
Enkele gedagtes oor volhoubaarheid vir die beboude omgewing in Suid-Afrika

J.J. (Das) Steyn

Navorsingsgenoot

Departement Stads- en Streekbeplanning

Universiteit van die Vrystaat

Bloemfontein

steynj@ufs.ac.za

Opsomming

Die term 'volhoubaarheid' is wêreldwyd bekendgestel deur die 1987 Bruntlandverslag wat dit gedefinieer het as ontwikkeling wat voldoen aan die eise van die tyd, sonder om toekomstige geslagte die reg te ontnem om in hul eie behoeftes te voorsien (WCED, 1987:43). Hierdie klassieke siening van volhoubaarheid ignoreer volgens Imran, Alam en Beaumont (2014:137) die huidige behoeftes van die natuur en die omgewing. In die beboude omgewing het nuwer definisies vir volhoubaarheid daarna ontstaan.

Hierdie studie toon dat as die konstruksiekoste van boumateriaal – in hierdie geval dakmateriale vir 'n woonhuis bereken word, dit nie slegs die oprigtingskoste is wat in berekening gebring moet word nie maar ook die omgewingskoste. Snell (2004:42) gebruik die term ingeslote energie van die produk wat ook in berekening gebring moet word by die produksie, maar ook vervoer en oprigting van die spesifieke materiaal om so 'n totale enegiekoste te verkry. Deur die ingeslote energie van verskillende dakmateriale te vergelyk, is dit duidelik dat gras die beste keuse vanuit 'n omgewingsimpakevaluering is.

Argitekte en bouerekenaars moet as rentmeesters van die boubedryf, hierdie feite onder die aandag van hul kliënte bring om sodoende hul verantwoordelikheid teenoor die omgewing uit te leef.

Abstract

Sustainable development was introduced globally by the Bruntland Report in 1987, defining it as development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generation to meet their own needs (WCED, 1987:43). This classic view of sustainability ignore according to Imran, Alam and Beaumont (2014:137) the present need of nature and the environment. In the build environment new definitions on sustainability has replaced it.

This study shows that when calculating the construction cost of building material – in this case different roofing materials for a house, it is not only the marginal cost that should be taken into account, but also the environmental cost. Snell (2004:42) uses the term embodied energy for products to give an indication of the total energy used to produce it, as well as for its transport and installation. By calculating the embodied energy of the different materials, it is also clear that thatched roofs are the best choice on behalf of environmental impact assessment.

Architects and quantity surveyors as stewards should bring these facts to the attention of their clients to thereby take up their responsibility towards the environment.

1. Inleiding

Op vele plekke in die wêreld is die natuurlike plantegroei- en dierelewe weens ontwikkeling, asook die bevolkingsontploffing van die mens, uitgewis. Mense sien hierdie dinge gebeur maar doen min daaraan. Bekommernis oor die omgewing is skeefgetrek; baie mense is bekommerd oor die uitsterf van die renoster of die gorilla maar min is bereid om hul eie lewenskwaliteit af te skaal om volhoubaar te leef.

Die term volhoubaarheid het 'n politieke modewoord geword. Almal gebruik dit en niemand is daarteen gekant nie. In Suid-Afrika word meeste beleide of ontwikkeling teoreties daaraan getoets soos uitgespel in die Nasionale Fisiese Ontwikkelingsplan (NPC, 2012).

Volgens Rist (1997) streef die Weste 'n ideaal van ontwikkeling na. Almal dink dat die toekoms net meer en beter van alles vir die mens moet lewer. Die groei in persoonlike welvaart moet toeneem en elke land se bruto binnelandse produk moet net aanhoudend groei. So sal die moderne mens geluk en tevredenheid kan bereik deur die verkryging van immer meer materiële welvaart.

Omgewingstruktuur het oor die afgelope dekades sodanig ontwikkel dat almal wat – hetsy op natuurlike of kulturele vlak – daarmee gemoed is, toegang tot teoretiese sowel as praktiese hulpbronne het. Retief (2002:191–192) kom tot die gevolgtrekking dat sosiale, ekonomiese en biologiese stelsels verantwoordelik bestuur kan word vanuit 'n Christelike perspektief wanneer die uitgangspunt “diensbaarheid, mededeelsaamheid en rentmeesterskap” is. Goudappel en Ter Horst (1991:99) vra tereg: “Wanneer gaan ons ons siele in plaas van ons motors blinkvryf?” Ten einde ons verantwoordelikheid te aanvaar, is dit noodsaaklik dat ons moet nadink oor die wyse waarop 'n Christelike waardesistiem met wetenskaplike en praktiese elemente versoen kan word.

