sondy při zkoušení, udává se poloměr přiložení R nebo délka dráhy v mm.

Přirozená vada - vnitřní nebo povrchová necelistvost materiálu, vzniklá při technologickém procesu nebo za provozu součásti následkem mechanického namáhání, značí se PV.

Umělá vada - necelistvost definovaného tvaru a velikosti, záměrně vyrobená v součásti, měrce nebo etalonu, značí se UV.

Náhradní délka vady - největší rozměr vady stanovený z posuvu sondy po obvodu nápravy, při kterém dojde k poklesu velikosti indikace echa od porovnávací úrovně o 10 dB.

Náhradní hloubka vady - největší rozměr vady, ve směru od povrchu nápravy stanovený porovnáním velikosti indikace vadového echa od předepsané umělé vady s maximální velikostí indikace vadového echa od přirozené vady.

Citlivost zkoušení - nastavení defektoskopu, při kterém se předepsaná umělá vada projeví indikací vadového echa obsahující svoji výšku porovnávací úrovně.

Porovnávací úroveň výšky indikací ech - vymezena vodorovnou přímkou vedenou na stínítka obrazovky v oblasti stálé charakteristiky zobrazení indikací ech, značí se PU a udává se v mm. Zpravidla se porovnávací úroveň určuje v 1/3 rastru obrazovky, to je cca 40 % výšky echa na rastru obrazovky (u přístrojů firmy Krautkrämer druhá linie rastru).

Vyhledávací citlivost - citlivost zkoušení zvýšená o předepsaný počet dB.

Mezní citlivost - hodnota citlivosti zkoušení, která se zjišťuje za definovaných podmínek na kontrolní měrce č. 1, značí se MC a udává se v dB.

Vazební prostředí - látka sloužící k vytvoření akustické vazby.

Ostatní názvosloví je uvedeno v ČSN EN 1330-4 – Nedestruktivní zkoušení – Terminologie – Část 4: Termíny používané při zkoušení ultrazvukem.

Názvy jednotlivých částí nápravy, případně dvojkolí, se zásadně používají podle Pokynu pro opravu dvojkolí vozidel metra č. 30-2010 v souladu s TNŽ 28 2105 – Dvojkolí- Názvosloví.

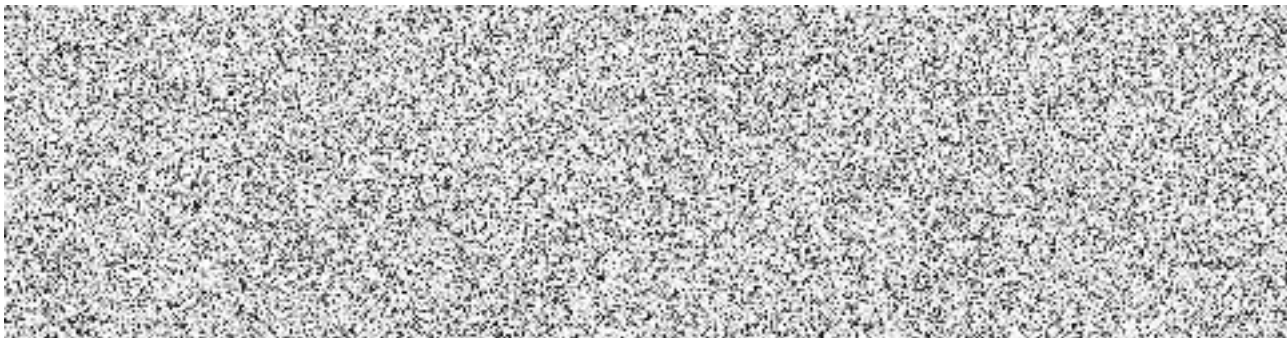
4 Všeobecně

Celistvost součástí se zkouší podle předepsaných technologických postupů ručně ultrazvukem impulsovou odrazovou metodou.

Zkoušky ultrazvukem podle technologických postupů je oprávněn provádět kvalifikovaný a způsobilý personál. Pro prokázání této kvalifikace se vyžaduje, aby personál byl certifikován podle ČSN EN ISO 9712 a kodexu UIC 960 V průmyslový sektor: údržba železničních kolejových vozidel – RS (Railroads rolling stock maintenance), minimálně v I. kvalifikačním stupni pro obor ultrazvuk.

Defektoskopický pracovník s I. kvalifikačním stupněm musí, pokud má nejasnosti při vyhodnocení některých indikací vad, požádat pracovníka s II. kvalifikačním stupněm v oboru o konečné posouzení celistvosti součástí.

Zkoušet celistvost součástí ultrazvukem bez technologického postupu je oprávněn pouze defektoskopický pracovník s kvalifikací II. a III. stupně a to jen se souhlasem nadřízeného orgánu.



Počet předsádek se volí v takovém množství, aby jimi mohly být vybaveny všechny přímé sondy. Počet a typ plexiklinů je dán potřebou zkušební činnosti podle technologického postupu.

Kabelové koaxiální spoje u jedné ultrazvukové sondy se doporučuje v množství po dvou kusech. Je-li souprav stejného typu více, postačí v rezervě po jednom kuse. Délka koaxiálního kabelu musí být minimálně 1,5 m. Zaměňovat koaxiální kabely o různých impedancích se nedoporučuje.

Ve speciálním vybavení nesmí chybět kontrolní měrka č. 1 (K1) a srovnávací měrky. Jako nouzovou lze použít kontrolní měrku č. 2 (K2). Způsobnost měrek musí být ověřena atestem.

Pro zajištění kontaktní akustické vazby se doporučují tato vazební prostředí:

- a) mezi sondu a předsádku ložiskový olej (lepší proti vysychání – glycerinová vazelína, včelí vosk), při usazování předsádky je nutné odstranit vzduchové bubliny na ploše styku s měničem,
 - b) mezi sondu a zkušebním povrchem ložiskový mazací tuk, např. LV 2-3
- K ostatnímu příslušenství pro zkoušení součástí patří ještě pomůcky podle katalogu pracovních prostředků a dále ocelová škrabka, jemný pilník, smirkové plátno o zrnitosti 80 - 150, čistý suchý hadr.

Defektoskopický pracovník při kontrole používá ochranné prostředky proti biologickým účinkům ve styku s vazebním prostředím.

Pracoviště, na kterých se provádějí defektoskopické zkoušky jsou stálá, výjimečně přechodná.

Na stálém defektoskopickém pracovišti musí být vždy k dispozici kontrolní a srovnávací měrky (etalony). Stálé defektoskopické pracoviště je umístěno v prostředí nerozptylujícím pozornost pracovníka vykonávajícího zkoušku součástí, teplota ovzduší nesmí klesnout pod 15°C. Teplota ovzduší na přechodném pracovišti může být minimálně 5°C, nesmí však nepříznivě ovlivnit kvalitu defektoskopické zkoušky.

Doporučuje se, aby teplota materiálu součásti zkoušené ultrazvukem byla v rozmezí 5 až 50°C.

S ultrazvukovými přístroji před vlastní zkušební činností je nutné postupovat dle návodu výrobce

5 Příprava ke kontrole

Součást (náprava) musí být pro ultrazvukovou zkoušku důkladně připravena mimo defektoskopické pracoviště. V rámci této přípravy je nutné provést následující úkony:

- a) očištění povrchu – čela, výkružky a dřík nápravy jsou zbaveny nečistot, hrubých nánosů barvy, rzi, maziva nebo prachu a celá náprava se vytře do sucha,
 - b) předepsané zkušební povrchy se upraví tak, aby jejich tvar a rozměry odpovídaly výrobnímu výkresu, na čelech nápravy se odstraní nerovnosti od vyraženého označení dvojkolí a vystouplé okraje středících důlků a děr se závitem, na povrchu válcové části nápravy nesmí být kovové výstupky způsobené mechanickým poškozením,
 - c) demontují se takové součásti dvojkolí, které omezují ultrazvukovou zkoušku.
- Příprava ke kontrole na defektoskopickém pracovišti spočívá v provedení následujících úkonů:

- a) bezpečné ustálení součásti (dvojkolí, nápravy) pro zkušební činnost,
- b) zjištění a záznam evidenčních údajů součásti (dvojkolí, nápravy),
- c) nanesení vazebního prostředí,
- d) nasazení, případně uchycení vodících přípravků a měřidel,
- e) výběr zkušebních sond předepsaných technologickým postupem,
- f) osazení přímých sond plexiklínou a ochrannými předsádkami,
- g) kontrola provozuschopnosti zkušební techniky zjištěním mezní citlivosti u všech zkušebních
- h) sond daných technologickým postupem.

Hodnota mezní citlivosti se zjistí na atenuátoru defektoskopu, když výška indikace koncového echa (KE) od předepsané odrazové plochy na kontrolní měrce č. 1 dosáhne porovnávací úrovně (PU).

Mezní citlivost se běžně zjišťuje při vyraženém regulátoru šumu.

Jestliže dosedací plocha úhlové sondy má válcový tvar, je vhodnější použít kontrolní měrku č. 1 se zaoblenou příložnou plochou.

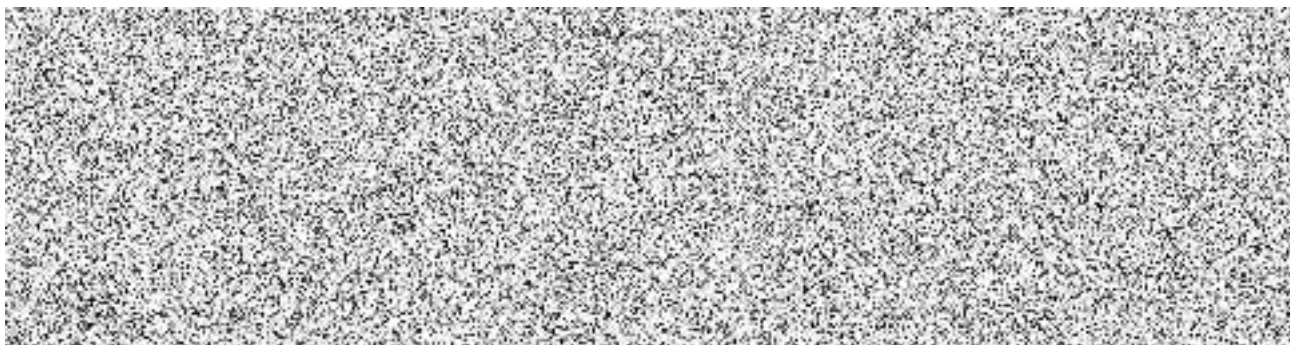
Do přípravy ke zkoušce celistvosti součásti patří zjištění stavu prozvučitelnosti materiálu. Pokud není technologickým postupem předepsáno jinak, prozvučitelnost se zásadně zjišťuje přímou sondou o průměru měniče 20-24 mm a kmitočtem 2 MHz. Není-li možno z prostorových důvodů použít uvedenou sondu, použije se přímá sonda s měničem o průměru minimálně 10 mm a kmitočtem 2 MHz.

Přímá sonda vybraná pro zkoušku prozvučitelnosti musí dosáhnout takové hodnoty mezní citlivosti, aby na atenuátoru zůstala rezerva pro zvýšení citlivosti zkoušení alespoň 40 dB.

Zkušební rozsah při zkoušce prozvučitelnosti se nastaví podle délky nápravy zpravidla 2500 mm. Zkušební sonda se přikládá na čelo nápravy, přibližně na poloměr $R = 35$ mm postupně po kružnici o daném poloměru v intervalu 15 mm a přitom se zjišťuje výška koncového echa. Kontrola prozvučitelnosti se provádí z obou stran nápravy.

Není-li možno se sondou o kmitočtu 2MHz docílit koncového echa o výšce dosahující porovnávací úrovně (PU) ani při max. citlivosti zkoušení, jedná se o nápravu s nedostatečnou prozvučitelností. Taková náprava se již v této fázi kontroly bez dalšího ověřování vyřadí natrvalo z provozu.





6 Nastavení parametrů přístroje pro kontrolu náprav

Pro celkovou orientační zkoušku celistvosti nápravy a zejména dřívku se používá přímé sondy, viz body 5.6 až 5.10

Pro zkoušení celistvosti čepové oblasti nápravy a přilehlé části se zpravidla používá přímých sond s měničem [REDACTED] ve spojení s plexiklínem. Úhel plexiklínu je volen podle geometrie zkoušených partií.

Pro kontrolu celistvosti dalších oblastí nápravy se používá úhlových sond [REDACTED]

[REDACTED] Vhodnější bývají sondy s větší dosedací plochou.

Kontrolní srovnávací měrka (etalon) svým geometrickým tvarem, jakostí materiálu a opracováním zejména však akustickým vlastnostem odpovídá vlastnostem zkoušené nápravy. Z tohoto důvodu je vhodné používat kontrolní měrku z vyřazené nápravy. Přitom je třeba dbát, aby část nápravy, z níž bude srovnávací měrka zhotovena, nebyla narušena trhlinami z únavy materiálu a povrch nebyl mechanicky poškozen.

Akustické vlastnosti kontrolní měrky (etalonu) je nutné zjistit před jeho výrobou. Pokud bude srovnávací měrka zhotovena z vyřazené nápravy, musí být tato prozvučitelná v celé délce přímou sondou s měničem o průměru [REDACTED] s kmitočtem 2 MHz. Přitom citlivost zkoušení se nastaví z hodnoty mezní citlivosti tím, že se zvýší o 35 dB. Materiál vyřazené nápravy pro výrobu srovnávací měrky vyhovuje, jestliže koncové echo dosáhne porovnávací úrovně v toleranci +5 až - 10 dB zkušební citlivosti. Jestliže bude srovnávací měrka vyrobena z volného materiálu, volí se stejná ocel jako na zkoušených nápravách (např. 11558). Akustické vlastnosti musí dosáhnout hodnot, uvedených v ustanovení normy ČSN EN 12361. Hodnota činitele útlumu ultrazvukových vln se může pohybovat v rozmezí [REDACTED]

Zářezy umělých vad se vyrábí řezáním ruční pilkou (lépe strojně kotoučovou pilou) o tloušťce listu 1mm. Dno zářezu je ploché a tvoří tětivu průřezu srovnávací měrky. Pokud mají být měrka a umělé vady označeny, je třeba označení provádět barvou nebo elektro - jiskrovou metodou, nikoliv raznicemi.

Zkušební rozsah se cejchuje pomocí kontrolních měrek č. 1 případně č. 2 a to na celou délku rastru obrazovky. Zpravidla se zkušební rozsah stanoví podle délky zkoušené oblasti a to rozsahy [REDACTED] [REDACTED] Přitom úhlové sondy využívají při kontrole náprav většinou zkušebního rozsahu [REDACTED] [REDACTED] Použití uvedených zkušebních rozsahů se z důvodů časové úspory při manipulaci s přístrojem a cejchování omezuje, resp. slučuje.

Cejchování zkušebního rozsahu u přímé sondy osazené plexiklínem se provede přiložením na kontrolní měrku č. 1 tak, aby osový paprsek ultrazvukového svazku směřoval k odrazné hraně na přechodu rovinné plochy ve válcovou (viz obr. přílohy č. 1). Přitom je třeba si uvědomit, že dráha

ultrazvukového paprsku (S_m) a tedy i vzdálenost náběžných hran vícenásobných ech není ve vzdálenosti 100 mm. Vzdálenost S_m a odstup sondy X pro různé úhly plexiklínu jsou uvedeny v tabulce u obrázku. Nebo přesnějším způsobem výpočtem dle přílohy č. 2.

Cejchování zkušebního rozsahu a úhlových sond se provádí přímo předepsanou sondou.

Nastavení citlivosti zkoušení vždy předchází zjištění mezní citlivosti. Hodnotu mezní citlivosti v dB je potřebné znát, aby bylo možné během zkoušení podle potřeby ověřovat stálost nastavené citlivosti zkoušení.

Citlivost zkoušení se nastavuje způsobem předepsaným v technologickém postupu.

Pro snadnější vyhledávání vadových ech při provozním zkoušení nápravy se zvyšuje citlivost zkoušení o 5 až 10 dB. V tom případě se jedná o vyhledávací citlivost zkoušení. Jestliže se na echogramu vyskytne indikace vadového echa zjištěnou vyhledávací citlivostí, je potřebné ve stejné poloze sondy zpětně nastavit předepsanou citlivost zkoušení. Pouze při užití této citlivosti zkoušení je možno zjišťovat technické údaje pro hodnocení echogramu pro potřebu následné evidence.

Jestliže zkoušená náprava vykazuje sníženou prozvučitelnost, doporučuje se citlivost zkoušení v následných polohách pro detailní zkoušky zvýšit o rozdíl dB při běžné (průměrné) prozvučitelnosti jiných náprav.

7 Příložení a vedení sondy

Technologické postupy z větší části předepisují jednoznačně místo přiložení a posuvu sondy jak přímých či úhlových.

Přímá sonda s nasazenou ochrannou předsádkou se na zkušební dráhu přikládá v daných intervalech nebo se po dráze plynule posouvá. Přitom je třeba ještě sondou pootáčet na obě strany.

Úhlové sondy se posouvají v rovnoběžných polohách postupně po celém obvodu nápravy. Rychlost posuvu sondy je  Vzdálenost odpovídá šířce měniče sondy s překrytím  Pro lepší vedení úhlové sondy se doporučuje tvarově upravit dosedací plochu na poloměr  Úpravu lze provést např. zabroušením smirkovým plátnem o zrnitosti  Úhlovou sondu je rovněž vhodné natáčet, pokud to dovolí rádius zabroušení.

Je-li přímá sonda vedena při obvodu čepu nápravy tak, že se svým kovovým pláštěm dotýká kovové součásti dvojkolí, způsobuje na echogramu množství indikací rušivých impulsů. Proto je potřebné se při zkoušce nápravy vyvarovat těchto nežádoucích doteků.

8 Vyhodnocení echogramu

Vyhodnocení echogramu je odborná činnost, při které se získají údaje pro rozhodnutí o použitelnosti nebo vyřazení součásti (nápravy). Proto hodnocení výsledku ultrazvukové zkoušky nutno považovat za nejzávažnější fázi kontrolního procesu.

Echogram při zkoušce prozvučitelnosti poskytuje zevrubnou informaci o struktuře materiálu nápravy. Při této zkoušce se vyhodnocuje zejména přítomnost a velikost koncového echa. Jestliže není možno předepsanou sondou docílit koncové echo definované výšky a celistvost nápravy není přitom narušená, jedná se o materiál nevhodné struktury – viz odstavec III, článek 6 – 10.

Velikost koncového echa při prozvučitelnosti může být ovlivněna i výskytem vady v materiálu nápravy. Jedná se o hluboké trhliny nebo rozměrné vnitřní vady s vhodnou orientací. V takovém případě se objeví na echogramu výrazné vadové echo. Echo od vady je zpravidla vyšší než porovnávací úroveň, na echogramu se může objevit v celé délce nápravy. Na echogramu se mohou dále vyskytovat indikace nežádoucích, vedlejších a rušivých ech typické pro určité konstrukční uspořádání dvojkolí indikace, ani indikace vadových ech se při zkoušce prozvučitelnosti nevyhodnocují.

Echogram při celkové orientační zkoušce celistvosti nápravy je podobný echogramu při zkoušce prozvučitelnosti. Při této zkoušce se také zjišťuje přítomnost indikace koncového echa, ale navíc se vyhodnocují ostatní indikace ech v rozmezí předepsaném (sledovaný úsek) technologickým postupem. Indikace ech mimo sledovaný úsek se nevyhodnocují.

Echogram při detailní zkoušce úhlovou sondou se jmenovitým úhlem výstupu  bývá převážně bez indikací nežádoucích a rušivých ech ve sledovaném úseku. Rušivé indikace se objevují až za sledovaným úsekem, takže nečiní echogram nejasným.

Při praktickém provozním ověřování se mohou vyskytnout nejasnosti ve vyhodnocení echogramu. Příčinou nejasností bývá obvykle výskyt indikace echa, který není uveden v technologickém postupu. V každém takovém případě je bezpodmínečně nutné odstranit pochybnosti.

Především se prověřuje, zda nedošlo k poruše cejchování vnějšími vlivy (rozladěním ovládacích prvků). Ověření spočívá v tom, že se překontroluje nastavení parametrů přístroje od samého počátku pro danou kontrolní polohu.

Jinou příčinou může být porucha na zkušební sondě nebo koaxiálním kabelu. Prověrka se děje zjištěním hodnoty mezní citlivosti. Jestliže hodnota mezní citlivosti je snížena nebo když sledované echo nemá ustálenou polohu, vizuálně se zkontroluje dosedací plocha sondy, zda není poškozená, dále se prověřují spoje koaxiálního kabelu, zda nejsou uvolněny. Při těchto úkonech se sleduje obrazovka defektoskopu.

Kontrola mezní citlivostí je možno odhalit porušení akustické vazby mezi zkušební sondou a plexiklinem. Dochází k tomu, je-li plexiklin na sondě uvolněn nebo vazební prostředek unikl.

Nejasnosti ve vyhodnocení echogramu mohou také nastat tehdy, jestliže zkušební sonda je přiložena a vedena na zkušební dráze, která neodpovídá údajům předepsaným technologickým postupem. Předepsanou zkušební dráhu je zapotřebí dodržet.

Nejasnosti na echogramu se mohou vyskytnout i za předpokladu, dodržení technologie a je-li zkušební aparatura v náležitém technickém stavu. Technologický postup v některých zkušebních polohách možnost výskytu nejasností také připouští. Pouze v těchto případech je možno za účelem vyloučení pochybností provést úkony předepsané technologickým postupem pro danou polohu např. demontáž ložiskových kroužků, slisování kola a jiných částí dvojkolí.

Jestliže echogram je bez problematických indikací, zjišťuje se přítomnost ech. Objeví-li se na obrazovce indikace vadového echa, sleduje a zaznamenává se její průběh od počátku přes maximum až do zániku. Přitom se zjišťují a zaznamenávají krajní polohy zkušební sondy, poloha při max. výšce indikace vadového echa na velikost porovnávací úrovně. Tyto hodnoty jsou podkladem pro vyhodnocení zjištěné vady.

Jestliže při vyhodnocení echogramu ve všech kontrolních polohách nebyla zjištěna žádná indikace vadového echa, je náprava považována za bezvadnou. V tom případě se vyplní záznam v evidenci o provedené kontrole.

9 Vyhodnocení zjištěných vad

Vyhodnocení zkoušky prozvučitelnosti je uvedeno v bodech 5.6 až 5.10

Při zjištění indikace vadového echa v kterékoliv kontrolní poloze, jejíž výška na echogramu dosahuje porovnávací úrovně nebo je vyšší, náprava se považuje za vadnou.

