

5HVHDUFK \$UWLFOH

2SHQ \$F

7LPH (IILFLHQW & R FRPSRVWLQJ RI :DWHU +\D
0LFURELDO 'HJUDGDWLRLQ DQG 6XEVHTXHQW 9

ODQL%DWKDP NHVK \$QWQ \$UFKDQD 7LZDUL

5DMLY *DQGKL 3URXG\RJLNL 9LVKZDYLGK\OD\D %KRSDO 0DGK\D 3UDGHVK ,QGLD
&RUUHVSQRQGLQJ5 DNHMKR USU'D 5DMLY *DQGKL 3URXG\RJLNL 9LVKZDYLGK\OD\D %KRSDO 0DGK\D 3

UDNHVKDU\#JPDLO FRP

5HF GD\$SHU \$FF GDWH \$SU 3XE GDWH OD\

&RS\ULJKW %DWKDP 0 HW DO 7KLV LV DQ RSHQ DFFHVV DUWLFOH GLVWULEXWHG XQGHU WKH WHU
XVH GLVWULEXWLRQ DQG UHSURGXFWLRQ LQ DQ\ PHGLXP SURYLGHG WKH RULJLQDO DXWKRU DQG VRXL

\$EVWUDFW

7LPHIILFERQFRPSRVWLQJ RI GLVWLOOHU\ DQG SDLQW VOXGJH LQGVXWULDO ZDV
FRZ GXQJ DQG VDZ GXVW IZQI LFRKPREGLHQDWDQH JUHJLW KDHWH FKUVRVSRDQSP %DFLOOXV
HDUWKZRUPV ZDV GRQH 7KH GHFUHDVH LQ 0& 72& DQG & 1 UDWLR DQG LQFUHDVH
VLJQLILFDQW 2XW RI ILYH WUHDWPHQWV '6 GLVWLOOHU\ VOXGJH DQG '6
VWDEOH DQG PDWXUHG ZLWK & 1 UDWLR RI " DQG " UHVSFHWLYHO\\
ZHUh REWDLQHG LQ '6 VXEVWUDWH DQG PD[LXPXP FRFRRQV ZHUh FRXQW
YHUPLFRPSRVW PL[HG VRLO LQGXFHG WKH JURZWK LQ URRW OHQJWK " VK
! ZZ KDYH LQKLELWRU\ HIIHFWV RQ SODQW JURZWK 7KHUHIRUH WKHVH WUHDW
D VRLO DPHQGPHQW

.H\ZRUG\HUPLFRPSRVW 7ULFKRGHUPDWYS\WVGRH SBDKQWVHURHGDZWW SDLQW ZKLFK
FKU\VRVSRULXP %DFLOOXV FHUHV (DQJQSKRZGHPW FRDW ZKLFK LV IOXLGL]HG V
WKURXJK 3DLQW 60XGJH 5HPRYDO 6\VWHP
PDQXIDFWXULQJ EHFDXVH OHWWLQJ RXW V
LV YHUI KD]DUGRXV DQG FDVXH HQYLURQ

, QWURGXFWLRQ
3ROOXWLRQ LV RQH RI WKH QWURGXFWLRQ DQG UDSLG PDQXIDFWXULQJ EHFDXVH OHWWLQJ RXW V
WKH SUREOHP RI PDQDJPHQW RI VROQ\ RZDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
DPRXQW RI ZDVWH ZDWHU DQG VOXGJH &S\H\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
VHULRXV SUREOHP RI WKH ZRUOG > @ H\W\K\H Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
VOXGJH JHQHUDWHG LQ ODUJH TXDQWWWWBWHQDQG Q\H\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
VRFLHW\ 60XGJH LV DQ XQDYRLGDEOH KPDQDUGRXV DQG PGRURXV E\ SURGXFW
RI FRQYHQWLRQDO ZDVWH ZDWHU WUHDWPHQW DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
VDIH GLVSRVDO HLWKHU E\ LQFLQHUDWPHQW DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
DPRXQW RI PRQH\ > @ %XW WRGD\ ZH ZDVMWHDQ\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
DJULFXOWXUDO ZDVWHV PXQLFLSDO V\H\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
DUH PDMRU FRQWDPLQDWV RI DLU ZDWHU DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
'LVWLOOHU\ VOXGJH LV WKH ZDVWH IURP GMKH IGIGVURUQHUK Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
WKH PRVW LPSRUWDQW HFRQRPLF UHVRW\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
LPSURYHPHQW LQ VRLO ZDWHU KROGLQJRFQDASDFLQD WQ\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
SHQHWUDWLRQ DQG VRLO DFLGLW\ UHGPX\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
LQFUHDVLQJ QXPEHU RI VXJDU PLOOVQDQG UGL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
EHFRPH FRPSXOVRU\ WR XVH WKH GLVWLOOHU\ VOXGJH DV D\W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
LQFUHDVH WKH IHWULOLW\ RI WKH VRLO RZDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
LQ VRLO UHVXOWV LQ HQYLURQPHQWD\LSRQO\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
IURP RUJDQLF FRQWHQW DQG QXWULH\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
FRPSRXQGV KHDY\ PHWDOV HWF > @ SURGXFW\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
VRLO PD\ EH DIIHFWHG E\ WKH YDULDWLQD W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
VWDWXXV KHDY\ PHWDOV R[JHQ OHYHO\ ZKLFK\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
RQ WKH HFRORJLFDO SURFHVVHV OLQNHG\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
LPSURYHU > @ &RPSRVWLQJ KHOSV WR