Hier gaan slegs een element in die boubedryf, naamlik dakke, gebruik word om as 'n voorbeeld te dien vir wat op alle vlakke van die menslike ontwikkeling vermag kan word.

2. Volhoubaarheid

Die *Oxford Advanced Learner's Dictionary* (Hornby, 2005:1492) gee die betekenis van volhoubaarheid aan as “instandhouding op 'n kontinue basis”. Die Bruntland-verslag definieer volhoubare ontwikkeling soos volg:

Die mens beskik oor die vermoë om ontwikkeling volhoubaar te maak – om te verseker dat dit voldoen aan die eise van die tyd sonder om toekomstige geslagte die reg te ontnem om in hul eie behoeftes te voorsien. Die begrip volhoubare ontwikkeling impliseer beperkings/limiete; weliswaar nie absolute beperkings nie, maar wel beperkings wat afgedwing word deur die huidige stand van tegnologie in die sosiale organisasie t.o.v. omgewingsbronne, sowel as deur die vermoë van die biosfeer om die effek/gevolge van menslike bedrywighede te absorbeer. Maar tegnologie sowel as sosiale organisasie kan bestuur en verbeter word om ruimte te laat vir 'n nuwe era van ekonomiese

groei. Die Kommissie glo dat 'n algemene situasie van armoede onafwendbaar is. Armoede op sigself is alreeds 'n euwel, maar volhoubare ontwikkeling vereis dat die basiese behoeftes van almal aangespreek moet word en dat almal die geleentheid moet kry om 'n beter lewe te kan lei. 'n Wêreld waarin armoede endemies is, sal altyd vatbaar bly vir ekologiese en ander katastrofes (WCED, 1987:43).

Hierdie klassieke siening van volhoubaarheid ignoreer volgens Imran, Alam en Beaumont (2014:137) die huidige behoeftes van die natuur en die omgewing. In die beboude omgewing het nuwer definisies vir volhoubaarheid daarna ontstaan wat meer klem geplaas het op sosiale, omgewings- en ekonomiese aspekte van volhoubaarheid (Barkemeyer, Holt, Preuss & Tsang, 2014). In ontwikkelde lande word verskeie benaderings gevolg wat onder andere insluit:

- die ekosistiem benadering (Yigitcanlar & Teriman, 2015:344),
- die gebou-inligtingsmodel (Building Information Modelling BIM) (Wong & Fan, 2013:142-151),
- 'n multikriteria-evaluasiemodel (Multi-criteria evaluation model) (Akadiri, Olomolaiye & Chinyio, 2013) of 'n multidissiplinêre benadering (Takano, Hughes & Winter, 2014:527-531) wat help om volhoubare boumateriaal vir projekte te kies, asook
- die vergelyking van verskillende tegnologieë (Mateus, Neiva, Bragança, Mendonça & Macieira, 2013); en
- die groengeboubeweging (Zuo & Zhao, 2014:272-274), ook in Suid-Afrika (Simpeh & Smallwood, 2015).

Tog word deur sommige praktisyns soos Davidson (2014:5) en Christen & Schmidt (2012:402-404) nie besef dat dit oor waardes en nie net oor modelle of tegnieke gaan nie. Dit sluit aan by Steyn (2015:147-159) wat toon hoe Goudappel se Urbanistiekonsept gebruik kan word om waardes, teorie en praktyk saam te laat werk in die skep van 'n volhoubare omgewing.

3. Praktiese benadering

Die studie gaan poog om die probleem van volhoubaarheid meer prakties te benader en dit vir die praktiserende argitek of bourekenaar makliker te maak om die probleem te verstaan en toe te pas.

