



## Detektion av främmande föremål

Det främmande föremålets detekterbarhet beror på energin som används för att generera en bild.

- Vid alla energinivåer fungerar kontrasten som en funktion för det främmande föremålets densitet jämfört med dess omgivning (ex. livsmedlet).
- När låg energi används förbättras kontrasten där atomvikten (atomnumret) är högre i det främmande föremålets molekylära sammansättning än i livsmedlet.

Första punkten innebär att material som exempelvis metaller, stenar och glas är detekterbara.

Genom att använda låg energi ökar känsligheten vid detection av sten och glas. Utöver detta så fås en tydligare kontrastskillnad även på andra främmande föremål vilket ökar chansen till detektion.

Livsmedlet, som bakgrundsprodukt, består primärt av C (kol), H (väte), samt O (syre). Dessa har en atomvikt på 6, 1 och 8 vilket gör att föremål som består av ämnen med högre atomnummer än dessa är detekterbara (ju större skillnad i atomnummer desto säkrare detektion).

*Periodiska systemet:*

H 1																	He 2
Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
Na 11	Mg 12											Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86

Av det periodiska systemet ovan kan utläsas att en typisk livsmedelssammansättning (C, H, O samt även N) ligger placerad i **första och andra raden**. Generellt kan sägas att föremål med en sammansättning av ämnen från och med rad 3 kan detekteras.

**Tredje raden** innehåller ämnen såsom aluminium (Al), Kisel (Si) och Klor (Cl). Dessa ämnen förekommer i sten, glas och PVC. Generellt detekteras dessa föremål inom ett storleksområde av ca 2-2,5 mm.

**Fjärde raden**, och lägre, innehåller ämnen som Järn (Fe), Koppar (Cu) och de flesta andra metaller. Dessa detekteras normalt ner till storlekar av ca 1,0 mm.

Kalk (Ca) är ett ämne som är placerat i fjärde raden, vilket innebär att ben som innehåller mycket kalk kan detekteras främst av lågenergisystem. Däremot är innehållet av kalk relativt lågt i de flesta bentyper vilket innebär att man når en känslighet på ca 2,5 mm (jämfört med andra ämnen som är placerade i samma rad, t ex järn).



## Detektion av plaster

Många plaster kan normalt bara detekteras baserat på kontrastskillnader pga ökad massa. Dessa plaster är t ex:

Polyetylen (PE) – Innehåller C och H -atomer

Polycarbon (Makrolon, akrylplaster) – Innehåller C, H samt O –atomer, precis som livsmedel.

Polytetrafluoretylen (PTFE, Teflon) – Innehåller C, H samt F (Fluor, atomnummer 9)

Där massan av ovanstående plaster är stor än livsmedlet kan dessa detekteras (massadetektion – högre kontrast). Däremot skall man hålla i minnet att plastbiten normalt sett ligger inbäddad i livsmedlet och därför tränger undan lika mängd massa som plastbiten själv äger vilket gör att det ej går att få en säker detektion. Detta alltså till skillnad från om plastbiten adderar massa genom att ligga ovanpå livsmedlet).

I många fall, där det potentiella källan till kontamination är känd, så är det möjligt att noggrant välja vilket material som används i källan.

Till exempel packningar brukar normalt göras av nitrilgummi vilket innebär att man måste förlita sig på att gummibiten hamnar "ovanpå" livsmedlet medan t ex packningar gjorda av Viton detekteras oavsett, p g a sin sammansättning av ämnen med högre atomnummer.

## Detektion av mjuka föremål

Där det inte är någon skillnad i densitet mellan det främmande föremålet och livsmedlet kommer det i praktiken inte gå att göra en säker detektion. Några exempel på sådana föremål är:

Trä  
Insekter  
Hår  
Snören

Utöver detta är föremål som körsbärskärnor eller olivkärnor svåra att detektera. Däremot kan dessa föremål innehålla lufffickor som är detekterbara (inverterad detektion) men det kräver att kärnorna inte är krossade i småbitar utan hela.

Det finns tillfällen då framför allt träbitar och kärnbitar ändå kan detekteras och i dessa fall är förhållandena mellan trä/kärnbit och det inspekterade livsmedlet optimala.

Det skall också noteras att det finns andra radiografiska metoder för detektion av ovanstående mjuka kontaminationer. Dessa metoder är däremot inte applicerbara i verklig produktion om man vill rättfärdiga ekonomin eller körbarheten i en praktisk tillämpning.

## Saltets effekt på inspektionen

Vanligt salt är en sammansättning av ämnena Natrium och Klor (Natriumklorid) och båda dessa ämnen representeras i det periodiska systemet med relativt höga atomnummer. Av denna anledning kan saltinnehåll i en produkt innebära att kontrasten blir högre än normalt. Normalt sett påverkar inte detta detektionen då mängden salt i livsmedlet sällan är mer än 2%. Saltet är dessutom jämt fördelat över hela produkten. Däremot kan fria saltkristaller vara tydliga vid detektion, t ex i ett paket med salta kex. Detta gör att känsligheten kan minska p g a de "störningar" som blir av saltkristallerna. I de fall massaberäkning används kan detta fenomen även ge sämre noggrannhet i beräkningarna.



