De invloed van zelfcontrole op de rekenresultaten van laagscorende basisschoolleerlingen.

Masterthesis

Student:	Marianne Bovée (3205738)
Begeleider:	Dr. G. Erkens
Tweede beoordelaar:	drs. J. Jaspers
Datum:	juni 2010

Inhoudsopgave

Samenvatting **2**

Achtergrond van het onderzoek **2**

Het Referentiekader *2*

De onderzoeksgroep *3*

Theoretisch kader **4**

Realistisch Rekenen *4*

Karakteristieken *5*

Behoeften van de leerlingen *7*

Cognitieve strategieën, metacognitie en zelfregulatie *8*

Methode **13**

Design *13*

Deelnemers *14*

Interventie *15*

Meetinstrument *19*

Procedure *22*

Resultaten **22**

Conclusie en discussie **27**

Literatuurlijst **29**

Bijlagen

1. *Voor-, na- en transfertoets*
2. *Motivatietoets*

Samenvatting

Een deel van de leerlingen verlaat de basisschool met een te laag niveau voor rekenen, maar heeft wel de mogelijkheid tot een hoger niveau voor rekenen te komen. Opvallend voor deze groep leerlingen is dat zij onvoldoende gebruik maken van zelfcontrole. Binnen dit onderzoek hebben 28 leerlingen les gekregen in het oplossen van oppervlakteopgaven, daarbij maakten zij gebruik van een nieuwe cognitieve strategie (OPWARC). Deze strategie is gericht op zelfregulatie en zelfcontrole en helpt leerlingen de opdrachten middels vaste stappen tot de juiste oplossing te brengen. Een controlegroep van 33 leerlingen kreeg les volgens de reguliere rekenmethode. De leerlingen die met de OPWARC strategie werkten, scoorden zowel op de natoets als de transfertoets significant meer opgaven goed dan de leerlingen die volgens de reguliere methoden werkten. Ook maakten de leerlingen die met de OPWARC strategie werkten minder fouten in de bewerkingen. Vooral opgaven die een getrapte bewerking nodig hadden (een of meerdere tussenbewerkingen uitvoeren om tot het antwoord te komen) werden beter gemaakt. De leerlingen die de OPWARC strategie gebruikten waren significant gemotiveerder ten aanzien van opgaven over oppervlakten, een aantal leerlingen gebruikte de strategie spontaan in de eigen klas. Er bleek dan ook een positieve samenhang te bestaan tussen de motivatie en de behaalde score. Tijdens gesprekken die met de leerlingen gevoerd zijn, gaven de leerlingen aan dat de OPWARC strategie hen helpt de opgaven beter te maken.

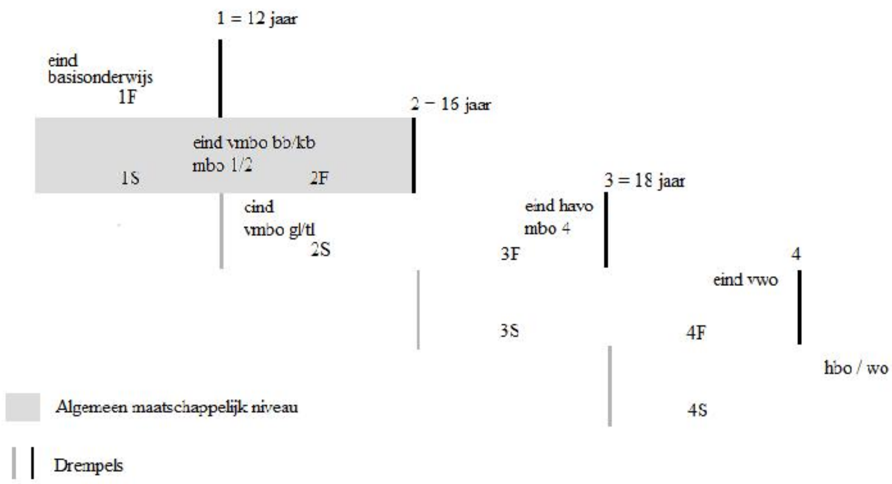
Achtergrond van het onderzoek

Zowel binnen het onderwijs als binnen diverse media is de aandacht voor rekenonderwijs in de afgelopen jaren sterk toegenomen. De Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen (“commissie Meijerink”, 2008a) geeft aan dat binnen een onderwijssector en bij de overstap van de ene onderwijssector naar de volgende, zoals van basisonderwijs naar voortgezet onderwijs, overgangen of ‘drempels’ zijn. Hierdoor ontstaan problemen in de aansluiting van basiskennis en basisvaardigheden. Het ontwikkelen van doorgaande leerlijnen moet deze drempels grotendeels terugdringen. In deze beschrijving van de achtergrond van het onderzoek wordt eerst het referentiekader van de commissie Meijerink toegelicht en vervolgens wordt de onderzoeksgroep beschreven en geplaatst binnen de totale groep leerlingen van groep 7 en 8 van het basisonderwijs.

Het Referentiekader

De commissie Meijerink stelt een referentiekader voor met vier niveaus, elk met andere (opbouwende) basiskennis en basisvaardigheden (Figuur 1). Deze niveaus zijn gekoppeld aan de onderwijssectoren in Nederland. Voor de eerste drie niveaus is aangegeven op welke leeftijd dit behaald wordt in een normale situatie, namelijk 12 (1F), 16 (2F) en 18 (3F) jaar. Daarmee kan 1F gezien worden als niveau dat behaald wordt aan het einde van de basisschool, 2F als het niveau dat aan het einde van het vmbo basisberoeps / kaderberoeps of mbo 1/2 wordt behaald en 3F als het niveau dat aan het einde van de havo of mbo 4 wordt behaald. Niveau 2F wordt door de commissie Meijerink beschouwd als het algemeen maatschappelijk niveau, wat inhoudt dat iedere volwassene dit minimaal moet behalen om goed te kunnen functioneren in de maatschappij.

Die vier niveaus worden elk uitgedrukt in twee kwaliteiten: een fundamentele kwaliteit en een streefkwaliteit. Het fundamentele kwaliteit niveau is het minimale niveau dat vereist is om de volgende stap te kunnen betreden en zou door iedere lerende binnen dat opleidingsniveau behaald moeten worden. Het streefkwaliteit niveau is bedoeld voor de meerderheid van de lerenden die meer uitdaging aankunnen. Deze niveaus zijn trapsgewijs opgenomen in een referentiekader en laten zien dat de ontwikkeling van lerenden op verschillende manieren kan plaatsvinden; alleen via de fundamentele kwaliteitsniveaus, alleen via de streefkwaliteit niveaus of via diverse combinaties. Fundamentele en streefkwaliteit niveaus overlappen elkaar gedeeltelijk, zoals te zien is in Figuur 1.

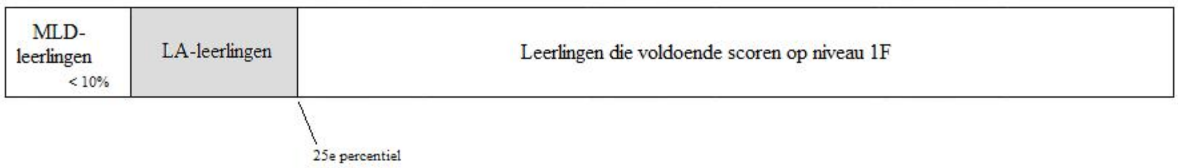


Figuur 1. Samengesteld referentiekader
Uit het hoofdrapport van de commissie Meijerink (2008a).

De onderzoeksgroep

Volgens de commissie Meijerink (2008b) blijkt uit onderzoek dat een deel van de leerlingen de basisschool verlaat met onvoldoende resultaten voor rekenen: het eindniveau van het basisonderwijs niet wordt behaald en aansluiting met vervolgonderwijs op minimaal vmbo basisberoeps (bb) of kaderberoeps (kb) niveau is problematisch. De commissie geeft aan dat het door hen ontwikkelde referentiekader uit gaat van een 1F trede op het 25^{e} percentiel. Dit betekent dat op het moment van onderzoek 25% van de leerlingen van groep 8 moeite heeft met het oplossen van de rekensommen voor deze leeftijdsgroep. Dit zal, op basis van een schatting van PPON en het LeerlingVolgSysteem ("commissie Meijerink", 2008b), uiteindelijk teruggebracht kunnen worden naar 10% van de leerlingen, die dan een apart traject zullen moeten volgen. Daarmee mag verondersteld worden dat 15% van de leerlingen door andere instructie en werkwijze op het 1F niveau kan komen. Bevestiging van deze percentages worden in de internationale literatuur gevonden. De term die daarin gehanteerd wordt voor leerlingen met werkelijke rekenproblemen is *mathematics learning disabilities* (MLD). De term voor leerlingen die laag scoren op rekenen, maar niet binnen de groep rekenproblemen vallen is *low achieving* (LA). Rivera (1997) geeft aan dat 5 – 10 % van de leerlingen op het reguliere basisonderwijs binnen de groep MLD valt en Geary (2004) gaat uit van 5 – 8% van de leerlingen. Geary bevestigt het onderscheid dat Meijerink maakt door aan te geven dat de grens op het 25^{e} percentiel niet overeenstemt met het veel kleinere percentage leerlingen met werkelijke MLD en dat er dus onderscheid gemaakt moet worden tussen LA-leerlingen, die nog niet goed genoeg kunnen rekenen (rekenmoeilijkheden), en

MLD-leerlingen die werkelijk een probleem hebben (rekenproblemen). Voor deze thesis wordt ervan uitgegaan dat een deel van de leerlingen (tot 15%) nu nog onder de voldoende grens scoort, maar door verbeterde instructie en werkwijze wel op de voldoende norm kan komen. De interventie binnen deze thesis is gericht op de groep leerlingen waar verbetering in leerresultaten te verwachten is door veranderende instructie (LA-leerlingen). In Figuur 2 is schematisch weergegeven waar deze groep leerlingen zich bevindt ten opzichte van de overige leerlingen in dezelfde leeftijdsgroep.



Figuur 2. Schematische weergave van de plaats die LA-leerlingen innemen ten opzichte van de overige leerlingen.

Zoals hiervoor aangegeven, is het voor het goed maatschappelijk functioneren noodzakelijk om het 2F niveau (fundamentele kwaliteitsniveau aan het eind vmbo bb/kb of mbo 1/2) te bereiken (Meijerink, 2008b). Dat is alleen haalbaar wanneer het voorafgaande niveau 1F (fundamentele kwaliteitsniveau aan het einde van de basisschool) is behaald. De thesis richt zich alleen op het rekenonderwijs in de laatste twee jaren van het basisonderwijs en geeft geen voorspelling over het rekenen in het middelbaar onderwijs.

Theoretisch kader

Wanneer rekenresultaten van basisschoolleerlingen van groep 7 en 8 over de langere termijn met elkaar worden vergeleken, dan valt op dat hier een neerwaartse lijn is te zien (“Onderwijsverslag”, 2008). Zo verschillen de resultaten in 2007 significant van die van 1995, maar niet significant van de resultaten uit 2003. Op de korte termijn valt de teruggang van het rekenen misschien niet op, op de lange termijn is deze wel zichtbaar. Verschillende speciale programma’s en remediërende trajecten zijn geschreven voor individuele leerlingen (Kroesbergen, 2002), maar deze lossen het probleem slechts gedeeltelijk op (Kroesbergen en van Luit, 2003). In dit theoretisch kader wordt hier verder op ingegaan door eerst het Realistisch Rekenen te beschrijven, vervolgens de karakteristieken van leerlingen met rekenmoeilijkheden te benoemen en daarna de behoeften van de leerlingen in kaart te brengen.

Realistisch Rekenen

De meeste scholen werken op basis van Realistisch Rekenen en sluiten daarmee aan bij de internationale trend (Kroesbergen, 2002). Het Realistisch Rekenen is ontwikkeld in de jaren zeventig en is gebaseerd op de constructivistische leertheorie (‘KNAW’, 2009). Het heeft als speerpunt ‘mathematiseren’, waarmee bedoeld wordt dat wiskunde een menselijke activiteit is die uitgaat van alledaagse situaties. Het Realistisch Rekenen bevat vijf grondprincipes: zelf kennis construeren, niveaus en modellen ontwikkelen, reflectie op eigen producties, interactie en verstrengeling van leerlijnen. Mathematiseren, de speerpunt van Realistisch Rekenen, heeft een horizontale en verticale component. De horizontale component zorgt voor de vertaling (transformatie) van het reële probleem naar een vorm waarin het met de beschikbare wiskunde kan worden aangepakt en waarbij een antwoord kan worden geïnterpreteerd. De verticale component verwijst naar de generalisatie van de oplossing. Het gaat hierbij om een niveauverhoging waar verkortingen en verdergaande formalisering van de rekenkundige handelingen plaatsvindt. Ook worden hier structuren en patronen ontdekt. Het is heel belangrijk dat de horizontale en verticale component in evenwicht zijn.

Volgens het KNAW (2009) is de uitwerking van het Realistisch Rekenen in de huidige rekenmethoden en in het klaslokaal zeer verschillend. Over het algemeen kan volgens hen gesteld worden dat de horizontale component in verhouding veel aandacht krijgt ten koste van de verticale component. Dit betekent in de praktijk dat er meer aandacht is voor tijdrovende verkenningen van contexten en oppervlakkige toepassingen en minder aandacht voor generalisatie. Ook Wubbels (2008) geeft aan dat de rekenmethoden gebaseerd op Realistisch Rekenen uit balans zijn geraakt en betwijfelt of er wel echt Realistisch Rekenonderwijs wordt gegeven.

Binnen Realistisch Rekenen krijgen leerlingen opdrachten in een realistische context en worden gestimuleerd vooral in rekenkundige taal te overleggen over oplossingen en hun antwoorden daarbij te verantwoorden (Klein, Beidhuizen en Treffers, 1998). Dit overleggen hoeft niet altijd in een sociale context, zoals samenwerkingsgroepjes plaats te vinden, maar kan ook in klassikale voor- of nabespreking plaatsvinden. Een actieve leerhouding is daarbij van belang. Mayer (1999) geeft aan dat het structureren en ordenen van het lesmateriaal zorgt voor actief leren en dat leerlingen door samenvatten, zichzelf vragen stellen en redeneren komen tot het koppelen van nieuwe lesstof aan bestaande. Deze koppeling van kennis is zeer belangrijk binnen het constructivistisch leren (Kanselaar, 2002). Omdat leerlingen de zelf ontwikkelde rekenkundige routines kunnen baseren op misconcepties is het belangrijk dat hier begeleiding aan wordt gegeven (Klein et al., 1998). Specifiek voor leerlingen met rekenmoeilijkheden is het belangrijk dat het zelfstandig zoeken naar oplossingen zo gestructureerd mogelijk gebeurt. Kroesbergen wijst op een strakke structuur in zowel de inhoud als de vorm van de les, het liefst met een terugkerend patroon. Voor leerlingen met rekenmoeilijkheden is het volgens haar van groot belang dat de strategieën expliciet zijn gemodelleerd, de informatie in passende opbouw wordt gegeven, onafhankelijke stukken informatie los van elkaar worden gepresenteerd, er gebruik wordt gemaakt van concrete / semiconcrete / abstracte series, er gebruik gemaakt wordt van expliciete - impliciete rekeninstructie, nadruk ligt op relaties en dat er expliciet generaliserende instructie plaatsvindt. De communicatie over en de uitleg van rekenkundige principes zijn zeer belangrijk voor lerenden (Alsup, 2005). Net als een goed conceptueel begrip, verbanden tussen rekenkundige concepten, een variatie aan representaties en aanpakken van het probleem.

Karakteristieken

Om de karakteristieken van leerlingen met rekenmoeilijkheden aan te kunnen geven is het van belang duidelijk te maken wat rekenmoeilijkheden omvatten. Rekenmoeilijkheden kunnen uit veel verschillende componenten bestaan zoals: de kennis van rekenkundige feiten, het kunnen uitvoeren van rekenkundige bewerkingen en het begrijpen en gebruiken van rekenkundige principes (Dowker, 2005). De oorzaken van rekenmoeilijkheden kunnen ook heel divers zijn, omdat leerlingen naast de rekenmoeilijkheden vaak ook moeite hebben met lezen, taal en schrijven. Deze problemen kunnen de rekenprestaties negatief beïnvloeden (Miller en Mercer, 1997). De groep leerlingen is heterogeen en de problematiek is divers, waardoor het niet mogelijk is een algemeen beeld te schetsen of een algemeen werkende oplossing te geven. Kroesbergen (2002) geeft aan dat het wel mogelijk is een viertal karakteristieken voor deze groep leerlingen te stellen.

Ten eerste hebben leerlingen met rekenmoeilijkheden vaak problemen met het geheugen (Rivera, 1997). Vooral het opslaan van informatie in het lange termijn geheugen en het terughalen ervan verloopt moeizaam (Geary, Brown, en Samaranayake, 1991). Directe feedback, zowel bevestigende feedback bij een goed antwoord als correctieve feedback in het algemeen, is belangrijk voor het vergaren en langdurig onthouden van verschillende rekenkundige bewerkingen (Brosvic, Dihoff, Epstein, en Cook, 2006). Het is dan van minder belang of de feedback van een docent, andere begeleider of van een computersysteem komt. Het gebruik van een computer zorgt dan niet zozeer voor nieuwe rekenkundige kennis, maar helpt bij de ontwikkeling en training van oplossingsstrategieën (Lantz-Andersson, Linderoth en Säljö, 2009). Vrij, Kanselaar en Streefland (1987) tonen in hun onderzoek naar het automatiseren van tafelproducten aan dat het geven van passende feedback middels een computerprogramma leidt tot betere leerresultaten dan een reguliere drill-and-practice manier waarbij fout gemaakte opdrachten steeds opnieuw worden geoefend. De feedback kwam daarbij niet van de docent maar van het computerprogramma.

Ten tweede hebben leerlingen met rekenmoeilijkheden meer problemen met het automatiseren van basisbewerkingen (Miller en Mercer, 1997). Zij moeten vaker dan andere leerlingen tellend tot het antwoord komen, in plaats van dat zij kunnen steunen op kennis van rekenkundige principes of parate kennis (Pellegrino en Goldman, 1987). Volgens Pellegrino en Goldman is extra oefening van basisbewerkingen een logisch gevolg, maar de vorm waarin dat moet plaatsvinden is veel minder duidelijk en zijn er meerdere factoren die de keuzes hierin kunnen beïnvloeden zoals omvang van oefenstof en de vorm waarin de training plaatsvindt. Ook de commissie Meijerink (2008b) geeft aan dat het voor goed kunnen rekenen noodzakelijk is over parate kennis te beschikken. Deze parate kennis wordt door de commissie beschouwd als een basis waarop een inhoudelijk netwerk van feiten, begrippen en procedures wordt gebouwd. Als deze basis (gedeeltelijk) ontbreekt, dan kan er niet verder gebouwd worden en heeft het aanbieden van nieuwe lesstof geen zin. De commissie Meijerink concludeert dat de huidige leerlijnen voor rekenen te weinig aan bod laten komen welke onderdelen van belang zijn voor de verdere leerstof, waardoor niet duidelijk is wat de leerlingen paraat zouden moeten hebben.

Een derde probleem is dat leerlingen met leermoeilijkheden minder ontwikkelde metacognitieve capaciteiten hebben (o.a. Martini en Shore, 2008; Maqsud, 1998) Zij hebben meer moeite met de representatie van het probleem (Montague, 1993) en kiezen vaker dan andere leerlingen voor verkeerde oplossingsstrategieën. Instructie ten aanzien van metacognitieve strategieën heeft nog niet veel aandacht binnen het onderwijs, in vergelijking tot het onderwijzen van basale vaardigheden (Wright en Jacobs, 2003). Volgens Martine en Shore is het belangrijk dat duidelijk wordt hoe deze metacognitieve kennis en vaardigheden het beste kunnen worden opgebouwd naast de taken die geleerd en uitgevoerd moeten worden. Mogelijke varianten zijn: eerst de leerling taakkennis laten opdoen en dan metacognitieve kennis laten ontwikkelen, of een meer iteratief proces waarbij de taakkennis wordt ontwikkeld naast de ontwikkeling van metacognitieve kennis en vaardigheden.

Een vierde probleem is dat leerlingen met rekenmoeilijkheden ook vaak moeite hebben met generaliseren, de transfer van informatie en strategieën naar nieuwe situaties en het koppelen van nieuwe kennis aan bestaande kennis. Ook al is de declaratieve en procedurele kennis aanwezig, dan nog kunnen zij vaak niet zelfstandig hun rekenkundige kennis toepassen om het probleem op te lossen. Zij hebben daarbij expliciete informatie nodig omtrent de relatie tussen het probleem en de kennis die zij bezitten (Goldman en Hasselbring, 1997). Zij maken vaak gebruik van inadequate strategieën (Rivera, 1997; Miller en Mercer, 1997), maar bezitten ook minder strategieën dan leerlingen die hoge prestaties leveren (Montague en Bos, 1990). Wanneer de mix aan strategieën groeit en ontwikkelt dan kunnen leerlingen doorgaans sneller en op een meer efficiënte manier problemen oplossen waarbij zij gebruik maken van strategieën die opgeslagen zijn in hun geheugen. Door oefening zal het steeds minder tijd kosten een strategie te gebruiken (Delaney, Reder, Staszewski en Ritter, 1998). Voor leerlingen met rekenmoeilijkheden is het hebben van een repertoire aan cognitieve strategieën niet voldoende, zij zullen metacognitieve vaardigheden moeten ontwikkelen om de strategieën goed te kunnen kiezen en toe te passen (Montague en Bos, 1990). Voor deze lerenden is het van belang dat het aanbod van verschillende strategieën past binnen een duidelijk gestructureerde instructie (Kroesbergen, 2002).