3DLQW VOXGJH LV WKH ZDVWH IURP VDQG S\H\Q\W\K\H DQG X\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
ZDVWH VWUHDP JHQHUDWLRQ LV HVWLRD\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
VHDU 3DLQW 60XGJH 5HPRYDO 6\VWHP\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW
EHFDXVH DOO PDQXIDFWXUHG JRRGV S\H\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUWVHRY W\K\H T\SHU\GL\W\Q\W\K\H DQG DQDUW

VXEVVUDWH PDWHULDO E\ KDQG VRUWLQJ DIWHU ZKLFK HDUWKZRUPV ZDV
ZDVKHG LQ WDS ZDWHU WR UHPRYH WKH DGKHULQJ PDWHULDO IURP WKHLU ERG\\
DQG VXEVHTXHQWO\ ZHLJKHG RQ D OLYH ZHLJKW EDVLV &RFRRQV ZHUH
VHSDUDWH DQG FRXQW DQG LQWURGXFH LQ WKH VDPH ZD\ LQ ZKLFK WKHLU
SDUHQW ZDV UHDUHG 7RWDO QXPEHU RI GHGDG HDUWKZRUPV ZDV FRXQWHG DQG
PRUWDOLW\ ZDV PHDVXUHG > @

7UHDWPHQRW\VVWLWXHQWV

&RQWURO:DWHU K\DFLQWK FRZ GXQJ VDZ GXVW

'6 'LVWLOOHU\ VOXGJH :DWHU K\DFLQWK FRZ GXQJ VDZ GXVW

'6 'LVWLOOHU\ VOXGJH :DWHU K\DFLQWK FRZ GXQJ VDZ GXVW

'6 'LVWLOOHU\ VOXGJH :DWHU K\DFLQWK FRZ GXQJ VDZ GXVW

'6 'LVWLOOHU\ VOXGJH :DWHU K\DFLQWK FRZ GXQJ VDZ GXVW

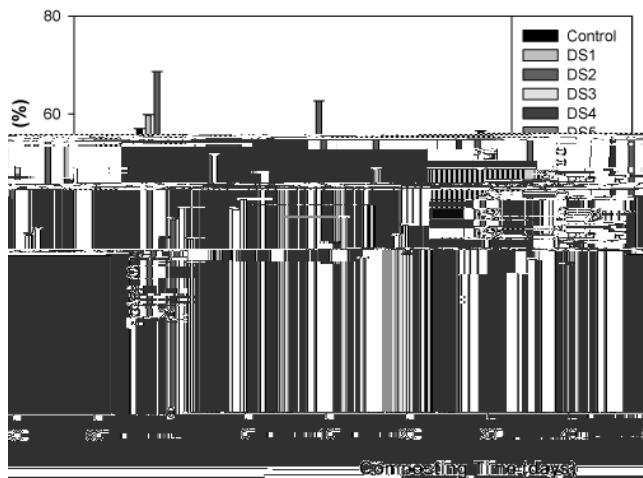
'6 'LVWLOOHU\ VOXGJH

)LJXU\KDQJHV LQ S+ GXULQJ FRPSR\WVLQJ DQG YHUP\FRPSRVWLQJ
DIWHU DQG GD\V

ORLVWXUH FRQWHQW

ORLVWXUH FRQWHQW LV DQ LPSRUWDQW IDFWRU LQ GHJUDGDWLRLQ EHFDXVH LV
LQIOXHQFHV WKH VWUXFWXUDO DQG WKHUPDO SURSHUWLHV RI WKH PDWHULDO DV
WKH UDWHL RI GHJUDGDWLRLQ DQG PHWDEROLF SURFHVV RI PLFURRUJDQLVPV
3UHYLRXV UHVXOWV LQGLFDWHG WKDW J RI RUJDQLF PDWWHU UHOHDVHV DERXN-
RI KHDW HQHUJ\ ZKLFK LV VXLFLHQW WR YDSRULJH J RI ZDWHU > @
7KH PRLVWXUH FRQWHQW EHFRPHV D OLPLWLQJ IDFWRU DQG WKH UDWHL RI
GHFRPSRVLWLRQ GHFUHDVHV UDSLGO\ ZKHQ WKH PRLVWXUH FRQWHQW GHFUHDVH
EHORZ WR ORLVWXUH FRQWHQW GXULQJ WKH GD\V FRPSRVWLQJ
ZDV FDOFXODWHG)LJXUH DQG ZDV FRQWUROOHG GLUHFWO\ E\ DGGLQJ ZDWHU
GXULQJ GD\V YHUP\FRPSRVWLQJ WR PDLQWDLQ PRLVWXUH DURXQG
,QLWLDO PRLVWXUH FRQWHQW LQ DOO WKH FRPSRVWLQJ WUHDWPHQWV ZDV LQ
UDQJH RI 2Q WKH WK GD\ RI PLFURELDO FRPSRVWLQJ WKH ILQDO