Die moderne mens word vandag volgens Miles en Miles (2004:172) gereduseer tot 'n verbruiker met "geen ander keuse as die keuse om te verbruik nie, met die voorbehoud dat daar hulpbronne sal wees om te

gebruik”. Papanek (1995:11) haal die ekoloog Dawid Orr aan wat bevind het dat post-modernistiese denke vervang is met ’n dekonstruktiewisme wat die kenmerke benodig vir ’n lewens- en wêreldbeskouing – soos God, self, doel, betekenis, werklikheid, en waarheid – dekonstrueer of uitskakel.

Jackson (Papanek, 1995:11) sê die mens is die eerste spesie wat ’n beleid uitvoer van “kom ons vernietig onself”. Die Weste se sogenaamde hoë tegnologie beskawing moet volgens hom gestop word anders gaan die mens sy natuurlike omgewing vernietig. Jackson gaan uit van die standpunt dat ons byna niks weet van die toekomstige gevolge van dit wat die mens nou doen nie (Papanek, 1995:11). As ’n lewensbeskouing aanvaar word, gebaseer op die feit dat die mens nie weet wat die konsekwensies van sy daede is nie, kan dit nie verhoed dat ons steeds groot foute maak nie, maar minstens verhoed dat die skaal van die foute groot is (Papanek, 1995:12).

Die argitek, Papanek (1995), wys in sy boek *The Green Imperative* met ondertitel “Ecology and Ethics in Design and Architecture” daarop dat almal – vanaf die begin van die ontwerp tot die eindverbruiker – kan bydra om van die welsyn van die mens maar ook van ons planeet te verbeter deur ’n nuwe bewuswording van ontwerp en tegnologie. Die konsultant moet dus daarin slaag om sy waardes met sy praktyk te verbind en sy kliënt te help om te besef wat die gevolge van hul daede op die omgewing is. Die uitgangspunt, volgens Papanek (1995:17) van enige mens, ook die professionele mens, moet wees “wat is die impak van my werk op die omgewing”.

Hier sal aandag gegee word aan die rol wat die keuse van boumateriaal het in ’n projek, asook die omgewingskoste wat met so ’n keuse saamval.

4. Materiaal en metodes

4.1 Oprigtingskoste

Om die oprigtingskoste en versekeringskoste van grasdakke te vergelyk word daar gebruik gemaak van ’n gevallestudie. Grasdakke word vergelyk met twee ander baie algemene konvensionele dakbedekkings naamlik sementteëls en IBR-plaatmetaal.

’n Drieslaapkamer woonhuis, met ’n totale vloerarea van 80 vierkante meter is as model gebruik. Die model huis is fiktief en bestaan slegs op planvorm. Die modelhuis word opgerig in Bloemfontein-area en word soos volg beskryf: ’n Karootipe huis met twee gewelmure. ’n Grondplan van die huis met die aanvraag vir ’n kwotasie is na grasdakkontraakteurs in die omgewing,

sowel as verskaffers van konvensionele dakbedekkings en dakkonstruksie, uitgestuur.

4.2 Omgewingskoste

Produkkeuse en vervaardiging van produkte het 'n groot invloed op volhoubaarheid. Papanek (1995:29-32) wys daarop dat die volgende ses faktore 'n invloed het om 'n veiliger toekoms te skep naamlik:

- die keuse van materiaal,
- die vervaardigingsproses van die materiaal,
- die verpakking van die produk,
- die verskeidenheid van die voltooide produk,
- die vervoer van die produk; en
- die impak van die produk na die gebruikslieftyd daarvan (sloping van gebou).

Die bio-logiese kriteria vir die keuse van boumateriaal het betrekking op die gesondheid van die mens en die biologiese kringloop van die materiaal (Haas & Schmid, 1990:49). Hier moet onderskei word tussen (a) die biologiese aspekte van materiale, (b) die huid- en grensfunksie van materiale en (c) die ekologiese aspekte van materiale. By die biologiese aspekte van materiale kan vier hoofgroepe onderskei word naamlik:

- suiwer natuurprodukte (bv. natuurlike klip),
- gekultiveerde natuurprodukte (bv. gesaagde hout, bakstene),
- verwerkte natuurprodukte (bv. mineraalwol); en
- sintetiese produkte (bv. plastiek) (Haas & Schmid, 1990:49-50).