Behoeften van de leerlingen

Zoals blijkt uit de beschrijving van de karakteristieken van de leerlingen met rekenmoeilijkheden, is deze groep heterogeen van samenstelling. Dat zorgt ervoor dat de behoeften aan ondersteuning heel divers zijn (Kroesbergen, 2002). Deze behoeften moeten volgens Kroesbergen altijd nauwkeurig bekeken worden, maar hoeven niet altijd individueel opgelost te worden. Zij kunnen vaak teruggebracht worden tot meer algemene behoeften die passen bij de karakteristieken zoals automatiseren, gebruik van juiste strategie of metacognitieve vaardigheden.

De onderwijsraad geeft aan dat automatiseren door de scholen zelf als grootste tekort wordt gezien (“Onderwijsverslag”, 2008). De geconstateerde tekorten proberen de scholen voornamelijk met oefenen recht te trekken. Hiervoor wordt dan naast de reguliere methode extra materiaal ingezet en wordt ook extra tijd voor oefenen ingepast. Cito (“PPON-2004“, 2005) geeft aan dat ongeveer twee op de drie leraren naast de reguliere rekenmethode gemiddeld nog twee soorten ander materiaal gebruiken. De meerderheid van de leraren vindt dat de resultaten van de leerlingen verbeteren, maar er zijn geen gegevens beschikbaar die deze vermeende verbetering bevestigen. Wanneer dit vergeleken wordt met de bevindingen van Mayer (1998) dan kan aangenomen worden dat de prestaties van leerlingen voor de aangeleerde strategieën met bijbehorende opdrachten verbeteren. Er zal echter geen transfer naar nieuwe situaties optreden omdat alleen het “wat” is getraind en niet het “waarom” (Driscoll, 2004). Montague en Bos (1986, 1990) geven ook aan dat deze veelgebruikte *`drill en practice´* programma´s voor leerlingen met lage prestaties niet effectief zijn. Wanneer hierop de nadruk ligt dan krijgen de leerlingen geen kans probleemoplossend te leren werken en denken, hetgeen door kan werken in andere situaties in het dagelijkse leven waar probleemoplossend denken is vereist. Dit probleemoplossend leren werken moet volgens hen zeker plaatsvinden naast het extra inoefenen van de lesstof. De behoefte tot automatisering, zoals docenten aangeven, blijkt dan ook niet opgelost door alleen een drill-and-practice programma, maar dient voorzien te worden van het aanbieden van een oplossingsstrategie die past bij het probleem. Vrij, Kanselaar en Streefland (1987) geven aan dat door deze werkwijze leerlingen tafelproducten met minder oefenmomenten op een zelfde automatiseringsniveau kunnen krijgen.

Niet alleen de ontwikkeling van strategieën bij leerlingen is belangrijk. Volgens Empson en Junk (2004) is de kennis van leraren omtrent te gebruiken strategieën ook van groot belang. Zij geven aan dat leraren over het algemeen een breed en soms ook een diepgaande kennis hebben van niet-standaard oplossingsvarianten die opgenomen zijn in de lesmethoden, maar dat zij weinig weten van minder gebruikelijke strategieën die afkomstig zijn van leerlingen zelf. Dit leidt vaak tot het corrigeren van de oplossing en strategie, wat niet altijd in het voordeel van de lerende is. Epson en Junk geven aan dat leraren nooit helemaal voorbereid kunnen zijn op de antwoorden van de lerenden, maar dat door interactie de denkstrategieën helder worden en dat geeft de mogelijkheid de leerlingen beter te begeleiden. Volgens Wubbels (2008) kunnen docentenhandleidingen een leraar ondersteunen, maar moeten leraren voor goede begeleiding van Realistisch Rekenen in staat zijn in de klas in te springen op de oplossingsvarianten die de leerlingen aandragen. Wubbels geeft aan dat dit waarschijnlijk te hoge eisen stelt aan leerkrachten.

Samenvattend kan gesteld worden dat ten behoeve van het automatiseren van basisvaardigheden middelen en tijd ingezet worden waarover een redelijke tevredenheid is bij de betrokken leraren ("PPON-2004", 2005), ondanks dat dit minder zorgt voor probleemoplossend denken (Mayer, 1998; Driscoll, 2004). Aan het kiezen en gebruiken van de juiste strategie en metacognitie wordt nog te weinig aandacht besteed binnen het huidige onderwijs (Wright en Jacobs, 2003). Om die reden zal er binnen dit onderzoek niet verder worden ingegaan op het onderdeel automatiseren, maar zal de aandacht uitgaan naar het gebruik van cognitieve strategieën, metacognitie en zelfcontrole. De verschillende constructen worden beschreven vanuit eerder onderzoek, daarna wordt zelfregulatie gedefinieerd voor dit onderzoek, gevolgd door de onderzoeksvraag.

Cognitieve strategieën, metacognitie en zelfregulatie

De termen cognitieve strategieën, metacognitie, zelfregulatie en zelfregulerend leren worden al langere tijd gehanteerd. De betekenis, toepassing en interpretatie wisselt zowel door de tijd heen als context waarin ze worden gebruikt. Bandura (1986, in Schunk, 2008) past de term zelfregulatie toe in zijn sociale leertheorie. Hij ziet zelfregulatie als een proces waarbij de omgeving beïnvloed wordt door zelfobservatie, zelfoordeel en zelfreactie. Zimmerman (1986, in Driscoll, 2004) sluit hierop aan en kent daarnaast een actievere taak aan de lerende toe. Hij stelt dat zelfregulatie een proces is waarbij de lerende cognitie en gedrag activeert en dit systematisch koppelt aan zijn leerdoelen. Flavell (1985, in Schunk, 2008) omschrijft de belangrijkste betekenis van metacognitie als kennis over kennis. Naast deze omschrijvingen worden in recentere onderzoeken de constructen verder uitgewerkt.

Volgens Fox en Riconscente (2008) worden de constructen metacognitie, zelfregulatie en zelfregulerend leren veelvuldig gebruikt, maar zijn deze nog niet goed gedefinieerd. Metacognitie en zelfregulatie beschouwen zij als aspecten die van belang zijn voor alle mensen van alle leeftijden in allerlei leer- en ontwikkelsituaties. Zelfregulerend leren zien Fox en Riconscente vooral in een academische context. Voor de eerste twee constructen hebben zij overeenkomsten en verschillen gezocht in de theorieën van James, Piaget en Vygotsky. Fox en collega geven aan dat voor alle drie de theoretici metacognitie en zelfregulatie parallelle en verweven constructen zijn maar dat ze in een ander perspectief gezien moeten worden. James gaat uit van het kennen van de eigen ik door introspectie. Metacognitie en zelfregulatie worden hierbij bemoeilijkt als er niet expliciet aandacht is voor de link naar anderen en de translatie van de eigen ervaring naar een meer algemeen en gemeenschappelijk begrip. In Piaget's perspectief gaat het er juist om dat mensen zichzelf kennen en aansturen door te kijken naar hoe anderen acteren en hoe zij zelf die anderen verklaren ten opzichte van zichzelf. Daarbij is de ontwikkeling van metacognitie en zelfregulatie juist opgebouwd van buitenaf en doorbreken ze grenzen die de op introspectie gebaseerde kennis van de eigen ik in de visie van James zou kunnen hebben. Vygotsky's perspectief richt zich op het internaliseren van op taal gebaseerde interactie waarop gedrag wordt gestuurd en bewustzijn en abstractie worden bereikt, zodat de natuurlijke functies van perceptie, geheugen, aandacht en wil getransformeerd worden in hogere culturele functies. Mogelijke moeilijkheden ten aanzien van metacognitie en zelfregulatie kunnen hierbij volgens Fox en collega vooral gevonden worden op het vlak van cultuurspecifieke handelingen.

Kaplan (2008) heeft de verschillende constructen onderzocht door meerdere onderzoeken en beschrijvingen met elkaar te vergelijken. Hij komt tot de conclusie dat het geen afzonderlijke concepten zijn, maar subtypes van het overkoepelende meer algemene fenomeen van zelfregulerende actie. Kaplan benadrukt dat zelfregulerende actie geen enkelvoudig construct is, er is immers niet één cognitieve of metacognitieve strategie die altijd in te zetten is. Belangrijk is te beseffen dat de typen zelfregulerende actie afhankelijk zijn van het doel en de samenstelling van de taak. Zelfregulerende actie vraagt volgens Kaplan dan ook om een uitgebreid mentaal netwerk waarin naast persoonlijke aspecten ook objecten van regulatie en strategieën geïntegreerd samenwerken om zo een taak op te lossen.

Panaoura en Philippou (2007) beschouwen metacognitie als een construct met twee dimensies: kennis over cognitie en regulatie van cognitie. Zij beschouwen metacognitie als *het bewust zijn en de monitoring van het eigen cognitieve systeem en het functioneren daarvan.* Metacognitie en cognitie worden daarmee niet als aparte systemen gezien, maar als elkaar ondersteunend. Ook Reigeluth en Moore (1999) geven aan dat metacognitie een intellectuele vaardigheid is en daarmee binnen het cognitieve domein valt. Mayer (1998) geeft aan dat de cognitieve vaardigheden gezien kunnen worden als meer domein gerichte kennis. Een lerende weet dan wat gedaan moet worden om een probleem op te lossen. Voor probleemoplossend denken zijn volgens hem ook metacognitieve vaardigheden nodig; weten wanneer je wat moet doen.

Ook Sun, Zhang en Mathews (2006) geven aan dat metacognitieve processen niet zo expliciet zijn als eerder in de cognitieve psychologie werd aangenomen. Om dit aan te tonen hebben zij een theoretisch framewerk ontwikkeld waarin metacognitie samen met drie andere subsystemen in een overkoepelend model van het brein zijn geplaatst: het Clarion cognitieve ontwerp. De vier subsystemen in dit model zijn: A*ction-Centered Subsystem (ACS), Non-*A*ction-Centered Subsystem (NACS), Motivational Subsytem (MS)* en *Meta-Cognitive Subsystem (MCS).* Elk subsysteem heeft zijn eigen rol en beschikt over een dubbel representatieniveau dat de expliciete en impliciete kennis codeert. Het ACS controleert alle acties van externe fysieke bewegingen tot interne mentale bewerkingen. Het NACS onderhoudt de algemene kennis, zowel impliciet als expliciet. Het MS houdt zich bezig met onderliggende motivatie die vergaard is voor perceptie, actie en kennis in termen van geven van impulsen en feedback. De rol van het MCS is om de dynamische acties van het ACS en alle acties uit andere subsystemen te monitoren, sturen en vormen. Sun et al. geven aan dat uit onderzoek blijkt dat het MCS constant informatie ontvangt uit de andere subsystemen en ook interventies doet op die systemen. Ook het ACS (Action-centered subsystem) en het NACS (non-action-centered subsystem) hebben continue interactie met elkaar. De verrichtingen van de NACS worden vooral aangestuurd door de ACS. Metacognitieve processen zijn volgens Sun et al. dan ook constant in actie met andere processen. Ten aanzien van het metacognitieve functioneren, zoals monitoren, sturen en doelen stellen zien zij geen duidelijke scheiding tussen cognitieve en metacognitieve processen.

Andere onderzoeken geven vergelijkbare resultaten. Maqsud (1998) geeft aan dat metacognitieve instructie zich moet baseren op Mayer's idee dat vier typen mentale processen nodig zijn voor het oplossen van rekenproblemen: *translatie*, *integratie*, *planning en monitoring* en *oplossing uitwerken* (Mayer, 1987, in Maqsud, 1998). Elawar (1992) geeft aan dat de mentale processen van leerlingen sterk beïnvloed worden door hun mogelijkheden tot het begrijpen van de tekst of het type probleem, het kunnen monitoren van het proces en het uitvoeren van de bewerkingen. Tevens constateerde Elawar dat laag scorende leerlingen zich vaak verward voelen als zij met een rekenprobleem worden geconfronteerd en dat zij de strategie die zij nodig hebben om het probleem op te lossen niet kunnen uitleggen. Leren planmatig te werken door het gebruik van een cognitieve strategie kan laagscorende leerlingen helpen betere resultaten te behalen (Van Luit en Naglieri, 1999; Naglieri en Gottling, 1997). Dit planmatig werken kan volgens Naglieri en Gottling onder andere worden bereikt door groepsgesprekken waarin aandacht is voor uitwerking van opgegeven rekenopgaven en de stappen die nog ontbreken of niet goed uitgevoerd zijn.

Driscoll (2004) vult daarop aan dat er diverse onderzoeken zijn gedaan op het gebied van metacognitie en studievaardigheden. De interventies die hierbinnen effectief blijken te zijn, hebben in ieder geval twee criteria gemeen. Ten eerste laten zij zien dat lerenden een bepaalde kennisbasis moeten hebben die gerelateerd kan worden aan de strategie die zij leren. Vooral domeinspecifieke strategieën moeten gekoppeld kunnen worden aan voorkennis. Ten tweede moeten lerenden weten wanneer en waarom de verschillende zelfregulerende strategieën effectief kunnen zijn. Weten hoe je moet plannen wil nog niet zeggen dat je ook werkelijk planmatig te werk zult gaan, volgens Driscoll. Daarmee wil zij aangeven dat het hebben van conditionele kennis niet garandeert dat deze ook gebruikt wordt, maar weten wanneer en waarom het nodig is deze te gebruiken zorgt voor motivatie om ze te gebruiken en helpt leerlingen metacognitieve, zelfregulerende vaardigheden te ontwikkelen. Net als Driscoll gaan Keller en Visser (1990) er ook van uit dat motivatie van grote invloed is op het leren. Keller ontwikkelde een model om op systematische wijze motivatie en instructie te integreren. Daarbij moet volgens Keller en collega aan vier voorwaarden worden voldaan om een gemotiveerde leerling te krijgen: *Attention, Relevance, Confidence en Satisfaction,* het zogenaamde ARCS model. *Attention* is gericht op het verkrijgen, stimuleren en vasthouden van de interesse van de lerende. *Relevance* richt zich op de beste manier en het meest geschikte moment om aan de behoeften van de lerende tegemoet te komen. *Confidence* richt zich op het opbouwen van vertrouwen dat een lerende nodig heeft voor succeservaringen. *Satisfaction* is gericht op het verzorgen van betekenisvolle leersituaties waarin de lerende de nieuw vergaarde kennis en vaardigheden kan toepassen.

Ook Montague en Bos (1986) tonen aan dat door instructie op basis van een cognitieve strategie de leerresultaten verbeteren. Zij richten zich in hun onderzoek op zes leerlingen die moeite hebben met verbale probleemoplossing. Montague en Bos stellen dat een alternatieve lesmethode, gericht op cognitieve strategietraining, het oplossen van twee- en drietraps (verbale) rekenopdrachten bij leerlingen met leerproblemen kan verbeteren. Binnen dit onderzoek wordt alleen gebruik gemaakt van een experimentgroep. De cognitieve strategie van Montague en Bos is gericht op het lezen, begrijpen, uitvoeren en controleren van verbale rekenopdrachten, welke voorkomen in het gehele rekendomein van het middelbaar onderwijs. De strategie bevat acht stappen: *Lees het probleem hardop, Herformuleer het probleem hardop, Visualiseer, Omschrijf wat je wilt weten / uitrekenen, Spreek een verwachting uit, Schat het antwoord, Reken uit* en *Voer een zelfcontrole uit.* De stappen worden in vaste volgorde uitgevoerd. In figuur 3 zijn de stappen opgenomen.

Cognitieve strategie van Montague en Bos

1. Lees het probleem hardop
Vraag de leraar elk woord dat je niet kent voor te lezen of uit te leggen.

2. Vertel het probleem in eigen/andere woorden
Gebruik een zelfvraag techniek om de focus op de uitkomst te krijgen, bijvoorbeeld:
"W*at is gevraagd? Waar zoek ik naar?*"

3. Visualiseer
Maak een tekening van het probleem.

4. Benadruk het probleem
Completeer de volgende uitspraken: "*Ik heb … . Ik wil …. vinden*."
Onderstreep de belangrijke informatie in het probleem.

5. Hypothetiseer
Complementeer de volgende uitspraken hardop: "*Als ik ….. , dan …..* ".
Hoeveel stappen zijn nodig om het antwoord te vinden, schrijf de bewerkingstekens op.

6. Schat
Schrijf je schatting of afronding op.

7. Reken uit
Toon de berekening en noteer het antwoord. Zet een cirkel om het antwoord.

8. Zelfcontrole
Gebruik een zelfvraag techniek zoals: "Is dit antwoord in de correcte vorm?"
Let op bijvoorbeeld de plaats van de komma, grootheid e.d.

Figuur 3. Cognitieve strategie van Montague en Bos (1986).

In het onderzoek van Montague en Bos (1986) wordt de training van de cognitieve strategie gecombineerd met diverse onderwijstechnieken zoals het geven van correctieve feedback, verbale herhaling, zelfvraag technieken, visualiseren, schatten en checken. Tijdens de interventie krijgen de leerlingen training in het gebruik van de strategie. Montague en Bos geven aan dat vooral voor leerlingen met leerproblemen deze stappen werken. Trainen met behulp van een cognitieve strategie helpt hen een hoger niveau van redeneren en oplossen te bereiken. Wanneer zij in staat zijn een strategie te onderhouden en deze te generaliseren, zodat zij het ook in andere situaties kunnen gebruiken en deze effectief en efficiënt leren gebruiken, dan zullen zij meer onafhankelijke lerenden worden en zal dit doorwerken op andere schriftelijke, praktische en sociale vaardigheden. Dit is vergelijkbaar met de op generalisatie gerichte verticale component binnen het Realistisch Rekenen ("KNAW", 2008), waar formalisering, verkorting en het ontdekken van patronen en structuren plaatsvindt. Motague en Bos benadrukken dat onderhoud en generalisatie van de strategie van groot belang is, anders zal uitdoving plaatsvinden.

De zes leerlingen in het onderzoek van Montague en Bos (1986) gebruiken allen de nieuwe strategie, maar na verloop van tijd worden de leerlingen selectiever. Dat betekent dat sommige leerlingen steeds voor eenzelfde soort grafische weergave van het probleem kiezen, zoals een tabel of een diagram. Of dat zij bij het vormen van de hypothese geen volledige zinnen uitschrijven maar alleen een of meerdere bewerkingstekens zetten. Soms is de schatting alleen een afgerond getal en de zelfcontrole kan alleen voor bepaalde onderdelen of opgaven uitgevoerd worden, daar waar de leerling het nodig vindt. Montague en Bos zien dit als aanpassing van de strategie aan de individuele behoeften van de leerling. Zij geven aan dat de groepsdocent zich bewust moet zijn van dit geïndividualiseerde aspect van het cognitieve strategiegebruik om zo een instructie op maat te kunnen geven die past bij de individuele behoeften. De tijd die een leerling nodig had voor het oplossen van de opdrachten paste zich in de loop van de tijd aan. Het in eerste instantie toenemen van de bestede tijd kan bijvoorbeeld liggen aan metacognitief bewustzijn van het cognitieve strategiegebruik, waardoor de leerlingen meer reflectief worden in hun aanpak om het probleem op te lossen en dat kost meer tijd. Maar het kan ook komen door een groter bewustzijn van het proces, meer zorgvuldigheid in het probleem oplossen en een meer georganiseerde aanpak bij het probleem oplossen. In een latere fase kan de bestede tijd afnemen. Montague en Bos hebben deze afname niet kunnen koppelen aan het maken van meer fouten.

In verschillende onderzoeken wordt aangegeven dat een scheiding tussen cognitieve processen, metacognitie en zelfregulatie niet scherp kan worden aangebracht en dat de constructen als meer samenhangend moeten worden beschouwd. Zelfregulatie kan binnen dit onderzoek dan ook niet als een op zichzelf staand construct worden gedefinieerd. Binnen dit onderzoek wordt aangesloten bij de werkwijze van Montaque en Bos (1984) en wordt zelfregulatie gestimuleerd door het aanbieden van een cognitieve strategie. De door hen gebruikte cognitieve strategie komt tegemoet aan de behoeften van leerlingen met rekenmoeilijkheden doordat het mogelijkheden tot generalisatie biedt, hetgeen nodig is om transfers te laten plaatsvinden en structuur aan de instructie en het oplossen van rekenproblemen geeft.

Dit leidt tot de vraagstelling: "*Leidt instructie in zelfcontrole in het rekenonderwijs in groep 7/8 van het basisonderwijs tot verbetering van leerresultaten ten opzichte van rekenonderwijs volgens de reguliere methode?"*

Deze vraagstelling wordt geoperationaliseerd middels de volgende onderzoeksvragen

1. Scoren leerlingen met instructie in zelfcontrole meer opgaven goed dan leerlingen met instructie volgens de reguliere methode?
2. Maken de leerlingen met instructie in zelfcontrole minder fouten in de berekeningen dan de leerlingen met instructie volgens de reguliere methode?
3. Passen de leerlingen met instructie in zelfcontrole de aangeleerde methoden tot zelfcontrole toe tijdens de verwerking en toetsing?

De hypotheses bij deze vragen zijn:

1. De leerlingen zullen door gebruik te maken van de vaste stappen en de zelfcontrole meer items goed maken.
2. Omdat de leerlingen met de stappenkaart geholpen worden in het aanbrengen van structuur in hun uitwerking zullen zij minder fouten maken in de berekeningen.
3. De leerlingen zullen de aangeleerde methode tot zelfcontrole selectief toepassen tijdens de verwerking en toetsing, passend bij de individuele behoefte.