Jestliže výška indikace vadového echa nedosáhne porovnávací úrovně, zvýší se citlivost zkoušení atenuátoru tak, aby této úrovně bylo docíleno, přičemž se zjistí rozdíl hodnot v dB. Dosahuje-li hodnota rozdílu , náprava se považuje za vadnou.

Indikace ech, které nedosahují hodnot podle bodů 2 a 3 se nepovažují za vadová echa a náprava se ponechá nadále v provozu.

Ultrazvukové nálezy vadových ech náprav, které jsou považovány za vadné, je potřeba bezpodmínečně ověřit. Ověření se provede elektromagnetickou práškovou metodou polévací (dle technologického postupu OZM II. č. 02). Jestliže tyto indikace pocházejí z míst nepřipustných uvedené ověřovací metodě, je nutné zkoušenou oblast nápravy zpřístupnit rozlisováním.

Prokáže-li se ověřením přítomnost příčné vady, náprava se vyřazuje natrvalo z provozu.

Jestliže se ověřením nezjistí žádná vada v předpokládaném místě výskytu, provede se elektromagnetická kontrola v celé přístupné délce nápravy. Není-li zjištěna necelistvost ani na jiných místech, náprava se považuje za dobrou.

Necelistvost uvnitř materiálu nápravy, tzv. vnitřní vady se prakticky nevyskytují. Mohou se objevit jen v případě, kdy výrobce nedopatřením pustí takovou nápravu do oběhu.

Vnitřní vady jsou rozmístěny převážně v okolí podélné osy celé délky nápravy. Lze je zjišťovat v závislosti na jejich rozmístění a orientaci přímými i úhlovými sondami. Při prozvučování přímou sondou z čela nápravy je možno zjistit jen blíže položené vnitřní vady. Projevují se výrazným vadovým echem, jehož indikace je zpravidla vyšší než porovnávací úroveň. Při použití úhlových sond se vnitřní vady na echogramu indikují před sledovaným úsekem.

Přítomnost vnitřních vad se hodnotí podle UIC 811-1 v radiálním směru přímou sondou s frekvencí 2 MHz a efektivním průměrem měniče  Sestrojení srovnávací křivky DAC se provede na srovnávací měrce zhotovené ze stejného typu nápravy, jako je zkoušená náprava dle vývrtů s plochým dnem o průměru 3 mm v hloubkách  Jako nevyhovující se považují indikace nepřesahující srovnávací křivku. V místě rádiusových přechodů kontrolovaných náprav se připouští oblast stínu.

10 Evidence o provedené kontrole

Všechny zkoušené součásti (nápravy) se zapisují do předepsaného a schváleného záznamníku, protokolů a měrových listů.

Jednotlivé záznamní knihy musí být evidovány v příslušném útvaru technické kontroly, který jim přidělí evidenční číslo. Toto číslo se poznamená na vnitřní stranu předních desek záznamníku. Dále se

zde uvede počet stran (strany se očíslovají), datum začátku a ukončení používání záznamníku, seznam defektoskopických pracovníků, kteří provádějí záznamy a vzory jejich podpisů.

Záznamy o kontrole náprav musí být prováděny v témže dni, ve kterém byla uskutečněna defektoskopická měření. Pozdější nebo nárazově vyplňované záznamy neposkytují okamžité a úplné informace o vykonané kontrolní činnosti.

Všechny údaje v záznamníku se zapisují čitelně perem nebo kuličkovou tužkou. Jednotlivé listy není dovoleno v žádném případě ze záznamníku vytrhávat. Opravy možno provádět tím způsobem, že chybný záznam se přeškrtně jednoduchou čarou a dále se zapíše správné údaje.

Vedení záznamníku podléhá kontrolní činnosti vedoucího útvaru 210100 – odbor Technická kontrola.

Skartaci záznamníku je možno provést nejdříve po uplynutí pěti let od data posledního zápisu.

O defektoskopické kontrole dvojkolí je nutné vystavit protokol, který musí mimo jiné obsahovat: zadavatele, zhotovitele, identifikace zkoušeného objektu, zkušební metody, technologické postupy, identifikace záznamů, vyhodnocení zkoušky, kdo zkoušku provedl a s jakou certifikací, podpis a případně razítko.

11 Evidence zjištěných vad

Porušení celistvosti součásti (zejména nápravy) je závažnou skutečností, která má vliv na bezpečnost provozu metra a představuje přitom ztrátu poměrně značných hodnot. Z těchto důvodů se o zjištěných vadách shromažďují technické údaje.

Jestliže na nápravě byla defektoskopickou zkouškou zjištěna vada, pro kterou se náprava vyřazuje natrvalo z provozu, vystavuje se o nálezů protokol. Protokol se vystavuje také v případě, kdy náprava je neprozvučitelná.

12 Seznam základních norem pro metodu ultrazvukovou UT

KVALIFIKACE, CERTIFIKACE, ZPŮSOBILOST V NDT:

ČSN EN ISO 9712	Nedestruktivní zkoušení - Kvalifikace a certifikace pracovníků NDT
ČSN EN ISO 8596	Oční optika - Zkouška zrakové ostrosti - Normalizovaný optotyp a jeho zobrazení
ČSN EN ISO/IEC 17024	Posuzování shody – Všeobecné požadavky na orgány pro certifikaci osob
Vyhláška UIC-960-V	Kvalifikace a certifikace NDT při údržbě a opravách ŽKV

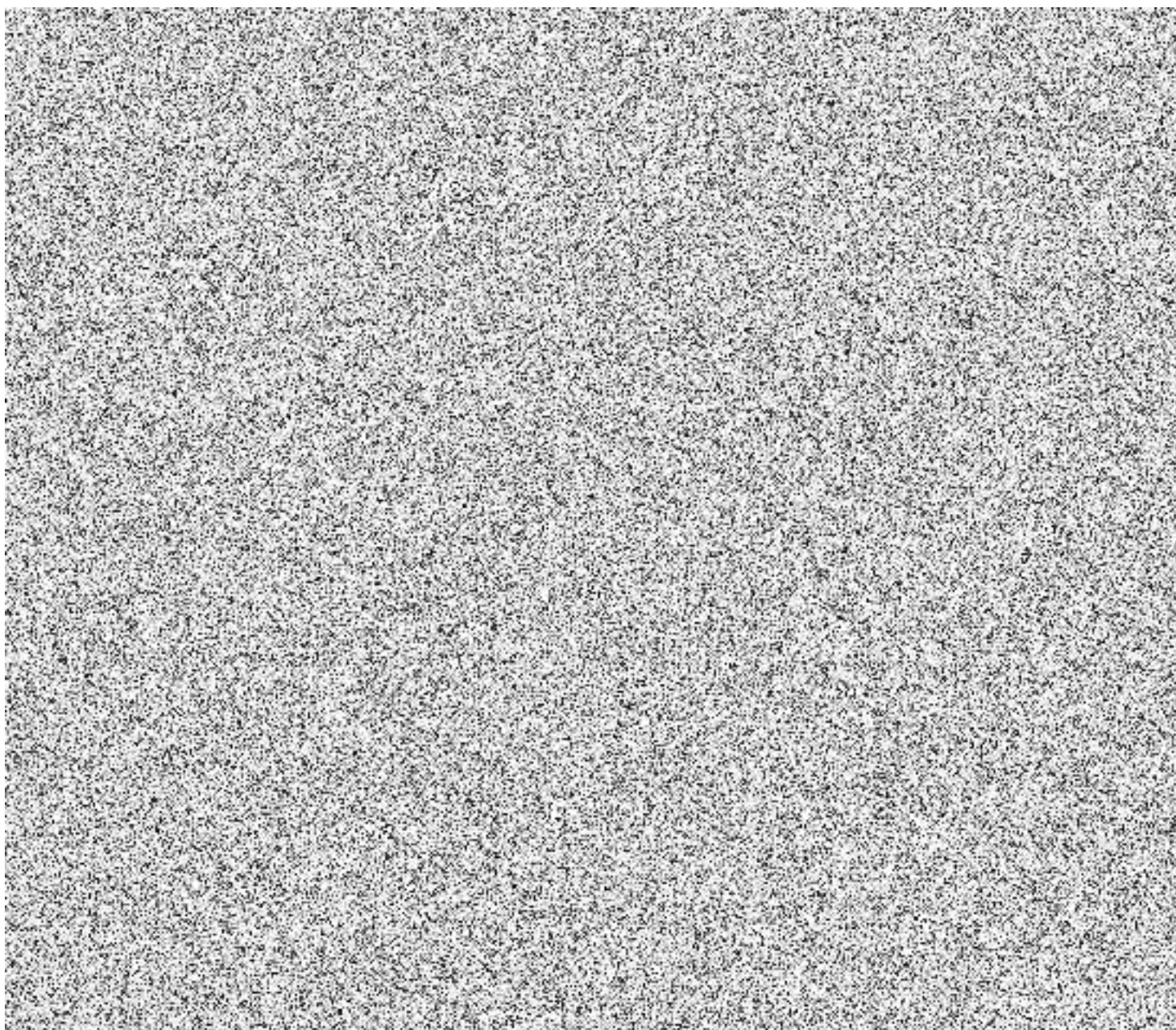
ULTRAZVUKOVÁ METODA UT:

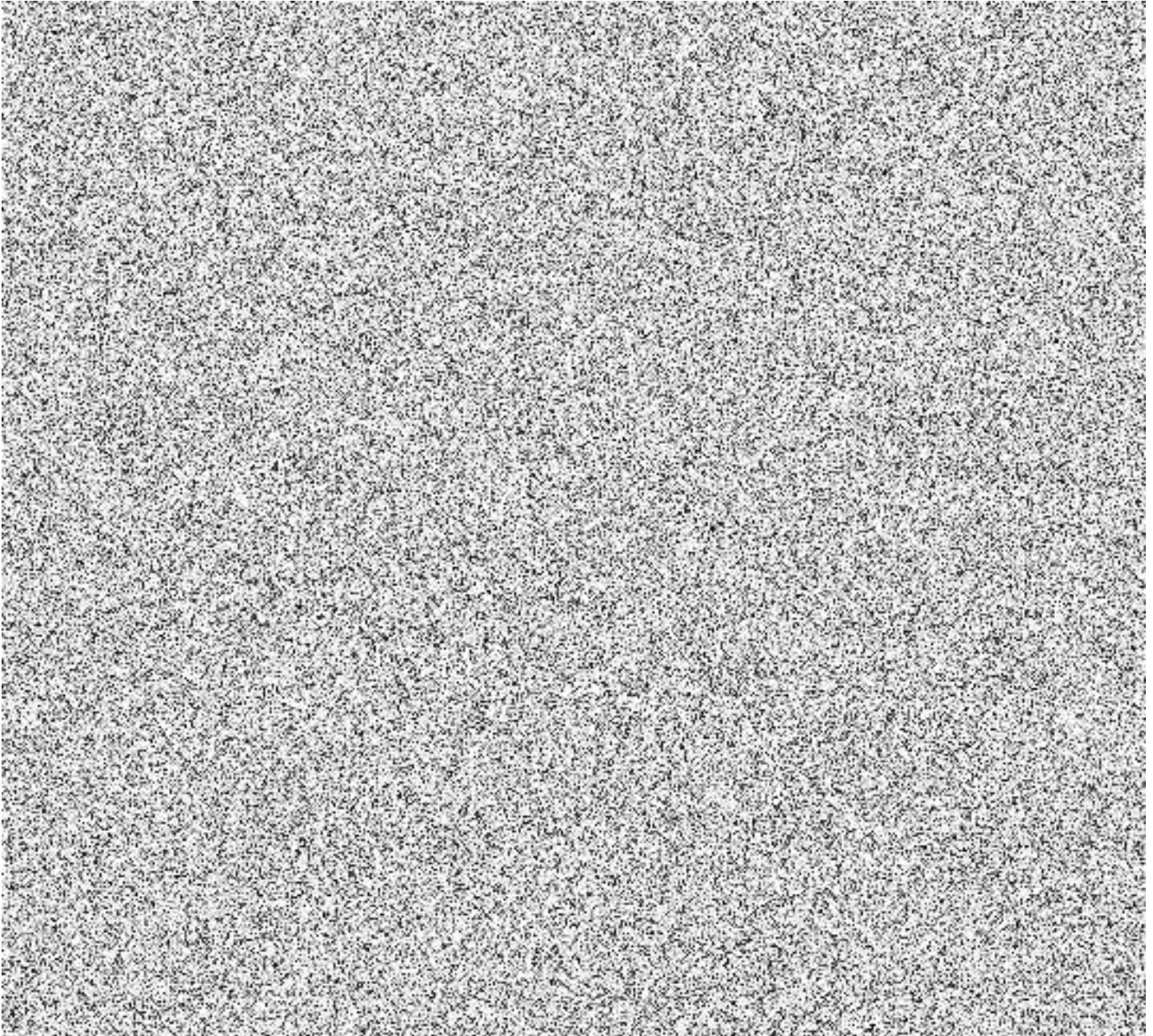
ČSN EN ISO 11 666	Nedestruktivní zkoušení svarů – Zkoušení ultrazvukem – Stupně přípustnosti
ČSN EN ISO 17 640	Nedestruktivní zkoušení svarů – Zkoušení ultrazvukem – Techniky, třídy zkoušení a hodnocení
ČSN EN 12680-1	Slévárnictví – Zkoušení ultrazvukem – Část 1: Ocelové odlitky pro všeobecné použití

13 Přílohy

Příloha 1 – Měrka č. 1 – kontrola úhlu lomu ultrazvukového svazku úhlových sond podélných vln

Příloha 2 – Výpočet úhlu lomu ultrazvukového svazku úhlových sond





Část III

METODICKÉ POKYNY PRO ZKOUŠENÍ SOUČÁSTÍ VOZIDEL METRA MAGNETICKOU METODOU PRÁŠKOVOU POLÉVACÍ (MT)

1 Použitelnost metody

Magnetické práškové metody umožňují zjištění povrchových, nebo těsně pod povrchem ležících, necelistvostí ve feromagnetických materiálech. Jsou vhodné především pro detekci necelistvostí plošného charakteru (tj. trhlin, studených spojů, zdvojenin a přeložek materiálu atd.). Nehodí se pro zjišťování vnitřních vad.

2 Princip metody

Metoda je založena na skutečnosti, že ve feromagnetickém materiálu způsobuje necelistvost místní zvýšení magnetického odporu, takže při zmagnetování nastává rozptyl magnetického toku. Rozptylem se přitom rozumí ta část magnetického toku, která probíhá mimo předpokládanou dráhu, například vystoupí se železa do vzduchu nad jeho povrchem.

Velikost rozptylového toku závisí na tvaru, rozměrech, umístění a orientaci necelistvosti ve zkoušené součásti a na stavu její zmagnetování.

Tvar necelistvosti značně ovlivňuje velikost rozptylu; optimální podmínky dávají necelistvosti typu trhlin, naopak necelistvosti kulového tvaru jsou jen slabým zdrojem rozptylového toku.

Pokud se rozměrů, zejména hloubky trhlin týká, stoupá rozptyl s rostoucími rozměry necelistvosti. Závislost je však lineární jen v rozsahu několika milimetrů od povrchu součásti.

Podle umístění necelistvosti se největšího rozptylu magnetického toku dosáhne, vystupuje-li necelistvost na povrch zkoušené součásti. Se vzdáleností necelistvosti od povrchu do hloubky rozptyl rychle klesá.

Necelistvost se projeví nejzřetelněji tehdy, jestliže její „plocha“ je orientována kolmo ke směru magnetického toku, jdoucího předmětem. V opačném případě, tj. splývá-li směr necelistvosti se směrem magnetického toku, rozptylový tok nevzniká a necelistvost nelze tímto způsobem zjistit.

Velikost rozptylového toku závisí dále na hodnotě magnetické indukce ve zkoušeném tělese. Pro dosažení optimálních výsledků doporučuje se pracovat při indukci, která je větší než indukce B_m odpovídající maximální permeabilitě daného feromagnetického materiálu.

V praxi se velikost magnetizace a tím i citlivost zkoušky ověřuje pomocí klínové nebo Bertholdovy měrky. Jsou to v podstatě příložná tělíska s umělými vadami, které poskytují informaci jednak o směru magnetického pole, jednak o přibližné intenzitě magnetizace.

Požadavky na magnetizaci zkoušené součásti jsou dány podmínkou, aby magnetický tok měl takový směr, aby alespoň některá jeho složka byla kolmá na směr vad, které mají být zjišťovány. Je proto nutné magnetovat těleso kolmo na směr předpokládaných vad. Obecně snazší je zpravidla případ indikace příčných vad, které vyžadují podélnou magnetizaci. Tu lze uskutečnit vřazením tělesa nebo

jeho části do otevřeného magnetického obvodu tak, aby byl zkoušeným tělesem uzavírán, nebo zasunutím do cívky napájené elektrickým proudem.

Případ kontroly na podélné trhliny, které vyžadují příčnou, nejlépe cirkulární magnetizaci. Příčně lze těleso magnetovat příčným přiložením jhem, avšak podmínky pro indikaci podélných vad bývají splněny jen u části obvodu. Cirkulární magnetizace naproti tomu dává u válcového tělesa optimální podmínky pro indikaci podélných vad po celém obvodu tělesa, lze ji však vyvolat výhradně průchodem proudu ve směru podélné osy tělesa, což často naráží – vzhledem k potřebě značných intenzit řádu stovek ampérů – na potíže s přivedením těchto proudů do tělesa. U trubek je tento problém poněkud zjednodušen možností navléknout trubku na vodič, u něhož odpadají potíže s přechodovými odpory a tím spojené opaly na povrchu součástí.

Rozptylové pole nad necelistvostmi lze nejnázorněji indikovat práškovou metodou, která je založena na silových účincích rozptylového pole vůči feromagnetickým částicím.

3 Všeobecně

- a) **Prášková metoda** - způsob zjišťování povrchových a podpovrchových necelistvostí ve feromagnetických materiálech pomocí rozptylových toků a magnetických detekčních prášků.
- b) **Polévací metoda** - způsob indikace rozptylových toků necelistvostí pomocí tekuté suspenze magnetického detekčního prášku.
- c) **Naprašovací metoda** - způsob indikace rozptylových toků necelistvostí pomocí naprašování suchého magnetického detekčního prášku.
- d) **Magnetofluorescenční metoda** - způsob indikace rozptylových toků necelistvostí pomocí magnetického detekčního prášku, který při ozáření černým světlem fluoreskuje.
- e) **Magnetické pole** - magnetický stav v části prostoru, který se projevuje silovými účinky.
- f) **Rozptylové magnetické pole** - lokální magnetické pole vzniká deformací vlastního magnetického pole tělesa následkem magnetické nehomogenity (necelistvosti, nekovové vměsky atd.). V **takovém** případě část magnetického toku v blízkosti necelistvosti vychází do okolního prostředí, tj. vzniká rozptylový tok.
- g) **Intenzita magnetického pole** - veličina, která spolu s magnetickou indukcí určuje magnetické pole v každém bodě prostoru.
- h) **Magnetické silokřivky** - imaginární čáry používané jako pomůcka pro charakterizaci vlastností magnetického pole.
- i) **Magnetická indukce** – veličina, která vyjadřuje silové působení magnetického pole na element proudu.
- j) **Magnetický tok** - tok magnetické indukce.
- k) **Permeabilita** - veličina udávající vliv prostředí na účinky magnetického pole.
- l) **Poměrná permeabilita** - poměr permeability látky k permeabilitě vakua.
- m) **Paramagnetická látka** - látka se stálou poměrnou permeabilitou větší než jedna.
- n) **Diamagnetická látka** - látka s poměrnou permeabilitou menší než jedna.

- o) **Feromagnetická látka** - látka s velkou poměrnou permeabilitou závislou na magnetickém poli.
- p) **Curieův bod** - kritická teplota, při které se feromagnetická látka stává paramagnetickou.
- q) **Koercitivní síla** - intenzita magnetického pole potřebná k potlačení toku zbytkového magnetismu v magnetovaném feromagnetickém tělese.
- r) **Magnetický obvod** - obvod složený především z feromagnetických látek, kterým může procházet též magnetický tok.
- s) **Magnetické jádro** - část magnetického obvodu obklopeného vinutím.
- t) **Magnetické póly magnetu** - body konců magnetů, které je možno pokládat za zřídla magnetického toku vně magnetu.
- u) **Magnetizační proud** - elektrický proud nutný k vytvoření magnetického toku.
- v) **Magnetizace** - pochod, kterým je buzeno ve feromagnetickém tělese magnetické pole. Může být různý podle druhu použitého elektrického proudu nebo magnetického přístroje.
- w) **Zbytková magnetizace** - magnetizace odpovídající indukci, která přetrvává i po zániku vnějšího magnetického pole.
- x) **Demagnetizační pole** - pole vyvolané magnetizací magnetu, jehož směr je opačný k indukci feromagnetického tělesa.
- y) **Demagnetizační činitel** - poměr intenzity magnetizace a demagnetizačního pole. Vyjadřuje vliv tvaru feromagnetického tělesa na výslednou intenzitu magnetického pole. Je funkcí poměru délky k příčnému rozměru daného tělesa.
- z) **Necelistvost** - porušení souvislosti a celistvosti materiálu.
- aa) **Opal** - místní změna povrchu zkoušeného předmětu v bodě dotyku elektrod vlivem přehřátí, způsobeného buď zvýšeným odporem, nebo elektrickým obloukem.
- bb) **Nosné prostředí** - prostředí umožňující rozptýlení částic magnetického prášku a usnadňující jeho dopravu po zkoušeném povrchu. Nejběžnější je kapalné, výjimečně plynné.
- cc) **Černé světlo** - oblast ultrafialového záření vlnové délky od 
- dd) **Luminiscence** - schopnost určité látky vyzařovat viditelné světlo, je-li zasažena zářením vyšší energie (např. ultrafialovým zářením).
- ee) **Fluorescence** - luminiscence zanikající prakticky současně s budícím zářením (za 10^{-8} až 10^{-5}).
- ff) **Fosforescence** - luminiscence trvající i po zániku budícího záření (trvá zlomky sekund až několik hodin).
- gg) **Luminofor** - látka mající luminiscenční vlastnosti

4 Zkušební prostředky a zařízení

- a) **Magnetizační přístroj** - zařízení pro magnetické sycení zkoušeného předmětu. Jeho podstatnou částí je proudový transformátor, elektromagnet, permanentní magnet, nebo magnetizační cívka.
- b) **Trvalý magnet** - těleso z feromagnetického materiálu, které je vlivem zbytkového magnetismu zdrojem magnetického toku.
- c) **Elektromagnet** - cívka s feromagnetickým jádrem, které se účinkem magnetického pole buzeného elektrickým proudem zmagnetuje, takže výsledné pole je mnohonásobně vyšší než pole téže cívky bez jádra.
- d) **Cívka** - několik závitů vodiče spojených. Všechny tyto závity mají stejný kruhový tvar a po celé délce stejnou hustotu.
- e) **Magnetizační cívka** - cívka z vodiče elektrického proudu sloužící k tvorbě magnetického pole.
- f) **Demagnetizační cívka** - cívka z vodiče, kterým prochází elektrický proud vhodný pro demagnetizaci.
- g) **Magnetizační jho** - feromagnetický materiál, který není obklopen vinutím, tvoří pevnou část magnetického obvodu a tento obvod doplňuje.
- h) **Magnetometr** - přístroj konstruovaný na měření magnetických polí.
- i) **Měrka** - kontrolní těleso obsahující známé umělé nebo přirozené necelistvosti sloužící ke kontrole účinnosti a citlivosti magnetické metody práškové.
- j) **Upínací elektrody** - pevně spojené elektrody s magnetizačním přístrojem a upravené tak, aby umožňovaly vložení a sevření zkoušeného předmětu mezi ně a jeho magnetizaci.
- k) **Ruční elektrody** - upravené elektrody do tvaru rukojeti anebo rukojetí vybavené, připojené k ohebným kabelům přivádějící magnetizační proud ze zdroje.
- l) **Kontaktní hlavice** - elektrody spojené s magnetizačním přístrojem, které přenášejí magnetizační proud do zkoušeného předmětu.
- m) **Pomocný vodič** - vodič, který prochází otvorem ve zkoušeném předmětu (prstenec, trubka atd.) a který ve svém okolí vytváří cirkulární magnetické pole.
- n) **Magnetické detekční prostředky** - používané detekční prostředky při zkoušení materiálu magnetickou práškovou metodou. Název zahrnuje: detekční tekutiny (černé, barevné, fluorescenční) a magnetické prášky.
- o) **Magnetický detekční prášek** - práškovité feromagnetické částice vhodných magnetických vlastností, tvaru, velikosti, barvy, určené pro zjišťování necelistvostí ve feromagnetickém materiálu.
- p) **Detekční tekutina** - suspenze magnetického detekčního prášku ve vhodné nosné kapalině.
- q) **Fluorescenční detekční prášek** - magnetický detekční prášek, jehož částice jsou pokryty luminoforem.
- r) **Filtr černého světla** - filtr, který potlačuje viditelné světlo a ultrafialové záření jiných vlnových délek, než má černé světlo.
- s) **Ultrafialový zářič** - zdroj ultrafialového záření v rozmezí vlnových délek požadovaných pro buzení fluorescence. Bývá vybaven rtuťovou výbojkou (zářivkou), filtrem a reflektorem.