Behalwe die herkoms van die materiaal is die aard van verwerking daarvan ook bepalend vir die eienskappe van die materiaal en die impak van die materiaal op die omgewing (Haas & Schmid, 1990:50). Die volgende matriks (Figuur 1) wys hoe die herkoms en verwerking van materiale 'n invloed uitoefen op die keuse van materiale ten opsigte van energieverbruik deur dit op 'n eenvoudige manier weer te gee (Haas & Schmid, 1990:50).

herkomst	bewerking	onveranderd	licht veranderd	sterk veranderd	getransformeerde
mineraal metaal					
plantaardig					
dierlijk					
samengesteld					

Figuur 1. Herkoms en bewerking van materiaal

(Bron: Haas & Schmid, 1990:50)

By die huid- en grensfunksie (Haas & Schmid, 1990:57-60) gaan dit oor die materiaal se vermoë om geen skadelike gesondheids afscheidings te maak nie (onder watter omstandighede ookal, byvoorbeeld 'n brand), die natuurlike ruimteklimaat van die materiaal wat sy oppervlakte- temperatuur en sy vogabsorberende eienskappe asook sy vog-deurlaatbaarheid insluit, sowel as die elektrostatische neutraliteit van die materiaal.

Burnham (1998:122) wys daarop dat dit nie genoeg is om 'n natuurlike materiaal te gebruik om volhoubaar te wees nie. Die toegevoegde waarde tot die natuurlike produk deur onder andere verwerking of vervoerkoste, kan die gebruik van 'n materiaal onlonend maak.

Snell (2004:42) verwys na die term ingeslote energie ("embodied energy") wat verwys na die totale energie bestee om 'n produk te vervaardig, te vervoer na die punt van gebruik en die installering daarvan. Dit mag eenvoudig klink maar om dit akkuraat te bepaal is nogal 'n ingewikkelde som.

Byvoorbeeld: alle energie om masjienerie te ontwikkel wat benodig word vir gebruik in 'n myn vir die produksie van 'n spesifieke materiaal, die energie verbruik deur die myn om die produk te myn, die vervaardigingsenergie van die produk, die vervoerenergie, wat selfs die energie om die etes van die trokbestuurders te vervaardig insluit, asook die uiteindelijke verwerking van die materiaal by sloping van die gebou om nie 'n omgewingslas te wees nie, is deel hiervan. Dit kan gemeet word in terme van die energie benodig om 'n sekere gewig van 'n materiaal te produseer (in joules per kilogram – kolom twee) of in terme van die energie benodig vir die vervaardiging van 'n volume van die materiaal (joules per kubieke meter – kolom drie). In onderstaande tabel word dit vir die produkte, wat in hierdie studie gebruik word, weergegee.

Tabel 1. Ingeslote Energie vir produkte

MATERIAAL	Miljoen joules/kg	Miljoen joules/m³
Sementteëls	2	2 780
Galvaniseerde plaatmateriaal	51	371 280
Grasdakke	0.2	31

(Bron: Snell, 2004:42)

Die teorieë en berekeninge word op 'n gevallestudie toegepas om sodoende die volhoubaarheid van gras teenoor ander materiale te meet.

4.3 Kinestetika

Volgens Lynch (1985:162&176) en Papanek (1995:76) gebruik die mens, benewens sy vyf sinuie, ook die vermoë om die liggaam se posisie en beweging deur ruimte te ervaar in verhouding met die ruimte waardeur dit beweeg. Die gevoel en atmosfeer van 'n ruimte kan deur kleur en lig kwaliteit verander word, net so speel die klank van die beweging in 'n ruimte (bv. voetstappe op houtvloer) asook omliggende klanke en reuke en die tekstuur van die materiaal 'n rol. Dit wil sê die ervaring van al die sinuie, maar ook die *kinaesthesia*. Hall (1966: 126) verduidelik laasgenoemde begrip aan die hand van hoe die mens sy omgewing deur persoonlike ruimtegrense en sy sinuie se waarnemingsvermoë ervaar. Tog word hierdie formele waarnemings ook deur simboliese betekenis van die bewussynsomgewing waarin dit plaasvind bevestig (Lynch, 1981:143).