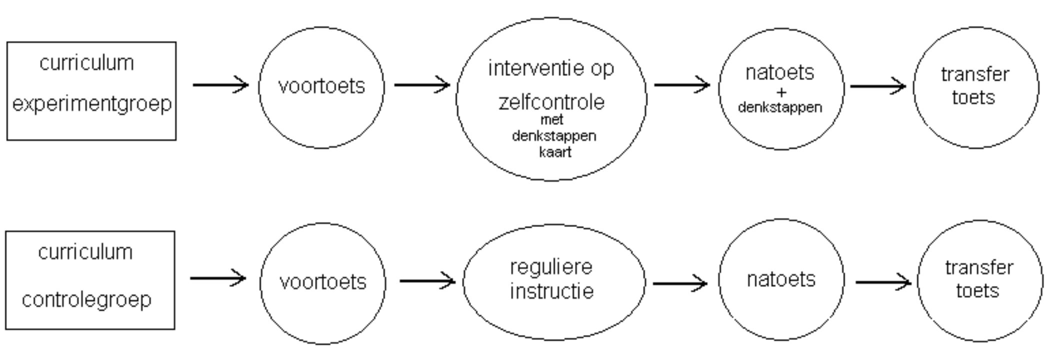
Methode

Design

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een quasi-experimentele aanpak; de variabelen zijn actief gemanipuleerd, de toewijzing van de leerlingen aan de experimentele- en controlegroep is selectief per school. De onderzoeksgroepen zijn uit eigen omgeving gekozen. Generalisatie naar de rest van Nederland is hierdoor niet mogelijk. Er wordt gebruik gemaakt van een ontwerp met voortoets, natoets en transfertoets bij ongelijke groepen (pre-test post-test non-equivalent groups design). De experimentele groep kreeg met gebruik van een stappenplan een vijftal gestructureerde rekenlessen over oppervlakten. De controlegroep kreeg lessen uit de reguliere methoden “Pluspunt” of “Wereld in Getallen”.

Aan dit onderzoek hebben zeven verschillende basisscholen deelgenomen. Binnen deze scholen zijn uit 12 groepen 7/8 in totaal 61 leerlingen geselecteerd met een lage score op rekenen, volgens het leerlingvolgsysteem. Alle scholen werken met het leerlingvolgsysteem van de CITO-groep, de geselecteerde leerlingen hebben daarbinnen een score E, D of lage C. De leerlingen in de experimentgroep zijn voor de interventie uit hun eigen basisschoolgroep gehaald en binnen de eigen school in kleine groepjes geplaatst, waar zij van de onderzoeker les kregen.

Voorafgaand aan de interventie kregen beide onderzoeksgroepen een voortoets om de kennis over het onderwerp oppervlakten te toetsen. Naast de voortoets is gebruik gemaakt van gegevens uit het leerlingvolgsysteem van de school. Deze gegevens tonen de resultaten van leerlingen over meerdere jaren. Gedurende de interventie zijn korte leerlinggesprekken gehouden om de ervaring met de nieuwe strategie te achterhalen. Ook zijn geluidsopnamen gemaakt waarbij de leerlingen aangeven hoe zij tot de oplossing van de opdracht zijn gekomen. De gesprekken en geluidsopnamen zijn samengevat waarna afgeleid is of de leerlingen tijdens het verwerken van de lesstof gebruik hebben gemaakt van de aangeboden strategie en of zij zelfcontrole hebben toegepast. Na de interventie hebben de leerlingen een natoets gemaakt, welke de leerresultaten meet. Tijdens de natoets is gebruik gemaakt van een uitwerkpapier waarop de stappen van de aangeboden strategie kunnen worden genoteerd door de leerlingen. Hieruit is af te leiden of zij aan zelfcontrole doen. De leerlingen uit de controlegroep krijgen een toets met dezelfde inhoud, maar hebben een apart uitwerkpapier gebruikt. Na een maand krijgen de leerlingen allen dezelfde transfertoets. Hierop is bij elke opdracht een kader voor uitwerking van de som opgenomen. Het gebruik van de stappenkaart is optioneel voor de leerlingen in de experimentgroep. Een schematische weergave van het design is opgenomen in Figuur 4.



Figuur 4. Schematische weergave van het design.

Deelnemers

Binnen dit onderzoek worden twee onderzoeksgroepen onderscheiden: een experimentgroep met 28 leerlingen en een controlegroep met 33 leerlingen van groep 7/8 van het basisonderwijs. De samenstelling van de twee onderzoeksgroepen is vergelijkbaar voor wat betreft leeftijd en aantal leerlingen (zie Tabel 1). De verdeling jongens en meisjes is in de controlegroep enigszins scheef. Voor de gemiddelde score op voor-, na- en transfertoets geldt dat er geen significant verschil is tussen jongens en meisjes.

Tabel 1

Beschrijving van de onderzoeksgroepen naar sekse en leeftijd.

	Totaal leerlingen	Aantal Klassen	Aantal jongens	Aantal meisjes	Gemiddelde leeftijd	Standaard-Afwijking leeftijd
Experimentgroep	28	6	15	13	11.04	0.58
Controlegroep	33	6	12	21	11.21	0.78

Leerlingen hebben naast rekenmoeilijkheden vaak ook moeite met lezen en taal en dat kan de rekenprestaties negatief beïnvloeden (Miller en Mercer, 1997). De docenten zijn daarom gevraagd naast rekenen ook informatie uit het leerlingvolgsysteem (lvs) aan te leveren over lezen, spelling en taal (zie Tabel 2). Voor de experimentgroep ligt het rekenniveau iets lager dan bij de controlegroep. Voor lezen ligt het niveau iets hoger en voor spelling is het voor beide onderzoeksgroepen vergelijkbaar. Ten aanzien van taal zijn te weinig gegevens aangeboden om een vergelijking te kunnen maken. Aan de docenten is ook gevraagd per leerling andere factoren aan te geven die een rol kunnen spelen bij rekenen of leren in het algemeen, zoals adhd, dyslexie of concentratiemoeilijkheden. Van een leerling is aangegeven dat deze ADHD heeft, van een andere leerling is aangegeven dat deze binnen het autistisch spectrum valt, twee leerlingen hebben gedragsproblemen en drie leerlingen hebben dyslexie. Bij een leerling komt de combinatie concentratiemoeilijkheden met gedragsproblemen voor. Twaalf leerlingen hebben volgens de docenten concentratiemoeilijkheden. Daarvan zitten vijf leerlingen in de experimentgroep en zeven leerlingen in de controlegroep. Mogelijke verbanden tussen rekenen en de scores op andere vakken en tussen rekenen en andere factoren worden in het resultatengedeelte apart van de onderzoeksvragen besproken.

Tabel 2

Overzicht van scores uit het leerlingvolgsysteem.

Lvs score	**Rekenen**		**Lezen**		**Spelling**		**Taal**	
	Exp.	Contr.	Exp.	Contr.	Exp.	Contr.	Exp.	Contr.
E	3		4	5	3	3	6	1
D	9	13	9	10	7	10	11	3
Lage C	16	20	7	14	10	11	5	1
Hoge C			1		1		3	
B			2	3	3	6	3	
A			5	1	4	3		
Ontbrekend								28

Noot. Exp. = Experimentgroep, Contr. = Controlegroep.

Interventie

De beschrijving van de interventie bestaat uit drie delen. Eerst wordt ingegaan op de cognitieve strategie die binnen de interventie wordt gebruikt, daarna wordt het onderwerp oppervlakten en de plaats die dit inneemt binnen het domein besproken en ten slotte wordt ingegaan op de lessen die tijdens de interventie hebben plaatsgevonden.

<u>Cognitieve strategie</u>

Leerlingen met leermoeilijkheden hebben vaak expliciete informatie nodig om een relatie te leggen tussen het probleem en de bestaande kennis (Goldman et al., 1997). Door leerlingen middels een stappenkaart de opdrachten volgens een vast patroon uit te laten voeren gebeurt dit meer gestructureerd, wordt het terughalen van informatie vergemakkelijkt (Kroesbergen, 2002) en worden zij begeleid in het leggen van de relatie tussen probleem en bestaande kennis (Geary et al., 1991).

De interventie binnen dit masteronderzoek is gebaseerd op het onderzoek van Montague en Bos (1986) en de cognitieve strategie die zij gebruiken. Montague en Bos richten zich op verbale probleemoplossing, het verbale aspect speelt binnen hun cognitieve strategie dan ook een prominente rol. Dit masteronderzoek richt zich op zelfcontrole bij laagscorende leerlingen en niet specifiek op verbale probleemoplossing. Binnen dit onderzoek zijn de stappen die op de verbale verwerking zijn gericht dan ook ondergebracht in een bijpassende andere stap. De acht stappen in de cognitieve strategie van Montague en Bos zijn hiervoor samengevat tot zes stappen die gericht zijn op meer algemene probleemoplossing. Zo zijn *hardop lezen* en *verwoorden van het probleem* samengevoegd tot *lezen van het probleem en het belangrijkste onderstrepen*. De stappen *hypothese stellen* en *antwoord schatten* zijn samengevoegd tot *antwoord schatten*. Een schematische weergave hiervan is te zien is in figuur 5.

Stappen van Montgue en Bos	**Stappen binnen deze interventie**
1. Lees het probleem hardop	Opdracht lezen en het belangrijkste onderstrepen
2. Vertel het probleem in eigen woorden	
3. Visualiseer	Plaatje maken of aanpassen
4. Benadruk het probleem	Wat moet je uitrekenen?
5. Hypothetiseer	Antwoord schatten
6. Schat	
7. Reken uit	Reken uit
8. Zelfcontrole	Controleer je antwoord

<u>*Figuur 5.* Omzetten van stappenkaart van Montague en Bos (1986) naar OPWARC-kaart.</u>

De zes stappen hebben geen nummer, maar de eerste letter van de omschrijving als codering gekregen. Hiermee is het fantasiewoord OPWARC gevormd. Het fantasiewoord heeft geen relatie met andere termen in het rekenen, het woord geeft de mogelijkheid ook buiten het rekendomein ingezet te kunnen worden en de zes stappen worden op volgorde aangeboden waardoor de strategie mogelijk op een later moment zonder kaart uit te voeren is. Bij de stappen zijn tips opgenomen. De kaart die de leerlingen gebruiken heeft aan de ene zijde stappen met tips en biedt duidelijke ondersteuning. De andere zijde bevat alleen de stappen en biedt minimale ondersteuning. De leerlingen kiezen zelf voor de mate van ondersteuning. Voor het vormen van het fantasiewoord is van belang dat: de lettercombinatie de volgorde van de stappen aangeeft, de letter de beginletter is van de betreffende stap en dat de letter bij voorkeur de kern van de stap aangeeft. Navraag bij de leerlingen en enkele docenten suggereert dat het codewoord OPWARC positief is ontvangen. De OPWARC-kaart met tips is opgenomen in figuur 6.

OPWARC Reken stappenkaart

O **Opdracht lezen**
Onderstreep het belangrijkste van de vraag.

P **Plaatje maken of aanpassen**
Teken de oppervlakte als die niet in de som staat.
Of teken de tegels, bordjes in de oppervlakte.

W **Wat moet je uitrekenen?**
Zet de opdracht in eigen woorden.
Moet je m^2 uitrekenen of aantal tegels of geld of nog iets anders?

A **Antwoord schatten**
Hoeveel m^2 of stukken of welk bedrag denk je dat het ongeveer gaat worden?

R **Reken uit**
Reken de som uit.

C **Controleer je antwoord !!!!**
Stel jezelf vragen:
- Heb ik de juiste tekening gemaakt?
- Heb ik uitgerekend wat gevraagd is?
- Heb ik de juiste som gebruikt?

Figuur 6. OPWARC Reken stappenkaart.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen expliciet en impliciet gebruik van de OPWARC methode. Voor expliciet gebruikt geldt dat leerlingen verbaal of schriftelijk tonen dat zij de OPWARC stappen doorlopen. Impliciet gebruik wordt afgeleid uit leerlinggesprekken, observaties in combinatie met scores op motivatie en toetsresultaten.

Domein

Het curriculum van de basisschool omvat rekendomeinen die onderverdeeld zijn in rekengebieden. Voor deze interventie is gekozen aan te sluiten bij de indeling van Meijerink (2008b) en PPON ("PPON-2004", 2005). De commissie Meijerink gaat uit van vier subdomeinen binnen het reken- en wiskundeonderwijs en geeft aan dat daarmee het overgrote deel aan leerlijnen voor leerlingen tot en met 18 jaar is gedekt. De commissie geeft aan dat voornamelijk drie van de subdomeinen voorkomen in het basisonderwijs: *Getallen en bewerkingen, Verhoudingen, breuken en procenten* en *Meten en meetkunde.* Het vierde subdomein *Verbanden* komt minimaal aan bod en speelt pas echt een rol vanaf het voortgezet onderwijs. Ook het PPON, dat specifiek gericht is op het basisonderwijs, maakt een soortgelijke indeling in drie domein. Binnen de drie domeinen heeft het PPON 22 gebieden gedefinieerd. Een schematische weergave van deze indeling is opgenomen in Figuur 7.

In deze thesis wordt ingegaan op het derde subdomein (*Meten en meetkunde*) omdat, in tegenstelling tot de andere domeinen, alle leerlingen hier het slechtst scoren (Meijerink, 2008b). De commissie Meijerink geeft aan dat veel leerlingen de herleidingen in het metrieke stelsel niet goed kennen en vaak niet in staat zijn de berekeningen voor omtrek, oppervlakte en inhoud goed uit te voeren. Precieze aantallen worden niet gegeven door de commissie. Binnen het domein Meten en meetkunde wordt volgens het PPON ("PPON-2004", 2005) het slechtst gescoord op het gebied "oppervlakte". Dit onderzoek richt zich dan ook op dit specifieke onderdeel. In Figuur 7 is dit gebied gearceerd.

Subdomein Rekenen PO	Gebieden	
Getallen en bewerkingen	1	Getallen en getalrelaties
	2	Rekendictee: optellen en aftrekken
	3	Rekendictee: vermenigvuldigen en delen
	4	Hoofdrekenen: optellen en aftrekken
	5	Hoofdrekenen: vermenigvuldigen en delen
	6	Hoofdrekenen: schatten
	7	Rekenen: optellen en aftrekken
	8	Rekenen: vermenigvuldigen en delen
	9	Rekenen: samengestelde bewerkingen
	10	Rekenen met zakrekenmachine
Verhoudingen, breuken en procenten	11	Verhoudingen
	12	Breuken
	13	Procenten
	14	Tabellen en grafieken
Meten en meetkunde	15	Meten: lengte
	16	Meten: oppervlakte
	17	Meten: inhoud
	18	Meten: gewicht
	19	Meten: toepassen
	20	Meetkunde
	21	Tijd
	22	Geld

Figuur 7. Schematisch overzicht van Domeinen en Gebieden binnen het rekenonderwijs PO ingedeeld volgens PPON-2004.

Lessen

De interventie bestaat voor de experimentgroep uit het krijgen van vijf instructielessen over het onderwerp 'oppervlakten'. Aan elk groepje leerlingen binnen de experimentgroep worden dezelfde lessen met drie of vier opdrachten gegeven. Elke les duurt ongeveer 25 minuten. Een rekenles binnen Realistisch Rekenen bevat altijd meerdere onderwerpen, waardoor per onderwerp maximaal 20 minuten te besteden is. Om de interventie hierop te laten aansluiten is gekozen voor lessen van 25 minuten waarin geluidsopnamen en korte leerlinggesprekken zijn opgenomen.

Om de inhoud van de lessen te kunnen bepalen zijn twee gangbare Nederlandse rekenmethodes geïnventariseerd: "Pluspunt" en "De Wereld in Getallen" van de uitgeverij Malmberg. Beide methodes voldoen aan de kerndoelen voor het basisonderwijs. Uit de Tule beschrijvingen (SLO, 2006) zijn onderwerpen gefilterd waarop de inventarisatie van de twee lesmethoden is gebaseerd. In Tabel 3 is een overzicht gemaakt van veronderstelde voorkennis en huidige lesinhoud, voortgekomen uit deze inventarisatie.

Uit de inventarisatie blijkt dat het onderwerp "Oppervlakten" grotendeels tot en met groep 7 aan bod komt. De onderwerpen die in Tabel 3 op niveau 6 staan aangegeven worden in groep 7 en 8 herhaald, meestal met een uitbreiding van het onderwerp, een moeilijkere context of in combinatie met andere onderwerpen of vaardigheden. Vanaf de tweede helft van groep 7 wordt aandacht besteed aan het onderwerp “Inhoud”, vaak in combinatie met oppervlakten en omtrek.

Tabel 3

Inventarisatie van twee rekenmethoden en Tulebeschrijvingen.

Omschrijving lesinhoud op oefenniveau	Tule	Pluspunt	Wereld in Getallen
Basisvaardigheden (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen)	6	6	6
Tafels van vermenigvuldiging en grote vermenigvuldigsommen	6	6	6
Kunnen omgaan met (praktisch) meetinstrument	6	6	6
Eenvoudige maateenheden kennen en in elkaar kunnen omzetten	6	6	6
Oppervlakten bepalen door hokjes op onderliggend rooster te tellen	6	6	6
Oppervlakten bepalen door omvormen en compenseren	6	6	6
Kunnen omgaan met schaallijn	6	7A	7A
Herleidingen maken, ook in context	7/8	7A	7A
Op schaal afgebeelde voorwerpen nauwkeurig kunnen meten	7/8	7A	7A
Berekenen rechthoekige oppervlakte door formule lengte x breedte	7/8	7B	7B
Verhouding geld en oppervlakte	7/8	8A	-

Noot. 6 = tot en met eind groep 6, 7A = midden groep 7, 7B = eind groep 7, 8A = midden groep 8, 7/8 = in groep 7 en 8

Op het moment van de interventie begint de tweede helft van het schooljaar. Dit houdt in dat zij net gestart zijn met de lessen uit rekenboek deel 7B of 8B. Voor leerlingen uit groep 7 betekent dit dat de formule *lengte x breedte* nog niet formeel is aangeboden. Tijdens enkele gesprekken, die voorafgaand aan het onderzoek met docenten van de meewerkende scholen zijn gehouden, blijkt dat het benoemen van de formule vaak wel al is gebeurd. Voor de interventie is gekozen bekende en relatief nieuwe lesstof te combineren met onderwerpen die voorkomen in het eerste hoofdstuk van de lesboeken 7B en 8B, zoals:

- hokjes tellen onder figuur,
- eenvoudige oppervlakten berekenen of schatten,
- oppervlakten berekenen van eenvoudige grillige figuren zoals hap uit oppervlak of rand om middenstuk,
- aantal tegels binnen een oppervlak plaatsen,
- oppervlakten vergelijken.

De uitvoering van de interventie is door de onderzoeker gedaan. Door gestructureerde lesvoorbereiding is controle gehouden over de uitvoering van de lessen aan de experimentgroepjes. Tijdens de lessen zijn drie tot vier opgaven uitgewerkt. Hierbij zijn de stappen van de OPWARC kaart gevolgd. De nieuwe strategie is erop gericht leerlingen de opgaven beter te laten lezen, begrijpen, oplossen en controleren. Om dit te bereiken zijn verschillende didactische handelingen ingezet zoals leerlingen de belangrijkste onderdelen van de opgaven laten benoemen, leerlingen het soort bewerking laten benoemen dat uitgevoerd moet worden en het geven van correctieve feedback. Hiermee zijn niet alleen de stappen van de OPWARC kaart behandeld, maar door een opgave om te vormen naar een meer algemene bewerkingsvorm wordt generalisatie bevorderd. Hetgeen voor transfer van het geleerde kan zorgen.

De lessen aan de controlegroep zijn verzorgd door de betreffende leerkrachten, zij volgden de instructie uit de lesmethode. Sommige leerlingen krijgen naast de genoemde lessen extra instructie van een Remedial Teacher of een andere vorm van extra begeleiding, omdat dit behoort tot de dagelijkse lespraktijk en voor iedere leerling in beide condities aan de orde kan zijn, is hierop geen uitzondering gemaakt tijdens de interventieperiode. In de periode tussen de natoets en de transfertoets hebben alle leerlingen van hun eigen leerkracht les gekregen uit de reguliere methode. De leerkrachten zijn bevraagd over deze periode. Zij hebben allen aangegeven de instructies uit de methoden te hebben gevolgd, zo nodig extra uitleg gegeven over oppervlaktesommen, maar hebben geen extra tijd en materiaal ingezet ten aan zien van oppervlakten buiten de methodelessen om. Er zijn geen projecten geweest waarin oppervlakten een rol hebben gespeeld en leerlingen hebben geen specifieke structuur of methode van de leerkrachten aangeboden gekregen die het oplossen van oppervlaktesommen zou kunnen verbeteren. De leerlingen in de experimentgroep zijn niet gestimuleerd de OPWARC-kaart te blijven gebruiken. Wel gaf een leerkracht aan dat de leerlingen binnen haar groep op eigen initiatief de strategie hebben toegepast tijdens een klassikale instructie. Gezamenlijk kwamen de leerlingen tot de oplossing van de oppervlaktesom. De leerkracht heeft de strategie daarna niet actief ingezet.

