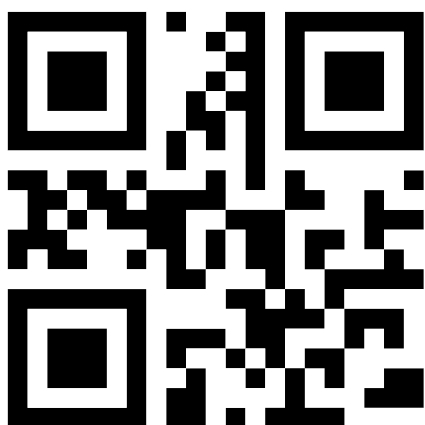


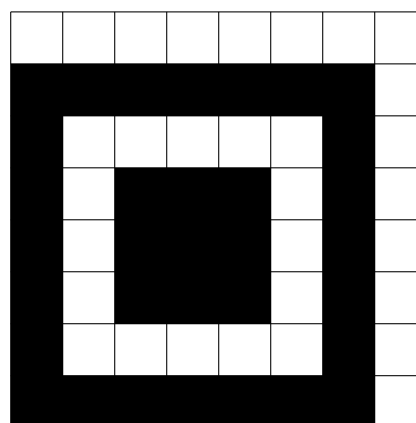
QR-code

Tegenwoordig zie je vaak Quick Responsecodes, ofwel QR-codes. Door zo'n QR-code met je mobiele telefoon te 'lezen' krijg je informatie over een bepaald product of word je doorgeschakeld naar een website. Een QR-code is een vierkante figuur die is opgebouwd uit kleine zwarte en witte hokjes, zie figuur 1. In figuur 2 zie je een uitvergroting van de linkerbenedenhoek van een QR-code. De 64 hokjes van deze hoek zijn volgens een vast patroon ingekleurd. Hetzelfde vaste patroon van 64 hokjes zie je ook in de linker- en rechterbovenhoek, maar dan gedraaid. De overgebleven hokjes van een QR-code zijn zwart of wit gekleurd afhankelijk van de informatie die de QR-code moet bevatten.

figuur 1: QR-code



figuur 2: linkerbenedenhoek van een QR-code (uitvergroot)



De QR-code in figuur 1 bestaat uit 441 hokjes, ofwel uit 21 bij 21 hokjes. Op de onderste regel van deze code zijn de eerste zeven hokjes zwart en het achtste hokje wit volgens het vaste patroon. De overige hokjes van deze regel zijn zwart of wit. In het voorbeeld in figuur 1 zijn er op de onderste regel in totaal 14 hokjes zwart en 7 wit.

Er zijn veel meer QR-codes mogelijk waarbij de onderste regel van 21 hokjes bestaat uit 14 zwarte en 7 witte hokjes.

- 3p **17** Bereken hoeveel mogelijkheden er in totaal zijn als de eerste 8 hokjes volgens het vaste patroon zijn ingevuld.

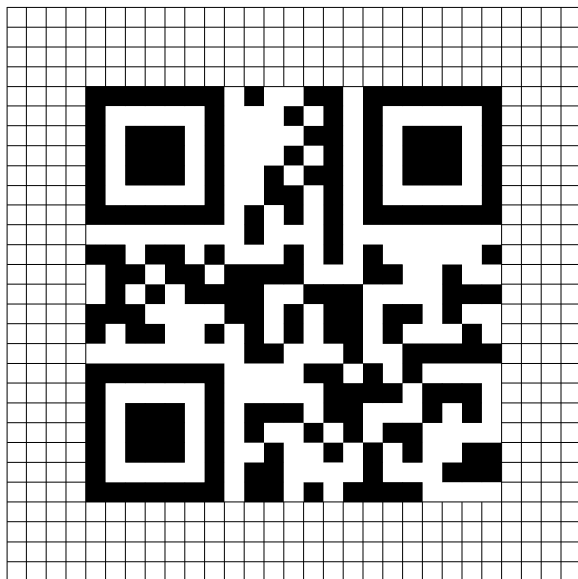
Een QR-code van 21 bij 21 hokjes, zoals in figuur 1, is de kleinste die er bestaat. Zo'n QR-code krijgt versienummer 1. Er zijn ook QR-codes met een hoger versienummer. De grootste QR-codes bestaan uit 177 bij 177 hokjes en het bijbehorende versienummer is dan 40.

Het verband tussen het aantal hokjes h op de onderste regel van een QR-code en het versienummer v kan worden geschreven in de vorm $h = a \cdot v + b$.

- 3p **18** Bereken a en b .

De totale ruimte die nodig is om een QR-code weer te geven, wordt niet alleen bepaald door het versienummer. Rondom elke QR-code bevindt zich een witte rand die even breed is als 4 hokjes, ongeacht het versienummer. In figuur 3 zie je hoe dat eruitziet bij een QR-code met versienummer 1. Voor de duidelijkheid zijn de hokjes getekend.

figuur 3: benodigde ruimte bij een QR-code met versienummer 1



Een deel van de totale ruimte voor een QR-code wordt dus in beslag genomen door de witte rand.

Bij een QR-code met versienummer 1, zoals in figuur 3, is dat deel ongeveer gelijk aan 47,6%. Bij een QR-code met versienummer 40 is dat deel, uitgedrukt in een percentage, een stuk kleiner.

- 4p 19 Bereken dit percentage. Rond het antwoord af op één decimaal.

Een QR-code moet natuurlijk wel goed 'gelezen' kunnen worden. Soms is dat moeilijk doordat hij licht beschadigd is, bijvoorbeeld door een kras of een vlekje. Om ervoor te zorgen dat hij toch goed te lezen is, worden er hokjes gebruikt om mogelijke leesfouten te corrigeren. Hoe meer hokjes hiervoor gebruikt worden, des te groter is de kans dat de code alsnog te lezen is.

Er zijn vier niveaus van foutcorrectie, zie de tabel. Van elk niveau is aangegeven hoe groot de kans is dat een licht beschadigde QR-code toch goed te lezen is.

tabel: foutcorrigerend vermogen QR-code

niveau	kans dat een licht beschadigde QR-code toch goed te lezen is
laag	0,07
middel	0,15
kwartiel	0,25
hoog	0,30

Een postbedrijf plakt op elk postpakket een QR-code met een foutcorrigerend vermogen van niveau kwartiel. Deze pakketten komen in de meeste gevallen onbeschadigd aan bij de ontvanger. Er is echter een kans van 0,15 dat een QR-code tijdens het verzenden licht beschadigd raakt. Ga ervan uit dat uitsluitend lichte beschadigingen kunnen voorkomen.

Je kunt berekenen dat de kans dat een willekeurige QR-code na verzending nog goed te lezen is, afgerond 0,89 is.

3p **20** Bereken deze kans in drie decimalen nauwkeurig.

Het bedrijf verstuurt op zekere dag 200 postpakketten.

4p **21** Bereken de kans dat de QR-code op minimaal 90% van deze pakketten na verzending goed gelezen wordt.