5 Zkušební postup

Cirkulární magnetizace, magnetizace průchodem proudu - způsob magnetizace, při němž prochází předmětem magnetizační proud, který v něm vytváří cirkulární magnetické pole. Proud může být střídavý nebo stejnosměrný.

Pólová magnetizace - způsob magnetizace, při němž je magnetické pole do zkoušeného předmětu zaváděno póly elektromagnetu nebo permanentního magnetu.

Kombinovaná magnetizace - způsob magnetizace, při němž se předmět magnetuje současně cirkulárně i pólově. Přitom jedna magnetizace je stejnosměrná, druhá střídavá, takže výsledný vektor magnetického pole mění svůj směr během jedné proudové periody. Tím se pro určitý okamžik splňuje podmínka kolmosti směru magnetického pole a necelistvosti.

Magnetizace pomocným vodičem - způsob magnetizace, při němž otvorem ve zkoušeném předmětu prochází kabel nebo vodivá tyč, jímž prochází magnetizační proud.

Magnetizace cívkou - způsob magnetizace, při němž je zkoušený předmět (nebo jeho část) obklopen cívkou, kterou prochází magnetizační proud.

Magnetizace indukci proudu v předmětu - způsob magnetizace, zejména prstencového předmětu, kdy je v předmětu vytvořeno proměnné magnetické pole, jehož vlivem se indukuje cirkulární proud, který pak vytváří vlastní sekundární magnetické pole.

Impulsní magnetizace - způsob magnetizace, při němž prochází zkoušeným předmětem nebo pomocným vodičem magnetizační proud po dobu obvykle kratší než jednu sekundu.

Magnetizace stejnosměrným proudem - způsob magnetizace, při němž je magnetické pole buzeno stejnosměrným elektrickým proudem.

Magnetizace střídavým proudem - způsob magnetizace, při němž je magnetické pole buzeno střídavým elektrickým proudem.

Demagnetizace; odmagnetování - proces odstranění zbytkového magnetismu.

Sedimentační čas - potřebný čas k usazení částic magnetického detekčního prášku ve vzorku detekční tekutiny odebrané pro hodnocení její jakosti.

6 Vyhodnocení

Relevantní magnetická indikace - shluk částic magnetického detekčního prášku na povrchu zkoušeného předmětu, utvořený rozptylovým magnetickým polem necelistvosti (pravé indikace) nebo náhlou změnou magnetických vlastností materiálu nebo magnetického toku (nepravé indikace).

Irelevantní nepravá magnetická indikace - způsobena jinými příčinami než přítomností necelistvosti materiálu.

Difúzní magnetická indikace - která není ostře vykreslena, tzn. především indikace hlubších podpovrchových necelistvostí.

Skutečná velikost necelistvosti - velikost necelistvosti odpovídající skutečným rozměrům.

Indikovaná velikost necelistvosti - velikost necelistvosti odpovídající rozměrům jí vytvořené indikace.

Pozadí - celkový vzhled povrchu zkoušeného předmětu.

Barva pozadí - barevný odstín bezprostředního okolí necelistvosti. Může buď zhoršovat, rozeznatelnost necelistvosti podle toho, zda barva pozadí vytváří menší či větší kontrast se zbarvením indikace necelistvosti.

Vyhodnocení indikací - závěrečná fáze zkušebního postupu, při níž se vizuální prohlídkou určí příčiny indikací a posoudí závažnost necelistvostí.

7 Způsob práce příprava ke kontrole

Volba zkušebního zařízení

Pokud na konkrétní součást není dáno magnetizační zařízení technologickým postupem (návodkou), volba závisí rozhodující měrou na velikosti a rozměrech zkoušeného předmětu. Musí se zvážit, zda má být zkoušen celý předmět, nebo jenom jeho určitá část.

Pokud budou zkoušené předměty magnetovány v celé své délce, hovoří se o „celkovém zmagnetování“. Zde je zvláště vhodná kombinace magnetizace cívkové s magnetizací cirkulární. Pokud budou zkoušeny jen části na konstrukci, jako např. svary, pak se hovoří o „částečné magnetizaci“. Pro částečnou magnetizaci bude použito zpravidla buď jho, nebo elektrody. Jha vytvářejí přiměřené magnetické pole na jednoduchých typech povrchu zkoušeného předmětu, ale tam, kde je tok snížen spárami, nebo dráha vedoucí objektem je nadměrně dlouhá, jako např. v T-svarovém spoji, může nastat snížení citlivosti. Pro úplné konfigurace spojů, např. koutové svary se sklonem úhlu méně než 90° při zkoušení použitím jha může být intenzita pole nedostatečná. V těchto případech se ukazuje vhodnější použití elektrod nebo ovinutí kabelem s průchodem proudu.

Při plánování zkoušek nelze brát ohled pouze na to, která magnetizační technika se nejlépe hodí pro zkoušené části, nýbrž také na rozsah zkoušky. Rozsah zkoušky je základní pojem. Tím se rozumí buďto množství součástí, nebo rozsah zkoušky na každé součásti. Rozsah zkoušky je tedy definována plocha na zkoušeném předmětu, která se má podrobit zkoušce magnetickou práškovou metodou. Částí zkoušky je definován díl plochy zkušebního rozsahu, který je možno přezkoušet vybranou magnetizační technikou.

Magnetizační technika, která přichází v úvahu k použití, se volí dle:

- Geometrie zkoušených dílů
- Velikost zkoušených dílů
- Druh a předpokládaná velikost vad, které mají být nalezeny
- Druh materiálu a stavu povrchu

Výběr způsobu magnetizace

Způsob magnetizace je nutné volit tak, aby tok siločar dopadal kolmo na předpokládaný průběh vad. Zkoušený předmět může být magnetován buď přímo nebo nepřímě. U přímé magnetizace prochází magnetizační proud přímo zkoušeným předmětem a vytváří v něm cirkulární magnetické pole. U nepřímé magnetizace se v předmětu indukuje magnetické pole, jež pak vytváří ve zkoušeném předmětu magnetické pole cirkulární, podélné nebo vícesměrové.

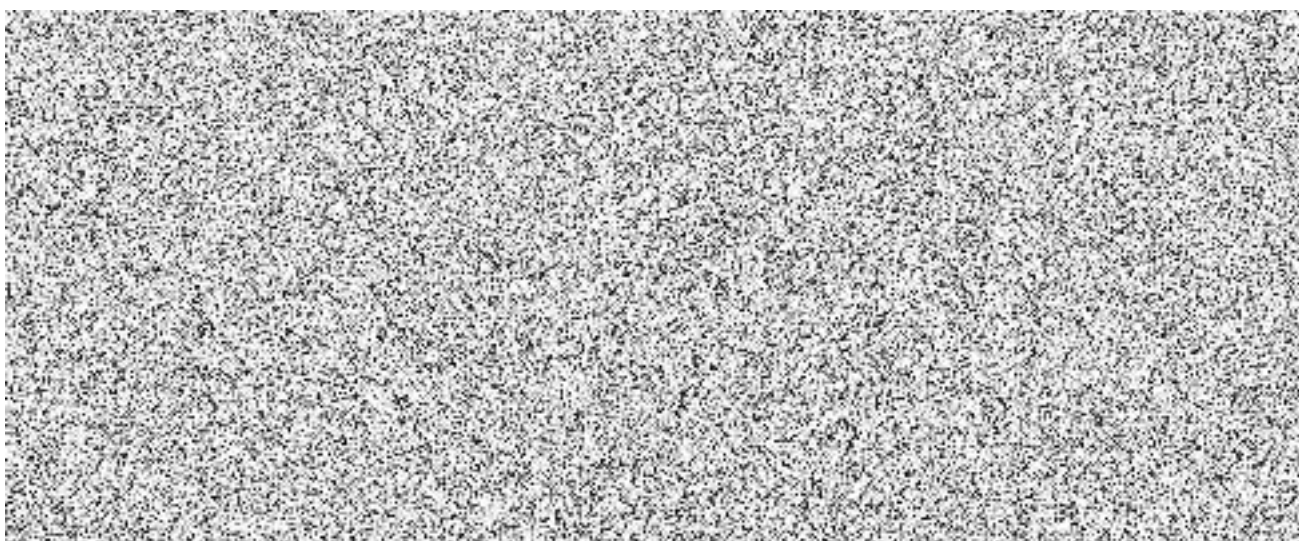
Intenzita pole, potřebná k vytvoření dostatečně výrazné indikace, zjistitelné v průběhu zkoušení magnetickou metodou práškovou, je závislá hlavně na magnetické permeabilitě zkoušeného předmětu. Magnetická permeabilita je obecně vysoká u magneticky měkkých materiálů např. nízkolegovaných ocelí a nízká u magneticky tvrdých materiálů např. martenzitických ocelí. Protože permeabilita je funkcí intenzity magnetického pole, nízká permeabilita materiálu obvykle vyžaduje použití vyšší magnetizační hodnoty než u měkkých slitin k vytvoření stejné magnetické indukce. Před zahájením zkoušení magnetickou metodou práškovou je nezbytné prokázat, že hodnoty magnetické indukce jsou přiměřené. Intenzita magnetického pole na povrchu zkoušeného předmětu, by se měla

pohybovat v rozmezí 2 až 6 kAm⁻¹. Použití střídavého proudu poskytuje nejvyšší citlivost pro detekci povrchových vad.

Přímá cirkulární magnetizace průchodem proudu

Při této technice se hrotové elektrody pevně přitisknou na zkoušený předmět. Magnetizační proud se pak přivádí elektrodami do místa na zkoušeném předmětu, elektrický obvod se uzavírá přes zkoušenou oblast. Tím vznikne v předmětu kolem každé elektrody a mezi nimi cirkulární magnetické pole, dostačující k provedení zkoušky magnetickým práškem.

Optimálně prokazatelná vada probíhá paralelně se spojnicí elektrod. Správné zkoušení pomocí příložných elektrod proto zahrnuje dvojí přikládání elektrod, přičemž první poloha je oproti druhé pootočená o 90°, aby se zajistilo, že budou zjištěny všechny existující necelistvosti. V závislosti na požadavcích na 100% vyzkoušení povrchu může být nezbytné překrývání sousedních poloh příložných elektrod. Je třeba dbát na čistotu elektrod a dobrý kontakt mezi elektrodou a zkoušeným předmětem, protože při špatném kontaktu se zvyšuje přechodový odpor a tím mohou vzniknout opaly. Tyto opaly vedou u vysoko uhlíkových materiálů a na vysokolegovaných ocelích k trhlinám. Vhodný materiál hrotů elektrod závisí na intenzitě a typu proudu. Používají se hroty železné, častěji hliníkové nebo zinkové. Velmi dobré vlastnosti mají elektrody ALZEN, které se při průchodu proudu nataví a tím sníží přechodový odpor. Přitom nedochází k difúzi do povrchu zkoušeného předmětu, jako u hrotů měděných.

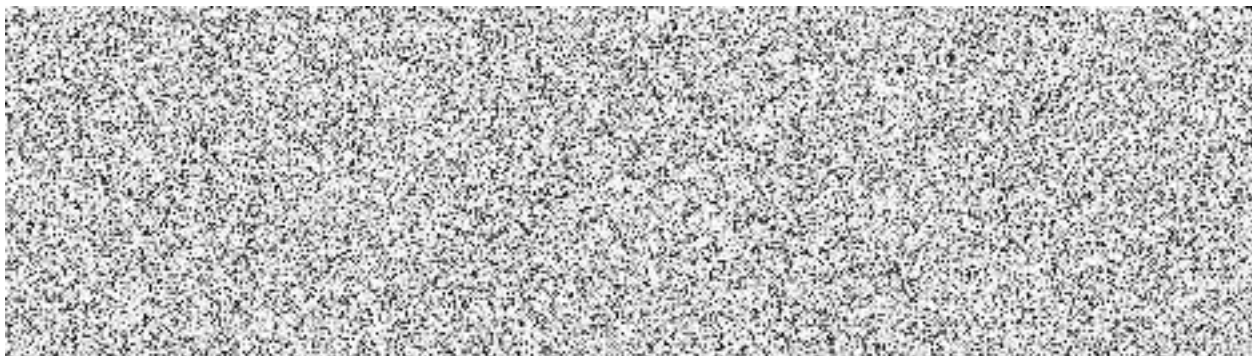


Okruh použití: svary, odlitky, aj.

Průchod proudu v pólových nástavcích

Zkoušený předmět se upne do upínacího zařízení s kontakty (např. suport horizontálního defektoskopu) a magnetizační proud prochází přímo předmětem. Feromagnetický zkoušený předmět představuje sám o sobě přímý vodič s vysokou permeabilitou, který vytváří vlastní cirkulární magnetické pole. Na povrchu zkoušeného předmětu je směr magnetického toku tangenciální. To znamená, že se přednostně indikují vady podél osy zkoušeného předmětu. Rozměry a tvar zkoušeného předmětu určují, zda lze tímto zařízením v předmětu vytvořit oba směry pole.



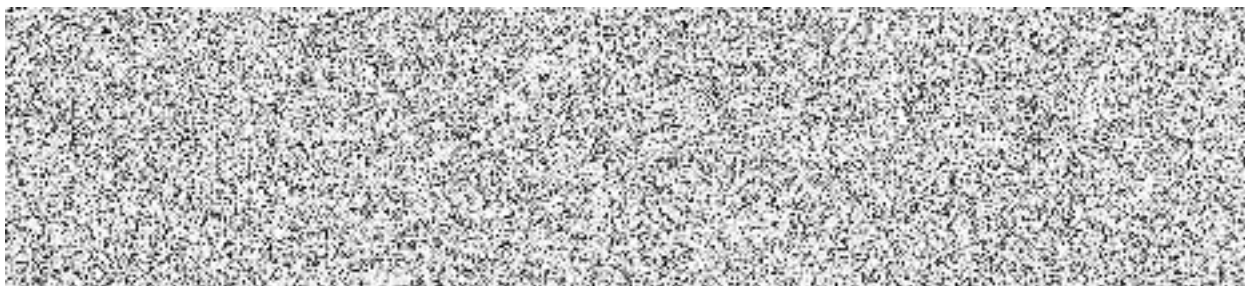


Nepřímá magnetizace

Nepřímá magnetizace zkoušeného předmětu zahrnuje použití cívky, jha nebo pomocného středového vodiče k indukci magnetického pole. Magnetizace cívkou a jhem se označuje jako podélná magnetizace předmětu. Použití pomocného vodiče je analogií přímého průchodu proudu, jedná se tedy o magnetizaci cirkulární.

Cirkulární magnetizace pomocným vodičem

Magnetizace se může provádět pomocí nejčastěji měděného vodiče, který se prostrčí dutou částí (např. trubkou). Průchodem proudu se kolem vodiče vytvoří kruhové siločáry – cirkulární magnetické pole. Protože feromagnetická trubka má podstatně vyšší permeabilitu než měděný vodič nebo okolní vzduch, magnetický tok se koncentruje do průřezu feromagnetické trubky. Přitom může být dutý díl upnut tak, že vnitřní vodič leží uprostřed (centrální vodič), nebo vodič leží blízko stěny dutého dílu (excentrický vodič). Protože siločáry jsou kolem vnitřního vodiče orientovány kruhovitě, je tím i magnetický tok v trubce cirkulární a optimálně prokazatelná vada leží souhlasně s podélnou osou zkoušeného předmětu. Intenzita magnetického toku znatelně klesá se vzrůstající vzdáleností od vodiče. Proto musí být magnetický tok na vnitřním povrchu trubky co největší. Je tím větší čím blíže je vodič vnitřnímu povrchu popřípadě čím menší je průřez trubky u centrálního vodiče. Uvnitř stěn trubky směrem k vnějšku povrchu klesá. To znamená, že magnetický tok na vnějším povrchu je o to nižší, čím silnější je trubka. Při silných stěnách trubek a velikých vnitřních průměrech nelze vnější povrch dostatečně zmagnetovat centrálním vodičem. Vnější povrchy se proto zkouší při přiložení pomocného vodiče na vnitřní povrch. Takto způsobenou větší vzdáleností k protiležícímu vnitřnímu povrchu se musí trubky magnetovat po částech v jednotlivých úsecích.

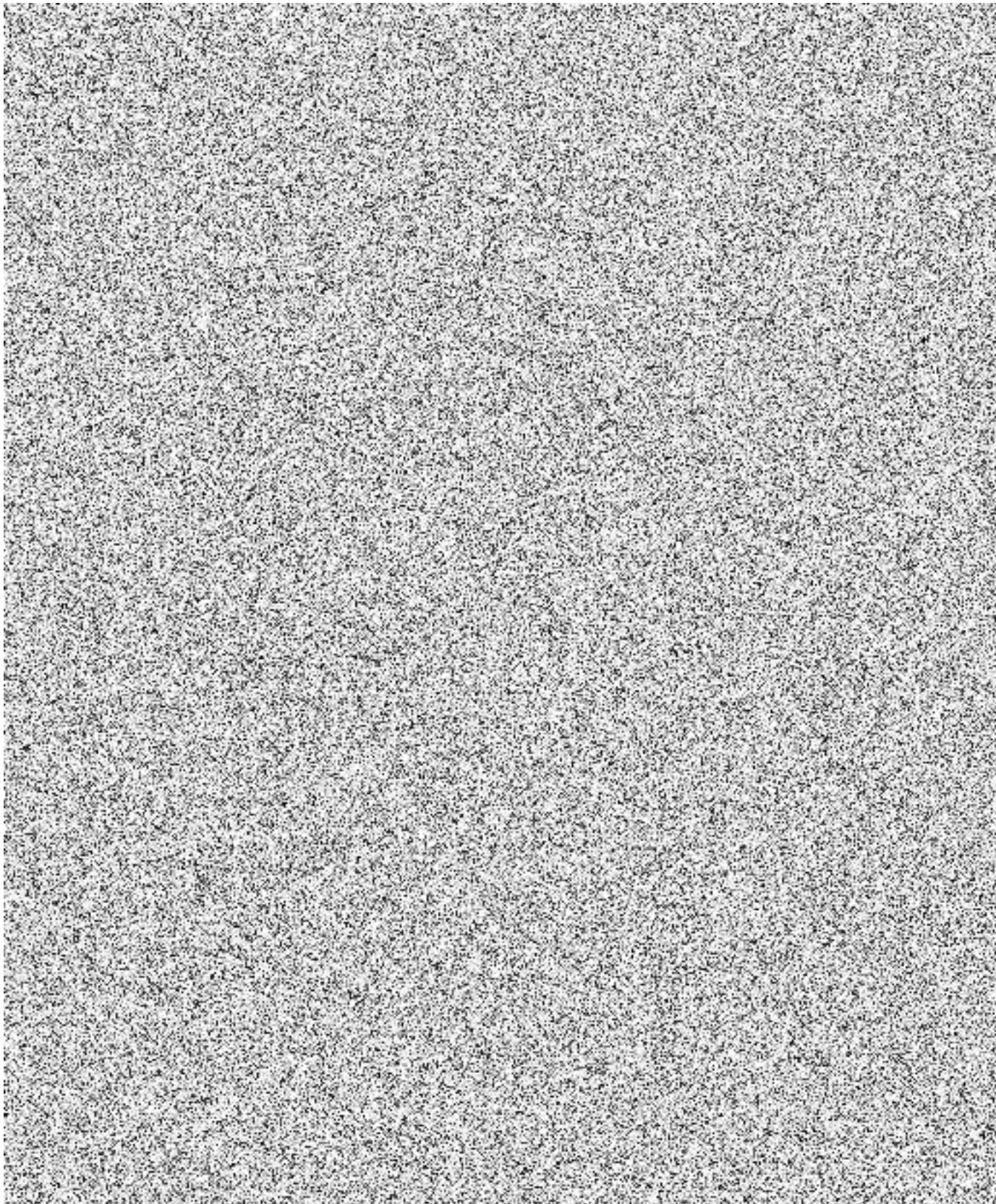


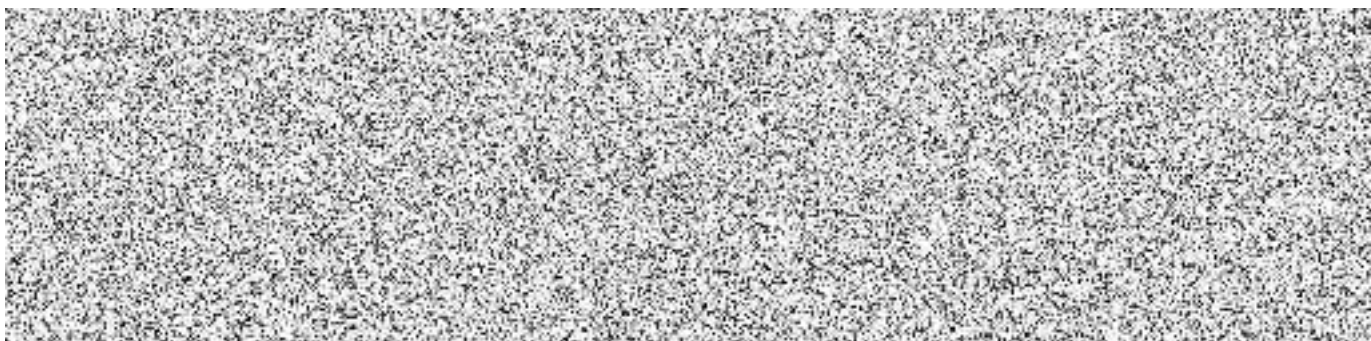
Okruh požití: předměty s otvory, do kterých lze umístit pomocný vodič, kroužky, trubky, třmeny, oka.