Meetinstrument

Voor-, na- en transfertoets

Voor dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de toetsvragen over “Oppervlakten” zoals deze zijn opgenomen in het PPON (“PPON-2004”, 2005). Deze vragen maken deel uit van een veel groter onderzoek naar rekenen in de bovenbouw van het basisonderwijs. De voortoets en natoets bestaan beide uit dezelfde zestien open vragen en twee meerkeuzevragen, samen achttien vragen. Bij twee vragen dienen twee antwoorden gegeven te worden zodat het totaal aantal punten dat behaald kan worden op 20 uitkomt. De volgorde van de vragen is binnen de twee toetsen gelijk. Voor enkele vragen zijn de getallen waarmee gerekend moet worden in de natoets aangepast, om de leerlingen tijdens beide toetsen te stimuleren te rekenen. De leerlingen zijn hiervan op de hoogte gebracht. De natoets van de experimentgroep heeft naast elke vraag een kader waarin de OPWARC werkwijze uitgevoerd kan worden. De controlegroep heeft een apart uitwerkblad naast de toets. Net als in het onderzoek van Montague en Bos (1986) worden de leerlingen gestimuleerd de nieuwe strategie ook tijdens de natoets te gebruiken. De transfertoets bevat een selectie van tien open vragen uit de natoets en is voor alle leerlingen hetzelfde. De transfertoets wordt een maand na de natoets uitgevoerd en meet naast het leerresultaat ook of de leerlingen de aangeleerde strategie nog toepassen. De leerlingen maken hierbij zelf de keuze of zij de OPWARC kaart gebruiken. Naast elke vraag is een verwerkingskader opgenomen waarin de leerlingen eigen uitwerkingen of OPWARC uitwerkingen kunnen zetten. Voor de transfertoets kunnen maximaal tien punten behaald worden. De data die uit deze toetsen voortkomen worden gebruikt om de eerste, tweede en derde onderzoeksvraag te beantwoorden.

Twee voorbeelden van toetsvragen zijn: “*Welke twee tuinen hebben een even grote oppervlakte?”* en “*Twee wanden in de badkamer worden betegeld tot 1,25 meter hoogte. Hoeveel tegels zijn daarvoor nodig?”.* Alle vragen binnen de toets kennen slechts één goed antwoord: een getal, letter, geldbedrag of een maateenheid. De betrouwbaarheid van de deeltoets hoeft niet vergelijkbaar te zijn met de het gehele PPON onderzoek, daarom is dit voor deze interventie opnieuw bepaald met de Cronbach's alpha. Voor de voortoets is de uitkomst .76, voor de natoets .78 en voor de transfertoets, welke een deel van de eerdere toetsen bevat, is de betrouwbaarheid .72. Zij geven een voldoende homogeniteit aan. Controle op verwijdering van items toont voor de voortoets en transfertoets geen verhoging van de betrouwbaarheid. Voor de natoets kan een kleine verhoging naar .80 behaald worden bij verwijdering van het item dat vraagt naar het aantal mm^2 in een cm^2. Deze toename is klein en geldt alleen voor de natoets. Aanpassing van items is dan ook niet nodig, de totaalscores mogen gebruikt worden. De voor-, na- en transfertoets zijn opgenomen in bijlage 1.

Voor de natoets en de transfertoets heeft een hercodering plaatsgevonden waardoor naast de codering '3 = goed' en '1 = fout' tevens een code '2 = verklaarbare fout' opgenomen. Hierbinnen vallen antwoorden van leerlingen die op eenvoudig verklaarbare manier foutief zijn, zoals een berekening niet volledig uitvoeren of de berekening enkelvoudig in plaats van getrapt uitvoeren. Dit laatste is aan de orde wanneer bijvoorbeeld tegels in een oppervlakte ingepast moeten worden. De betrouwbaarheid van de toetsen is opnieuw bepaald met de Crohnbach's alpha. Voor de natoets met hercodering bleek deze .72 en voor de transfertoets met hercodering .75. Zij geven een voldoende homogeniteit aan, welke niet verhoogt met het verwijderen van een item. Aanpassing is daarom niet nodig, deze scores zijn gebruikt als schaalscores. Dit betekent dat voor de natoets met hercodering maximaal 54 punten behaald kunnen worden en voor de transfertoets met hercodering 30 punten.

Tevens zijn voor de natoets en transfertoets de percentages goed beantwoorde vragen bepaald. Met dit overzicht kunnen de verschillen in procentuele score zichtbaar gemaakt worden en wordt inzicht verkregen in het type som waarop beter gescoord wordt door de experimentgroep.

<u>Motivatietoets</u>

De nieuwe cognitieve strategie zal alleen ingezet worden als de leerlingen gemotiveerd zijn deze te gebruiken. Deze motivatie zal vooral komen door het nut wat zij aan de nieuwe strategie toekennen (Driscoll, 2004). Als bijlage bij de natoets zijn negen vragen opgenomen die vragen naar de motivatie van de leerlingen met betrekking tot de aangeleerde stappen. De data die hieruit voort zijn gekomen, zijn samen met de observatiedata gebruikt om de derde onderzoeksvraag te beantwoorden.

De motivatievragen zijn afgeleid van het meetinstrument IMMS van Keller (1993a, 1993b), welke dient om de motivationele kracht van instructiematerialen te meten. Bij de formulering is uitgegaan van eenvoudig taalgebruik, passend bij de doelgroep. De vragen zijn aangepast aan de instructievorm van de controlegroep en de experimentgroep en zijn allen op Likert vierpuntsschaal. Een voorbeelditem van beide onderzoeksgroepen is opgenomen in Tabel 4.

Tabel 4

Voorbeelditem experimentgroep en controlegroep.

Na de OPWARC-lessen weet ik goed wat ik moet antwoorden bij een oppervlaktesom.	1	2	3	4
Na de lessen in dit hoofdstuk weet ik goed wat ik moet antwoorden bij een oppervlaktesom.	1	2	3	4

Noot. 1 = helemaal niet waar, 2 = meestal niet waar, 3 = meestal wel waar, 4 = helemaal waar.

De betrouwbaarheid van de motivatietoets is bepaald met de Crohnbach's alpha voor zowel de gehele onderzoeksgroep als de experimentgroep en controlegroep apart. Voor de gehele onderzoeksgroep bleek deze betrouwbaarheid .65. Verwijdering van het item *Nieuwsgierig naar sommen in de toets* levert een verhoging van de betrouwbaarheid naar .67. Dit is slechts een beperkte stijging, daarom wordt ook voor beide onderzoeksgroepen apart de betrouwbaarheid bepaald.

Voor de experimentgroep en de controlegroep apart blijken verschillen in de betrouwbaarheid van de motivatietoets te bestaan. De betrouwbaarheid voor de experimentgroep is .57. Bij verwijdering van het item *Nieuwsgierig naar sommen in de toets* of het item *Opletten tijdens de les* levert een verhoging van de betrouwbaarheid naar .64. De betrouwbaarheid voor de controlegroep blijkt .46. Dit is een matige homogeniteit. Verwijdering van het item *Nieuwsgierig naar sommen in de toets* of *Oppervlaktelessen zijn anders dan andere rekenlessen* levert respectievelijk een stijging van de betrouwbaarheid tot .50 of .52. Aangezien verwijdering van het item *Nieuwsgierig naar sommen in de toets* in alle condities leidt tot een verhoging van de betrouwbaarheid is gekozen dit item te verwijderen. De scores zijn gebruikt als schaalscores. De motivatietoets is opgenomen in bijlage 2.

Over het geheel is er sprake van een matige tot redelijke homogeniteit voor het beperkte aantal respondenten. Een reden voor het wat laag uitvallen van de betrouwbaarheid kan zijn dat het zowel naar de houding van de leerling vraagt als naar de mening over de instructie. De vragenlijst is gemaakt na afloop van de natoets. De leerlingen hebben deze toets moeilijk gevonden en het is mogelijk dat het invullen van de vragenlijst daardoor met verminderde concentratie is gedaan. Voor de controlegroep is het mogelijk dat de vragen moeilijker te beantwoorden zijn omdat zij op reguliere wijze les hebben gehad en ten aanzien oppervlakten geen verschil konden maken met andere rekenonderwerpen.

Observaties en gesprekken

Naast metingen op leerresultaten en motivatie zijn er gesprekken en observaties uitgevoerd ten aanzien van het gebruik van de cognitieve strategie. Voorafgaand aan de interventie zijn er gesprekken gevoerd met de docenten en enkele locatiedirecteuren. Uit deze gesprekken is grote bereidheid gebleken deel te nemen aan het onderzoek, vooral voor deelname aan de experimentgroep. Gedurende en na afloop van de interventie zijn incidenteel gesprekken gevoerd met docenten.

Met de leerlingen zijn korte gesprekken gevoerd aan het einde van de tweede en de derde les. Deze gesprekken waren gericht op de bruikbaarheid van de nieuwe strategie. Van deze gesprekken zijn aantekeningen gemaakt welke uitgewerkt zijn in het resultatendeel en gebruikt worden voor de beantwoording van de eerste onderzoeksvraag. Tijdens de vijfde les zijn geluidsopnamen gemaakt. Leerlingen vertelden hoe zij de opdrachten binnen de betreffende les hebben uitgewerkt. Deze opnamen zijn beluisterd en samengevat om aan te kunnen tonen dat de leerlingen gebruik maken van zelfcontrole.

Het gebruik van de OPWARC kaart is voor de leerlingen van de experimentgroep optioneel tijdens de transfertoets. Het gebruik van deze stappenkaart is geanalyseerd en de data zijn gebruikt voor het beantwoorden van de tweede onderzoeksvraag.

Procedure

Het onderzoek is afgenomen in de periode van 6 januari tot en met 2 maart 2010. Een overzicht is opgenomen in Tabel 5.

Tabel 5

Onderzoeksprocedure.

	Periode
Voortoets	4, 5 en 6 januari 2010
Interventie	11 t/m 27 januari 2010
Natoets	28 en 29 januari 2010
Transfertoets	2 maart 2010

Resultaten

Voor het beantwoorden van de eerste onderzoeksvraag: *"Scoren leerlingen met instructie in zelfcontrole meer items goed dan leerlingen met instructie volgens de reguliere methode?"* is gebruik gemaakt van de data uit de voor-, na- en transfertoets. De data van de voortoets zijn verwerkt met behulp van een t-toets voor onafhankelijke steekproeven. Hiervoor gelden enkele voorwaarden. Aan de voorwaarde van een normaal verdeelde steekproef is voldaan, dit blijkt uit de Kolmogorov-Smirnov test (KS = .80). De experimentgroep en controlegroep zijn van voldoende omvang (N_{exp}. = 28, $N_{cont.}$ = 33). De standaarddeviaties van de gemiddelde scoren zijn ongeveer gelijk (SD_{exp}. = 3.78, $SD_{cont.}$ = 3.53) en de splitsingsvariabele (de conditie OPWARC) is van nominaal meetniveau. De data van de natoets en transfertoets zijn verwerkt middels een covariantieanalyse (ANCOVA). Hierbij is het effect van de conditie 'OPWARC' op de natoets en op de transfertoets gecorrigeerd voor de score op de voortoets. Voor deze toets gelden enkele voorwaarden. De homogene regressie van de natoets en de transfertoets zijn niet significant, er zijn onafhankelijke metingen uitgevoerd en er is sprake van een interval meetniveau. Volgens de Kolmogorov-Smirnov test zijn de steekproeven normaal verdeeld ($KS_{natoets}$ =.92; $KS_{transfertoets}$ =.93). In Tabel 6 is een overzicht opgenomen van de steekproefomvang, gemiddelde score en standaardafwijking op de voor- , na- en transfertoets van de twee onderzoeksgroepen.

Tabel 6

Steekproefomvang, gemiddelde score en standaardafwijking per onderzoeksgroep.

	Voortoets			Natoets			*Transfertoets*		
Onderzoeksgroep	*N*	*M*	*SD*	*N*	*M*	*SD*	*N*	*M*	*SD*
Experimentgroep	28	8.00	3.78	27	12.30	3.15	25	6.68	1.73
Controlegroep	33	7.97	3.53	32	7.91	3.27	31	4.48	2.35

Noot. N = steekproefomvang, M = gemiddelde score, SD = standaardafwijking.

Uit de t-toets blijkt dat er op de voortoets geen significant verschil in gemiddelde score is gemeten (t (59) = .10, p = .92). In de natoets en de transfertoets zijn verschillen gemeten in gemiddelde scores tussen de experimentgroep en de controlegroep. Om te bepalen of deze gemiddelde scores significant verschillen is voor beide toetsen een covariantieanalyse (ANCOVA) uitgevoerd met de voortoets als covariaat. Voor de natoets geldt dat de gemiddelde score van de experimentgroep significant hoger ligt dan van de controlegroep, F(1, 56) = 49.70, p = .01. Ook voor de transfertoets geldt dat de gemiddelde score van de experimentgroep significant hoger ligt dan van de controlegroep, $F(1,53) = 27.71$, $p < .01$. De leerlingen die instructie hebben gehad met de OPWARC methode hebben zowel op de natoets als de transfertoets een significant hogere score behaald.

Daarnaast is voor de experimentgroep onderzocht of de gemiddelde scores op de natoets en transfertoets significant verschillen van de gemiddelde score op de voortoets. De voortoets en natoets bevatten dezelfde items, zowel in aantal als inhoud. Uit de t-toets blijkt de gemiddelde score van de natoets ($M_{natoets} = 12.30$) significant hoger te liggen dan de gemiddelde score van de voortoets ($M_{voortoets} = 8.00$), $t(26) = 7.09$, $p < .01$. De transfertoets bevat een selectie van tien items uit de voortoets. Om een vergelijking uit te kunnen maken is een gecorrigeerd gemiddelde van de voortoets berekend. Uit de t-toets blijkt dat de gemiddelde score van de transfertoets ($M_{transfertoets} = 6.68$) significant hoger ligt dan de gemiddelde score van de gecorrigeerde voortoets ($M_{gecorrigeerde\ voortoets} = 4.00$), $t(24) = 7.77$, $p < .01$.

Dit betekent dat de eerste hypothese (De leerlingen zullen door gebruik te maken van de vaste stappen en de zelfcontrole meer items goed maken) kan worden aangenomen.

Voor het beantwoorden van de tweede onderzoeksvraag: *"Maken de leerlingen met instructie in zelfcontrole minder fouten in de berekeningen dan de leerlingen met instructie volgens de reguliere methode?"* is gebruik gemaakt van data uit de natoets en de transfertoets met hercodering en van percentages goed gescoorde antwoorden. In Tabel 7 is een overzicht opgenomen van de steekproefomvang, gemiddelde score en standaardafwijking van de 'verklaarbare fout' op de natoets en transfertoets van de twee onderzoeksgroepen.

Tabel 7

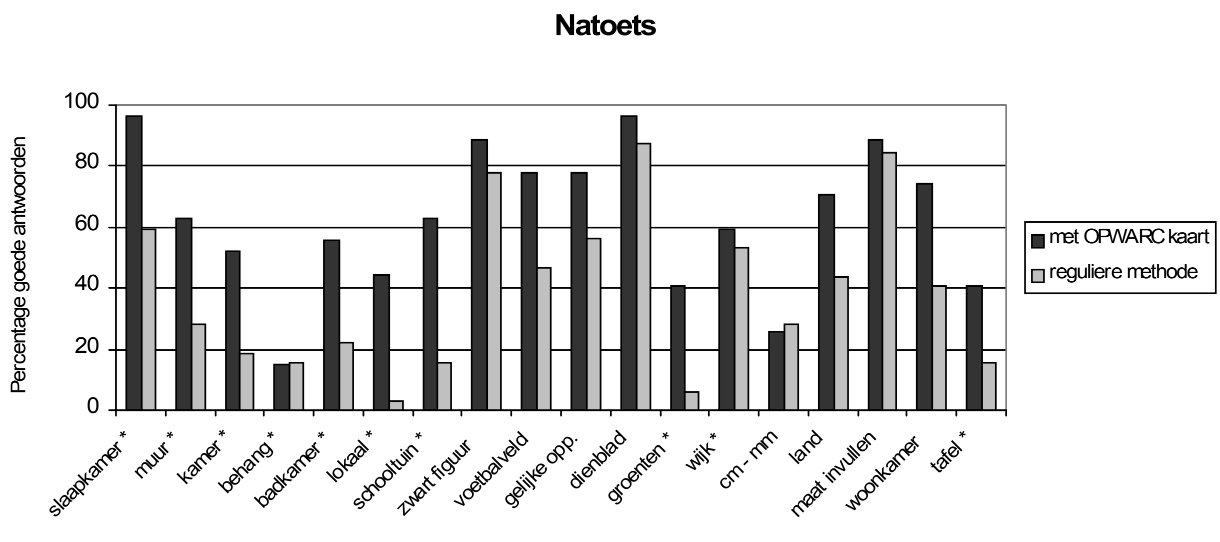
Steekproefomvang, gemiddelde score en standaardafwijking van 'verklaarbare fout' per onderzoeksgroep.

	Natoets			Transfertoets		
Onderzoeksgroep	*N*	*M*	*SD*	*N*	*M*	*SD*
Experimentgroep	27	40.96	5.78	25	24.52	3.47
Controlegroep	32	32.84	5.84	31	19.55	4.41

Noot. N = steekproefomvang, M = gemiddelde score, SD = standaardafwijking.

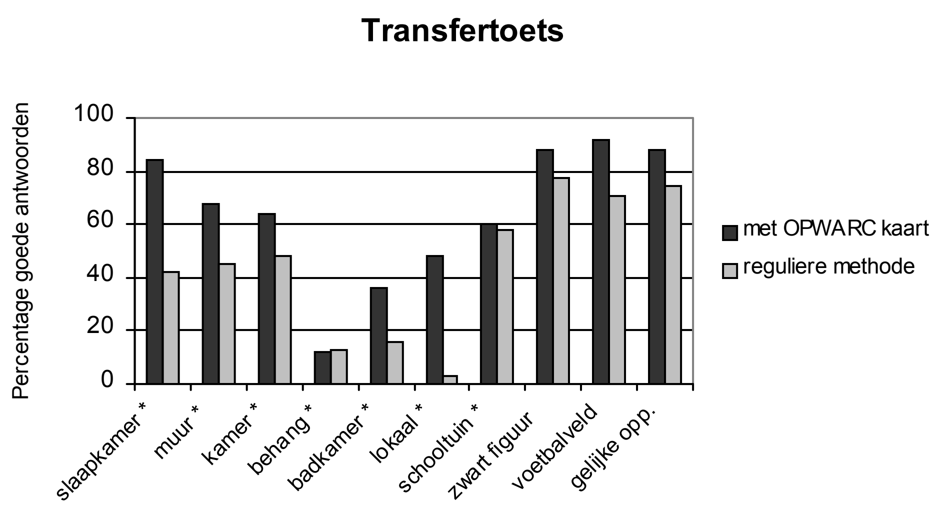
Uit de t-toets blijkt dat er in de natoets door de leerlingen in de experimentgroep significant hoger is gescoord op het uitvoeren van de juiste berekeningen ($t(57) = 5.34$, $p < .01$). Ook in de transfertoets is door de leerlingen in de experimentgroep significant hoger gescoord op het beter uitvoeren van de berekeningen ($t(54) = 4{,}60$, $p < .01$).

De percentages goede antwoorden per vraag in de natoets en transfertoets zijn in twee staafdiagrammen (figuur 8 en 9) weergegeven.



* = getrapte berekening

Figuur 8 Percentages goede antwoorden per vraag in de natoets.

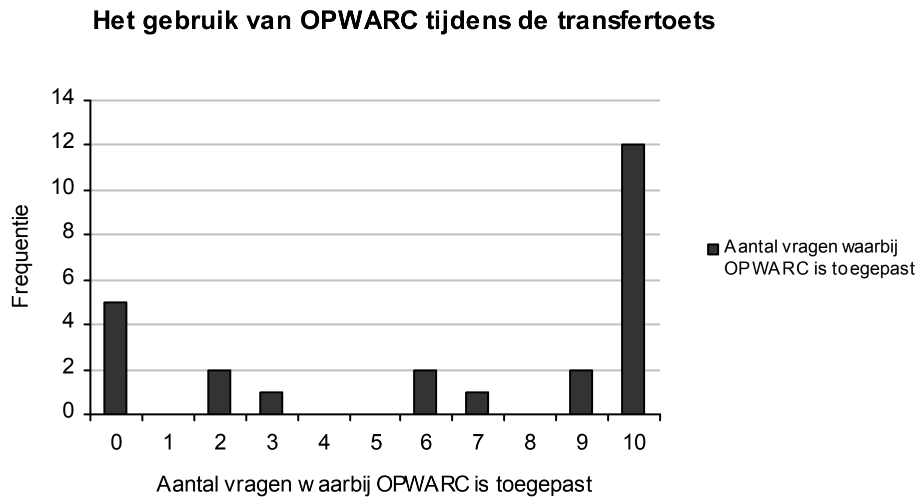


* = getrapte berekening

Figuur 9 Percentages goede antwoorden per vraag in de transfertoets.

In deze staafdiagrammen is te zien dat de leerlingen die gebruik maken van de OPWARC kaart in zowel de natoets als de transfertoets negen opgaven vaker goed maken dan de leerlingen in de controlegroep. Het verschil in percentages goede antwoorden is bij de transfertoets kleiner dan bij de natoets, de scores liggen dus dichter bij elkaar. Voor zes opgaven in de transfertoets is het verschil in percentage goede antwoorden 15 procent of meer. Deze vragen hebben de kenmerken '*slaapkamer'*, '*muur'*, '*kamer'*, '*behang'*, '*badkamer'* en '*lokaal'*. Voor deze opgaven valt op dat een getrapte berekening nodig is. Deze getrapte berekening kan bestaan uit onder andere het berekenen van een oppervlakte in twee delen ('*kamer*'), een oppervlakte berekenen waarbij een deel van de tekening niet meegerekend mag worden ('*muur*') of het berekenen van het juiste aantal tegels op een of meerdere oppervlakten ('*badkamer'* en '*lokaal'*). Dit betekent dat de tweede hypothese (Omdat de leerlingen met de stappenkaart geholpen worden in het aanbrengen van structuur in hun uitwerking zullen zij minder fouten maken in de berekeningen.) kan worden aanvaard.

Voor het beantwoorden van de derde onderzoeksvraag: *“Passen de leerlingen met instructie in zelfcontrole de aangeleerde methoden tot zelfcontrole toe tijdens de verwerking en toetsing?”* is gebruik gemaakt van de data uit de transfertoets, motivatietoets, observaties en gesprekken. Het expliciet toepassen van de OPWARC stappen tijdens de transfertoets wordt getoond in figuur 10.