Dit sluit aan by Alexander, Ishikawa, Silverstein, Jacobson, Fiksdahl-King en Angel (1977:839) waarin hul die rol van 'n vuur as een van die emosionele keurstene ("touchstone") van menslike bestaan beskryf en wat mense bymekaar bring. Ander sluit dinge in soos die lug, bome, ander mense en die huis. Om die werklike betekenis van die grasdak by 'n huis te verstaan moet daarop gelet word dat ruimte hoofsaaklik deur vertikale oppervlaktes en deur sigbaarheid van die strukture bepaal word (Lynch, 1985:168). Met die skerp hellings van grasdakke is dit een van die mees dominante soort dakke as dit by die sigbaarheid daarvan kom en dus die impak wat dit op mense het wat daarin woon of daar verbybeweeg.

Dakke verleen dus 'n eiesoortige karakter aan 'n gebou maar gee ook 'n meer simboliese betekenis aan die begrip 'dak' veral in die geval van 'n grasdak. Ongelukkig kan hierdie aspek nie gekwantifiseer word om as omgewingskoste verreken te word nie. Die feit dat sommige mense steeds bereid is om 'n dak, wat relatief duur is om op te rig en nog duurder is om te onderhou, verkies, word weerspieël deur die feit dat grasdakhuise, wat per oppervlakte duurder verkoop as hul eweknieë met 'n ander dakbedekking, steeds hoog in aanvraag is.

5. Berekening

5.1 Oprigtingskoste

Deur gebruik te maak van die pryslyste en kwotasies, kan die volgende inligting afgelei word.

Tabel 2. Vergelyking van konstruksiekoste van dakbedekking op gevallestudie

NAAM	BESKRYWING	GROOTE	TOTALE BEDRAG (VAT ingesluit)	PRYS PER M ² VLOERAREA
Grasdakbedekking	Met nodige SABS brandbehandeling en verrottingbehandeling en die nodige weerlig afleier. Arbeid ingesluit.	80m ²	R82 200.00	R1 027.50/m ²
IBR galvaniseerde plaatmetaal	Arbeidsprys* en materiaal.	80m ²	R22 450.51	R280.63/m ²
Sementeëls	Arbeidsprys** en materiaal.	80m ²	R36 597.33	R457.47/m ²

*Arbeidsprys konstruksie R70/m², Arbeidsprys dakbedekking IBR R30/m²

**Arbeidsprys konstruksie R70/m², Arbeidsprys dakbedekking teëls R50/m²

Let wel dat slegs die grasdakbedekking reeds oor isolasie beskik en laasgenoemde dus nog by die IBR en teëls gevoeg moet word.

5.2 *Omgewingskoste*

Die aard van verwerking van materiaal is ook bepalend vir die eienskappe van die materiaal en die impak van die materiaal op die omgewing (Haas & Schmid, 1990:50). Met bogenoemde inligting en die matriks van Haas en Schmid (1990:50), soos bespreek in afdeling 3, word die herkoms en verwerking van grasdakke, betondakteëls en gegalvaniseerde dakplate en die invloed wat dit uitoefen op die keuse van materiale ten opsigte van energieverbruik, as G, B, P in Figuur 2 aangedui. Hier kan gesien word dat gras die mees omgewingsvriendelike van die drie materiale is.

herkoms	bewerking	onveranderd	licht veranderd	sterk veranderd	getransformeer
mineraal metaal				B	P
plantaardig		G			
dierlijk					
samengesteld					

Figuur 2. Toepassing van matriks: Herkoms en bewerking van materiaal
(Bron: Haas & Schmid, 1990:50)

Die omgewingsvriendelikheid van gras word ook weerspieël in Snell (2004:42) se term ingeslote energie (“embodied energy”) wat verwys na die totale energie bestee om ’n produk te vervaardig, te vervoer na die punt van gebruik en die installering daarvan, soos bespreek in subafd. 2.1. Dit kan gemeet word in terme van die energie benodig om ’n sekere gewig van ’n materiaal te produseer (in joules per kilogram – kolom twee) of in terme van die energie benodig vir die vervaardiging van ’n volume van die materiaal (joules per kubieke meter – kolom drie) soos in Tabel 1 in punt 3, wat dit vir

die produkte wat in hierdie studie gebruik word, weergee. Om dus die geslote energie van gras, betonteëls en gegalvaniseerde dakplate te bereken moet die bogenoemde inligting van die verskillende materiale eers verkry word en dan met die waarde van elk van die gewigte per materiaal toegeken, soos in Tabel 3, vermenigvuldig word. Die data word bereken deur weer gebruik te maak van die huisie in die gevallestudie en in Tabel 3 getoon.