Magnetizace cívkou

Směr magnetického toku: siločáry uvnitř cívky nebo kabelového vinutí probíhají přímočaře a paralelně s osou cívky – vytvářejí podélné magnetické pole. Optimálně prokazatelný směr vad leží kolmo k ose cívky. Na podlouhlých předmětech, magnetovaných ve směru osy cívky, jsou proto indikovány příčné vady. Intenzita magnetického toku ve zkoušeném předmětu, která je uvnitř magnetizační cívky, nelze jednoduše vypočítat. Pro intenzitu uvnitř prázdné cívky to má následující

důvody. Je-li vztah průměru cívky k délce větší než 10 : 1, může se intenzita uvnitř cívky a na okraji cívky podstatně odlišovat. Pokud je zaveden dovnitř cívky podélný předmět, vytvoří se v zkoušeném předmětu póly, které jsou v protikladu k vnějšímu poli. Vazba pólů oslabuje vnější pole. Efektivně účinné magnetické pole je závislé na rozměrech zkoušené součásti – tedy na poměru délky k průměru (L/D) a rozprostírá se na obě strany cívky, až do vzdálenosti přibližně rovné poloměru použité cívky.





Okruh použití: ve spojení s metodou celkové magnetizace v pólových nástavcích se využívá nejvíce pevných cívek k celkovému zmagnetování malých dílců v tzv. defektoskopech. Větší součásti jsou většinou ovinuty ohebným vysokoproudovým kabelem. Delší části vestavěných konstrukcí se mohou také zkoušet pevnými cívkami, jež se dají rozevřít (odklopit).

Magnetizace jhem

Magnetický tok je vytvořen cívkou navinutou na jádru elektromagnetu a pomocí pólů je do zkoušeného předmětu indukován. Spojuje-li zkoušená součást, nebo alespoň její část ramena jha (póly), stává se zkoušená součást částí magnetického obvodu. Směr magnetického toku prochází od jednoho pólu k druhému, zkoušená součást je podélně magnetována. Optimálně prokazatelné vady se nacházejí kolmo ke spojnicí mezi póly jha, jsou proto indikovány příčné vady. Intenzita magnetického pole se ověřuje tzv. odtrhovou zkouškou na závažích, kde se ověřuje síla jha. Při maximální vzdálenosti pólů musí magnetizér udržet závaží o hmotnosti  (10 lb). Testovací závaží musí být od výrobce převáženo a označeno. Pokud se testovací závaží zvedne jhem, pak se vychází s toho, že jho vytváří dostatečný magnetický tok ve zkoušeném předmětu.

Zkušební úsek: Jako hrubé pravidlo ke zjištění zkušebního úseku se vychází z předpokladu, že dostačující magnetizace zkoušeného předmětu se nachází v okruhu kvartálu, který leží  posunutých magnetizací.

Okruh použití: U velkých součástí nebo u zkoušky svarů, kdy se musejí jednotlivé části zkoušeného předmětu magnetovat po částech s překrytím 10% jednotlivých zkušebních úseků.

8 Volba zkušebních prostředků

Volíme suspenzi před suchým práškem, protože poskytuje vyšší citlivost pro zjištění povrchových vad.

- a) Podle stavu povrchu (suchý, mastný) zvolí se buď vodní, nebo olejová suspenze.
- b) Podle barvy povrchu a žádané citlivosti zkoušky zvolí se buď fluorescenční, nebo barevná suspenze. V případě nutnosti je ovšem možno zkoušet i tmavý povrch barevnou suspenzí, pakliže se pokryje slabou vrstvou bílé barvy, která zvýší barevný kontrast indikace vady s pozadím. Fluorescenční magnetické detekční prostředky obvykle mají vyšší zkušební citlivost než prostředky s barevným kontrastem, protože poskytují vyšší kontrast mezi tmavým pozadím a fluoreskující indikací. Citlivost fluorescenčních metod se bude snižovat úměrně s rostoucí drsností povrchu, ke kterému magnetické částice přilnou, což může způsobit rušivé fluorescenční pozadí. Pokud světelné pozadí nemůže být úměrně sníženo nebo když fluorescenční pozadí je rušivé, bude obvykle poskytovat lepší citlivost barevný detekční prostředek ve spojení s efektem pomocného kontrastu jemnějšího povrchu.

9 Ověření parametrů zkušebních prostředků a zařízení

Vysokoproudové zdroje nebo jha, která se používají pro zkoušku, musí být opatřeny nálepkou o kalibraci. O kalibraci se vede dokumentace.

Jednou ročně:

Kontrola vysokoproudových zdrojů - nastaví se tři běžné hodnoty magnetizačního proudu a srovnají se s hodnotami na zapojeném kalibračním ampérmetru. Odchylky nesmí být větší než 10% celého rozsahu.

Kalibrace jha - ruční magnetizéry (jha) se kalibrují pomocí ocelové desky na zvedací sílu při maximální vzdálenosti pólových nástavců, jež se při zkoušce má používat. Střídavé magnetizační jho musí zvednout minimálně 

Zraková kontrola zkoušejícího - barevný kontrast při barevné zkoušce je možno tehdy považovat za správný, pokud zkoušející je také schopen, tento kontrast rozpoznat vlastním zrakem. To znamená, není barvoslepý a má schopnost nekorigovaně nebo korigovaně ostře vidět nablízko tak, že je schopen číst ze vzdálenosti  Jaegerův test č. 1. Podle tohoto pravidla je pravidelně testována schopnost vidění na blízko a schopnost rozlišovat barvy. Toto přezkoušení provádí k tomu oprávněný lékař.

Každý týden:

Kontrola zkušebního prostředku - jakost suspenzí, zejména při hromadných zkouškách, je třeba přezkoušet na koncentraci magnetických prášků v suspenzi. Toto se provádí sedimentačním testem v ASTM baňce. Při této zkoušce se nalije  dokonale rozmíchaného zkušebního prostředku ze zásobní nádoby do kontrolní baňky. Po  následuje kontrola, při níž se určí množství magnetického prášku, který se usadí na dolní části baňky. Přitom je nutné posuzovat sediment následujícím způsobem. Prachové

nečistoty nebo oloupané obalové částčky se usazují pomaleji a tím nad magnetickým práškem. Na ně se nemusí při určování koncentrace brát zřetel. Pokud se částčky neusazují kompaktně, nýbrž jako prosté hrudky (shluky), pak je nutno uvažovat o magnetickém znečištění a obnovit náplň prostředku.

Každý den:

Kontrola osvětlovacího zařízení - intenzita osvětlení (dopadající světlo) při zkoušce barevného kontrastu, by měla být na zkušebních místech přezkoušena luxmetrem. Intenzita osvětlení měřená na povrchu zkoušeného předmětu by neměla klesnout pod 

Hustota světla jako základ k fluorescenční zkoušce bude dostatečně velká, když dosáhne ultrafialové záření (černé světlo) dostatečné intenzity. Intenzita osvětlení by měla být minimálně $1200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ a pravidelně kontrolována UV metrem. Fluorescenční zkouška je určena jen tam, kde je dostatečně zatemněno. Maximální hodnota pro intenzitu cizího světla je 

Kontrola zkušebního prostředku - jakost suspenze se ověří testovací měrkou MTU, která má tvar kroužku se středním otvorem. Měrka je vyrobena z tvrdé oceli a trvale zmagnetována (permanentní magnet). Na povrchu jsou vytvořeny trhliny po kalení. Povrch kroužku se poleje magnetickou suspenzí. Pokud indikační obraz zkušebního prostředku odpovídá požadovanému obrazu, pak zkušební prostředek považujeme za vyhovující.

Před každou zkouškou nebo sérií zkoušek:

Kontrola magnetizace měřením - dostatečná intenzita magnetizačního pole na povrchu zkoušeného předmětu se ověřuje měřičem intenzity magnetického pole.

Kontrola magnetizace testovací měrkou - aby se mohla určit dostatečná magnetizace na povrchu zkoušeného předmětu, jakož i směr pole, používá se testovací měrka, zpravidla Bertholdova měrka. Jejím základem je nízký ocelový váleček, rozříznutý dvěma na sebe kolmými řezy, procházejícími osou. Vzniklé čtyři segmenty jsou navzájem spojeny pájením, takže je vytvořena umělá vada ve tvaru kříže. Čelo feromagnetického válečku je kryto otočným víčkem z nemagnetického materiálu, které se otáčením může vzdalovat nebo přibližovat feromagnetickému základu. Podle toho, zda se na měrce indikuje příčná nebo podélná umělá vada, se usuzuje na směr magnetování a oddalováním víčka od válečku se posuzuje intenzita magnetování. Čím je větší oddálení víčka od řezu válečku, při němž se ještě objeví indikace umělé vady, tím větší je intenzita magnetování. Indikuje-li se na měrce umělá vada ve tvaru kříže, může to svědčit o kombinovaném magnetování nebo při jednotlivém magnetování je měrka natočena tak, že žádný z řezů válečkem není kolmí ke směru magnetického pole. Toho lze využít pro určení směru magnetického pole u výrobků složitých tvarů, kde není možno posoudit směr pole podle způsobu magnetování.

Při zkouškách velkých sérií se tato kontrola opakuje několikrát během zkoušení.

Po zkoušce:

Kontrola systému po zkoušce - pokud citlivost systému po zkoušce neodpovídá požadavkům kladeným vzhledem k požadované citlivosti, je nutno opakovat zkoušku všech dílů nebo částí, které byly zkoušeny od poslední vyhovující kontroly citlivosti systému.

Poznámka: Veškeré kontrolní a měřicí zařízení (např. luxmetr, klešťový ampérmetr atd.) podléhají pravidelným kontrolám dle metrologického řádu.

10 Úprava povrchu pro zkoušku:

Povrch musí být hladký, aby částice magnetického prášku byly dostatečně pohyblivé a neuplivaly v povrchových nerovnostech. Proto je vhodné speciálně povrch pro zkoušku připravit (např. odstranit otřepy kartáčováním nebo obroušením). Barevný nátěr a pokovení mohou rušit zkoušku, protože zakrývají vadná místa a snižují výraznost indikací. Jsou-li tloušťky vrstev měřitelné a jsou-li definovány, není vhodné zkoušet základní materiál přes tyto vrstvy:



Olej, tuk nebo špína mohou rušit zkoušku, protože způsobí znečištění zkušebního prostředí. Proto je žádoucí vhodné čištění povrchu rozpouštědly nebo omýváním vodou, než se provede zkouška magnetickým práškem.

Zkoušený povrch se pro metodu barevné indikace opatří tenkým nástřikem kontrastní barvy. Při příčné magnetizaci se vybrousí kontaktní místa pro přiložení elektrod.

11 Provedení zkoušky

Všeobecně: Veškeré zkoušky se provádějí dle technologických postupů (návodů) na každou konkrétní součást.

Upevnění nebo bezpečné ustálení zkoušeného předmětu do pólových čelistí, přípravků, polohovadla, atd.

Zvolení druhu zkušebních prostředků (barevné, fluorescenční).

Zvolení druhu a intenzity magnetizačního pole.

Kontrola intenzity magnetizačního pole a osvětlení.

Magnetizace a polévání - plynulá metoda vyžaduje polévání součástí při současné magnetizaci. Polévání ale musí být ukončeno dříve, než je ukončena magnetizace (okapání). Doba okapání musí být dodržena z těchto důvodů: odtékající nosič strhává sebou částice magnetického prášku, které se pevně neuchytily na povrchu. K tomu se připočítávají také ty částice indikace, které tam nebyly silou magnetického toku pevně drženy.

Magnetizační čas - se skládá z času polevu a okapání. Zatím co polev je stanoven v mnoha specifikacích na  závisí doba okapání například na viskozitě tekutého nosiče, na velikosti částic, na rozměrech součásti atd. a musí se určit zpravidla zkouškou. Za normálních podmínek je magnetizační čas mezi 

Prohlídka indikací by měla začít už během magnetizace. Často se dá pozorováním při magnetizaci ověřit, zda rozptylový tok probíhá nebo ne. Při druhu proudu, který spočívá na časově měněné intenzitě, vytvářejí částčky magnetického prášku v obvodu rozptylového toku charakteristické pohyby, které lze často pozorovat (pomocí lupy). Zkoušející musí při inspekci kromě toho zajistit, aby podmínky pro pozorování byly dobré. To znamená, že intenzita osvětlení případně ozáření musí být na povrchu zkoušeného předmětu dostatečná a při fluorescenční technice musí být dostatečně zatemněno a UV lampa musí být před použitím zapnuta minimálně 5 minut, aby se dosáhlo max. osvitové intenzity (zahřívací doba) a hodnotící operátor si musí minimálně 5 minut zvykat na temnotu (adaptační čas). Záření UV nesmí přímo zasáhnout oči pracovníka. Všechny povrchy, které jsou v zorném poli pracovníka nesmí fluoreskovat.

Pokud operátor nosí brýle nebo čočky, nesmí být fotosenzitivní (samo zabarvující skla). Prohlídka zkoušeného předmětu po nanesení suspenze se provádí vizuálně a má za účel zjistit místa indikovaných necelistvostí.

Vyhodnocení zjištěných indikací

Navržení či výpočet kritérií přípustnosti vad přísluší konstruktérům, či technologům, v závislosti na provozním zatížení součásti a jejím využití. Zásadně se zjištěné indikace necelistvostí vyhodnocují dle daných norem, výkresů, technologických a renovačních postupů. Veškeré podmínky pro vyhodnocení musí být uvedeny v příslušném technologickém postupu (návodce) na každou konkrétní zkoušenou součást. Při vyhodnocení zjištěných indikací je bezpodmínečně nutné rozlišit relevantní (vadové) od irelevantních (nepravých indikací). Příčinou vzniku irelevantních indikací nejsou necelistvosti zkoušeného předmětu, ale náhle změny jeho magnetických vlastností nebo magnetického toku (např. v důsledku změny průřezu zkoušeného předmětu). Na základě zkušeností nebo doplňujících zkoušek je možno stanovit zda se jedná o irelevantní indikaci. Irelevantní indikace mohou vzniknout u materiálů se zpevněným povrchem nebo po úderu, zmačknutí feromagnetickým předmětem nebo místním působením vnějšího magnetického pole. Jinou příčinou vzniku irelevantních indikací mohou být místa strukturální a magnetické nestejnorodosti, např. rozhraní austenitického svaru a základního feritického materiálu, rozhraní tepelně ovlivněného pásma při svařování apod. Řada irelevantních indikací zmizí po demagnetizaci zkoušeného předmětu. Při opakované zkoušce metodou práškovou se již neobjeví. V opačném případě je možno irelevantní indikace ověřit jinou vhodnou defektoskopickou metodou (např. kapilární).

Značení po zkoušce:

- a) **Zelenou barvou** – zkoušené předměty bez indikací, považované za vyhovující.
- b) **Červenou barvou** – zkoušené předměty s indikacemi považované za vadné a určené k vyřazení.
- c) **Červenou barvou** – zkoušené předměty s indikacemi považované za vadné a určené k opravě. Průběh necelistvosti se vyznačí **důlčíky** (vzdálenost ) , konce necelistvostí se označí důlčíkem ve vzdálenosti  od viditelné magnetické indikace ve směru průběhu necelistvosti. Po provedené opravě se provede opětovná zkouška opravené a přilehlé části zkoušeného předmětu.

Demagnetizace

Pokud existuje nebezpečí, že účel použití zkoušené součásti je ohrožen zbytkovým magnetizmem, musí se zkoušená součást odmagnetovat. Odmagnetování lze dosáhnout mnoha způsoby. Nejsnadněji střídavým magnetickým polem se současným pomalým vzdalováním předmětu z dosahu tohoto pole nebo postupným snižováním tohoto pole na nulu. Tento postup vyžaduje, aby počáteční intenzita magnetického pole byla alespoň stejně tak velká, jako při magnetizaci. Za přípustnou se praxi považuje zbytková hodnota intenzity magnetického pole na povrchu odmagnetované součásti v rozmezí $0,05 \text{ T}$. V určitých případech je maximální přípustná hodnota $0,1 \text{ T}$. Tento požadavek demagnetizace musí být uveden na výkresech a technologických postupech (návodkách). Není-li tomu tak, pak se odmagnetování v běžné technické praxi neprovádí:

12 Způsobilost pracovníků provádět zkoušku a vyhodnocovat výsledky

Zkoušky magnetickou metodou podle technologických postupů je oprávněn provádět kvalifikovaný a způsobilý personál. Pro prokázání této kvalifikace se vyžaduje, aby personál byl certifikován podle EN 473 a UIC 960 V průmyslový sektor: údržba železničních kolejových vozidel – RS, minimálně v I. kvalifikačním stupni pro daný obor.

Defektoskopický pracovník s I. kvalifikačním stupněm musí, pokud má nejasnosti při vyhodnocení některých indikací vad, požádat pracovníka s II. kvalifikačním stupněm v oboru o konečné posouzení celistvosti součásti.

Zkoušet celistvost součástí magnetickou metodou bez technologického postupu je oprávněn pouze defektoskopický pracovník s kvalifikací II. a III. stupně.

Prohlídka součásti - výrobku po nanesení suspenze se provádí vizuálně a má za účel zjistit místa indikovaných necelistvostí. S ohledem na zdraví pracovníka a jakost prováděné zkoušky nesmí vlastní vizuální prohlídka za 1 směnu trvat déle než 4 hodiny s přestávkou po dvou hodinách.

13 Evidence o provedené kontrole

Všechny zkoušené předměty se zapisují do předepsaného a schváleného záznamníku, protokolů a měrových listů

Jednotlivé záznamní knihy musí být evidovány v příslušném útvaru technické kontroly, který jim přidělí evidenční číslo. Toto číslo se poznamená na vnitřní stranu předních desek záznamníku. Dále se zde uvede počet stran (strany se očíslovají), datum začátku a ukončení používání záznamníku, seznam defektoskopických pracovníků, kteří provádějí záznamy a vzory jejich podpisů.

Záznamy o kontrole součástí musí být prováděny v témže dni, ve kterém byla uskutečněna defektoskopická kontrola. Pozdější nebo nárazově vyplňované záznamy neposkytují okamžité a úplné informace o vykonané kontrolní činnosti.

Všechny údaje v záznamníku se zapisují čitelně perem nebo kuličkovou tužkou. Jednotlivé listy není dovoleno v žádném případě ze záznamníku vytrhávat. Opravy možno provádět tím způsobem, že chybný záznam se přeškrtné jednoduchou čarou a dále se zapíše správné údaje.

Vedení záznamníku podléhá kontrolní činnosti vedoucího útvaru technické kontroly.

Skartaci záznamníku je možno provést nejdříve po uplynutí skartační lhůty (dle platného skartačního řádu) od data posledního zápisu.

14 Opatření

Zdravotní opatření

Při zkoušce je nutno dodržovat zdravotní opatření, předepsaná pro práci s tekutinami, z nichž je detekční tekutina složena. Pracovníci musí být vybaveni ochrannými prostředky (brýlemi, rukavicemi, rukávničky, nepromokavými zástěrami, obuví, ochrannými maskami).

Bezpečnostní opatření

Detekční tekutiny, obsahující hořlavé látky podléhají nařízením, která se týkají jak pracovišť, tak i zacházení s těmito látkami.

15 Seznam použitých norem pro metodu magnetickou práškovou polévací MT

KVALIFIKACE, CERTIFIKACE, ZPŮSOBILOST V NDT:

ČSN EN ISO 9712	Nedestruktivní zkoušení - Kvalifikace a certifikace pracovníků NDT
ČSN EN ISO 8596	Oční optika - Zkouška zrakové ostrosti - Normalizovaný optotyp a jeho zobrazení
ČSN EN ISO/IEC 17024	Posuzování shody – Všeobecné požadavky na orgány pro certifikaci osob
Vyhláška UIC-960-V	Kvalifikace a certifikace NDT při údržbě a opravách ŽKV

MAGNETICKÁ METODA MT:

ČSN EN ISO 17638	Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení magnetickou metodou práškovou
ČSN EN ISO 23278	Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení svarů magnetickou metodou práškovou - Stupně přípustnosti
ČSN EN 1369	Slévárenství - Zkoušení magnetickou práškovou metodou
ČSN EN ISO 9934-1	Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení magnetickou práškovou metodou - Část 1: Všeobecné zásady
ČSN EN 10 228-1	Nedestruktivní zkoušení ocelových výkovků - Část 1: Zkoušení magnetickou práškovou metodou

Část IV

METODICKÉ POKYNY PRO ZKOUŠENÍ SOUČÁSTÍ VOZIDEL METRA KAPILÁRNÍ METODOU PT

1 Použitelnost metody

Kapilární metody umožňují zjišťování povrchových necelistvostí materiálu. Tyto necelistvosti musí vycházet na povrch zkoušené součásti nebo musí mít s ním spojení, aby dovolily proniknout detekční kapalině (penetrantu) do jejich prostor.

Kapilárními metodami mohou být zjišťovány povrchové necelistvosti jak na kovových, tak na nekovových předmětech (např. plasty, glazovaná keramika, sklo atd.). Nelze jimi zkoušet pórovitý materiál, nebo takový, jehož povrch se penetračními prostředky narušuje.