Figuur 10 Het gebruik van OPWARC tijdens de transfertoets.

Twaalf leerlingen hebben bij iedere opgave in de transfertoets de OPWARC stappen gebruikt, vijf leerlingen hebben geen gebruik gemaakt van de OPWARC stappen en de overige acht leerlingen gingen wisselend om met de OPWARC stappen. Uit de Pearson’s correlatietoets blijkt dat er geen positieve samenhang is in het expliciete gebruik van de OPWARC kaart en de behaalde score (r = .11, p = .59, n = 25). Dit betekent dat de derde hypothese (De leerlingen zullen de aangeleerde methode tot zelfcontrole selectief toepassen tijdens de verwerking en toetsing, passend bij de individuele behoefte.) kan worden aangenomen.

Voor de verwerking van de data van de motivatietoets is gebruik gemaakt van een t-toets voor onafhankelijke steekproeven. Voor de t-toets gelden enkele voorwaarden. Aan de voorwaarde van een normaal verdeelde steekproef is voldaan (KS=.91). De experimentgroep en controlegroep zijn van voldoende omvang ($N_{exp.}$ =27, $N_{cont.}$ = 32). De standaarddeviatie van de gemiddelde scoren is ongeveer gelijk ($SD_{exp.}$ = .41, $SD_{cont.}$ = .44) en de splitsingsvariabele, de conditie OPWARC, is van nominaal meetniveau. In Tabel 8 zijn voor de motivatietest de steekproefomvang, gemiddelde score en standaardafwijking per onderzoeksgroep opgenomen.

Tabel 8

Steekproefomvang, gemiddelde score en standaardafwijking per onderzoeksgroep voor de motivatietest.

Onderzoeksgroep	*Steekproefomvang*	*Gemiddelde score*	*Standaardafwijking*
Experimentgroep	27	3.17	.41
Controlegroep	31	2.62	.44

Tabel 8 toont dat de experimentgroep hoger scoort op gemiddelde motivatie dan de controlegroep. Uit de t-toets blijkt dat dit verschil significant is ($t(56) = 4.92$, $p < .01$). Dit kan betekenen dat het gebruik van de OPWARC kaart zorgt voor een significant hogere motivatie, maar aangezien de motivatiemeting alleen tijdens de natoets heeft plaatsgevonden kan een causaal verband niet vastgesteld worden. Uit de Pearson's correlatiecoëfficiënt blijkt een positieve samenhang ($r = .55$, $p < .001$, $n = 58$) te zijn tussen de motivatie en de score op de natoets en op de motivatie en de score op de transfertoets ($r = .49$, $p < .01$, $n = 54$).

De motivatie is bevestigd tijdens de gesprekken. Alle leerlingen geven aan dat de stappen helpen bij het oplossen van de opdrachten. Driekwart van de leerlingen geeft aan dat zij soms een of meerdere stappen vergeten. Zij geven aan dat zij het liefst meteen willen rekenen en daarom sommige stappen het liefst overslaan, zoals de 'W-stap' (Wat moet je uitrekenen?). Zij vinden de stap belangrijk, want hij stuurt in de goede richting en tegelijk vinden zij het storend omdat het rekenen moeten worden uitgesteld. Eén leerling geeft aan: "*Normaal is mijn hoofd vol als ik oppervlakten moet berekenen, nu is het leeg*". Ook enkele andere leerlingen geven aan dat hun denken meer gestructureerd gaat. Vier leerlingen geven aan dat de stappen alleen nodig zijn als de sommen moeilijk zijn

Het woord OPWARC vinden alle leerlingen goed, zij hebben geen ander voorstel of verbetering. De leerkrachten bevestigen dit. Volgens de leerkrachten zijn de leerlingen enthousiast en vertellen de leerlingen in de klas over de nieuwe strategie. Ook vinden de leerlingen de volgorde van de stappen goed. Drie leerlingen stellen voor de tweede en derde stap (Plaatje aanpassen en Wat moet je uitrekenen?) te wisselen. Dit komt overeen met de volgorde waarin zij veelal de sommen afhandelen. Niet iedereen heeft deze voorkeur. Eén leerling geeft aan dat hij deze twee stappen flexibel wil kunnen gebruiken en stelt voor P/W in de strategie te zetten, dan kan hij afhankelijk van de opgave kiezen welke stap eerst gebruikt wordt.

Tijdens de vierde en vijfde les komen vier leerlingen zonder OPWARC kaart. Zij gebruiken de kaart bij andere rekenlessen en/of toetsen en ligt nog in hun boek. Drie leerlingen geven aan 'OPWARC' in een hoek van hun rekenblad te zetten als hulp. Een van de leerkrachten geeft aan dat de vijf leerlingen uit haar groep die de OPWARC lessen volgen, tijdens een klassikale les de OPWARC stappen inzetten om een lastige som op te lossen. Gezamenlijk komen de leerlingen tot de oplossing en verrassen daarmee de andere leerlingen in de klas. Twee leerlingen geven aan thuis sommen te willen maken en vragen of zij extra opdrachten mogen hebben. Zij krijgen extra opdrachten zodra het onderzoek is afgerond.

Tijdens de vijfde les zijn geluidsopnamen gemaakt van de uitwerkingen van opgaven door 24 leerlingen. 22 leerlingen bespreken de uitwerking aan de hand van de OPWARC stappen. Drie leerlingen verwisselen de tweede en derde stap ('Plaatje aanpassen' en 'Wat moet je uitrekenen?'), hetgeen past bij de opmerkingen in de gesprekken. Vijf leerlingen geven aan dat zij tijdens de controlestap de uitwerking verbeterd hebben. De stap waarbij het antwoord geschat moet worden, wordt veelal overgeslagen. Leerlingen tonen weerstand tegen schatten. Zij vertellen over opgaven in de reguliere methode die niet tot schatten lijken uit te lokken. De leerlingen vertellen dat zij deze opgaven eerst uitrekenen en vervolgens een getal kiezen dat iets afwijkt en dat invullen als geschat getal. De weerstand tot schattend oplossen is dermate groot dat het niet lukt leerlingen binnen de OPWARC lessen meer dan de helft van de opgaven te laten schatten.

Gedurende alle lessen zijn ongestructureerde observaties uitgevoerd. Hierbij is opgevallen dat de leerlingen de tweede en derde stap vaker wisselen dan zij aangeven in de gesprekken of laten horen tijdens de geluidsopnamen. De voorkeur van de eerder genoemde leerling om een P/W stap te maken welke flexibel in te zetten is, lijkt dan ook gegrond.

LVS-scores en andere factoren

In Tabellen 9 en 10 zijn de gemiddelde scores op respectievelijk de natoets en transfertoets opgenomen, ingedeeld naar scores in het leerlingvolgsysteem. Het betreft hier alleen leerlingen uit de experimentgroep. Zoals in de tabellen te zien is, zijn de scores op de natoets en transfertoets wisselend voor de verschillende scores binnen het leerlingvolgsysteem en kan er (zeker ook gezien de kleine steekproef) geen uitspraak worden gedaan omtrent een mogelijke samenhang tussen scores op na- en transfertoets en het leerlingvolgsysteem.

Tabel 9

Gemiddelde scores op de natoets per lvs-score van leerlingen in de experimentgroep.

	E	D	Lage c	Hoge c	B	a
Taal	11.20	11.90	12.00	13.67	14.67	-
Spelling	11.67	11.57	12.70	-	11.67	13.50
Lezen	10.50	12.67	11.71	-	13.50	13.40

Tabel 10

Gemiddelde scores op de transfertoets per lvs-score van leerlingen in de experimentgroep.

	E	D	Lage c	Hoge c	B	a
Taal	5.20	6.90	6.80	6.67	9.00	-
Spelling	6.00	5.50	7.11	-	7.00	7.75
Lezen	5.50	6.50	6.83	-	6.50	7.80

Voor de vijf leerlingen met concentratiemoeilijkheden geldt dat de gemiddelde score op de natoets vergelijkbaar is aan het groepsgemiddelde (M_{conc}. = 12.60), de gemiddelde score op de transfertoets verschilt wel van het groepsgemiddelde (M_{conc}. = 7.80). Vanwege de zeer kleine steekproefomvang is geen t-toets of variantieanalyse uitgevoerd. Mogelijke factoren voor dit verschil in gemiddelde score kunnen zijn dat de transfertoets minder opgaven bevat dan de natoets waardoor het minder belastend is voor de leerlingen, dat de 10 opgaven in de transfertoets onderling minder verschillen dan de 18 opgaven in de natoets of dat de vijf leerlingen met concentratiemoeilijkheden gemiddeld zeer hoog scoren op motivatie (M_{motiv} = 3.65).

Conclusie en discussie

Uit de resultaten blijkt dat de leerlingen die instructie hebben gehad met de OPWARC methode significant hoger scoorden op de natoets dan leerlingen in de controlegroep. Bij dit grote verschil in gemiddelde scores moet aangemerkt worden dat de leerlingen, net als in het onderzoek van Montague en Bos (1986), gestimuleerd zijn de OPWARC stappen te gebruiken. Ook na een maand scoorden de leerlingen uit de experimentgroep significant hoger op de transfertoets, de verschillen waren wel kleiner geworden. Bij deze toets zijn de leerlingen niet gestimuleerd de aangeleerde stappen te gebruiken, het gebruik van de OPWARC kaart was optioneel. Het kleinere verschil in scores kan verklaard worden door dit optionele gebruik, maar ook doordat de leerlingen in de tussenliggende periode niet gestimuleerd zijn de OPWARC strategie te gebruiken. Voor een goed gebruik is het immers belangrijk een strategie te onderhouden (Kroesbergen, 2002). De resultaten bevestigen tevens wat Naglieri en Gottling (1997), Driscoll (2004) en Keller en Visser (1990) eerder aangaven, dat het planmatig leren werken door het gebruik van een cognitieve strategie laagscorende leerlingen helpt betere resultaten te behalen.

De leerlingen bleken niet alleen meer opgaven goed beantwoord te hebben, zij maakten ook significant meer berekeningen goed. De grootste verschillen in scores zijn behaald bij opgaven waarvoor een getrapte berekening moest worden uitgevoerd. Leerlingen moesten bij dit type sommen gebruik maken van een of meerdere tussenberekeningen om tot de oplossing te komen. Door het gebruik van de OPWARC stappen konden de leerlingen beter aangeven 'wat' precies de vraag was, waarna zij vaker de juiste strategie kozen, hetgeen volgens Miller en Mercer (1997) vaak moeilijk is voor deze leerlingengroep. De uitkomsten van deze gestructureerde aanpak sluiten aan bij Kroesbergen (2002) en Montague en Bos (1986). Zij geven aan dat een cognitieve strategie of gestructureerde aanpak leiden tot betere leerresultaten.

Zowel uit de gesprekken met de leerlingen als de motivatietoets bleek dat de leerlingen positief waren over het gebruik van de nieuwe strategie. Er is dan ook een positieve samenhang aangetoond tussen de motivatie en de score op de natoets en transfertoets. Daarmee kan geconcludeerd worden dat een hogere motivatie zorgt voor een hogere score op de natoets en de transfertoets. Dit is in lijn met Keller en Visser (1990), zij geven aan dat motivatie van groot belang is voor leren. Een verband tussen het gebruik van de OPWARC kaart (tijdens de transfertoets) en de score op de transfertoets is niet aangetoond, wat betekent dat het gebruik van de OPWARC kaart niet aantoonbaar leidt tot een hogere score op rekenen. Dit kan mogelijk verklaard worden doordat leerlingen naast expliciet ook impliciet de stappen kunnen toepassen. De uitwerking op de transfertoets vraagt alleen naar het expliciete gebruik ervan. De leerlingen hebben aangegeven dat de OPWARC stappen helpen bij het oplossen van de opdrachten en een aantal leerlingen heeft getoond de stappen ook in de eigen klas toe te passen. De hogere score op de transfertoets toont in ieder geval dat meer leerlingen de juiste volgorde in bewerkingen en daarmee de juiste oplossingsstrategie gebruiken om de opgaven op te lossen. Dit kan duiden op internalisering van de strategie waardoor deze meer impliciet wordt toegepast en zou in vervolgonderzoek verder onderzocht kunnen worden.

Op basis van deze resultaten kan de hoofdvraag binnen dit onderzoek: "*Leidt instructie in zelfcontrole in het rekenonderwijs in groep 7/8 van het basisonderwijs tot verbetering van leerresultaten ten opzichte van rekenonderwijs volgens de reguliere methode?"* positief beantwoord worden. De leerlingen die instructie hebben gekregen in zelfcontrole middels de OPWARC strategie scoorden significant hoger op zowel de natoets als de transfertoets. Deze uitkomsten komen overeen met de bevindingen van Montague en Bos (1986). Zij geven aan dat een cognitieve strategie die gebaseerd is op het lezen, begrijpen, uitwerken en controleren van de opdracht leerlingen met verbale leerproblemen beter in staat stelt getrapte rekenopdrachten uit te werken. Naast deze bevindingen kan ook een aantal andere punten aangemerkt worden.

Net als Miller en Mercer (1997) aangeven blijkt ook binnen dit onderzoek dat leerlingen in de experimentgroep en de controlegroep naast een lage score op rekenen ook vaak een lage score te behalen op spelling en lezen. Binnen dit onderzoek is echter geen verband aangetoond tussen de score op rekenen en de score op spelling en lezen. Dit kan te maken hebben met de beperkte steekproefomvang.

Leerlingen geven tijdens de gesprekken aan dat de OPWARC strategie hen helpt. Zo geeft een leerling aan dat haar hoofd nu leeg voelt, terwijl het eerder vol voelde. Drie andere leerlingen geven aan dat zij het woord OPWARC in de hoek van hun rekenblad zetten en vier andere leerlingen hebben de kaart in hun rekenboek gelegd. Deze bevindingen kunnen het probleem dat Elawar (1992) omschrijft, namelijk dat er verwarring optreedt bij laagscorende leerlingen als zij een strategie moeten gebruiken of uitleggen, positief beïnvloeden. Een andere leerling geeft aan dat hij graag de tweede en derde stap van OPWARC flexibel zou hebben, dus een P/W stap, dan kan hij de volgorde aanpassen aan het type opdracht. Dit sluit aan bij bevindingen van Montague en Bos (1986). Zij beschrijven dat leerlingen na verloop van tijd op bepaalde stappen van de cognitieve strategie nadruk leggen, verkortingen aanbrengen en een voorkeursuitwerking tonen zoals het maken van een tekening.

Eén opgave wordt zowel in de voor-, na- als transfertoets slecht gemaakt. Dit betreft de opgave over een opgerold stuk behang, welke in stukken geknipt moet worden. Om deze opdracht te kunnen maken moeten leerlingen begrijpen dat het behang uitgerold moet worden en daarna als een rechthoek behandeld moet worden. De slechte resultaten op de opgave lijken te duiden op wat Montague (1993) omschrijft als *problemen met de representatie* van de opgave. De OPWARC-stappen hebben binnen dit onderzoek niet gezorgd voor verbetering hiervan voor dit type opgave.

De interventie binnen dit onderzoek is uitgevoerd door de onderzoeker. Dit heeft ervoor gezorgd dat de instructie aan alle leerlingen binnen de experimentgroep vergelijkbaar was en dat geen extra handleidingen of observaties nodig waren, er was immers geen sprake van verschillen tussen leerkrachten, de achtergrond ervan of het kennisniveau. Voor vervolgonderzoek is het belangrijk hiermee rekening te houden. Empson en Junk (2004) geven dan ook aan dat de kennis van leraren omtrent te gebruiken strategieën van groot belang is. Ondanks dat leraren volgens hen nooit helemaal voorbereid kunnen zijn op de antwoorden die leerlingen geven en de reactie die zij daarop moeten geven, is het van groot belang dat leraren over een afdoende kennisbasis bezitten.

Een andere aanbeveling voor vervolgonderzoek richt zich op het domein waarbinnen de cognitieve strategie te gebruiken is. Montague en Bos (1986) hebben zich gericht op middelbare school leerlingen met verbale problemen die twee- en drietraps rekenopgaven binnen de basisvaardigheden aangeboden kregen. Deze opgaven waren in context gesteld. Dit onderzoek heeft zich gericht op basisschoolleerlingen uit groep 7/8 met rekenmoeilijkheden die oppervlakteopgaven aangeboden kregen. Ook deze opgaven waren in context gesteld. De cognitieve strategie bevindt zich op het grensvlak van taal en rekenen, waardoor vervolgonderzoek zich voornamelijk op dit gebied zal moeten richten. Binnen dit gebied vallen ook de zogenaamde ‘studievaardigheden’, een belangrijk onderwerp binnen de eindtoets van groep 8. Vervolgonderzoek zou dan ook op dit gebied kunnen plaatsvinden.

Literatuurlijst

Alsup, J. (2005). A comparison of constructivist and traditional instruction in mathematics. *Educational Research Quarterly, 28*(4), 3-17.

Brosvic, G. M., Dihoff, R. E., Epstein, M. L., & Cook, M. L. (2006). Feedback facilitates the acquisition and retention of numerical fact series by elementary school students with mathematics learning disabilities. *The Psychological Record, 56*, 35-54.

Commissie Meijerink (2008a), *Over de drempels met taal en rekenen. Hoofdrapport van de Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen*. Gevonden op 17 augustus 2009, op http://www.slo.nl/nieuws/dll/

Commissie Meijerink (2008b), *Over de drempels met rekenen. Consolideren, onderhouden, gebruiken en verdiepen. Onderdeel van de eindrapportage van de Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen*. Gevonden op 17 augustus 2009, op http://www.slo.nl/nieuws/dll/

Delaney, P. F., Reder, L. M., Staszewski, J. J., & Ritter, F. E. (1998). The strategy-specific nature of improvement: The power law applies by strategy within task. *Psychological Science, 9,* 1–7.

Dowker, A. (2005). Early identification and intervention for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *38*, 324–332.

Driscoll, M. P. (2004). *Psychology of learning for instruction.* Boston: Allyn and Bacon.

Elawar, C. M. (1992). Effects of teaching metacognitive skills to students with low mathematics ability. *Teaching and Teacher Education, 8,* 109-121.

Empson, S. B., & Junk, D. L. (2004). Teachers' knowledge of children's mathematics after implementing a student-centered curriculum. *Journal of Mathematics Teacher Education, 7*, 121–144.

Fox, E., & Riconscente, M. (2008). Metacognition and self-regulation in James, Piaget, and Vygotsky. *Educational Psychology Review, 20*, 373–389.

Geary, D. C., Brown, S. C., & Samaranayake, V. A. (1991). Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology, 27,* 787-797.

Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 37*, 4-15.

Goldman, S. R., & Hasselbring, T. S. (1997). Achieving meaningful mathematics literacy for students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 30,* 198-208.

Kaplan, A. (2008). Clarifying metacognition, self-regulation, and self-regulated learning: What's the purpose? *Educational Psychology Review, 20,* 477-484.

Kanselaar, G. (2002). Constructivism and socio-constructivism. Utrecht: Universiteit Utrecht.

Keller, J. M., & Visser J. (1990). The clinical use of motivational messages: an inquiry into the validity of the ARCS model of motivational design. *Instructional Science, 19,* 467-500.

Keller, J. M.(1993a). *Motivation by design.* Unpublished manuscript, Florida: Florida State University.

Keller, J. M. (1993b). *Instructional Materials Motivation Survey*. Unpublished manuscript, Florida Sate University.

Klein, T., Beishuizen, M., & Treffers, A. (1998). The empty numberline in Dutch second grades: Realistic versus gradual program design. *Journal for Research in Mathematics Education, 29,* 443-464.

KNAW (2009), *Rekenonderwijs op de basisschool. Analyse en sleutels tot verbetering*. Verkregen op 15 januari 2010, op http://depot.knaw.nl/4949/2/Rekenonderwijs_op_de_basisschool.pdf

Kroesbergen, E. H. (2002). Mathematics education for low-achieving students : Effects of different instructional principles on multiplication learning, Utrecht: *Proefschrift Universiteit Utrecht*.

Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs. *Remedial and Special Education, 24,* 97-114.

Lantz-Andersson, A., Linderoth, J., & Säljö, R. (2009). What's the problem? Meaning making and learning to do mathematical word problems in the context of digital tools. *Instructional Science*, *37,* 325-343.

Maqsud, M. (1998). Effects of metacognitive instruction on mathematics achievement and attitude towards mathematics of low mathematics achievers. *Educational Research Volume, 40,* 237-243.

Martini, R., & Shore, B. M. (2008). Pointing to parallels in ability-related differences in the use of metacognition in academic and psychomotor tasks. *Learning and Individual Differences, 18,* 237-247.

Mayer, R. E. (1998). Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science, 26,* 49-63.

Mayer, R. E. (1999). Designing Instruction for Constructivist Learning. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-Design Theories and Models, Volume II* (pp. 141-159). Mahwah, NJ, LEA.

Miller, S. P., & Mercer, C. D. (1997). Educational Aspects of Mathematics Disabilities. *Jounal of Learning Disabilities*, *30*, 47-56.

Montague, M., & Bos, C. S. (1986). The effect of cognitive strategy training on verbal math problem solving performance of learning disabled adolescents. *Journal of Learning Disabilities, 19,* 26-33.

Montague, M., & Bos, C. S. (1990). Cognitive and metacognitive characteristics of eighth grade students's mathematical problem solving. *Learning and Individual Differences, 2,* 371-388.

Montague, M. (1993). Mathematical problem-solving characteristics of middle school students with learning disabilities. *The Journal of Special Education, 27*, 175-201.