Tabel 3. Berekening van materiaal benodig vir gevallestudie dakbedeking

MATERIAAL vir 80m² huis	m² dak	kg/m²	m³ per m²	totaal kg	totaal m³
Sementteëls	103.03	46	0.01738044	4739.38	1.790706733
Galvaniseerde plaatmateriaal	110.73	4.744	0.00535	525.30312	0.5924055
Grasdakke	99.638	20	0.15	1992.76	14.9457

(Verwerk vanaf: Burger, 2011:aanlyn; Botes, 2011:aanlyn)

Die produkte in hierdie studie se ingeslote energie word bereken in terme van die energie benodig om 'n sekere gewig van 'n materiaal te produseer (in joules per kilogram).

Die energie benodig om die gewig van die onderskeie materiale, wat vir die gevallestudie se dakbedekking benodig word, is sigbaar in Tabel 4. Hieruit kan gesien word dat gras slegs 398.55 miljoen joules benodig teenoor gegalvaniseerde plaatmetaal se 26 790.46 miljoen joules en sementteëls se 9 478.76 miljoen joules.

Tabel 4. Berekening van ingeslote energie

MATERIAAL		Miljoen joules/kg	
Sementteëls	4739.38	2	9478.76 miljoen joules
Galvaniseerde plaatmateriaal	525.30312	51	26790.46 miljoen joules
Grasdakke	1992.76	0.2	398.55 miljoen joules

6. Gevolgtrekking

Grasdakke is in terme van oprigtingskoste byna ses keer duurder as plaatmetaal en byna drie keer die koste van betonteëls as dakbedekking. Tog is hierdie net een aspek van die koste. Grasdakke is 'n natuurlike produk wat byna onverwerk as dakbedekking gebruik word teenoor die ander twee materiale wat sterk veranderde en getransformeerde materiale is. Die energie benodig om laasgenoemde te vervaardig is baie hoog. Sementteëls benodig ongeveer 25 keer soveel energie as gras, terwyl plaatmetaal opskuif na 70 keer die energiekoste van gras. As die energiekoste met die prys in berekening gebring word is die volhoubaarheidseienskappe van gras baie beter as die van dié ander twee materiale. Hierby is die estetiese en kinestetiese waarde van grasdakke nog nie in berekening gebring nie.

Die dilemma is dat die verbruiker van die huis slegs vir die oprigtingskoste betaal, maar dat die mensdom en die aarde in terme van energieverbruik, koolstofvoetspoor en aardverwarming vir die goedkoper keuses betaal. Argitekte en bouerekenaars sal dus hul kliënte moet adviseer oor die omgewingsimpak van die keuse van materiale en nie net in terme van direkte oprigtingskoste (hoeveelheidslys) hul bydrae maak nie. As die boubedryf in die toekoms sogenaamde groengeboue wil oprig sal hierdie kostes in berekening gebring moet word.

Die Christen in die bouprofessies moet weer die rol van rentmeester aanvaar. Volgens hierdie beginsel is alles op aarde tydelik in die beheer van die mens geplaas wat dit as deel van die kultuuropdrag moet uitbou en beheer tot eer van God.

Bibliografie

AKADIRI, P.O., OLOMOLAIYE, P.O. & CHINYIO, E.A. 2013. Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for building projects. *Automation in Construction*, 30:113-125.

ALEXANDER, C., ISHIKAWA, S., SILVERSTEIN, M., JACOBSON, M., FIKSDAHL-KING, I. & ANGEL, S. 1977. *A Pattern Language*. New York: Oxford University Press.

BARKEMEYER, R., HOLT, D., PREUSS, L. & TSANG, S. 2014 What Happened to the 'Development' in Sustainable Development? Business Guidelines two decades after Brundtland. *Sustainable Development*, 22(1):15-32.