2 Princip metody

Kapilární metody jsou založeny na využití charakteristických vlastností fázových rozhraní a jevů, označované jako kapilární jevy nebo kapilární vlastnosti kapalin. Nejdůležitější z nich jsou:

- Povrchové napětí
- Krajový úhel
- Kapilární elevace
- Kapilární tlak
- Viskozita

Princip kapilárních metod spočívá ve využití vztlávnosti a smáčivosti vhodných kapalin (penetrantu), jejich barevnosti nebo fluorescence. Těmito kapalinami se pokrývá zkoušený povrch tak, aby mohl vniknout do necelistvostí vycházejících na tento povrch. Po odstranění přebytku penetrantu ze zkoušeného povrchu po skončené penetraci do vad, vzlíná penetrant zbylý ve vadách na povrch a za pomoci vývojky vytváří barevnou nebo fluoreskující indikaci vady. Indikace vad se hodnotí vizuálně.

3 Všeobecně

- a) **Kapilární metody** - nedestruktivní způsoby zkoušení, jímž se zkoušejí povrchové necelistvosti materiálu a výrobků za využití vztlínání nebo prolínání vhodných kapalin.
- b) **Metoda barevné indikace** - kapilární metoda, při níž se přítomnost necelistvosti projevívá vznikem obrazu necelistvosti (indikace) barevně odlišeno od pozadí.
- c) **Fluorescenční metoda** - kapilární metoda, při níž se přítomnost necelistvosti projevívá vznikem fluorescenční indikace.
- d) **Necelistvost** - porušení souvislosti a celistvosti materiálu. Při metodě kapilární se tímto pojmem rozumí otevřená necelistvost vycházející na povrch.
- e) **Indikace necelistvosti** - zviditelnění necelistvosti materiálu, tj. takové necelistvosti, která umožňuje vztlínání detekční tekutiny.
- f) **Kapilární elevace** - rozdíl výšky hladiny kapaliny v kapiláře a základní hladiny, způsobeným povrchovým napětím a adhezními silami.

- g) **Kapilární jev** - snaha kapalin vnikat do necelistvosti a vystupovat z nich opět na povrch.
- h) **Kapilární tlak** - tendence penetračních kapalin vniknout do necelistvosti, která je podmíněna povrchovým napětím kapaliny a smáčivostí povrchu.
- i) **Povrchové napětí** - síla působící kolmo dovnitř na jednotku délky povrchu kapaliny, která je způsobena přitažlivými silami mezi molekulami kapaliny. Povrchové napětí působí tak, aby kapalina zaujímala co nejmenší objem.
- j) **Krajový úhel; úhel kontaktu** - úhel vyjadřující velikost vertikální složky povrchového napětí kapaliny mezi její hladinou a stěnou kapiláry nebo necelistvosti.
- k) **Kinematická viskozita** - odpor, který daná kapalina klade pohybu svých částic.
- l) **Vzlínavost** - schopnost některých kapalin stoupat vzhůru v kapilárních trubicích, trhlinách, po jejich stěnách.
- m) **Smáčivost** - přilnavost kapaliny k povrchu pevných látek.
- n) **Penetrace** - pronikání kapalin necelistvostmi materiálu.
- o) **Penetrační schopnost** - souhrn vlastností detekčních tekutiny podmiňující její rychlejší nebo pomalejší vnikání do necelistvostí.
- p) **Emulgace** - rozptýlení vzájemně nemísitelných kapalin v emulzi; umožňuje smytelnost detekční tekutiny vodou.
- q) **Přímá emulgace** - postup usnadňující odstranění přebytku detekční tekutiny ze zkoušeného povrchu tím, že již sama detekční tekutina obsahuje vhodný emulgátor, který ji mění vodou smytelnou.
- r) **Následná emulgace** - postup odstranění přebytku detekční tekutiny dodatečným nanesením emulgátoru na vrstvu detekční tekutiny na zkoušeném povrchu.
- s) **Nosná kapalina** - kapalina, která je nositelem účinné látky.
- t) **Absorpční schopnost vývojk** - schopnost kapilární vývojk napomáhat vzlínání detekční tekutiny z necelistvosti na povrch.
- u) **Kontrast** - rozdíl mezi celkovým zobrazením zkoušeného předmětu a indikace necelistvosti.
- v) **Detekce necelistvosti** - postup sloužící ke zjištění necelistvosti materiálu vhodnými zkušebními metodami.
- w) **Luminiscence** - schopnost určité látky vyzařovat viditelné světlo, je-li zasažena zářením vyšší energie (např. ultrafialovým zářením).
- x) **Fluorescence** - luminiscence zanikající prakticky současně s budícím zářením (za 10^{-8} až 10^{-5} sec).
- y) **Fosforescence** - luminiscence trvající i po zániku budícího záření (trvá zlomky sekund až několik hodin).
- z) **Zhášení fluorescence** - vymizení fluorescence způsobené jinou příčinou než odstraněním budícího záření, např. působením silných oxidačních činidel, změnou teploty nebo koncentrace atd.
- aa) **Intenzita fluorescence** - intenzita viditelného světla vyzařovaného luminoforem při ozáření ultrafialovými paprsky.
- bb) **Luminoфор** - látka mající luminiscenční vlastnosti.

4 Zkušební prostředky a zařízení

- a) **Detekční tekutina; penetrant** - kapalina, která se nanáší na povrch zkoušeného předmětu, vniká do povrchových necelistvostí, kde setrvá v detekovatelném množství i po následném odstranění jejího přebytku z povrchu a opětovým vzlínáním indukuje necelistvost.
- b) **Barevná detekční tekutina** - detekční tekutina intenzivně zbarvená (obvykle červeně), která zaručuje maximální barevný kontrast s bílou vývojkou.
- c) **Fluorescenční detekční tekutina** - detekční tekutina obsahující luminofor, fluoreskující při ozáření ultrafialovým světlem.
- d) **Dvouúčelová detekční tekutina** - detekční tekutina, kterou je možno použít buď jako barevného, nebo fluorescenčního penetrantu.
- e) **Smytelná detekční tekutina** - detekční tekutina obsahující vhodný emulgátor, který usnadňuje odstranění jejího přebytku vodou.
- f) **Nesmytelná detekční tekutina** - detekční tekutina, která se vodou odstraňuje nedokonale, např. klasická směs petrolej-olej.
- g) **Emulgovatelné detekční tekutiny** - penetranty, které mohou být převedeny na formu vodou smytlou přidávkem emulgátoru.
- h) **Emulgátor** - kapalná povrchově účinná látka, usnadňující rozptýlení přebytku detekční tekutiny ve vodě.
- i) **Vývojka** - prostředek, který svou absorpční schopností napomáhá výstupu detekční tekutiny z necelistvostí, a tím zesiluje jejich indikace. Rovněž vytváří vhodné kontrastní pozadí.
- j) **Suchá vývojka** - prášková látka s dobrou absorpcí, které se používá pro zviditelnění indikací necelistvostí ve zkoušeném předmětu.
- k) **Tekutá vývojka** - suspenze jemného absorpčního prášku rovnoběžně rozptýleného v těkavé nosné kapalině, které se používá pro zviditelnění indikací necelistvostí ve zkoušeném předmětu.
- l) **Smáčedlo** - látka přidávaná ke kapalinám pro snížení jejich povrchového napětí, tj. pro zlepšení smáčivosti.
- m) **Rozpouštědlo** - kapalina sloužící k odstranění detekční tekutiny z povrchu zkoušeného předmětu, nebo k odstranění nežádoucího pozadí.
- n) **Odmašťovač** - činidlo odstraňující olej nebo tuk z povrchu zkoušeného předmětu před nanesením detekční tekutiny.
- o) **Černé světlo** - oblast ultrafialového záření vlnové délky od 320 nm do 400 nm, s maximem 365 nm.
- p) **Filtr černého světla** - filtr, který potlačuje viditelné světlo a ultrafialové záření jiných vlnových délek, než má černé světlo.
- q) **Ultrafialový zářič** - zdroj ultrafialového záření v rozmezí vlnových délek požadovaných pro buzení fluorescence. Bývá vybaven rtuťovou výbojkou (zářivkou), filtrem a reflektorem.
- r) **Srovnávací měrka** - vzorek materiálu obsahující známé necelistvosti, rozdělený na dvě stejné plochy, umožňující nanášení dvou rozdílných detekčních tekutin k vzájemnému porovnání.
- s) **Penetrační měrka** - kontrolní těleso obsahující známé nebo umělé necelistvosti, na niž je možno ověřit rychlost vzlínání různých detekčních tekutin a tím posoudit jejich účinnost.

5 Zkušební postup

- a) **Urychlení penetrace** - postup sloužící ke zkrácení penetračního času, např. zvýšení teploty, vibrace, vakuum atd.
- b) **Nanášení detekční tekutiny** - pracovní fáze zkušebního postupu, při níž se pokrývá zkoušený povrch detekční tekutinou. Provádí se nátěrem, nástřikem, polevem nebo ponořením do detekční tekutiny.
- c) **Odstranění přebytku detekční tekutiny** - pracovní fáze zkušebního postupu, během níž se odstraní veškerá detekční tekutina ze zkoušeného povrchu, kromě té, která vnikla do necelistvostí.
- d) **Penetrační čas** - časový úsek, během něhož musí být detekční tekutina v přímém styku se zkoušeným předmětem.
- e) **Vyvíjecí čas** - časový úsek po nanesení vývojky, během něhož musí zůstat zkoušený předmět v klidu, aby se mohly vytvořit indikace necelistvostí. Je důležitý zejména u tekutých vývojek, jejichž nosná kapalina je méně těkává.
- f) **Smytelnost detekční tekutiny** - vlastnost detekční tekutiny získaná přidáním emulgátoru, která umožňuje odstranit přebytek penetrantu pouhým oplachem vodou.
- g) **Vymytí detekční tekutiny** - odstranění detekční tekutiny z necelistvostí následkem chybného postupu při odstranění jejího přebytku ze zkoušeného povrchu, např. použitím těkavého rozpouštědla nebo příliš intenzivním oplachem vodou atd.
- h) **Nanášení vývojky** - pracovní fáze zkušebního postupu, při níž se povrch zkoušeného předmětu pokryje rovnoměrnou tenkou vrstvou vývojky, a to buď naprášením, nebo nástřikem.
- i) **Očištění a odmaštění povrchu** - pracovní fáze zkušebního postupu předcházející nanášení detekční tekutiny. Během ní se musí odstranit veškeré tuhé i kapalné nečistoty nejen z povrchu, ale i z necelistvostí.

6 Vyhodnocení

- a) **Vyhodnocení indikací** - závěrečná fáze zkušebního postupu, při které se vizuální prohlídkou určí příčiny indikací a posoudí závažnost necelistvostí.
- b) **Pozadí** - celkový vzhled povrchu v okolí indikace necelistvosti.
- c) **Zbarvení pozadí** - nežádoucí zbarvení povrchu zůstávající po nedokonalém odstranění přebytku detekční tekutiny.
- d) **Fluorescence pozadí** - nežádoucí fluorescence zbývající na povrchu po nedokonalém odstranění fluorescenční detekční tekutiny.
- e) **Barevná indikace** - indikace projevující se barevnou změnou vůči barvě okolního povrchu.
- f) **Fluorescenční indikace** - indikace projevující se fluorescencí detekční tekutiny pod černým světlem.
- g) **Rozpíjení indikace** - pohyb detekční tekutiny z necelistvosti po povrchu zkoušeného předmětu způsobený absorpčním účinkem vývojků.
- h) **Irelevantní (nepravá) indikace** - je indikace způsobená jiným přičiněním než přítomností necelistvosti ve zkoušeném předmětu.
- i) **Citlivost kapilární metody** - schopnost metody zjistit jemné až velmi jemné necelistvosti. Citlivost závisí na celé řadě činitelů (penetrační vlastnosti detekčních prostředků, zkušební postup, druh materiálu, jakost povrchu, druh necelistvosti, teplota atd.).
- j) **Skutečná velikost necelistvosti** - velikost necelistvosti odpovídající jejím skutečným (fyzickým) rozměrům.
- k) **Indikovaná velikost necelistvosti** - velikost necelistvosti odpovídající rozměrům indikace jí vytvořené.
- l) **Vyhodnocení indikací** - závěrečná fáze zkušebního postupu, při níž se vizuální prohlídkou určí příčiny indikací a posoudí závažnost necelistvostí.

7 Způsob práce příprava ke kontrole

Výrobce kapilárních zkušebních prostředků je zodpovědný za to, že penetrant, čistič a vývojka jsou vůči sobě vhodně zvoleny, mají optimální citlivost pro celkové provedení zkoušky. Tato záruka platí pouze tehdy, pokud se používají prostředky od jednoho výrobce. Zkušební proces musí být u výrobce ověřen tzv. vzorovou zkouškou, provedenou nezávislým orgánem. Proto při nákupu kapilárních zkušebních prostředků musí výrobce dodat certifikát. Před použitím těchto prostředků je nutné zkontrolovat, zda jsou čísla na certifikátu shodná s čísly na obalu zkušebního prostředku. Při kapilárních zkouškách součástí vozidel metra se zásadně používají přenosné zkušební soupravy. Přenosné zkušební soupravy obsahují penetrant, čistič a vývojku, které jsou plněny do aerosolových nádob jak pro barevnou, tak i pro fluorescenční metodu a jsou používány typy odstranitelné rozpouštědly. Jestliže se požaduje dalších nedestruktivních metod zkoušení, musí být kapilární zkouška provedena jako první, aby nedocházelo k znečištění otevřených vad.

Volba zkušebního postupu

Při volbě zkušebního postupu musí být brány v úvahu především tyto činitele:

- a) Jakost povrchu zkoušeného předmětu
- b) Geometrie zkoušeného předmětu

- c) Citlivost metody, tj. schopnost penetračních zkušebních prostředků zjistit požadovaný typ vady
- d) Přístupnost zkušebního povrchu

Požadavky na zkušební systém

Pro zabezpečení optimální citlivost, musí být kapilární prostředky od stejného výrobce. Prostředky, které se použijí ke zkoušce je nutno uvést do návodky ke zkoušce. Ověřuje se namátkově např. chromovou měrkou.

Požadavky na osvětlení

Intenzita osvětlení (dopadající světlo) při zkoušce barevného kontrastu by měla být na zkušebních místech přezkoušena luxmetrem. Intenzita osvětlení měřená na povrchu zkoušeného předmětu by neměla klesnout pod  Hustota světla jako základ k fluorescenční zkoušce bude dostatečně velká, když dosáhne ultrafialové záření (černé světlo) dostatečné intenzity. Intenzita osvětlení by měla být minimálně  a pravidelně kontrolována UV metrem. Fluorescenční zkouška je určena jen tam, kde je dostatečně zatemněno. Maximální hodnota pro intenzitu cizího světla je  Ověřuje se denně.

Poznámka: Veškeré kontrolní a měřicí zařízení (např. luxmetr, UV metr atd.) podléhají pravidelným kontrolám dle metrologického řádu.

Požadavky na zkušební teplotu

Během celého zkušebního procesu se musí teplota zkoušeného povrchu udržovat v rozmezí od  Mimo tento teplotní rozsah je nutné prokázat, že citlivost systému je dostatečná. K tomu je nutno použít AI měrku.

Zraková kontrola zkoušejícího

Barevný kontrast při barevné zkoušce je možno tehdy považovat za správný, pokud zkoušející je také schopen, tento kontrast rozpoznat vlastním zrakem. To znamená, není barvoslepý a má schopnost nekorigovaně nebo korigovaně ostře vidět nablízko tak, že je schopen číst ze vzdálenosti cca  Jaegerův test č. 1. Podle tohoto pravidla je pravidelně testována schopnost vidění na blízko a schopnost rozlišovat barvy. Toto přezkoušení provádí k tomu oprávněný lékař. Provádí se jednou ročně.

Příprava povrchu:

Všeobecně:

Vady na povrchu lze kapilární zkouškou zjistit za podmínek:

- Hledaná necelistvost musí být otevřena na povrch
- Nesmí být znečištěny (zaneseny) např. tuky, oleji, nečistotami, vodou nebo uzavřeny např. barvou nebo opracováním povrchu
- Zkoušená místa a jejich okolí nesmí obsahovat např. okuje, do nichž může penetrant vniknout (irelevantní - falešné indikace, snížení kontrastu)
- Žádné látky (rýsovací barvy nebo chromáty) nesmí být na povrchu, neboť chemická reakce může přinejmenším způsobit sníženou účinnost.

Před zkouškou lze upravit povrch:

- Mechanické předčištění
- Chemické předčištění

Výběr vhodného způsobu čištění je založen na typu kontaminátu (znečištění) – žádnou metodou čištění se neodstraní všechny nečistoty.

Mechanické předčištění:

Nachází-li se na povrchu např. koroze nebo okuje, vniká penetrant do těchto míst a dochází k indikacím, které nemusí zkoušející pracovník správně určit. V těchto případech by se měl povrch mechanicky opracovat.

Toto lze provést následovně:

- okartáčováním,
- ultrazvukovým čištěním,
- broušením nebo podobným způsobem,
- třískovým obráběním,
- tryskáním.

Při mechanickém obrábění je třeba dát pozor, aby nedošlo k znečištění nebo uzavření necelistvostí a tím k znemožnění přístupu penetrantu. Chceme-li dosáhnout dobrého povrchu pro zkoušku s vysokou citlivostí, je třískové obrábění často nezbytné. V tomto případě je nutné zvolit vhodný způsob obrábění. Rovněž tryskání (tlakové zatížení) jako přípravná metoda je problematické (uzavření vad). Abychom případná vadná místa opět otevřeli, lze doporučit např. moření, či leptání součástí, následné opláchnutí a sušení.

Chemické čištění:

Chemické předčištění odstraňuje z povrchu předmětu organické a některé způsoby i anorganické látky. Nečistoty musí být odstraněny protože:

- nečistoty se mohou smísit s penetrantem a jeho vlastnosti se mohou změnit,
- nelze vyplnit necelistvosti zkoušeného předmětu, protože penetrant do nich nemůže vniknout.

Znamená to ale také provést dokonalé odstranění čistících látek (např. vodou) a konečné sušení po předčištění, aby byla z necelistvosti odstraněna voda nebo čističe, které přinejmenším zředí penetrant vnikající do vad. Organická rozpouštědla dodávající se nejčastěji ve spreji se odpařují sama relativně rychle. Přitom však ochlazují povrch zkoušeného předmětu, tzn., že je nutné čekat 2-5 minut před nanesením penetrantu.

Nejčastější způsoby čištění:

- čištění saponáty – odstraňují mastnotu, olej,
- čištění rozpouštědly – olej, vosky, organické látky,
- odmašťování v parách – olej, mastnota,
- moření v kyselině – okuje po tryskání.

8 Provedení zkoušky

Všeobecně:

Zkušební postup se provádí zásadně dle návodu výrobce a technologických postupů (návodek) na každou konkrétní součást s využitím následujících kapilárních prostředků:

- Penetrant,
- Prostředek k odstranění přebytku penetrantu,
- Vývojka.

Penetranty dle typu:

- Barevný
- Fluorescenční

Pro speciální použití se využívá penetrant tzv. „duální“. Obsahuje barevné i fluorescenční činidlo – využívá výhod jak typu barevného, tak fluorescenčního zobrazení.

Nanášení penetrantu:

Cílem nanášení penetrantu je naprosté pokrytí zkoušeného povrchu penetrantem tak, aby byla pokryta všechna místa zkoušeného povrchu s předpokládaným výskytem vad. Nanášení se provádí nástřikem s aerosolových nádob.

Penetrační čas:

Volba se provede dle návodu výrobce a stavu povrchu zkoušeného dílu (uvedeno v návodce). Následující minimální časy pro penetraci platí pro standardní teplotní rozsah:



Penetrační čas nesmí v žádném případě překročit  protože hrozí zaschnutí penetrantu.

Odstranění přebytku penetrantu:

Po uplynutí specifikované penetrační doby se musí odstranit veškerý penetrant ze zkoušeného povrchu, přičemž se musí dbát na to, aby bylo minimalizováno riziko odstranění penetrantu z necelistvosti. Přebytek penetrantu odstranitelného rozpouštědlem se musí odstranit opakovaným stíráním hadrem nebo savým papírem, až bude odstraněna většina stop po penetrantu. Zbývající stopy penetrantu se odstraní jemným otíráním povrchu hadrem nebo savým papírem, navlhčeným rozpouštědlem. Pro minimalizaci odstranění penetrantu z necelistvostí se musí postupovat pečlivě a je nutno se vyhnout použití nadměrného množství rozpouštědla. **Je zakázáno polévat (stříkat) rozpouštědlo na zkoušený povrch po nanesení penetrantu a před nanášením vývojky.**

Kontrola odstranění přebytku penetrantu:

Během čištění se provede vizuální kontrola zkoušeného povrchu na přítomnost zbytku penetrantu. Při použití fluorescenčního penetrantu se použije zdroj UV záření.

Nanesení vývojky:

Vývojka musí být udržována v homogenním stavu a na zkoušený povrch nanесena pokud možno ihned po odstranění penetrantu a v rovnoměrné vrstvě. Nedostatečná tloušťka povlaku vývojky nemusí vytáhnout penetrant ven z necelistvosti; a naopak, nadměrný povlak může maskovat (zakrýt) indikace. Vývojka se rovnoměrně nanese sprejem stříkáním tak, aby na zkoušený povrch dopadla mírně vlhká a vytvořila tenkou rovnoměrnou vrstvu.

Vyvíjecí čas:

Vyvíjecí doba pro konečnou interpretaci začíná bezprostředně po zaschnutí povlaku vývojky. Vyvíjecí čas má být v rozmezí  delší vyvíjecí čas může být dán konkrétním technologickým postupem (návodkou).

Prohlídka:

Obecně se první prohlídka, je-li to možné, provede ihned po nanесení nebo po zaschnutí vývojky. Tímto postupem mohou být indikace nejlépe interpretovány. Konečná prohlídka se provede po uplynutí vyvíjecího času. Pro vizuální prohlídku se může použít lupa nebo kontrastní brýle.

- U barevných kontrastních penetrantů vývojka vytváří poměrně rovnoměrný bílý povlak. Povrchové necelistvosti se indikují vzlínáním penetrantu, jenž má obvykle sytě červenou barvu, která vytváří skvrny na vývojce. Indikace, které mají světle růžovou barvu, mohou ukazovat na nadměrné čištění. Nedostatečné čištění může mít za následek nadměrné pozadí, které ztěžuje interpretaci. Vyžaduje se přiměřené osvětlení, aby se zajistila potřebná citlivost během zkoušení a vyhodnocování indikací.
- U fluorescenčních penetrantů je postup v podstatě stejný jako u barevných s výjimkou, že zkoušení se provádí s použitím ultrafialového světla. Zkoušení se musí provádět v zatemněném prostoru a zkoušející musí být v tomto prostoru alespoň 5 minut před prováděním zkoušky, aby mohl adaptovat svůj zrak v zatemněném prostředí. Záření UV nesmí přímo zasáhnout oči pracovníka. Všechny povrchy, které jsou v zorném poli pracovníka, nesmí fluoreskovat. Pokud operátor nosí brýle nebo čočky, nesmí být fotosenzitivní (samo zabarvující skla).