Naglieri, J. A., & Gottling, S. H. (1997). Mathematics instruction and PASS cognitive processes: An intervention study. *Journal of Learning Disabilities, 30,* 513-520.

Onderwijsverslag (2008). *De staat van het onderwijs. Onderwijsverslag 2007/2008*. Gevonden op 7 september 2009, op http://www.onderwijsinspectie.nl/nl/home/naslag/onderwijsverslag-2009

Panaoura, A., & Philippou, G. (2007). The developmental change of young pupils' metacognitive ability in mathematics in relation to their cognitive abilities. *Cognitive development, 22*, 149-164.

Pellegrino, J. W., & Goldman, S. R. (1987). Information processing and elementary mathematics. *Journal of Learning Disabilities, 20,* 23-32.

PPON-2004 (2005). *Balans van het reken- wiskundeonderwijs aan het einde van de basisschool 4. Uitkomsten van de vierde peiling in 2004.* Gevonden op 8 september 2009, op http://www.cito. nl//po/ppon/alg/eind_fr.htm

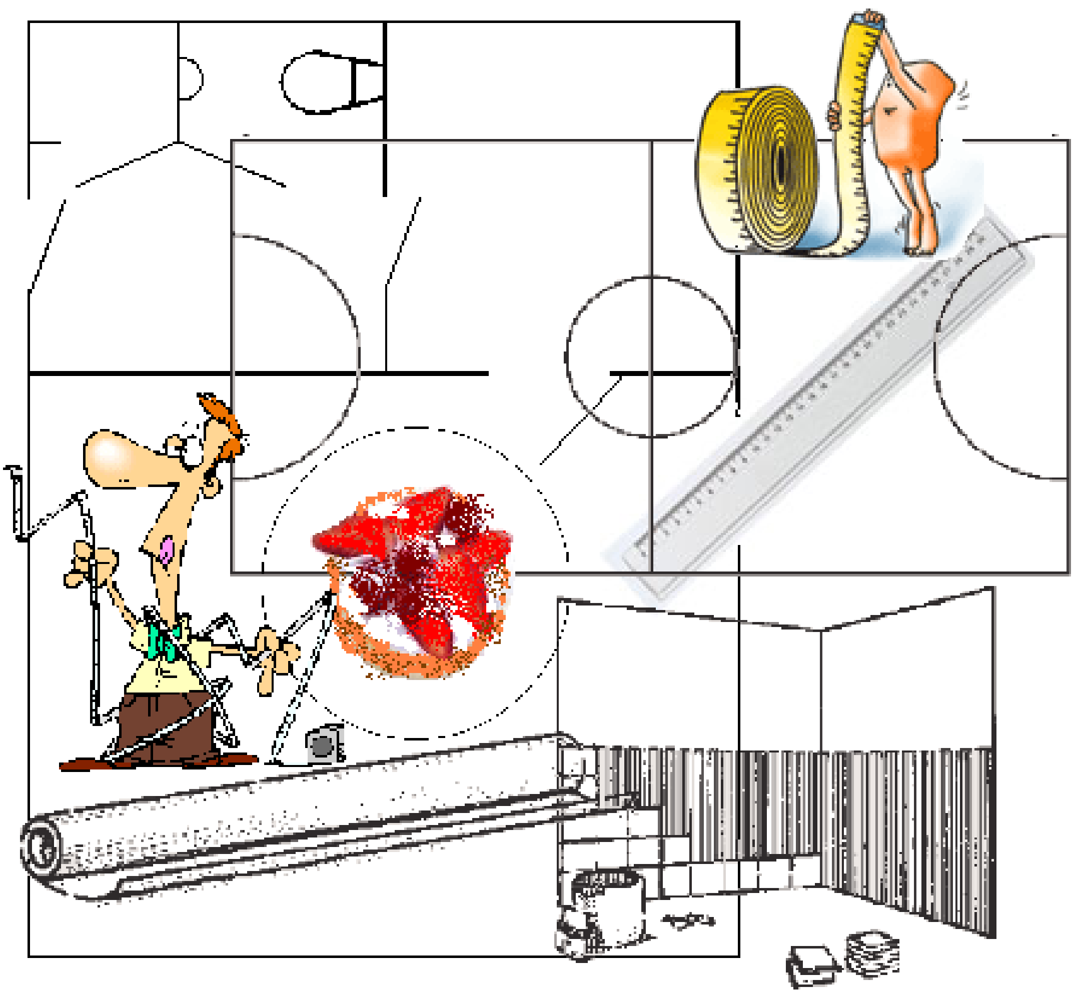
Reigeluth, C. M., & Moore, J. (1999). Cognitive Education and the Cognitive Domain. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-Design Theories and Models, Volume II* (pp. 51-68). Mahwah, NJ, LEA.
Rivera, D. P. (1997). Mathematics education and students with learning disabilities: Introduction to the special series. *Journal of Learning Disabilities, 30,* 2-19.
Schunk, D. H. (2008). Metacognition, self-regulation, an self-regulated learning: Research Recommendations. *Educational Psychology Review, 20,* 463-467.
SLO (2006). *TULE inhouden & activiteiten.* Gevonden op 8 september 2009, op http://tule.slo.nl/ RekenenWiskunde/F-KDRekenenWiskunde.html
Sun, R., Zhang, X., & Mathews, R. (2006). Modeling meta-cognition in a cognitive architecture. *Cognitive Systems Resarch, 7,* 327-338.
TAL-team (2007). *Meten en meetkunde bovenbouw*. Groningen: Wolters Noordhoff
Van Luit, J. E. H., & Naglieri, J. A. (1999). Effectiveness of the MASTER program for teaching special children multiplication and division. *Jounal of Learning Disabilities (Austin), 32*(2), 98-107.
Vrij, Tj., Kanselaar, G., en Streefland, L., (1987). Computerondersteund onderwijs bij het basisvermenigvuldigen; een vergelijkend onderzoek. *Pedagogische Studiën, 64*, 11, 437-449.
Wright, J., & Jacobs, B. (2003). Teaching Phonological Awareness and Metacognitive Strategies to Children with Reading Difficulties: A comparison of two instructional methods. *Educational Psychology, 23,* 17-47.
Wubbels, T. (2008), *Hoe realistisch is realistisch rekenonderwijs?* Verkregen op 10 januari 2010, op http://www.trouw.nl/onderwijs/opinie/columns/article1923688.ece/Hoe_realistisch_is_realistisch_rekenonderwijs_.html

BIJLAGEN

Oppervlakten

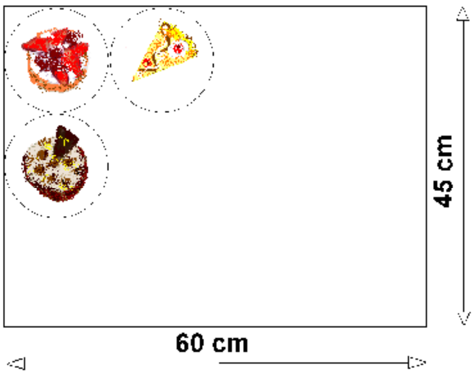
voortoets

overgenomen uit 'PPON-2004' van de cito-groep.



Naam: ______________

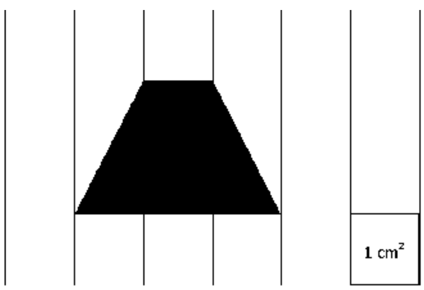
Opgave 1
De schoteltjes op het dienblad hebben een doorsnee van 15 cm.



Hoeveel schoteltjes met een gebakje kunnen in totaal op het dienblad?

________ schoteltjes

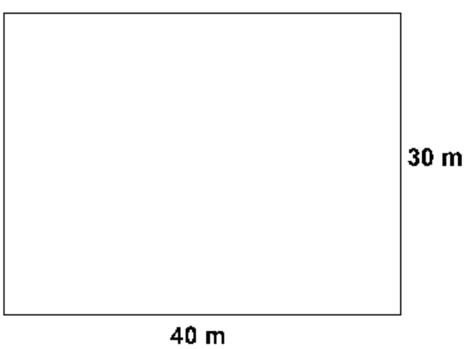
Opgave 2



De oppervlakte van het zwarte figuur is

________ cm^2

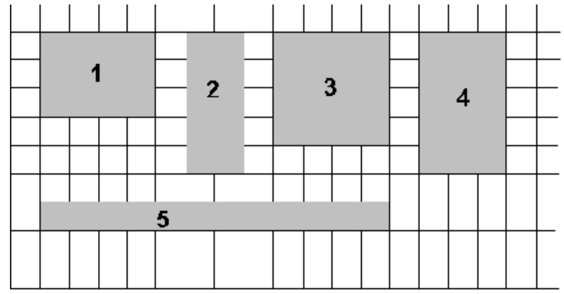
Opgave 3



Hoe groot is de oppervlakte van dit stuk land?

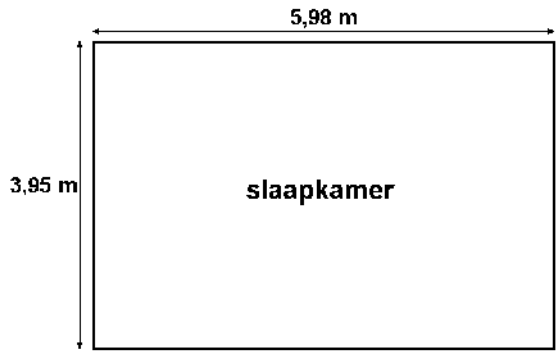
_________ m^2

Opgave 4



Welke twee tuinen hebben een even grote oppervlakte?
______ en ______

Opgave 5

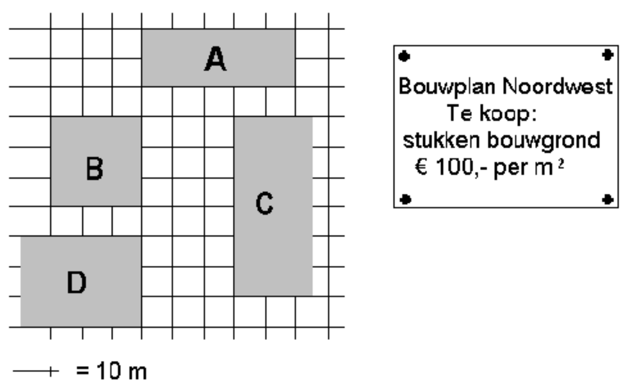


Hoeveel m^2 vloerbedekking heb je ongeveer nodig voor deze slaapkamer?

Zet een rondje om het goede antwoord.

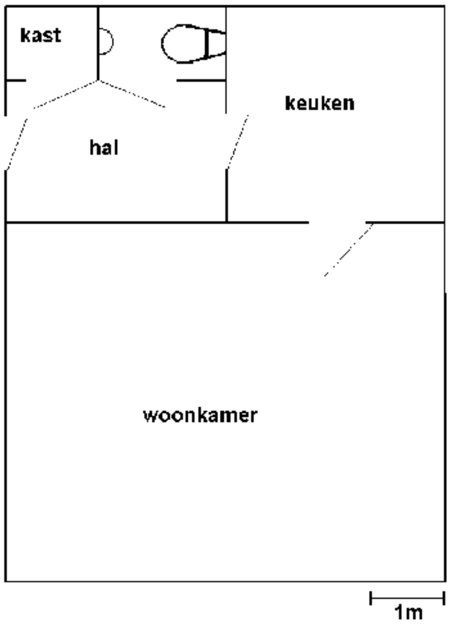
A 15 m^2 **C** 20 m^2
B 18 m^2 **D** 24 m^2

Opgave 6



Hier zie je een gedeelte van de plattegrond van een nieuwe wijk. De familie De Vries heeft hier een stuk grond gekocht voor 120.000 euro. Welk stuk grond is dat? _______

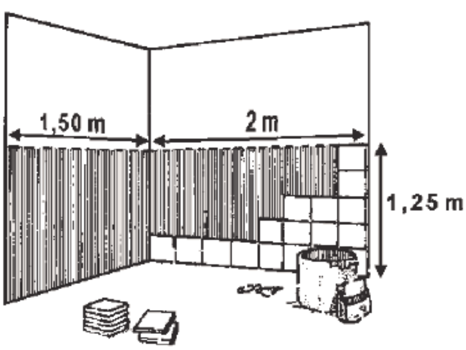
Opgave 7

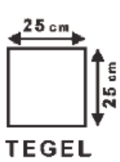


Gebruik je liniaal.
Hoe groot is de oppervlakte van de woonkamer in vierkante meters?

_______ m^2

Opgave 8

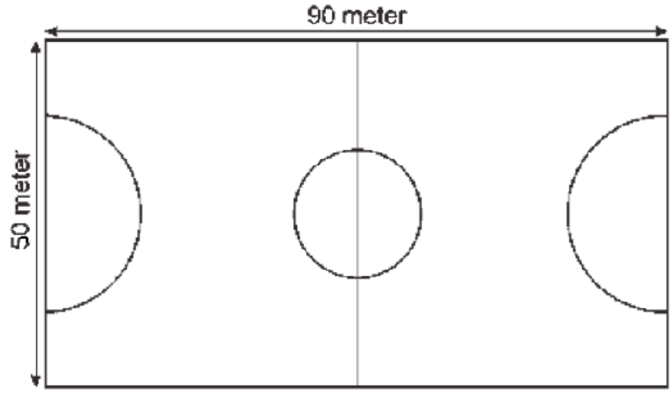




jeld tot

_________ tegels

Opgave 9

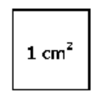


Wat is de oppervlakte van dit voetbalveld?

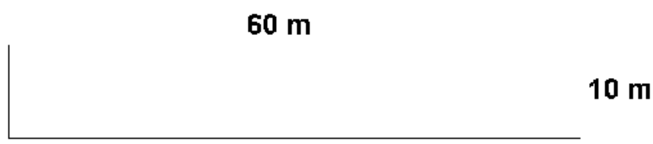
_______ m^2

Opgave 10

$1\ cm^2 =$ ______ mm^2



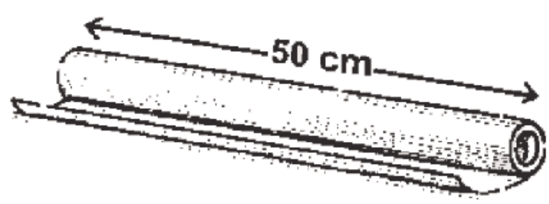
Opgave 11



Dit stuk grond wordt in 3 even grote schooltuinen verdeeld.
Wat is de oppervlakte van elke schooltuin?

_______ m^2

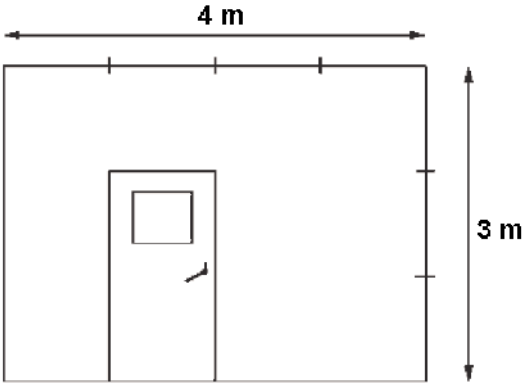
Opgave 12



Op een rol zit 2 meter pakpapier.
Hoeveel stukken van 25 cm bij 25 cm kan ik in totaal uit 1 rol knippen?

___________ stukken

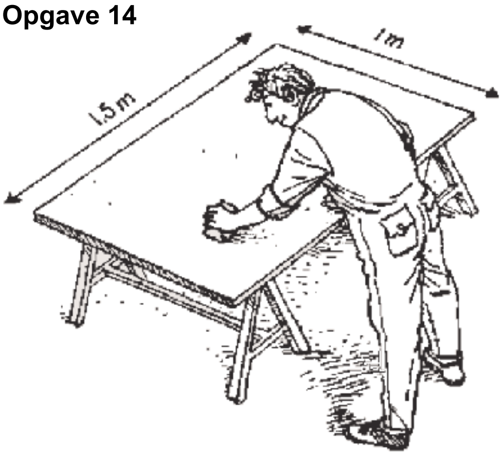
Opgave 13



De muur wordt geverfd de deur niet.
Voor hoeveel m^2 is er verf nodig?

______ m^2

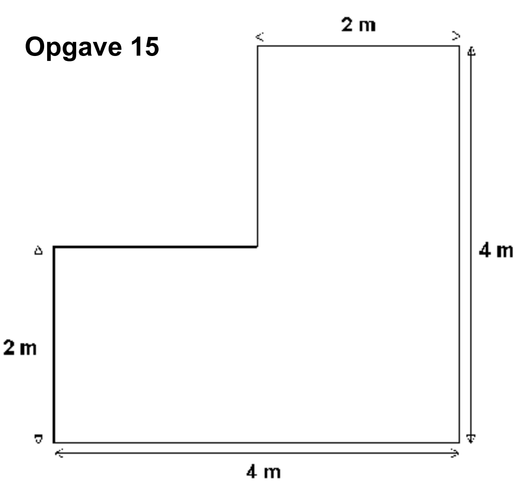
Opgave 14



De bovenkant van de tafel moet worden opgeknapt.
De meubelmaker vraagt € 25,00 per vierkante meter.
Hoeveel kost het opknappen dan in totaal?

€ ________

Opgave 15



Wat is de oppervlakte van deze kamer?

_______ m^2

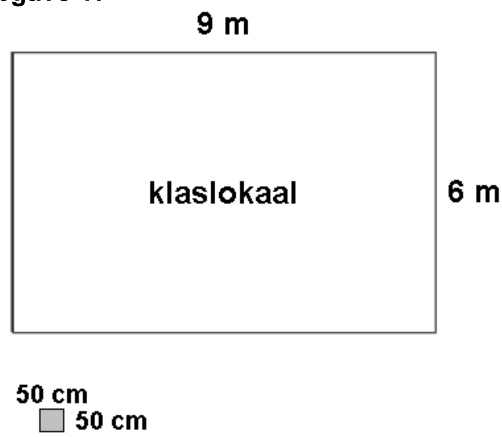
Opgave 16

Vul de goede maat in.
Kies uit: mm^2, cm^2, dm^2, m^2, hm^2, km^2.

De oppervlakte van een vingernagel is ongeveer 1 ___

De oppervlakte van dit rekenblad is ongeveer 1200 ___

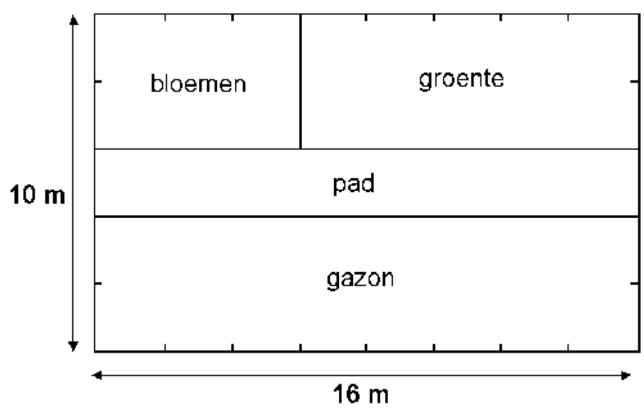
Opgave 17



Op de vloer van het klaslokaal worden tapijttegels gelegd.
Hoeveel tapijttegels van 50 cm bij 50 cm zijn nodig?

________ tegels

Opgave 18

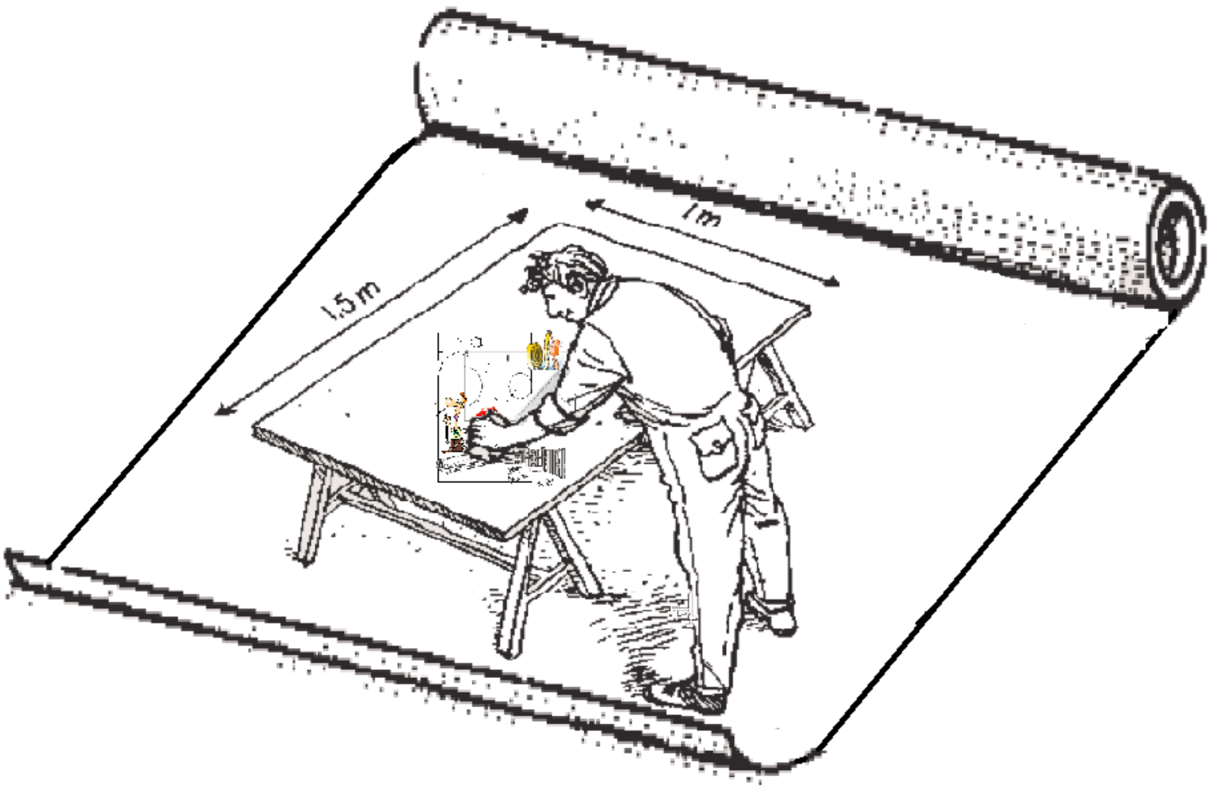


Hoeveel m^2 van de tuin wordt voor groente gebruikt?