## Det finns glas och det finns glas

Det finns många olika typer av glas vilka påverkar graden av detektion olika. Till exempel blykristall-glas framstår i en röntgen lika klart som om det vore metall. Däremot är denna typ av glas väldigt ovanlig idag. Mer troligt är att man finner bitar av Soda Lime –glas vilket är den typ av glas som flaskor, glasburkar och liknande tillverkas av. Denna typ av glas håller betydligt lägre densitet än blykristallglas och är därför mycket svårare att detektera. Vissa typer av glas som används i t ex provrör eller annat laboratoriematerial har ännu lägre densitet vilket försvårar detektionen ytterligare.

Det glas som återfinns i lysrör har någorlunda hög densitet, däremot skall här noteras att glaset i ett lysrör är mycket tunt vilket gör att glasbiten, placerat åt "fel" håll, är mycket svår att detektera ändå.

## Det finns sten och det finns sten

Av liknande anledning som vad gäller glas så finns det många olika typer av stensammansättningar. De faktorer som påverkar om en sten kan detekteras är porositeten, den specifika graviteten samt atomsammansättningen. De vanligaste typerna av sten innehåller kisel (Si), kalcium (Ca), kalium (potassium, Ka), natrium (Na) och liknande ämnen. Dessa ämnen hittas främst i den tredje raden i det periodiska systemet vilket innebär en medelgod detektionsgrad på runt 2,0 – 2,5 mm. Däremot, sten som innehåller relativt höga halter av metaller framgår lika tydligt som om det vore en järnbit.

## Ben måste innehålla kalcium

En säker detektion av ben beror på antalet kalcium-atomer i den hårda delen av ett ben. Mjuka ben, t ex "keel bone" (del av bröstbenet hos de flesta fåglar) i en kyckling kan oftast inte detekteras medan kycklingens revben och vingben kan det. Generellt har däggdjur (nöt, fläsk) ben med höga halter kalcium.

Återigen är porositeten en faktor vid detektion av ben. I vissa fall är färdigkokta och plockade kycklingar tillagade av äldre fåglar som många gånger har ganska hög porositet i benen (kalkbrist) som då blir tunna och lätt splittras, vilket ger sämre detektionsgrad i en röntgenutrustning.

Sammanfattningsvis är detektion av kycklingben möjligt, men svårt både p g a densiteten, men även p g a det faktum att det ofta handlar om små och tunna bitar.

## Produkteffekt

Röntgeninspektion skiljer sig från liknande detektionstekniker p g a dess relativa immunitet mot produkteffekt och liknande fysikaliska påverkningar, t ex:

1. **Metalliserad film**, vilket inte påverkar en röntgenutrustning något p g a att den metalliserade film som används till tråg och andra förpackningar är så pass tunn (normalt tunnare än 60 mikron) samt oftast omsluter hela förpackningens yta. Är förutsättningarna goda fungerar detektion till och med i aluminium- och stålburkar.
2. Påverkning av **metalliska föremål** såsom påsförslutningar eller medskick i förpackningar av olika slag, t ex leksaker, skopor eller annat.
3. Effekten av produktens **konduktivitet** eller **polariserade molekyler** påverkar inte heller en röntgen. Inte heller effekten av fett (vilka har polariserade molekyler) eller produkter i saltlösning eller andra liknande konduktiva vätskor.
4. Produktens **temperatur** är oväsentlig. Normalt sett kan produkter inspekteras i en temperatur av -20 till +90 grader C.
5. Inspektionen påverkas inte av normala **vibrationer** från omgivande utrustning.
6. **Närheten till metalliska eller andra konduktiva material** påverkar inte detektionen.



Den enda signifikanta faktorn som påverkar detektionsgraden i en röntgenutrustning är den inspekterade produktens textur. T ex är en homogen bit ost en "bättre" produkt än exempelvis ett paket frukostflingor i detta sammanhang.

#### **Hur litet kan det främmande föremålet vara?**

Generellt gäller att den viktigaste ytan i en kontamination är "tjockleken" eller den yta som är vänd i röntgenstrålens riktning.

Ett tydligt exempel är att en kula av t ex glas med en dimension av 2 mm detekteras utan problem, medan ett glassplitter med dimensionerna 20x20x1 mm, liggandes med den stora ytan i strålens riktning, kan passera maskinen obemärkt.

Källa:

*Cheyney Design & Development Ltd., [www.cheyney.com](http://www.cheyney.com), 2009.  
Översatt av Magnus Svensson, Teltek AB, 2010.*