Vyhodnocení zjištěných indikací:

Navržení či výpočet kritérií přípustnosti vad přísluší konstruktérům, či technologům, v závislosti na provozním zatížení součásti a jejím využití. Zásadně se zjištěné indikace necelistvostí vyhodnocují dle daných norem, výkresů, technologických a renovačních postupů. Veškeré podmínky pro vyhodnocení musí být uvedeny v příslušném technologickém postupu (návodce) na každou konkrétní zkoušenou součást. Povrchové necelistvosti se projevují vzlínáním penetrantu; ovšem místní povrchové nepravidelnosti, vzniklé po opracování nebo v důsledku jiných povrchových úprav, mohou mít za následek irelevantní indikace. Velké plochy

pigmentace nebo fluorescence, jež mohou maskovat (zakrývat) indikace necelistvostí, jsou nepřipustné a takové oblasti se musí očistit a znovu vyzkoušet.

Značení po zkoušce:

Zelenou barvou – zkoušené předměty bez indikací, považované za vyhovující.

Červenou barvou – zkoušené předměty s indikacemi považované za vadné a určené k vyřazení.

Červenou barvou – zkoušené předměty s indikacemi považované za vadné a určené k opravě. Průběh necelistvosti se vyznačí důlčíky (), konce necelistvostí se označí důlčíkem ve vzdálenosti () od viditelné indikace ve směru průběhu necelistvosti. Po provedené opravě se provede opětovná zkouška opravené a přilehlé části zkoušeného předmětu.

Konečné čištění a ochranná opatření:

Po konečné prohlídce je nutné provést konečné čištění zkoušeného povrchu jen tehdy, jestliže zbytky kapilárních prostředků mohou zabraňovat dalšímu použití zkoušené součásti nebo provozním požadavkům. Je-li to požadováno, provede se vhodná ochrana proti korozi.

9 Způsobilost pracovníků provádět zkoušku a vyhodnocovat výsledky

Zkoušky kapilární metodou podle technologických postupů je oprávněn provádět kvalifikovaný a způsobilý personál. Pro prokázání této kvalifikace se vyžaduje, aby personál byl certifikován podle ČSN EN ISO 9712 a UIC-960-V, průmyslový sektor: údržba železničních kolejových vozidel – RS, minimálně v I. kvalifikačním stupni pro daný obor.

Defektoskopický pracovník s I. kvalifikačním stupněm musí, pokud má nejasnosti při vyhodnocení některých indikací vad, požádat pracovníka s II. kvalifikačním stupněm v oboru o konečné posouzení celistvosti součásti.

Zkoušet celistvost součástí kapilární metodou bez technologického postupu je oprávněn pouze defektoskopický pracovník s kvalifikací II. nebo III. stupně.

Prohlídka výrobku po nanesení vývojky se provádí vizuálně a má za účel zjistit místa indikovaných necelistvostí. S ohledem na zdraví pracovníka a jakost prováděné zkoušky nesmí vlastní vizuální prohlídka za 1 směnu trvat déle než 4 hodiny s přestávkou po dvou hodinách.

10 Evidence o provedené kontrole

Všechny zkoušené předměty se zapisují do předepsaného a schváleného záznamníku, protokolů a měrových listů

Jednotlivé záznamní knihy musí být evidovány v útvaru 210100 – odbor technická kontrola, který jim přidělí evidenční číslo. Toto číslo se poznamená na vnitřní stranu předních desek záznamníku. Dále se zde uvede počet stran (strany se očíslovají), datum začátku a ukončení používání záznamníku, seznam defektoskopických pracovníků, kteří provádějí záznamy a vzory jejich podpisů.

Záznamy o kontrole součástí musí být prováděny v témže dni, ve kterém byla uskutečněna defektoskopická kontrola. Pozdější nebo nárazově vyplňované záznamy neposkytují okamžité a úplné informace o vykonané kontrolní činnosti.

Všechny údaje v záznamníku se zapisují čitelně perem nebo kuličkovou tužkou. Jednotlivé listy není dovoleno v žádném případě ze záznamníku vytrhávat. Opravy možno provádět tím způsobem, že chybný záznam se přeškrtně jednoduchou čarou a dále se zapíše správné údaje.

Vedení záznamníku podléhá kontrolní činnosti vedoucího útvaru technické kontroly.

Skartaci záznamníku je možno provést nejdříve po uplynutí skartační lhůty (dle platného skartačního řádu) od data posledního zápisu.

11 Opatření

a) Zdravotní opatření

Při zkoušce je nutno dodržovat zdravotní opatření, předepsaná pro práci s tekutinami, z nichž je detekční tekutina složena. Pracovníci musí být vybaveni ochrannými prostředky (brýlemi, rukavicemi, rukávničky, nepromokavými zástěrami, obuví, ochrannými maskami).

b) Bezpečnostní opatření

Detekční tekutiny, obsahující hořlavé látky podléhají nařízením, která se týkají jak pracovišť, tak i zacházení s těmito látkami. Pracovní prostory musí být dostatečně větrány a umístěny v dostatečné vzdálenosti od zdrojů tepla, jisker a ohně v souladu s interními předpisy.

12 Seznam použitých norem pro kapilární metodu PT

KVALIFIKACE, CERTIFIKACE, ZPŮSOBILOST V NDT:

ČSN EN ISO 9712	Nedestruktivní zkoušení - Kvalifikace a certifikace pracovníků NDT
ČSN EN ISO 8596	Oční optika - Zkouška zrakové ostrosti - Normalizovaný optotyp a jeho zobrazení
ČSN EN ISO/IEC 17024	Posuzování shody – Všeobecné požadavky na orgány pro certifikaci osob
Vyhláška UIC-960-V	Kvalifikace a certifikace NDT při údržbě a opravách ŽKV

KAPILÁRNÍ METODA PT:

ČSN EN ISO 3452-2	Nedestruktivní zkoušení - Kapilární zkouška – Část 2: Zkoušení kapilárních prostředků
ČSN EN ISO 3452-3	Nedestruktivní zkoušení - Kapilární zkouška – Část 3: Kontrolní měrky
ČSN EN ISO 3452-4	Nedestruktivní zkoušení - Kapilární zkouška – Část 4: Vybavení
ČSN EN 10228-2	Nedestruktivní zkoušení ocelových výkovků – Část 2: Kapilární zkouška
ČSN ISO 9916	Odlitky ze slitin hliníku a hořčíku - Kontrola kapilární metodou

Část V

VIZUÁLNÍ KONTROLA PŘÍMÁ (VT)

1 Všeobecně

1.1 Předmět kontroly

Pokyny jsou určeny pro přímou vizuální kontrolu tvářených ocelových hutních výrobků, konstrukčních celků svarových spojů, na které jsou kladeny vysoké nároky na kvalitu z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti provozu vozidel metra.

1.2 Účel vizuální kontroly

Vizuální kontrolou podle těchto metodických pokynů se zjišťují zjevné vady povrchu kontrolovaných konstrukčních celků, součástí a svarových spojů. Zjištěné nepřipustné a přípustné sledované vady se zaznamenávají předepsaným způsobem.

Vizuální kontrolou se rovněž ověřuje splnění podmínek pro další předepsanou nedestruktivní kontrolu

1.3 Rozsah přímé vizuální kontroly

Přímé vizuální kontrole lze podrobit ty povrchy zkoušeného předmětu, nebo části těchto povrchů, které lze prohlédnout bez pomůcek alespoň z jednoho místa vzdáleného od kontrolované části povrchu méně než 600 mm pro provedení místní vizuální kontroly a více  pro provedení všeobecné vizuální kontroly současně oběma očima pod úhlem který není menší  od zkoušeného povrchu, a které lze v ostatních směrech prohlédnout při splnění všech požadavků použitím jednoduchých optických pomůcek této kontroly.

Rozsah přímé vizuální kontroly je určen technickými podmínkami platnými pro danou kontrolovanou součást.

Rozsah kontroly opravených míst má být uveden v technologickém postupu opravy. Minimální rozsah vizuální kontroly po opravě nesmí být menší než celá část povrchu, kterou oprava zasáhla a její bezprostřední okolí do vzdálenosti alespoň 50mm od okrajů opravené části povrchu.

1.4 Zařazení vizuální kontroly do pracovního procesu

Vizuální kontrola je jednou z operací pracovního postupu a musí být v něm zařazena.

Podle zařazení vizuální kontroly do pracovního procesu rozlišujeme vizuální kontrolu na vstupní, mezioperační a výstupní.

2 Rozsah znalostí metody VT

Úplnou znalost této metody je nutné požadovat od pracovníků, kteří řídí, bezprostředně vykonávají a rozhodují o dalším provozu konstrukčních celků nebo jednotlivých součástí vozidel metra po jednotlivých nařízených prohlídkách, nebo opravách. Tedy zejména pracovníkům defektoskopie, četařům a mistrům údržbářských a opravárenských čt a pracovníkům technické kontroly.

Vedoucí organizační složky určí ve své pravomoci rozsah znalosti pro jemu podřízené zaměstnance, případně pro zaměstnance organizačních složek jím řízených.

3 Názvosloví – pojem vada

Při přímé vizuální kontrole rozlišujeme vady na:

- nepřípustné
- přípustné sledované
- přípustné nesledované

Poznámka: o opravitelnosti nebo odstranitelnosti zjištěných nepřípustných vad se při této kontrole nerozhoduje.

Vada součásti

Rozumí se každá odchylka (rozměrů, hmotnosti, tvaru, polohy, vzhledu, makrostruktury, mikrostruktury a jiných veličin zjistitelných např. laboratorními zkouškami) od vlastností předepsaných technickými normami, technologickými podmínkami, která je způsobená nevhodným tvářením nebo nedodržením technologické kázně.

Vady součástí mohou být:

- a) Zjevné – lze zjistit při prohlídce součásti pouhým okem nebo jednoduchými pomůckami a pomocnými měřidly.
- b) Skryté – lze zjistit až po obrobení nebo pomocí vhodných přístrojů či laboratorními zkouškami.

Pojem „vada“ má význam podmíněný. Podle ustanovení příslušných norem nebo technických podmínek může být táž odchylka někdy vadou přípustnou, jindy nepřípustnou, opravitelnou nebo neopravitelnou.

- a) Vada přípustná – vada nebo odchylka, kterou normy nebo technické podmínky pro danou součást dovolují a její odstranění opravou není nutné.
- b) Vada nepřípustná – vada nebo odchylka od norem, nebo technických podmínek pro danou součást, kterou nelze odstranit opravou, nebo jejíž oprava je podle těchto norem a technických podmínek nepřípustná.
- c) Vada opravitelná – vada nebo odchylka, kterou lze vhodným zásahem, dovoleným normami nebo technickými podmínkami opravit na přípustnou míru, nebo zcela odstranit.

Zjišťování vad pomocí nedestruktivních metod je většinou nepřímé. Prostředníkem je fyzikální veličina, která v interakci s prostředím mění své parametry, závislé po kvantitativní a kvalitativní stránce na homogenitě prostředí tzn. na prostředí zkoušeného materiálu. Zjišťování a měření těchto odchylek je proto ekvivalentní zjišťování vad a stanovení jejich velikosti, polohy a tvaru a je základem metod nedestruktivního zkoušení součástí a materiálů.

Z hlediska nedestruktivního zkoušení lze vady rozdělit:

- a) podle jejich polohy
 - vady komunikující s povrchem
 - vady těsně pod povrchem
 - vnitřní vady
- b) podle tvaru:
 - vady bodové
 - vady plošné
 - vady prostorové
- c) podle technologického hlediska:
 - vady tvaru, rozměrů polohy a hmotnosti
 - vady povrchu
 - necelistvosti, přerušení souvislosti
 - vady makrostruktury
 - vady mikrostruktury
 - vady zjišťované zvláštními laboratorními zkouškami
 - vady z nedodržení předepsaných údajů na výrobku

Podmínky přímé vizuální kontroly

Kvalifikace pracovníka

Vizuální kontrolu smí provádět pracovník, který splňuje následující požadavky:

- a) Má odpovídající znalosti o konstrukci, technologii výroby a provozu zkoušené části, o druzích zjistitelných vad a místech, ve kterých se tyto vady mohou vyskytovat a o přípustnosti vad.
- b) Rozumí normám a specifikacím pro dané zkoušení a přizpůsobuje je na skutečné pracovní podmínky.
- c) Interpretuje výsledky zkoušení a vyhodnocuje je podle vhodných norem, předpisů nebo specifikací.
- d) Má znalost podmínek pro účinnou aplikaci dalších nedestruktivních zkoušek.
- e) Má písemné prohlášení, vydané zaměstnavatelem o pověření k činnosti provádění VT,
- f) Má dostatečnou zrakovou schopnost pro zjištění a ohodnocení vad. To znamená, není barvoslepý a má schopnost nekorigovaně nebo korigovaně ostře vidět na blízko tak, že je schopen číst ze vzdálenosti cca 300 mm Jaegerův test č. 1 v souladu s ČSN EN ISO 9712 čl. 7.4. Kromě toho, pokud provádí všeobecnou vizuální kontrolu, musí mít přezkoušenou schopnost vidění na dálku podle normalizovaného optotypu v souladu s ČSN EN ISO 8596, stupeň ostrosti vidění 0,63 nejméně jedním okem, korigovaným nebo nekorigovaným. Podle tohoto pravidla je pravidelně testována schopnost vidění na blízko, na dálku a schopnost rozlišovat barvy. Toto přezkoušení provádí k tomu oprávněný lékař. Provádí se jednou ročně. Protože schopnost pracovníka provádět účinnou vizuální kontrolu se podle zkušeností po nepřetržitě

dvouhodinové kontrole značně zhoršují, není dovoleno tento časový limit překročit. Doporučuje se zařadit přestávky na odpočinek, nebo pracovníky střídat.

Na pracovišti, kde se provádějí vizuální kontroly, musí být řídicí pracovník vyškolen a certifikován v oboru VT dle ČSN EN ISO 9712 sektoru MS, min. II. kvalifikační stupeň.

Pokud je v technických požadavcích a normách uveden požadavek na kvalifikaci a certifikaci pracovníků provádějících vizuální kontrolu konkrétních dílů, nebo konstrukčních celků vozidel metra, musí být bezpodmínečně dodržen.

4 Úprava povrchu pro kontrolu

Z prohlížených povrchů musí být odstraněny nečistoty a vše, co by zhoršovalo rozlišitelnost případných vad, nebo jejich správné ohodnocení.

Požadavky na úpravu povrchu pro následné nedestruktivní zkoušky, jejichž splnění se rovněž při vizuální kontrole prověřují, jsou specifikovány v technologických podmínkách pro provádění těchto zkoušek. Podrobnou specifikaci požadavků na úpravu povrchu pro tyto zkoušky, pokud je nutná, vydá pro účely vizuální kontroly defektoskopické pracoviště, které bude následné nedestruktivní zkoušky provádět.

5 Osvětlení

Prohlížená část povrchu musí být osvětlena denním nebo bílým umělým světlem o intenzitě dovolující přečíst ze vzdálenosti cca  test zrakové rozlišitelnosti (Jaegerův test č. 1). Intenzita osvětlení má být nejméně  pro všeobecnou prohlídku. Při kontrole detailů se doporučuje intenzita osvětlení nejméně .

Celkové osvětlení musí dovolovat nutnou orientaci pracovníka a nesmí zhoršovat podmínky kontroly nebo správného provedení záznamu. Doporučuje se nepřímé osvětlení celého pracoviště.

Místní osvětlení kontrolovaného povrchu musí být takové, aby si pracovník mohl řídit jeho intenzitu, směr a clonění tak, aby hledané vady byly nejzřetelněji viditelné a hodnotitelné. Doporučují se stojanová svítidla přímá s říditelným směrem, úhlem otevření a cloněním.

Používaná svítidla a manipulace s nimi musí odpovídat předpisům pro bezpečnost a hygienu práce. Pokud nejsou přímo předepsaná, doporučují se svítidla na malé napětí.

Pomůcky pro přímou vizuální kontrolu

Při přímé prohlídce povrchu lze užít pomůcek zlepšující rozlišitelnost hledaných vad, nebo podmínky jejich správného ohodnocení, případně sloužících při provádění záznamu zjištěných vad.

- a) lupy o malém zvětšení, obvykle 1,5 až 3 násobném, maximálně však 5 násobném,
- b) zrcátka sloužící jednak k pomocnému přisvětlení prohlíženého místa, nebo k porovnání pohledů z různých úhlů na toto místo,
- c) luxmetr s platnou kalibrací,
- d) svítidla vhodných vlastností,
- e) měřící zařízení a měrky,
- f) porovnávací měrky jakosti povrchu nebo vzorové analogové záznamy hledaných vad,
- g) značky souřadnicového systému sloužící k určení polohy a orientace vady,

- h) pomůcky sloužící k provádění záznamu jako fotografické zařízení nebo potřeby k pořízení otisků atd.

6 Podmínky k provedení kontroly

Při přímé vizuální kontrole se systematicky prohlíží všechny kontrolované povrchy tak, aby všechna místa byla podrobně prohlédnuta takovým způsobem, aby byly co nejspolehlivěji odhaleny vady, jejichž výskyt nelze vyloučit.

Při každé kontrolní situaci musí být zajištěna dostatečná citlivost zkoušky. Všeobecně se považuje za dostatečné, pokud je např. rozeznatelná jemná linie (čára) o tloušťce  vzhledem k okolí kontrolované plochy.

Na základě výsledku vizuální kontroly se zjištěné vadě přiřadí odpovídající druh (typ) a vada se zařadí do příslušné kategorie, tj. jako vada nepřipustná, přípustná sledovaná nebo nesledovaná.

Pokud o druhu vady a jejím zařazení nelze pouze na základě vizuální kontroly jednoznačně rozhodnout, provede se ohodnocení vady až podle výsledků dalších zkoušek této části kontrolovaného povrchu, nebo se vada označí druhem a kategorií nejprísnější z možností, které by přicházely v úvahu.

7 Hodnocení jakosti

Posuzování závažnosti vad je velmi složitá otázka, řešená naukou o pevnosti a pružnosti. Kritéria pro posuzování vad a stanovení jejich přípustnosti závisí individuálně na konstrukci a na podmínkách provozu součásti a nelze pro ně stanovit obecná pravidla.

Posuzování závažnosti vad je velmi složitá otázka, řešená naukou o pevnosti a pružnosti. Kritéria pro posuzování vad a stanovení jejich přípustnosti závisí individuálně na konstrukci a na podmínkách provozu součásti a nelze pro ně stanovit obecná pravidla. Z tohoto hlediska je možné považovat nedestruktivní kontrolu za ověření jednoho z předpokladů, který je nutný pro spolehlivou funkci součásti. Jestliže se při nedestruktivní kontrole zjistí určitá necelistvost je nutné stanovit:

- a) charakter, velikost a polohu necelistvosti;
- b) rozhodnout, je-li pro daný případ možné zjištěnou necelistvost považovat za přípustnou nebo je-li nutné součást vyřadit.

Zatím co první z těchto úkolů přímo náleží pracovníkům nedestruktivního testování, otázka přípustnosti vad (necelistvostí), která náleží konstruktérům, technologům atd. je mnohem složitější. Závažnost necelistvosti závisí na způsobu namáhání součásti a na vlastnostech materiálu. Účinek různých druhů vad na porušení součásti je dán komplexním působením různých faktorů. To znamená, že stejná vada, která v jednom případě je přípustná, může za jiných okolností vést k havárii.

Základní faktory, kterým je nutné věnovat pozornost při posuzování vad jsou:

- a) účinky vad při statickém namáhání
- b) účinky vad při dynamickém namáhání

ad a) Účinky vad při statickém namáhání

Většina výpočtů součástí staticky namáhaných vychází z klasické teorie pevnosti a pružnosti a z hodnot mechanických vlastností, zjišťovaných za velmi zjednodušených podmínek při laboratorních zkouškách. Většinou se vychází z pevnosti v tahu, zjišťované na tvarově jednoduchých vzorcích namáhaných jednoosým tahem. Účinek vnitřní necelistvosti se pak zjednodušeně chápe jako zmenšení nosného průřezu součásti. Účinek necelistvosti závisí na její velikosti resp. na velikosti jejího průmětu do směru kolmého na směr namáhání a na poloze necelistvosti vzhledem k nebezpečnému průřezu namáhané součásti a na gradientu napětí v průřezu.

V případech předčasných lomů jsou rozhodující lokální vlastnosti materiálu a v mnoha případech pak vrubový účinek vady. Jako hlavní vlastnost materiálu, která ovlivňuje jeho citlivost k vrubům, je plasticita tzn. schopnost plasticky se deformovat bez vzniku trhlin. Plasticita materiálu je dána jeho chemickým složením, technologií výroby, tepelným zpracováním apod. a závisí i na provozních podmínkách.

Dalším důležitým faktorem je provozní teplota, kdy plasticita při určitém rozmezí teplot prudce klesá a dále časový průběh namáhání, kdy s rostoucí rychlostí zatěžování (rázů) se materiál stává méně plastický.

Z uvedeného je zřejmé, že za určitých nepříznivých podmínek může v okolí vady místní koncentrace napětí i při statickém namáhání teploty přesáhnou určitou mez a mohou se vytvořit podmínky pro vznik tzv. křehkého lomu. Tak dochází k náhlému porušení a k havarii bez předchozích známek nebezpečí.

Za podmínek křehkého lomu má větší vliv četnost jednotlivých vad než absolutní velikost jednotlivé vady. U seskupení vad je nutno za určitých podmínek počítat s jejich postupným spojováním, takže je charakteristickou hodnotou v tomto případě sumární délka jednotlivých vad.

ad b) Účinky vad při dynamickém namáhání

Pro výpočet součástí, namáhaných kmitavým nebo opakovaným namáháním se vychází ze statické pevnosti jen, pokud počet opakovaných cyklů zatížení nepřekročí cca 104 u měkkých ocelí a 103 u materiálů křehčích. Při velkém počtu cyklů je pro výpočet rozhodující únavová pevnost. Porušení materiálu při únavě nastává odlišným způsobem než při namáhání statickém. Lom obvykle začíná v povrchové vrstvě součásti v místě koncentrace napětí.