_____ m^2

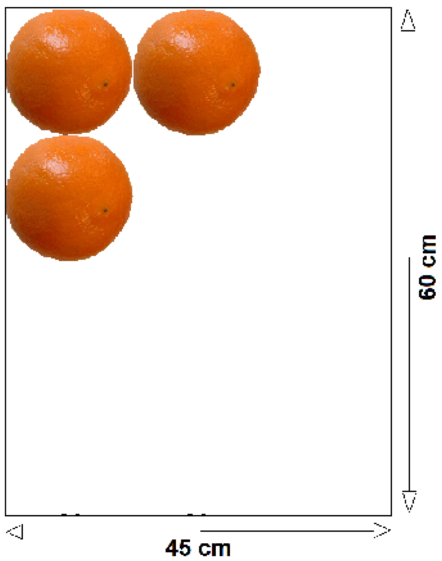
Oppervlakten

Natoets



Naam: _______________

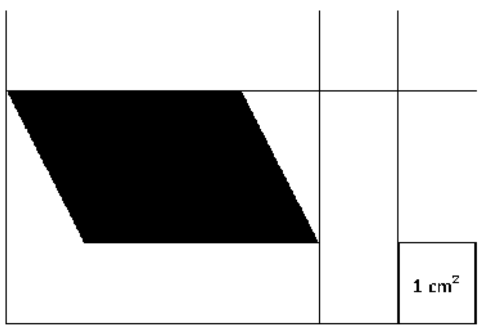
Opgave 1
De super sinaasappels in het kistje hebben een doorsnee van 15 cm.



Hoeveel super sinaasappels passen in dit kistje?

_________ super sinaasappels

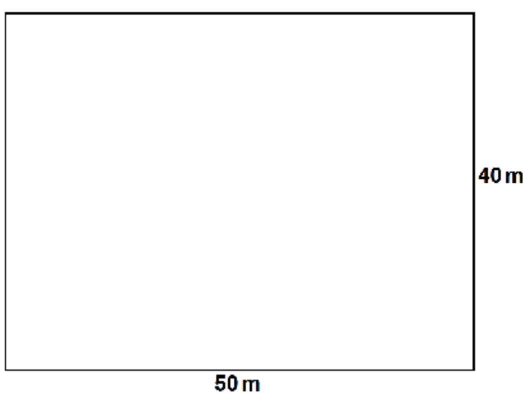
Opgave 2



De oppervlakte van het zwarte figuur is

_________ cm^2

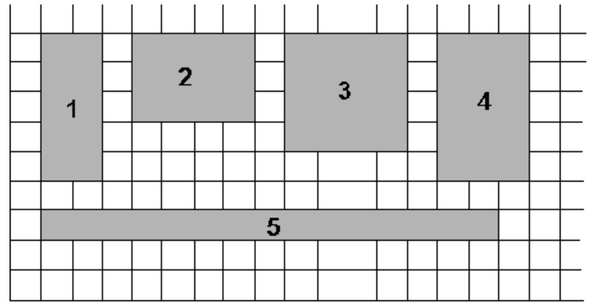
Opgave 3



Hoe groot is de oppervlakte van dit stuk land?

__________ m^2

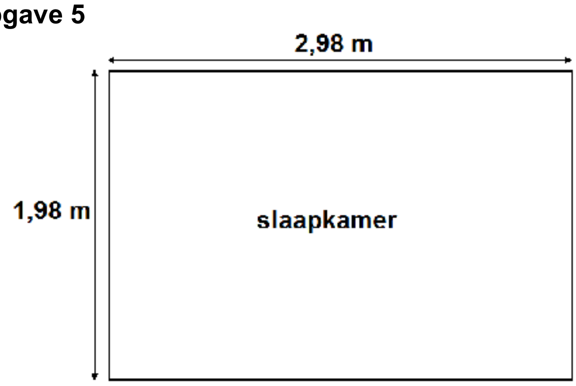
Opgave 4



Welke twee tuinen hebben een even grote oppervlakte?

_______ en _______

Opgave 5



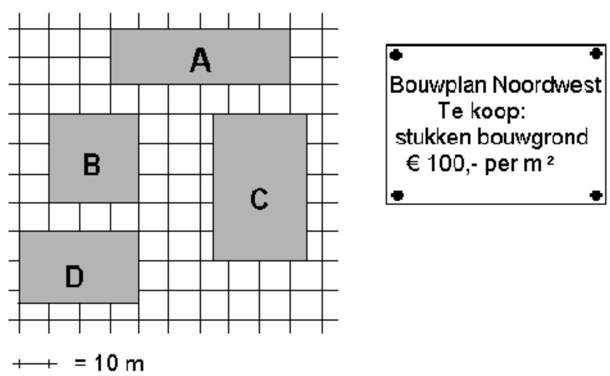
Hoeveel m^2 vloerbedekking heb je ongeveer nodig voor deze slaapkamer?

Zet een rondje om het goede antwoord.

A 2 m^2 **C** 4 m^2

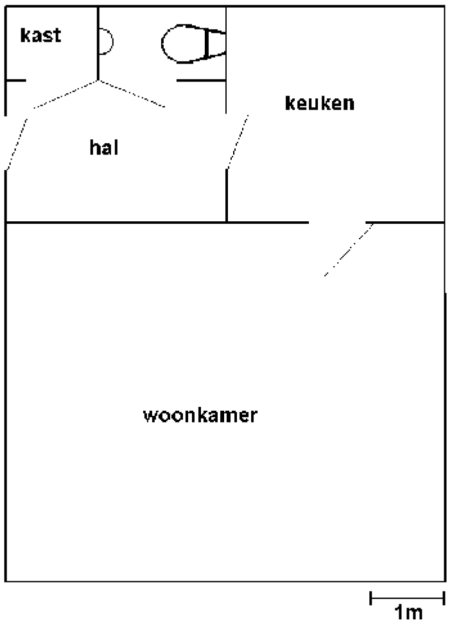
B 3 m^2 **D** 6 m^2

Opgave 6



Hier zie je een gedeelte van de plattegrond van een nieuwe wijk. De familie De Vries heeft hier een stuk grond gekocht voor 120.000 euro. Welk stuk grond is dat? ________

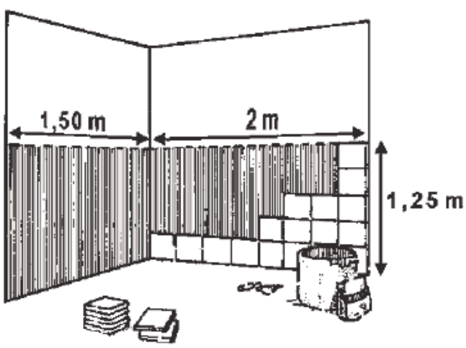
Opgave 7

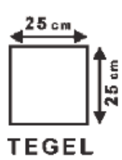


Gebruik je liniaal.
Hoe groot is de oppervlakte van de woonkamer in vierkante meters?

_______ m^2

Opgave 8

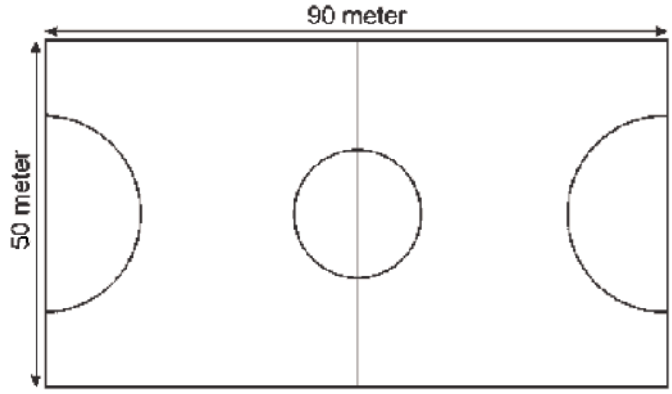




Twee wanden in de badkamer worden betegeld tot 1,25 meter hoogte.
Hoeveel tegels zijn daarvoor nodig?

_________ tegels

Opgave 9

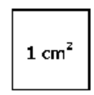


Wat is de oppervlakte van dit voetbalveld?

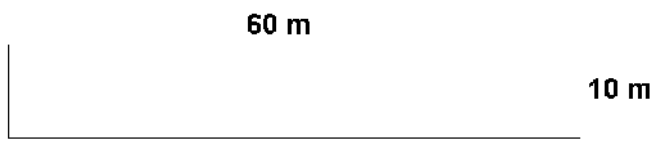
_______ m^2

Opgave 10

1 cm^2 = ______ mm^2



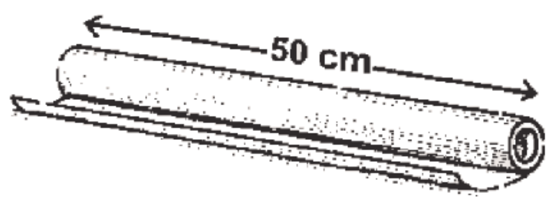
Opgave 11



Dit stuk grond wordt in 3 even grote schooltuinen verdeeld.
Wat is de oppervlakte van elke schooltuin?

_______ m^2

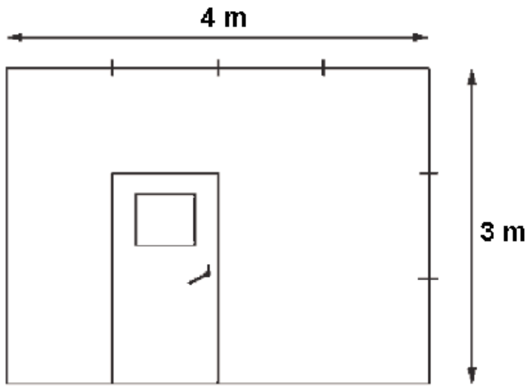
Opgave 12



Op een rol zit 2 meter pakpapier.
Hoeveel stukken van 25 cm bij 25 cm kan ik in totaal uit 1 rol knippen?

___________ stukken

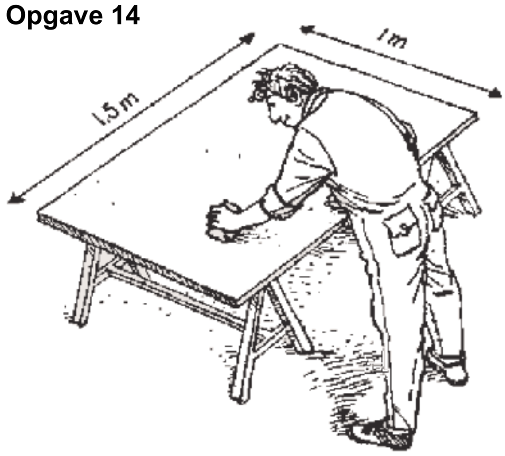
Opgave 13



De muur wordt geverfd de deur niet.
Voor hoeveel m^2 is er verf nodig?

______ m^2

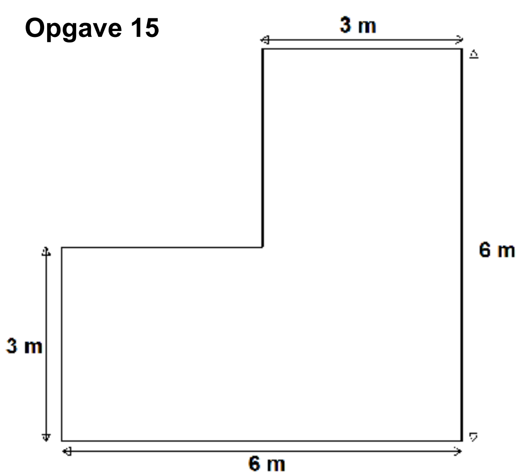
Opgave 14



De bovenkant van de tafel moet worden opgeknapt.
De meubelmaker vraagt € 15,00 per vierkante meter.
Hoeveel kost het opknappen dan in totaal?

€ ________

Opgave 15



Wat is de oppervlakte van deze kamer?

_______ m^2

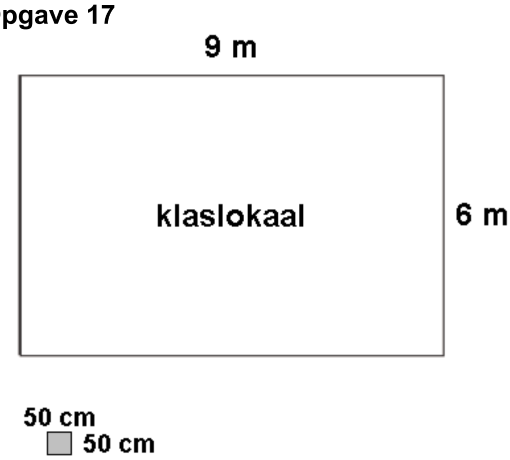
Opgave 16

Vul de goede maat in.
Kies uit: mm^2, cm^2, dm^2, m^2, hm^2, km^2.

De oppervlakte van een vingernagel is ongeveer 1 ___

De oppervlakte van dit rekenblad is ongeveer 1200 ___

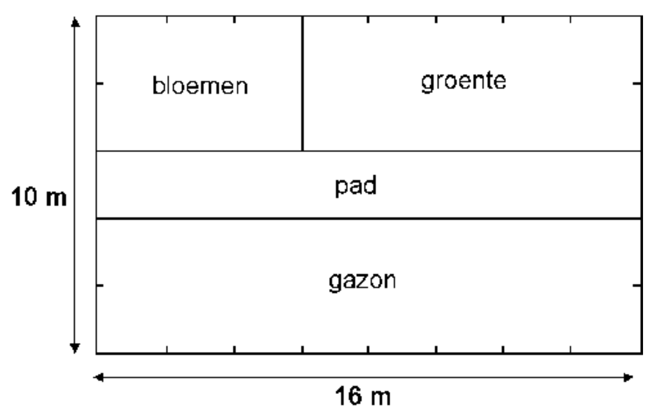
Opgave 17



Op de vloer van het klaslokaal worden tapijttegels gelegd.
Hoeveel tapijttegels van 50 cm bij 50 cm zijn nodig?

________ tegels

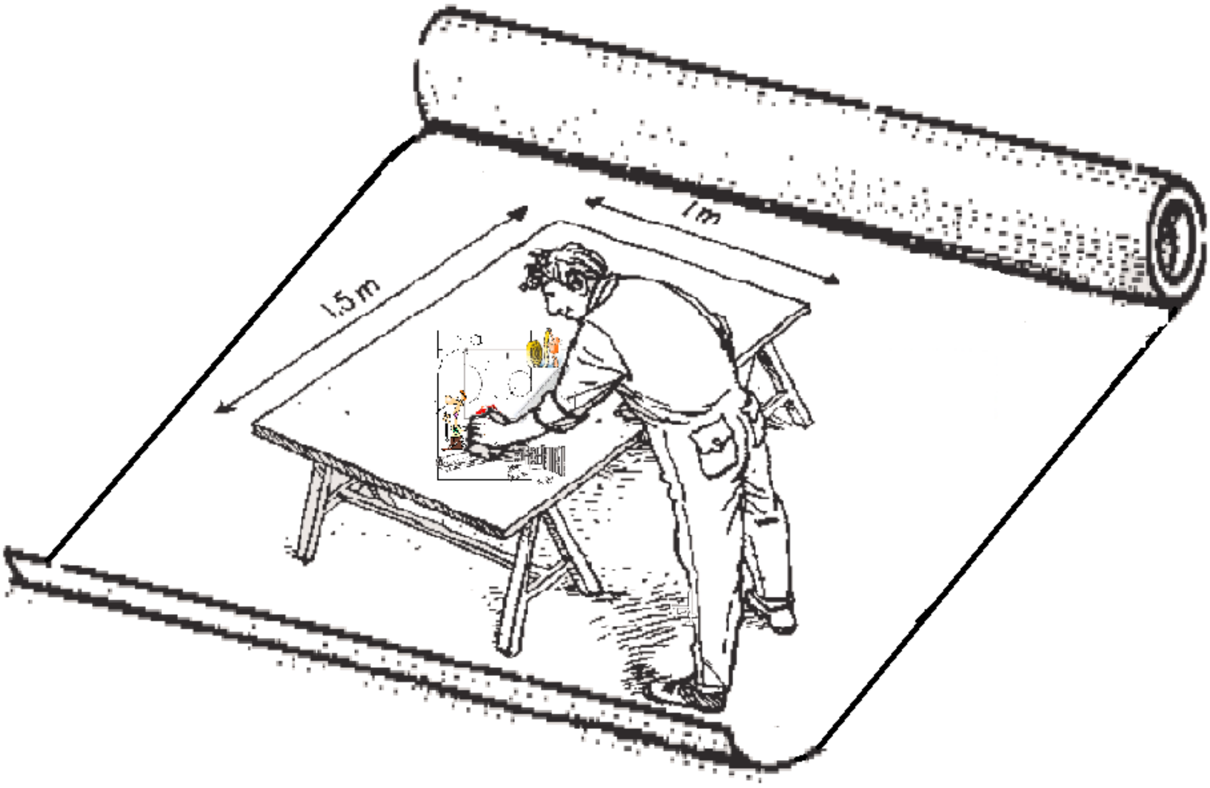
Opgave 18



Hoeveel m^2 van de tuin wordt voor groente gebruikt?

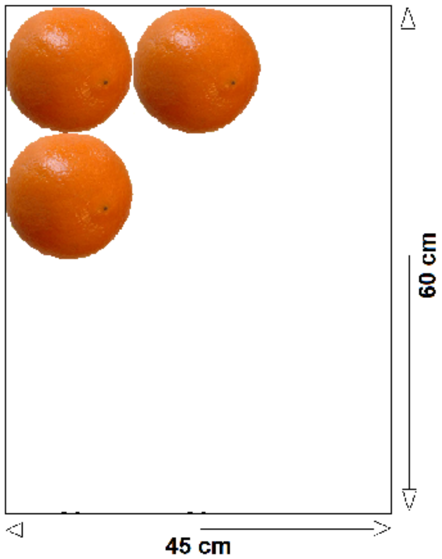
_____ m^2

Oppervlakten
Natoets met OPWARC



Naam: ___________________

Opgave 1
De super sinaasappels in het kistje hebben een doorsnee van 15 cm.



Hoeveel super sinaasappels passen in dit kistje?

_________ super sinaasappels

O: ________

P: ________

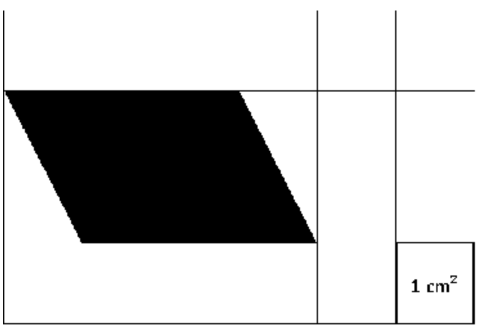
W: _________________________

A: _________________________

R: _________________________

C: __________

Opgave 2



De oppervlakte van het zwarte figuur is

_________ cm^2

O: ________

P: ________

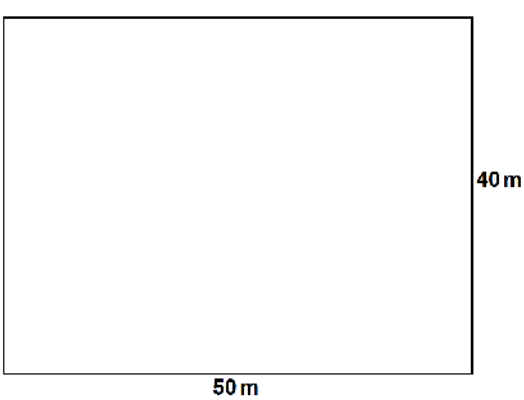
W: _________________________

A: _________________________

R: _________________________

C: __________

Opgave 3



Hoe groot is de oppervlakte van dit stuk land?

__________ m^2

O: ________

P: ________

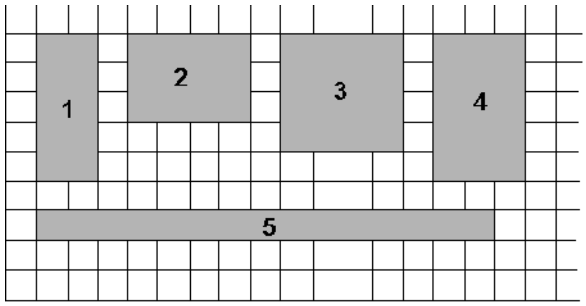
W: _________________________

A: _________________________

R: _________________________

C: __________

Opgave 4



O: _______

P: _______

W: ______________________

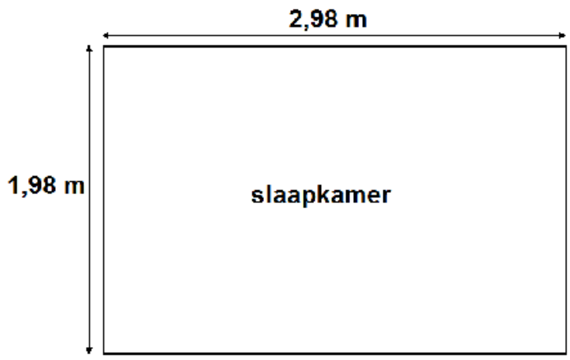
A: ______________________

R: ______________________

C: _________

Welke twee tuinen hebben een even grote oppervlakte?
______ en ______

Opgave 5



O: _______

P: _______

W: ______________________

A: ______________________

R: ______________________

C: _________

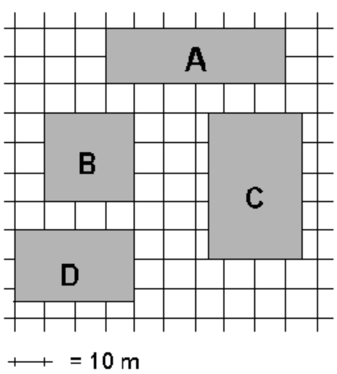
Hoeveel m^2 vloerbedekking heb je ongeveer nodig voor deze slaapkamer?