-
- BOTES, H.J. 2011. *Dream Houses: Thatch design in South Africa*. [aanlyn]. Johannesburg: JB Concepts media group. Beskikbaar vanaf: <http://www.dreamhouses.co.za/guide6_thatch.htm> [Verkry op 1 September, 2011].
- BURGER, K. 2011. *KMI Draughting*. [aanlyn]. Johannesburg: KMI House Plans. Beskikbaar vanaf: <<http://www.kmihouseplans.co.za/downloadsarticles/IBRArticlePDF>> [Verkry op 1 September, 2011].
- BURNHAM, R. 1998. *Housing ourselves: Creating Affordable, Sustainable Shelter*. New York: McGraw-Hill.
- CHRISTEN, M. & SCHMIDT, S. 2012. A Formal Framework for Conceptions of Sustainability – a Theoretical Contribution to the Discourse in Sustainable Development. *Sustainable Development*, 20:400-410.
- DAVIDSON, K. 2014. A Typology to Categorize the Ideologies of Actors in the Sustainable Development Debate. *Sustainable Development*, 22:1-14.
- GOUDAPPEL, H.M. & TER HORST, M.W. 1991. *Het milieu zit in onszelf, over de binnenkant van het milieuvraagstuk*. Zeist: Vrij Geestesleven.
- HAAS, M. & SCHMID, P. 1990. *Bio-logisch bouwen en wonen: Gezond voor mens en milieu*. Deventer: Ankh-Hermes bv.
- HALL, E.T. 1966. *The Hidden Dimension*. New York: Anchor Books Doubleday.
- HORNBY, A.S. (Red.). 2005. *Oxford Advance Learner's Dictionary of Current English*. 7^{de} uitgawe. Oxford: Oxford University Press.
- IMRAN, S., ALAM, K. & BEAUMONT, N. 2014. Reinterpreting the Definition of Sustainable Development for a More Ecocentric Reorientation. *Sustainable Development*, 22 (2):134-144.
- LYNCH, K. 1981. *A Theory of Good City Form*. Cambridge: The MIT Press.
- LYNCH, K. 1985. *Site Planning*. 3^{de} uitgawe. Cambridge: The MIT Press.
- MATEUS, R., NEIVA, S., BRAGANÇA, L., MENDONÇA, P. & MACIEIRA, M. 2013. Sustainability Assessment of an Innovative Lightweight Building Technology for Partition Walls – Comparison with Conventional Technologies. *Building and Environment*, 67:147-159.
- MILES, S. & MILES, M. 2004. *Consuming Cities*. Palgrave Macmillan, London.
- NPC NATIONAL PLANNING COMMISSION. 2012. *National Development Plan 2030*. Pretoria.
- PAPANEK, V. 1995. *The Green Imperative: Ecology and Ethics in Design and Architecture*. Londen: Thames and Hudson.
-

- RETIEF, F.P. 2002. Omgewingsbestuur vanuit 'n Christelike lewensbeskouing – riglyne vir volhoubare ontwikkeling. *Koers*, 67(2):177-194.
- RIST, G. 1997. *The History of Development from Western Origins to Global Faith*. Londen: Zed, Londen.
- SIMPEH, E.K. & SMALLWOOD, J.J. 2015. Factors Influencing the Growth of Green Building in the South African Construction Industry. *Proceedings of the Smart and Sustainable Built Environment (SASBE) Conference, at University of Pretoria*, Pretoria, 9-11 December 2015, pp. 93-99.
- SNELL, C. 2004. *The Good House Book: A Common-sense Guide to Alternative Homebuilding*. New York: Lark Books.
- STEEN, A., STEEN, B., BAINBRIDGE, D. & EISENBERG, D. 1994. *The Straw Bale House*. Vermont: Chelsea Green Publishing Company.
- STEÏN, J.J. 2015. *Reforming Normative Planning: Essays on a Christian Approach to Planning/Hervorming vir Normatiewe Beplanning: Opstelle oor 'n Christelike Benadering to Beplanning*. Orania, Prisca Uitgewers.
- TAKANO, A., HUGHES, M. & WINTER, S. 2014. A multidisciplinary approach to sustainable building material selection: A case study in a Finnish context' *Building and Environment*, 82:526-535.
- WCED WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. 1987. *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.
- WONG, K. & FAN, Q. 2013. Building Information Modelling. (BIM) for Sustainable Building Design, 31(3/4):138-157.
- YIGITCANLAR, T. & TERIMAN, S. 2015. Rethinking Sustainable Development: towards an Integrated Planning and Development Process. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12(1):341-352.
- ZUO, J. & ZHAO, Z. 2014. Green Building Research – current status and future agenda: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30:271-281.