Iniciátorem vzniku únavové necelistvosti jsou drobné vady v povrchových vrstvách materiálu součásti. Zárodek únavové necelistvosti nejčastěji vzniká v místě konstrukčních vrubů, povrchových dutin a pórů, nečistot a také v místech nepravidelnosti struktury a stavby krystalů. Z hlediska posuzování vlivu vad, zjištěných metodami NDT, budou u součástí namáhaných na únavu zvlášť nebezpečné povrchové vady nebo vady v blízkosti povrchu. Např. u svarů namáhaných na únavu vzniká únavová necelistvost nejčastěji na povrchu svaru, kdy přechází svar do základního materiálu a to na straně krycího svaru nebo u kořene svaru. Nebezpečný je vrub, který vznikne u neprovařeného kořene, který snižuje únavovou pevnost svaru. Podobně jsou nebezpečné trhliny na povrchu svaru nebo ve

stehu. Drobné vady svarů (póry, vměsky) zeslabují průřez svaru a způsobují zvýšení jmenovitého napětí a přispívají tak ke vzniku a šíření únavových necelistvostí.

Pevnostní hlediska nemusí být vždy rozhodující pro posuzování přípustnosti vad. Do oblasti posuzování přípustnosti patří také např. těsnost svarů u svařovaných nádrží na kapaliny, kdy měřítkem kvality je nepropustnost nádoby. Podobné požadavky lze klást i na korozní prostředí, kde jsou zvlášť nebezpečné povrchové a podpovrchové vady.

8 Evidence o provedené kontrole

Všechny kontrolované předměty se zapisují do předepsaného a schváleného záznamníku, protokolů a měrových listů.

Jednotlivé záznamní knihy musí být evidovány v útvaru 210100 - odbor technická kontrola, který jim přidělí evidenční číslo. Toto číslo se poznamená na vnitřní stranu předních desek záznamníku. Dále se zde uvede počet stran (strany se očíslovají), datum začátku a ukončení používání záznamníku, seznam kontrolních pracovníků, kteří provádějí záznamy a vzory jejich podpisů.

Záznamy o kontrole musí být prováděny v témže dni, ve kterém byla ukončena vizuální kontrola. Pozdější nebo nárazové vyplňované záznamy neposkytují okamžité a úplné informace o vykonané kontrolní činnosti.

Všechny údaje v záznamníku se zapisují čitelně perem nebo kuličkovou tužkou. Jednotlivé listy není dovoleno v žádném případě ze záznamníku vytrhávat. Opravy možno provádět tím způsobem, že chybný záznam se přeškrtné jednoduchou čarou a dále se zapíše správné údaje.

Vedení záznamníku podléhá kontrolní činnosti vedoucího útvaru 210100 – odbor technická kontrola.

Skartaci záznamníku je možno provést nejdříve po uplynutí pěti let od data posledního záznamu.

9 Evidence zjištěných vad

V případě zjištění vady provede pracovník útvaru 210100 – odbor Technická kontrola zápis do evidence o provedené kontrole a vyplní protokol o vadě (neshodě).

10 Seznam použitých norem pro vizuální metodu VT

KVALIFIKACE, CERTIFIKACE, ZPŮSOBILOST V NDT:

ČSN EN ISO 9712	Nedestruktivní zkoušení - Kvalifikace a certifikace pracovníků NDT
ČSN EN ISO 8596	Oční optika - Zkouška zrakové ostrosti - Normalizovaný optotyp a jeho zobrazení
ČSN EN ISO/IEC 17024	Posuzování shody – Všeobecné požadavky na orgány pro certifikaci osob
Vyhláška UIC-960-V	Kvalifikace a certifikace NDT při údržbě a opravách ŽKV

VIZUÁLNÍ METODA VT:

ČSN EN ISO 17 637	Nedestruktivní zkoušení svarů - Vizuální kontrola tavných svarů
ČSN EN 1370	Slévárství - Hodnocení stavu povrchu
ČSN EN 13018	Nedestruktivní zkoušení - Vizuální kontrola - Všeobecné zásady

Přílohy k metodě

Příloha č. 1 – Optika a světlo – základní pojmy a teorie

Příloha č. 2 – Základní principy nedestruktivních metod

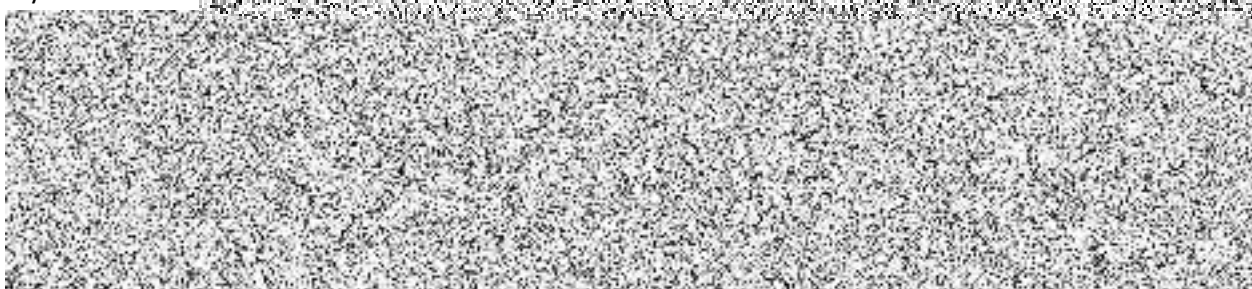
Příloha 1

Optika a světlo – základní pojmy a teorie

Světlo je elektromagnetické vlnění s frekvencí od  V souvislosti se světlem mluvíme o optických jevech.

Optické jevy - jevy, které je možno vnímat zrakem, jehož čidlem je oko, které má schopnost reagovat na elektromagnetické záření uvedeného intervalu frekvencí a tím vyvolat fyziologický vjem zvaný **vidění**. K optickým jevům patří také **infračervené a ultrafialové záření**.

Elektromagnetické vlnění - je podstata světla i tepelného záření (umožňuje bezdrátový přenos slova i obrazu mezi libovolnými místy na zemi i kosmu). Šíří se prostorem konečnou rychlostí, známou jako rychlost světla.



Protože složky elektromagnetické vlny kmitají napříč ke směru, kterým se vlnění šíří, je elektromagnetické vlnění **příčné**. Jestliže složky elektromagnetického vlnění mají stálý směr, označuje se toto vlnění jako **vlnění polarizované**. Rychlost elektromagnetického vlnění závisí na jeho frekvenci a na prostředí ve kterém se šíří. Ve vakuu je tato rychlost největší a je pro všechny frekvence stejná. Dopadne-li elektromagnetické vlnění na překážku, pak nastává odraz vlnění.

Frekvence je nejdůležitější veličinou, která charakterizuje vlnění a závisí na ní vlastnosti vlnění i jeho účinky. Vlastnosti oka umožňují vjem vidění pouze pro určitý interval frekvencí vlnění a podstatná část intervalu frekvencí neumožňuje jeho zrakové vnímání. Jako analogii lze uvést interval frekvencí mechanického vlnění, které vnímáme jako zvuk. Frekvence záření se při průchodu různými látkami nemění. Toto však neplatí pro vlnovou délku

Šíření světla

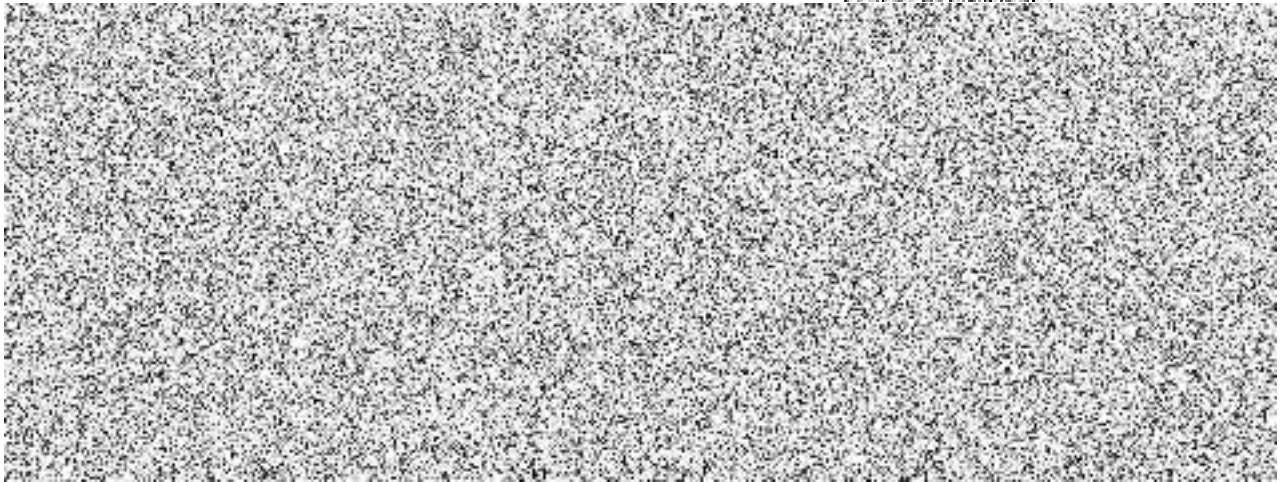
Světlo vzniká ve světelném zdroji, v němž probíhají energetické změny provázené vyzařováním energie do prostoru.

Tuto energii světlo předává buď oku, kde způsobuje fyziologický vjem vidění nebo přístroji - detektoru, který může přeměňovat na jiný druh energie (např. expozimetr, televizní kamera atd.)

Světlo se šíří přímočaře od zdroje ve formě světelných vln a jako každý druh elektromagnetického vlnění se i světlo může šířit nejen látkami, ale i vakuem. Šíření vakuem je pro elektromagnetické vlnění typické. Tuto vlastnost nemá mechanické vlnění, které se šíří pouze látkami.

Vlastnost světla, která je ovlivňována frekvencí je **barva**. Různým frekvencím odpovídají i různé barvy světla. Nejmenší frekvenci má světlo červené barvy (ve vakuu má vlnovou délku ) , největší pak světlo fialové (ve vakuu cca 400nm). Rozsah viditelného světla je .

Světelná vlna se od zdroje šíří **rychlostí světla**, jejíž přibližná hodnota



Pro názorný popis šíření světla se používá pojem **světelný paprsek**. Všechny paprsky mají směr normály k vlnoploše. Paprsky bodového zdroje mají radiální směr, paprsky rovinné vlnoplochy jsou rovnoběžné.

Rozhraní dvou prostředí

Na rozhraní dvou isotropních prostředí dochází při dopadu světla ke dvěma jevům: k odrazu světla a k lomu světla.

Zákon o odrazu světla:

Velikost úhlu odrazu α' se rovná velikosti úhlu dopadu α ; paprsek dopadajícího a odraženého světla leží v rovině dopadu.

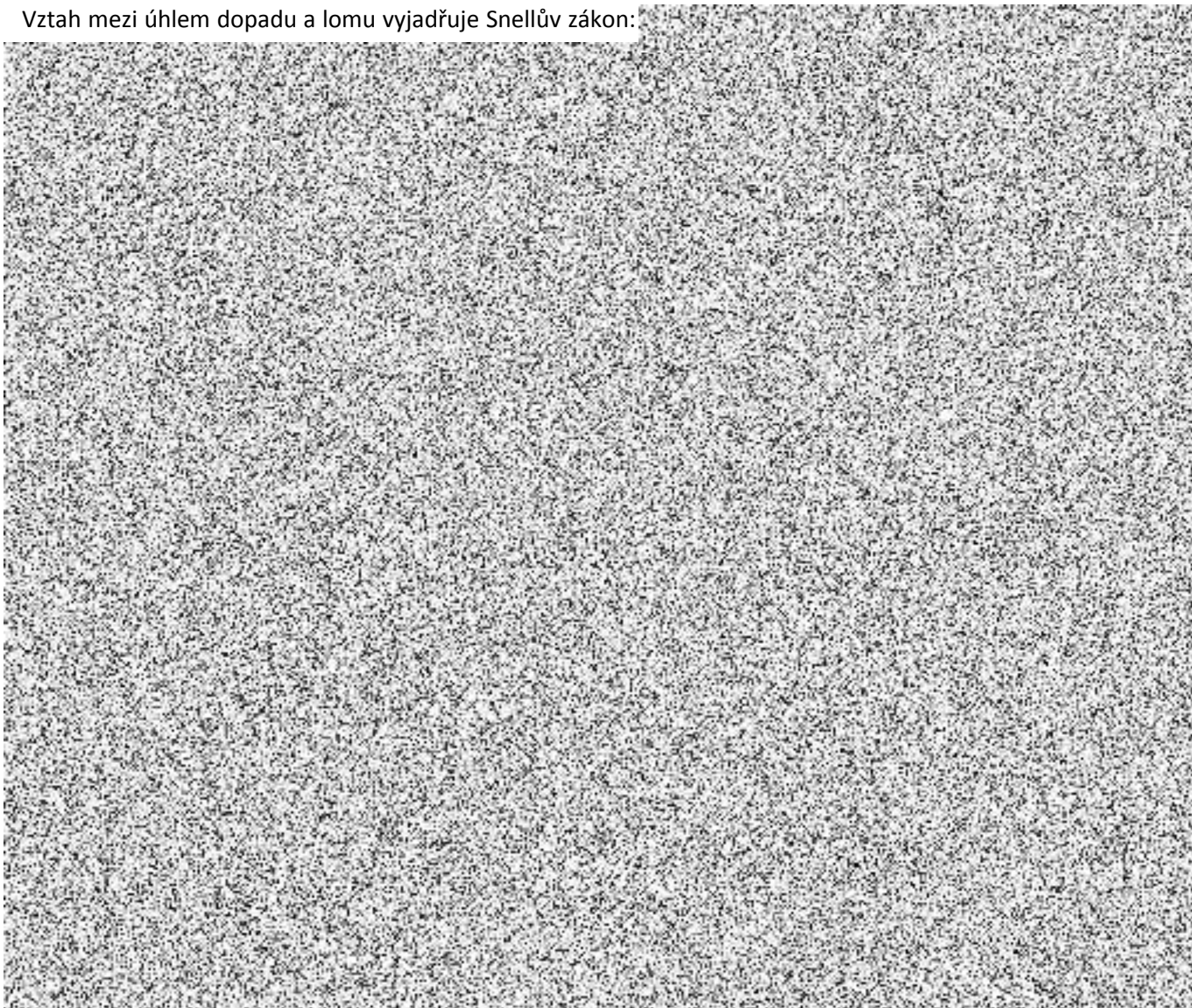
Úhel odrazu světla nezávisí na frekvenci světla, pro daný úhel dopadu se světlo odráží pod stejným úhlem pro všechny frekvence.

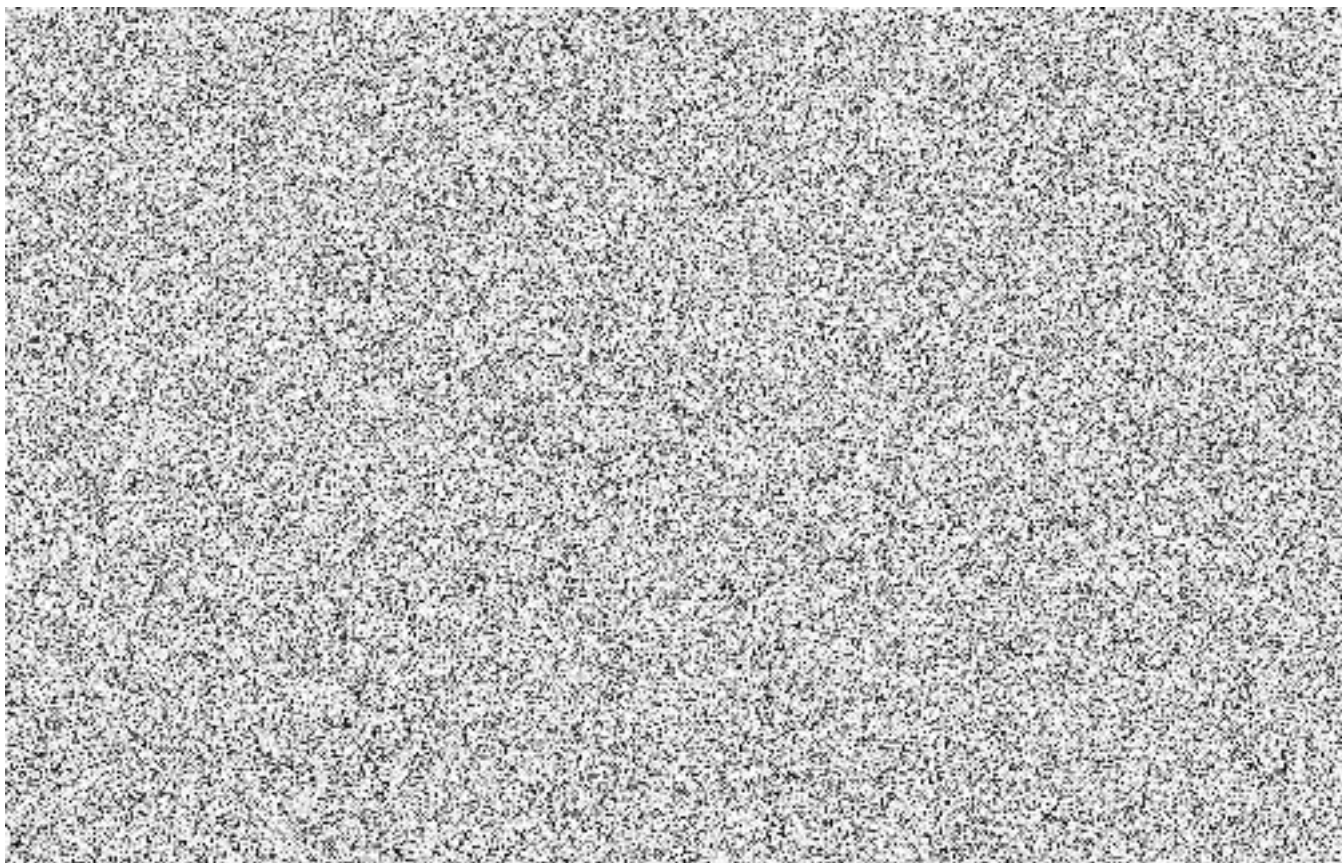
Při odrazu se nemění rychlost světla a celý děj probíhá v jednom prostředí.

Zvláštní případ nastává při kolmém dopadu. Zde nejde jednoznačně určit rovinu dopadu – dopadající paprsek je sám kolmicí dopadu a i odraženým paprskem v opačném směru. Platí tedy $\alpha = \alpha' = 0^\circ$.

Zákon lomu světla:

K lomu světla dochází na rozhraní dvou prostředí, proniká-li světlo z jednoho prostředí do druhého. Vztah mezi úhlem dopadu a lomu vyjadřuje Snellův zákon:



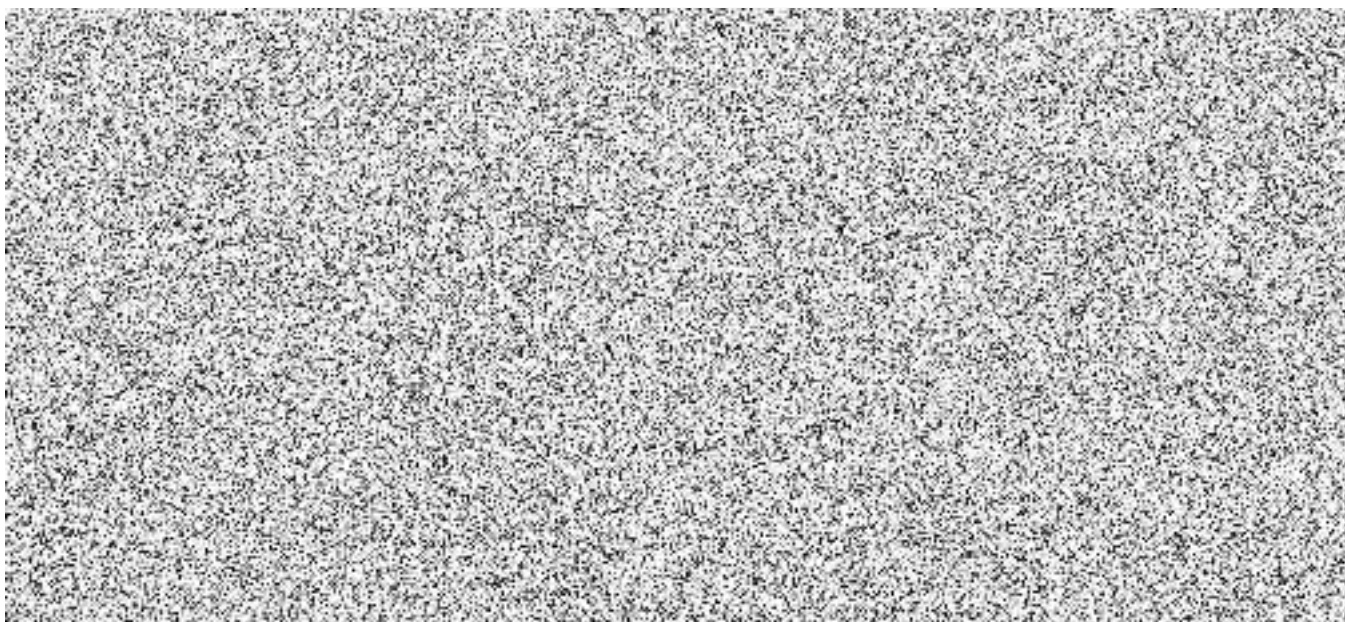


Čočky

Čočky jsou optické soustavy vytvořené z průhledného prostředí omezeného dvěma kulovými plochami. Na každé z nich dochází k lomu světla. Každá čočka má dvě ohniska, předmětové a odrazové. Existuje šest možných tvarů čoček.

- a) **čočky spojné – spojky**, které jsou uprostřed tlustší než na krajích.
- b) **čočky rozptylné – rozptylky**, které mají opačné vlastnosti.

Spojnice středů lámavých ploch se nazývá optická osa čočky.



- a) spojky: dvojbypuklá, ploskovypuklá, dutovypuklá
- b) rozptylky: dvojdutá, ploskodutá, vypuklá

Zorný úhel

Zorný úhel pozorovaného předmětu při pozorování okem je definován jako úhel, který svírají paprsky jdoucí od okrajů předmětu do oka. Pro předměty vzdálené nebo malé je zorný úhel malý a zvětšení zorného úhlu umožňuje zlepšit pozorování rozlišit více detailů.

Lupa - nejjednodušší optický přístroj, který slouží ke zvětšení zorného úhlu malých blízkých předmětů. Lupa je spojná čočka s malou ohniskovou vzdáleností a obraz je neskutečný, přímý a zvětšený. Běžné lupy mají ohniskovou vzdálenost od 2 do 5 cm a jejich zvětšení je 5 až 12×. Větších hodnot zvětšení nelze dosáhnout jedinou čočkou, ale soustavou čoček.