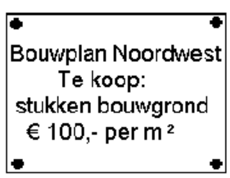
Zet een rondje om het goede antwoord.

A 2 m^2 **C** 4 m^2

B 3 m^2 **D** 6 m^2

Opgave 6





O: _______

P: _______

W: ______________________

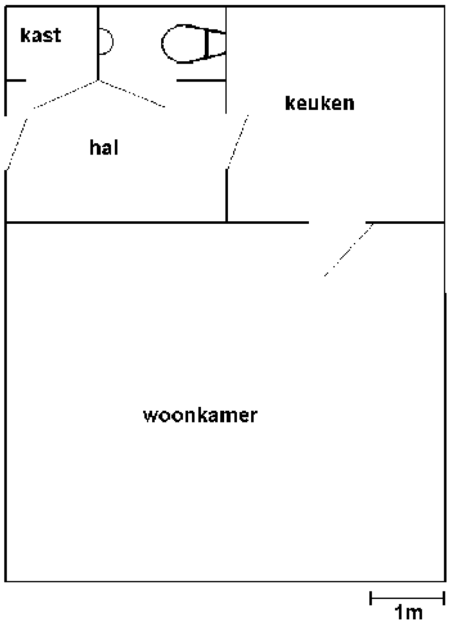
A: ______________________

R: ______________________

C: _________

Hier zie je een gedeelte van de plattegrond van een nieuwe wijk. De familie De Vries heeft hier een stuk grond gekocht voor 120.000 euro. Welk stuk grond is dat? _______

Opgave 7



O: _______

P: _______

W: ______________________

A: ______________________

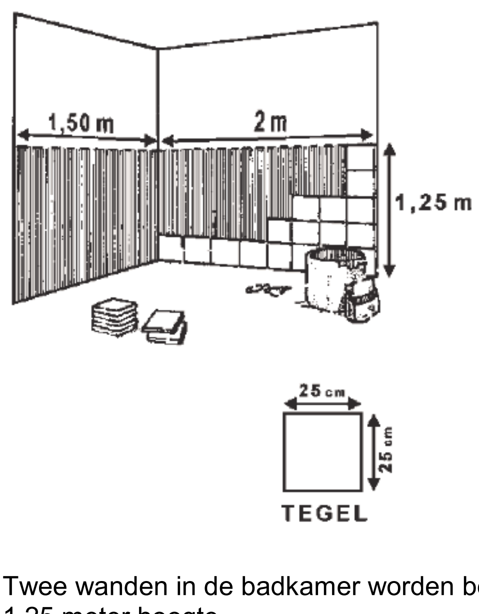
R: ______________________

C: _________

Gebruik je liniaal.
Hoe groot is de oppervlakte van de woonkamer in vierkante meters?

_______ m^2

Opgave 8



O: _______

P: _______

W: ______________________

A: ______________________

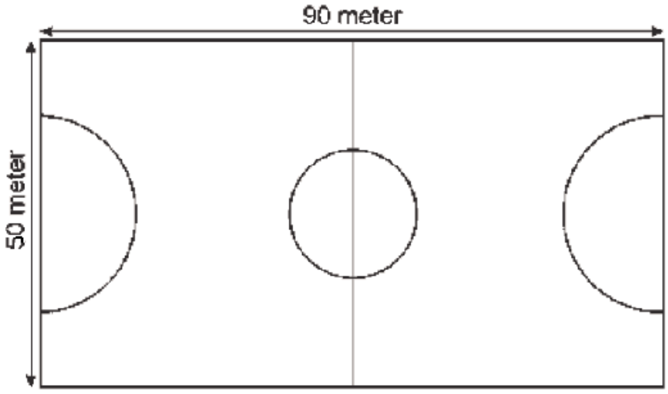
R: ______________________

C: _________

Twee wanden in de badkamer worden betegeld tot 1,25 meter hoogte.
Hoeveel tegels zijn daarvoor nodig?

_________ tegels

Opgave 9



O: _______

P: _______

W: ______________________

A: ______________________

R: ______________________

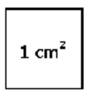
C: _________

Wat is de oppervlakte van dit voetbalveld?

_______ m^2

Opgave 10

1 cm^2 = ______ mm^2



Opgave 11

60 m

10 m

O: _______

P: _______

W: ______________________

A: ______________________

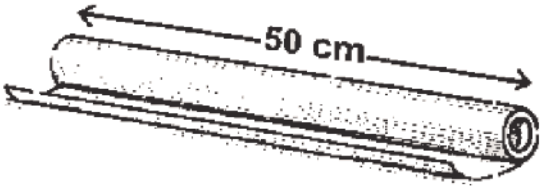
R: ______________________

C: _________

Dit stuk grond wordt in 3 even grote schooltuinen verdeeld.
Wat is de oppervlakte van elke schooltuin?

_______ m^2

Opgave 12



O: _______

P: _______

W: ______________________

A: ______________________

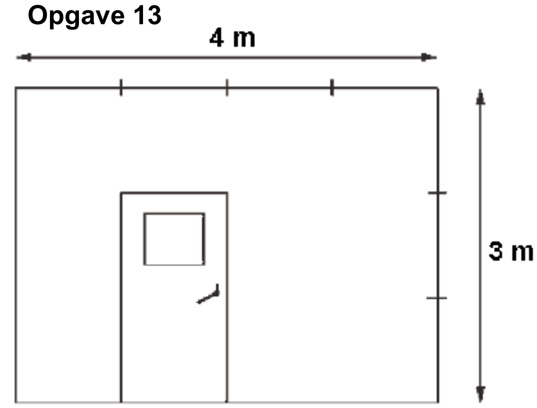
R: ______________________

C: _________

Op een rol zit 2 meter pakpapier.
Hoeveel stukken van 25 cm bij 25 cm kan ik in totaal uit 1 rol knippen?

___________ stukken

Opgave 13



De muur wordt geverfd de deur niet.
Voor hoeveel m^2 is er verf nodig?

_______ m^2

O: ________

P: ________

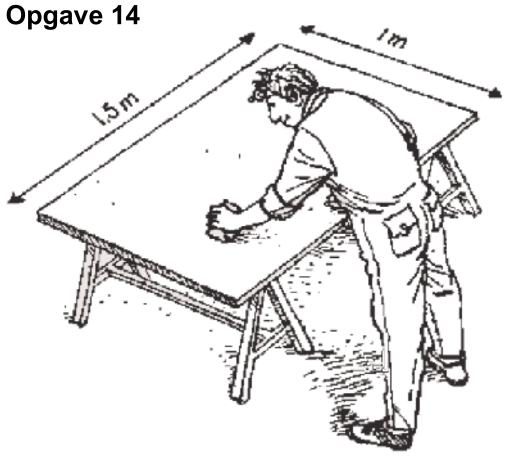
W: __________________________

A: __________________________

R: __________________________

C: __________

Opgave 14



De bovenkant van de tafel moet worden opgeknapt.
De meubelmaker vraagt € 15,00 per vierkante meter.
Hoeveel kost het opknappen dan in totaal?

€ _________

O: ________

P: ________

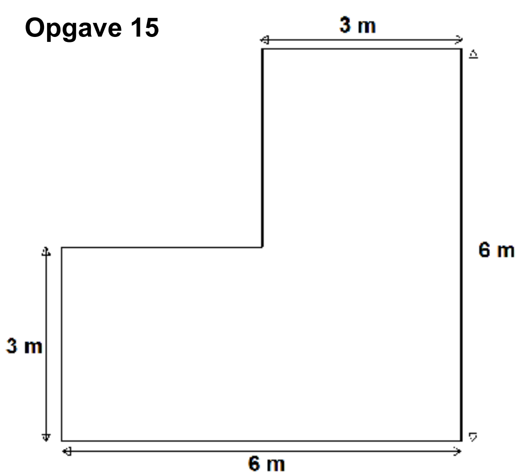
W: __________________________

A: __________________________

R: __________________________

C: __________

Opgave 15



Wat is de oppervlakte van deze kamer?

________ m^2

O: ________

P: ________

W: __________________________

A: __________________________

R: __________________________

C: __________

Opgave 16

Vul de goede maat in.
Kies uit: mm^2, cm^2, dm^2, m^2, hm^2, km^2.

De oppervlakte van een vingernagel is ongeveer 1 ___

De oppervlakte van dit rekenblad is ongeveer 1200 ___

O: _______

P: _______

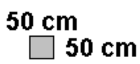
W: ______________________

A: ______________________

R: ______________________

C: _________

Opgave 17



Op de vloer van het klaslokaal worden tapijttegels gelegd.
Hoeveel tapijttegels van 50 cm bij 50 cm zijn nodig?

________ tegels

O: _______

P: _______

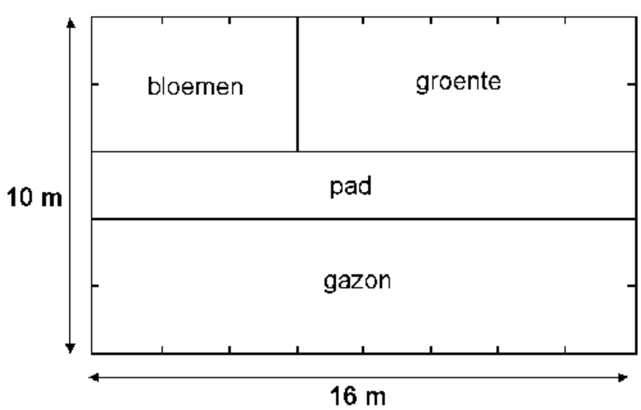
W: ______________________

A: ______________________

R: ______________________

C: _________

Opgave 18



Hoeveel m^2 van de tuin wordt voor groente gebruikt?

_____ m^2

O: _______

P: _______

W: ______________________

A: ______________________

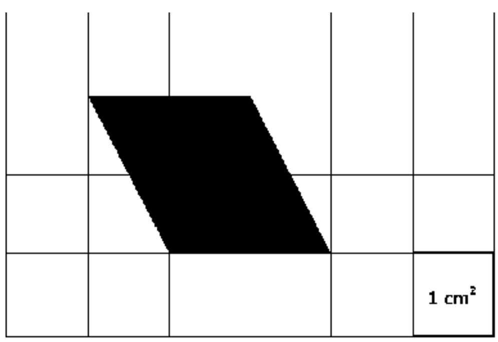
R: ______________________

C: _________

Oppervlakten
Transfer

Naam: ________________

Opgave 1

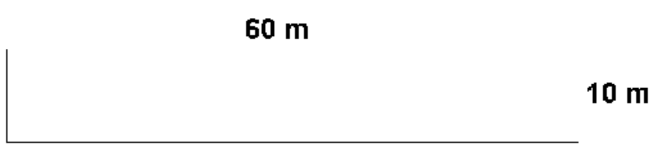


De oppervlakte van het zwarte figuur is

________ cm^2

Uitwerking:

Opgave 2

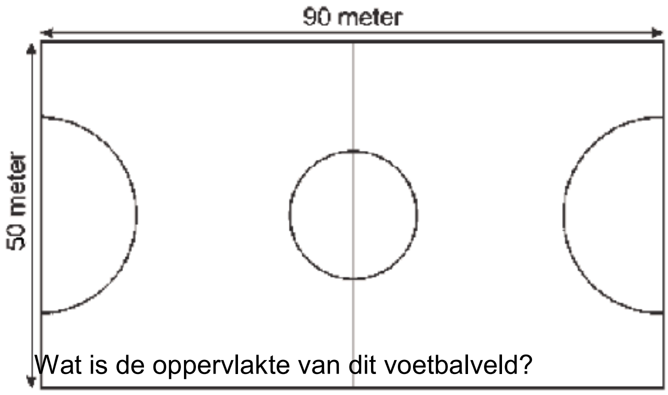


Dit stuk grond wordt in 3 even grote schooltuinen verdeeld.
Wat is de oppervlakte van elke schooltuin?

_______ m^2

Uitwerking:

Opgave 3

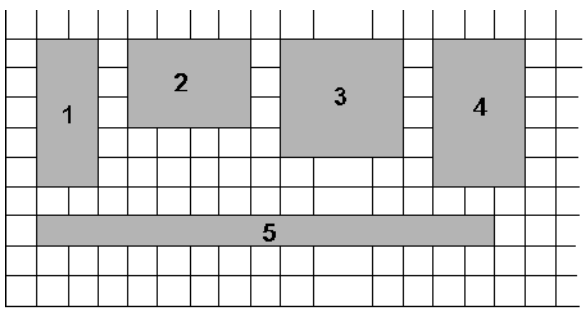


Wat is de oppervlakte van dit voetbalveld?

________ m^2

Uitwerking:

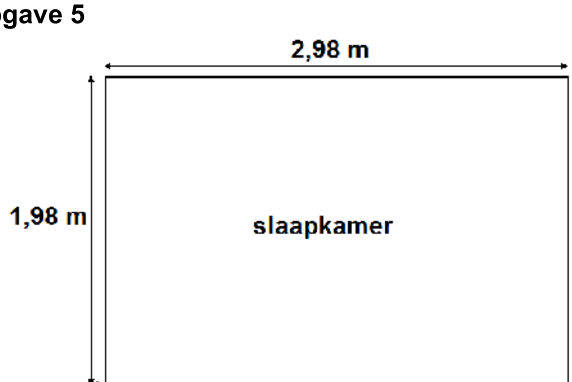
Opgave 4



_______ en _______

Uitwerking:

Opgave 5



Hoeveel m^2 vloerbedekking heb je ongeveer nodig voor deze slaapkamer?

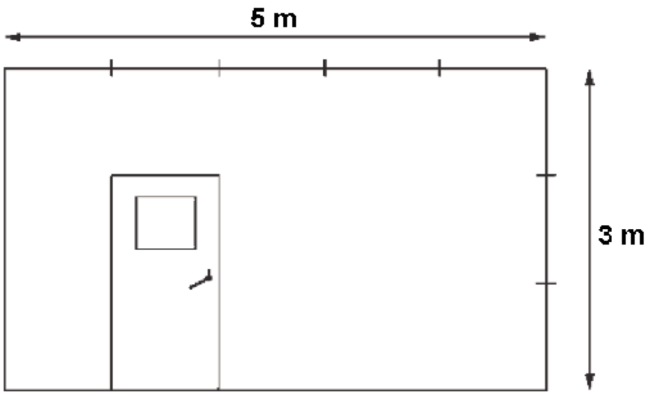
Zet een rondje om het goede antwoord.

A 2 m^2 **C** 4 m^2

B 3 m^2 **D** 6 m^2

Uitwerking:

Opgave 6

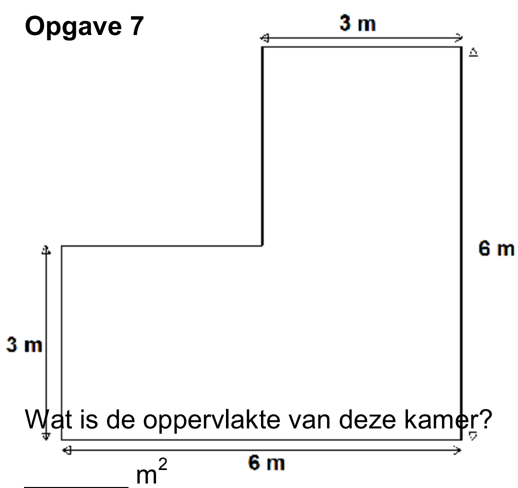


De muur wordt geverfd de deur niet.
Voor hoeveel m^2 is er verf nodig?

_______ m^2

Uitwerking:

Opgave 7

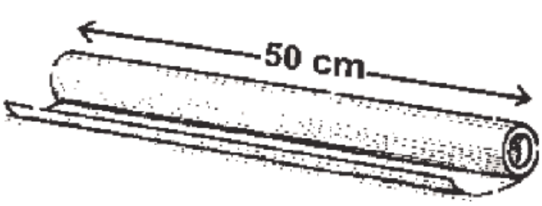


Wat is de oppervlakte van deze kamer?

________ m^2

Uitwerking:

Opgave 8



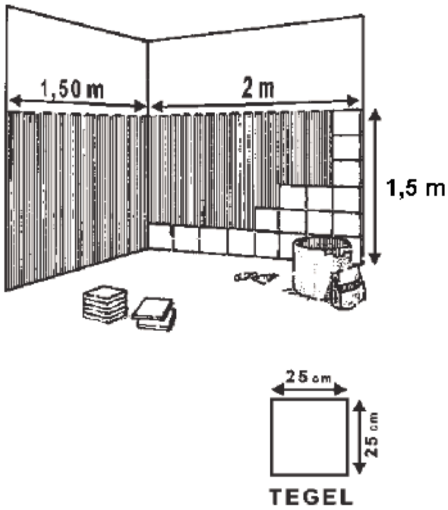
Op e
Hoeveel stukken van 25 cm bij 25 cm kan ik in totaal uit 1 rol knippen?

____________ stukken

Uitwerking:

Opgave 9

Uitwerking:

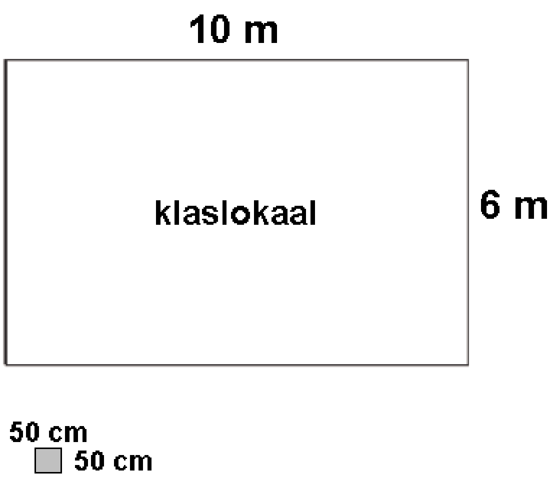


Twee wanden in de badkamer worden betegeld tot 1,5 meter hoogte.
Hoeveel tegels zijn daarvoor nodig?

_________ tegels

Opgave 10

Uitwerking:



Op de vloer van het klaslokaal worden tapijttegels gelegd.
Hoeveel tapijttegels van 50 cm bij 50 cm zijn nodig?

________ tegels

Wat vind jij van oppervlakten?

1 = helemaal niet waar, 2 = meestal niet waar, 3 = meestal wel waar, 4 = helemaal waar

Zet een cirkeltje om het goede antwoord.

Voorbeeld: ***1 2 3 4***

	Helemaal niet waar	**Meestal niet waar**	**Meestal wel waar**	**Helemaal waar**
A. Na de lessen in dit hoofdstuk kon ik de sommen in de toets beter maken.	1	2	3	4
B. Na de lessen in dit hoofdstuk was ik nieuwsgierig naar de sommen in de toets.	1	2	3	4
C. Ik deed goed mee in de lessen en lette goed op.	1	2	3	4
D. Ik vind sommen over oppervlakten leuk.	1	2	3	4
E. De lessen over oppervlakten zijn afwisselend.	1	2	3	4
F. Na de lessen in dit hoofdstuk weet ik goed wat ik precies moet antwoorden bij een oppervlaktesom.	1	2	3	4
G. De lessen over oppervlakten zijn anders dan andere rekenlessen.	1	2	3	4
H. Ik zou vaker sommen over oppervlakten willen maken.	1	2	3	4
I. De stappen die ik gebruik om oppervlakten uit te rekenen, kan ik ook voor andere sommen gebruiken.	1	2	3	4

Wat vind jij van oppervlakten?
(met OPWARC)

1 = helemaal niet waar, 2 = meestal niet waar, 3 = meestal wel waar, 4 = helemaal waar

Zet een cirkeltje om het goede antwoord.

Voorbeeld: ***1 2 3 4***

	Helemaal niet waar	**Meestal niet waar**	**Meestal wel waar**	**Helemaal waar**
A. Met de stappen op de OPWARC-kaart kan ik de sommen beter maken.	1	2	3	4
B. Na de lessen met de OPWARC-kaart was ik nieuwsgierig naar de sommen in de toets	1	2	3	4
C. Ik deed goed mee in de lessen en lette goed op.	1	2	3	4
D. Ik vind sommen over oppervlakten leuk.	1	2	3	4
E. De lessen over oppervlakten zijn afwisselend.	1	2	3	4
F. Na de OPWARC-lessen weet ik goed wat ik precies moet antwoorden bij een oppervlaktesom.	1	2	3	4
G. De lessen over oppervlakten zijn anders dan andere rekenlessen.	1	2	3	4
H. Ik zou vaker sommen over oppervlakten willen maken.	1	2	3	4
I. De stappen die ik gebruik om oppervlakten uit te rekenen, kan ik ook voor andere sommen gebruiken.	1	2	3	4