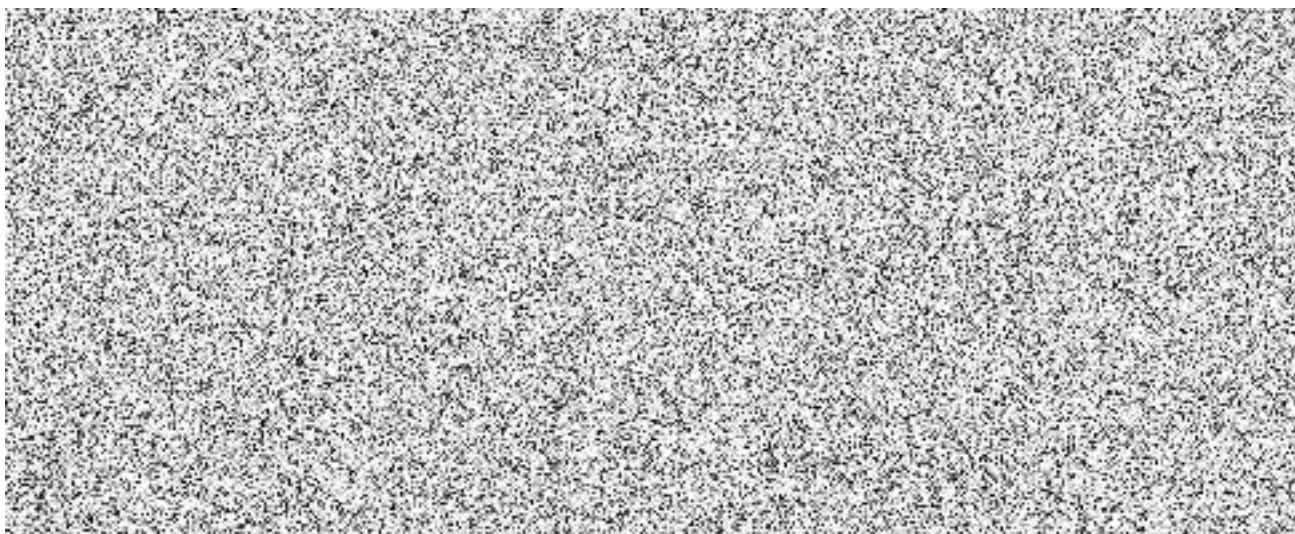
Pro pozorování malých blízkých předmětů se používá mikroskopů, a velkých vzdálených předmětů pak dalekohledů.

Mikroskop - je tvořen soustavou dvou spojných čoček se společnou optickou osou: **objektiv** s malou ohniskovou vzdáleností (je několik milimetrů) a **okulárem** s větší ohniskovou vzdáleností několika centimetrů. Obrazové ohnisko objektivu a předmětové ohnisko okuláru nesplývají.

Dalekohled - různé konstrukční typy, podle optických soustav se rozdělují do dvou skupin a to reflektory, které používají pouze čočky nebo jejich soustavy a reflektory, používající také zrcadla.

Fotometrie

Fotometrie se zabývá fyzikálními veličinami, které charakterizují vydatnost světelných zdrojů, tok světelné energie a osvětlení předmětu z hlediska působení na lidské oko (do jisté míry však subjektivně). Ve fotometrii se předpokládá bodový světelný zdroj, který vysílá světlo do všech směrů prostoru rovnoměrně. Záření, vysílané světelným zdrojem do prostoru představuje zářivou energii. Podíl zářivé energie, procházející plochou za čas se označuje jako zářivý tok. Zářivý tok vystupující z plochy zdroje se označuje jako intenzita vyzařování.



Svítivost I

Světelný zdroj charakterizuje svítivost zdroje. Jednotkou světelného zdroje je **kandela (cd)**.

Jedna kandela 1cd je svítivost $1/600\,000\text{ m}^2$ povrchu absolutně černého tělesa ve směru kolmém k tomuto povrchu, při teplotě tuhnutí platiny (1768 °C) a při normálním tlaku (101325 Pa).

Světelný tok lm

Světelnou energii procházející určitou plochou za dobu 1 sekundy charakterizuje světelný tok.

Jednotkou světelného toku je **lumen (lm)**. Je definován jako světelný tok vyzařovaný bodovým zdrojem o svítivosti 1 cd do prostorového úhlu o velikosti jednoho steradiánu. **Steradián (sr)** je velikost prostorového úhlu, který na kulové ploše o poloměru 1 m vymezuje plochu o obsahu 1 m^2 .



Osvětlení E

Světlo, dopadající na plochu, vyvolá osvětlení této plochy. Tato veličina je definována jako podíl části světelného toku a obsahu této plochy, jestliže světlo dopadá na plochu kolmo.

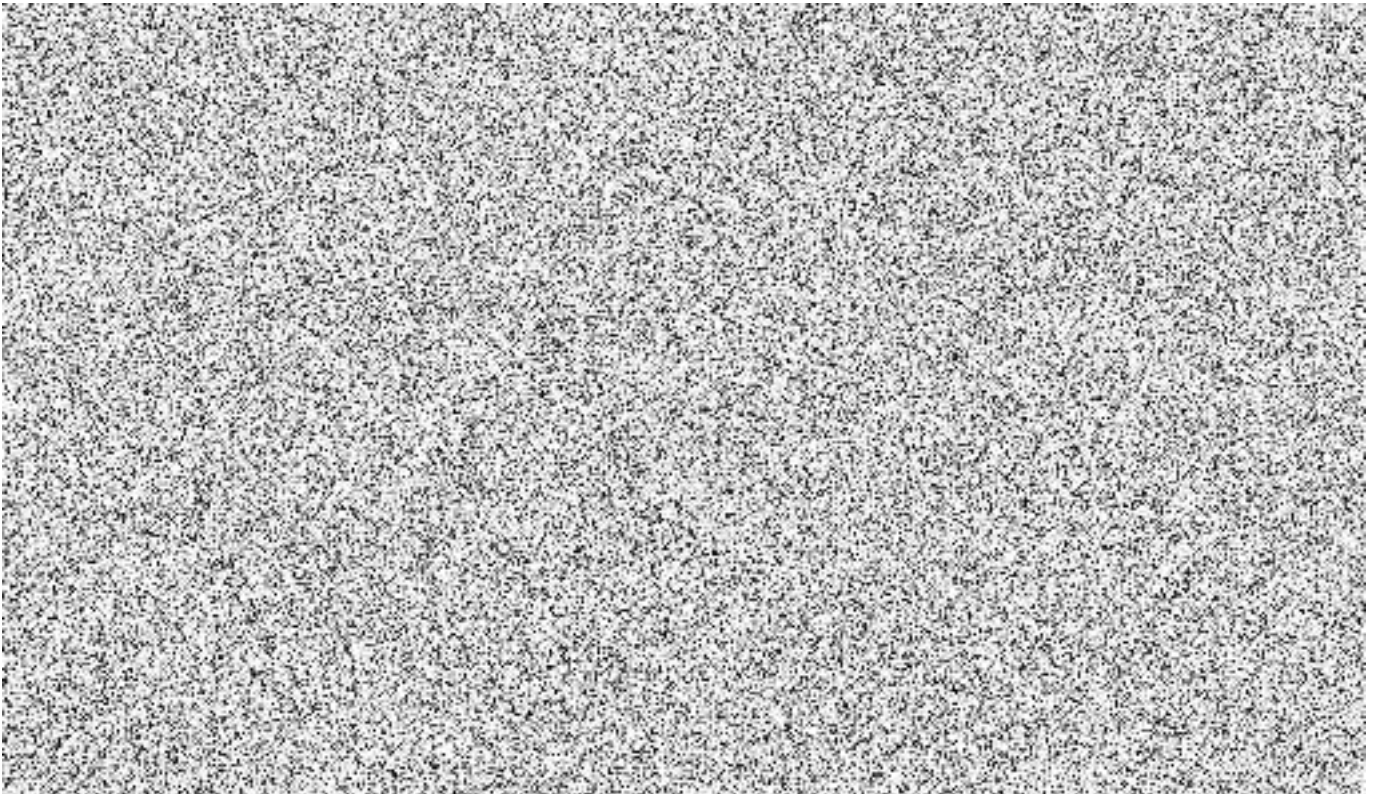
Jednotkou osvětlení je **lux (lx)**. Je to osvětlení plochy, na jejíchž každý čtvereční metr dopadá rovnoměrně rozložený tok 1 lumen.



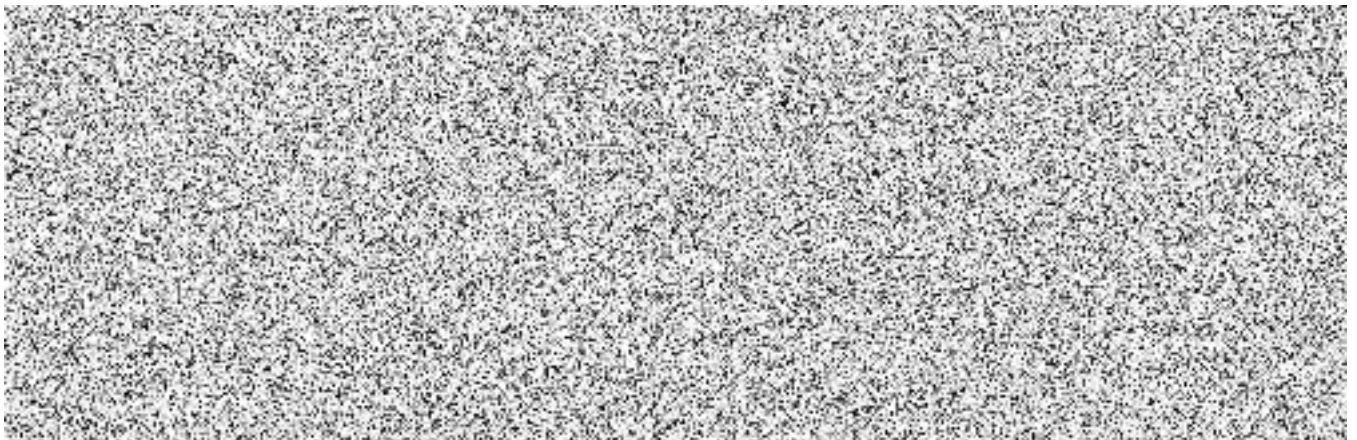
Hustota světelného toku L (jas) = cd/m^2

Do lidského oka dopadá při určité intenzitě osvětlení povrchu světlo, které se z povrchu odráží nebo je jím emitované, tzn., že pro viditelnost detailu je rozhodující hustota světelného toku **L**. Pro oko je pak samotný povrch plošným zdrojem světla, jehož hustota světelného toku je udávána v kandelách na čtvereční metr (cd/m^2).





Optická mohutnost (φ) je převrácená hodnota obrazové ohniskové vzdálenosti f a udává se v dioptriích.



Optickou mohutnost rovnu 1 dioptrii má v normálním optickém prostředí čočka, jejíž obrazová vzdálenost se rovná 1 metru a kde za normální optické prostředí se považuje čistý vzduch při teplotě 20 °C a tlaku 101325 Pa. Např. čočka s optickou mohutností 4 Dp má ohniskovou vzdálenost 25 cm.

V této souvislosti se mluví o tzv. **konvenční zrakové vzdálenosti**, označované vzdáleností 25 cm, pro niž je akomodace zdravého oka poměrně snadná a dlouhodobá. Je to minimální vzdálenost předmětu při čtení nebo psaní.

Lidské oko zobrazí dva různé body jako dva různé obrazy, jestliže jsou pozorovány pod zorným úhlem lišícím se alespoň o 1'. Tato hodnota charakterizuje tzv. **rozlišovací schopnost lidského oka**. Setrvačnost optického vjemu je cca 0,1 sekundy, to znamená, že po tuto dobu si lidské oko zachovává zrakový vjem, i když pozorovaný děj skončil.

Zdravé oko může pozorovat předměty i velmi vzdálené a říká se, že jeho daleký bod je v nekonečnu. Nedokáže však zaostřit předměty k oku bližší než asi 10 cm. Zde se mluví o vzdálenosti polohy blízkého bodu lidského oka.

Krátkozraké oko není schopno zaostřit vzdálené předměty tzn. že má daleký bod v konečné vzdálenosti. Tuto vadu je možné odstranit **rozptylkami**. Naproti tomu dalekozraké oko má blízký bod ve vzdálenosti větší než 10 cm a není schopno zaostřit obraz blízkých předmětů. K odstranění této vady se používají **spojky**.

Příloha 2

Základní principy nedestruktivních metod

V následující části jsou uvedeny základní principy nejčastěji používaných nedestruktivních metod.

1 Metoda prozařováním (RT)

Jedná se o nejstarší metodu používanou při nedestruktivním zkoušení a její fyzikální princip spočívá v interakci ionizujícího záření s hmotou zkoušeného předmětu a z následného zviditelnění (detekci) prošlého záření za kontrolovaným předmětem vhodným detektorem. Protože výsledkem interakce záření s hmotou je změna jeho primární intenzity, lze tímto způsobem zviditelnit místa v předmětu, ve kterých se vyskytují nehomogenity – vady. V těchto místech dochází totiž ke změně intenzity záření v menší míře než v místě bez vad. Tato místa jsou pak např. znázorněna na filmu jako tmavá místa tj. s vyšším zčernáním. Takto exponovaný film, obsahující místa s rozdílným zčernáním může být po zpracování vyhodnocen.

Z uvedeného principu vyplývají i základní prostředky pro provedení a vyhodnocení kontroly metodou prozařováním:

- a) Zdroj ionizujícího záření, obvykle rentgenový přístroj, kde prostředkem vzniku záření jsou elektrony (intenzitu záření lze regulovat) nebo gama zářič (Iridium nebo Cobalt), kde záření vzniká rozpadem jader,
- b) detektor záření obvykle rentgenový film a prostředky pro jeho zpracování (temná komora, chemikálie),
- c) měřky, pomůcky a prostředky pro vyhodnocení filmů (negatoskop),
- d) osobní dozimetry a měřiče záření (pro osobní kontrolu pracovníků).

Výsledkem zkoušky prozařováním je **radiogram**, na kterém je pomocí různého zčernání zviditelněn rozdíl intenzit ionizujícího záření po průchodu zkoušeným předmětem. Rozdíl intenzit záření je způsoben buď rozdílnou tloušťkou předmětu, nehomogenitou tzn. přítomností různých vad nebo odlišnou absorpcí materiálů, z nichž je výrobek zhotoven. Podle použitého zdroje se pak v praxi mluví o **rentgenogramu** – je-li použito rentgenového přístroje nebo o **gamagramu** – je-li použito radionuklidů (obvykle Iridium 192 nebo kobalt Co 60).

Jak rentgenové záření, tak záření gama je lidskému zdraví nebezpečné.

Proto použití těchto zdrojů vyžaduje školené pracovníky, kteří musí být pod trvalou zdravotní kontrolu. Ostatní osoby, pohybující se v blízkosti pracoviště, kde je kontrola prozařováním aplikována, mají dbát pokynů pracovníků defektoskopie tak, aby se zabránilo zdravotnímu poškození, nebo byla možnost poškození osob snížena na minimum.

2 Metoda ultrazvuková (UT)

Ultrazvuk jsou mechanické kmity částic prostředí kolem rovnoběžné klidové polohy o frekvencích vyšších než 16 000 Hz. Ultrazvukové vlny, šířící se prostředím, mohou být různého druhu a vzájemně se liší způsobem pohybu částic v prostředí vzhledem ke směru šíření této vlny. Mohou být **podélné** (šíří se v prostředí pevném, plynném i kapalném) nebo **příčné** (šíří se pouze v prostředí pevném). Kromě těchto druhů vln, existují vlny povrchové a deskové, které však mají specifické použití v praxi.

V neohrazeném prostředí je rychlost šíření ultrazvukových vln konstantní a je závislá na modulu pružnosti a hustotě prostředí. Na základě rychlosti šíření vlny a frekvence lze stanovit délku vlny (λ), určující, teoreticky, maximálně zjistitelnou velikost vady a to  která může být při zkoušení

ultrazvukem zjištěna. Šíření ultrazvukových vln je ovlivněno každým rozhraním, na kterém pak nastává odraz vln resp. při šikmém dopadu i lom vlny.

Pro zkoušení materiálu se nejčastěji používá impulsová odrazová metoda. Podle této metody se do kontrolované součásti vysílá krátký ultrazvukový impuls, který se odráží od všech rozhraní, tedy od vnitřních vad i od povrchu kontrolovaného předmětu. Výhodou této metody je možnost vysílat i přijímat ultrazvukové vlny pouze jednou sondou (měničem), a proto lze kontrolovat předměty, u nichž je přístupný pouze jeden povrch.

Jako indikátoru se používá obrazovka, na jejímž stínítku se zobrazují vysílané a přijímané impulsy. V okamžiku vysílání ultrazvukového impulsu se na stínítku obrazovky objeví tzv. vysílací impuls. Za dobu odpovídající dvojnásobku vzdálenosti vady od sondy se objeví na stínítku obrazovky impuls, tzv. vadové echo a dále koncové echo, tj. odraz od protilehlé stěny zkoušeného předmětu. Vzdálenost mezi vysílacím – počátečním echem a echem koncovým je úměrná tloušťce zkoušeného předmětu. Konstantou úměrnosti je rychlost šíření ultrazvukové vlny v prostředí a délka časové základny na stínítku obrazovky.

Pro vysílání a přijímání ultrazvukových vln slouží ultrazvukové sondy, jejichž základním článkem je elektroakustický měnič různých rozměrů a frekvencí, který převádí energii elektrickou na mechanickou a naopak. Tato vlastnost měničů se nazývá piezoelektrický jev. Podle druhu ultrazvukových vln, které sonda vysílá a přijímá, se sondy dělí na přímé, úhlové, jednoduché, dvojité a speciální, podle počtu měničů a způsobu vysílání a přijímání ultrazvukových vln.

Podmínkou zjistitelnosti vad ultrazvukem je kolmý dopad ultrazvukového svazku na vadu. Vzhledem k orientaci vad ve svarech se proto převážně k jejich zkoušení používají sondy úhlové, jejichž úhel je dán tloušťkou základního materiálu zkoušeného svaru (čím menší tloušťka, tím větší úhel lomu sondy a naopak).

Ultrazvukovou metodou lze poměrně dobře zjišťovat vnitřní prostorové vady a velmi dobře pak vady plošné, kolmé k ose ultrazvukového svazku.

Z principu metody však vyplývá možnost ultrazvukem určovat jednotlivé druhy vad nebo jednotlivé druhy vad od sebe rozlišovat, např. trhliny od studených spojů nebo neprůvarů apod.

Vzhledem k tomu, že ultrazvukovou metodu je možné používat ke kontrole předmětů přístupných pouze z jednoho povrchu, využívá se této metody velmi často ke zjišťování úbytku tloušťky stěny způsobených korozí, resp. erozí u potrubí, tlakových nebo skladovacích nádob, kotlů, apod.

3 Magnetická metoda (MT)

Magnetická metoda umožňuje zjišťovat vady povrchové nebo vady ležící těsně pod povrchem zkoušeného předmětu.

Princip metody je založen na zjišťování magnetického rozptylového toku, jehož vznik je podmíněn magnetováním ve vhodném směru a přítomnosti vady, která se při zkoušení zviditelní pomocí detekčního prostředku tj. magnetického prášku.

Podle typu detekčního prostředku a způsobu vyhodnocení vzniklých indikací se tato metoda dělí na:

- a) **barevnou** - indikace se vyhodnocují při běžném denním nebo bílém světle,

b) **fluorescenční** - vyhodnocení indikací se provádí při tzv. černém, ultrafialovém světle. Tento způsob je považován za citlivější.

Pro zkoušení se používají poměrně jednoduché magnetizační přístroje umožňující magnetování buď **pólové** (zkoušený předmět se vkládá mezi póly elektromagnetu), nebo **proudové** (zkoušeným předmětem prochází střídavý nebo stejnosměrný proud a využívá se jeho magnetického účinku).

Zkušební postup se při magnetické metodě skládá z následujících fází:

- a) magnetování,
- b) nanesení detekčního prostředku (poléváním nebo zaprašováním),
- c) vyhodnocení indikací,
- d) odmagnetování předmětu (podle požadavků na velikost zbytkového magnetického pole).

Mezi magnetické metody patří ještě jako doplňková **metoda potenciometrická**, která na základě porovnání úbytku napětí při průchodu elektrického proudu umožňuje měřit elektrickou vodivost, ale především hloubku trhlin, zjištěných jinou povrchovou metodou.

4 Kapilární metoda (PT)

Metoda umožňuje s poměrně vysokou citlivostí zjišťovat povrchové vady, které však musí komunikovat s povrchem. Je založena na využití kapilárních jevů, především na smáčivost (elevaci) a vzlínavosti.

Podle použitých detekčních prostředků se opět dělí na:

- a) **barevnou** - přítomnost povrchové vady se projeví vznikem kontrastní barevné indikace, většinou červené na bílém podkladě,
- b) **fluorescenční** - vada světélkuje při jejím pozorování v černém, ultrafialovém světle, většinou žlutozeleně.

Zkušební postup:

- a) příprava povrchu zkoušené součásti odmaštěním, očištěním a osušením,
- b) nanesení penetrantu (nastříkáním, ponořením), doba penetrace, tj. čas potřebný k průniku detekčního prostředku do povrchové vady je cca 5 až 20 minut,
- c) odstranění přebytku penetrantu z povrchu (otření osušením),
- d) vyvolání indikace tj. nanesení kontrastní látky, která jednak napomáhá vzlínání detekční kapaliny z vady, a jednak zajišťuje lepší viditelnost vady,
- e) vyhodnocení indikací

Hodnocení indikací je subjektivní, vyžaduje zkušenosti a dobré zrakové schopnosti pracovníka a dobré osvětlení.

Kromě těchto základních defektoskopických metod se používají i další metody, které se však používají většinou ve zvláštních případech, např. akustické emise.

Závěrečná ustanovení

Rozsah znalostí

Úplná znalost pokynu:

- zaměstnanci, kteří jsou dle příslušného pracovního zařazení určeni k provádění nedestruktivního testování (defektoskopie) na drážních vozidlech dráhy speciální (metro), při údržbě, opravě, renovaci a modernizaci
- vedoucí útvaru 210100 - odbor Technická kontrola

Informativní znalost pokynu:

- zaměstnanci neuvedení v předchozím bodě, kteří jsou dle příslušného pracovního zařazení určeni k provádění technických kontrol na drážních vozidlech dráhy speciální (metro), při údržbě, opravě, renovaci a modernizaci

***** Konec části E) *****

Konec dokumentu