DQG DV WKH 72& ZDV GHFUHDVHG LQ VXEVHTXHQW WUHDWPHQWV 6LJQLILFDQW
SHUFHQW ORVV ZDV REVHUYHG LQ 72& GXULQJ WKH GLVWLQOHU\ VOXGJH DQG
SDLQW VOXGJH FRPSRVWLQJ RQ WK GD\ DQG YHUPPLFRPSRVWLQJ RQ WK
GD\ GXH WR GHJUDGDWLQR RI PRUH ODELOH IUDFWLRQV RI WKH RUJDQLF PDWWH
E\ LQRFXODWHG PLFUR RUJDQLVPV > @





)LJXUH9DULDWLQV LQ & 1 UDWLR GXULQJ FRPSRVWLQJ DQG
YHUPLFRPSRVWLQJ LQ WR GD\

\$ QRWLFHDEOH LQFUHDVH LQ WKH QXPEHU RI HDWKZRUPV DV ZHOO DV WKH

\$ FNQRZOHGJHPHQW

/LFNDF]3HQQ\ ' 6RLO RUJDQLF PDWWHL
'HYHORSPHQW *RYHUQPHQW RI \$OEHUWD 3C

\$XWKRU ZRXOG OLNH WR WKDQN WKH ,Q@bDQ'KQ@W6LW,XWRRRI. 6RLO &KFPLPQ D%
%KRSDO IRU KHOS LQ WKH FRPSRVW DQDQWLQJ FREDWKVWLQG HNIS GVHQVHQ RI RUJDQ
JUDWLWXGH , ZLVK WR H[SUHVW P\ VLQFHFRPSRQWLWVWLP%VXSHVYLUVRHFQKQRO
\$UFKDQD 7LZDUL +2' 6FKRRO RI %LRWHF K\$Q R0R JQX39 &DKRVSIDOV) ORQWHUR -, 6
ZDVWH PDQDJHPHQW LQ SURWHFWHG KRUWL
GHYHORSPHQW

5HIHUhQFHV

&RJJ& 3RWHQWLDO FRPSRVW EHQHILV

%HRK3\$U 6ULYDVWDYD 5. 3RXOWU\ ZDVW4VWQDQHAPHQW UFRQHORSPHQW &RP
YHUPLFRPSRVWLQJ HPSOR\LQJ H[RWLF DQG LQGLJHQRXV VSHFLHV RI
HDUWKZRUPV -RXUQDO RI 6RLO 6FLHQFH \$JDUZDO 6 6LQKD 5. 6KDUPD - 9HUP
6XWkDU &RPPHQWV RQ WKH f1LWUDWH FROWLFDQMLURQ DJURQRLQF LPSDFW VWXG
ZDWHU RI VRPH UXUDO DUHDV RI 5DMKVWKFDP SRQVL DQG YHJBLUFRPDRMWY LYL D YLV FK
LHOG RI ODGV ILQJHU \$EHOPRFKXV HVF

6LQKD 5. +HUDW 6 %KDUDPEH * \$VKLVK %*OREDQH QPYLJWRQEPOLHWHQRLXHV
VHZDH VOGJH ELRVROLGV E\ HDUWKZ QPKVNFURQYH @WLRQDFPSSRWHQWKLH QWRU\ RI
ELRKD]DUG GHVWLQHG IRU ODQGILOO GLVSQWLF XQWXRUDOSDFWKRJHQ IUGH QXWULWLYH
DQG VDIH ELRIHULWLOL]HU IRU IDUPV - :DVW1HDQDJDJKSRWK -6 %LRGHJUDGDWLQ RI
\$UDYH&D 9DOHQWLUHQ 0& 0RUD 0/ *DOODIEG5KRGFRFFXV VS 1&,0 DQG ,WV 7R[LF

\$SOLFDFLμQ GH ORGRV GH SODQWD GH @W@WSDPULHDPWHQH FOXORVD HIHFWR HQ
DOJXSQDLRVS LIGDQFRDW PLGDMXHORQFQLPFLQDO 3UDFKL0DOLN \$ 6KDUPD 6 9HUPLFRPSRV
3ODQW 1XWU 2SWLRQ IRU)HUPHQWDWLQD DQG 'H 'HFRQ

2 %ULHQ 7\$ +HUEHUW 6- %DUNHU \$9 &URZWRQLRQ \$RWQ:DLWHDU\LQJ
PL[WXUHV RI SDSHU P&LROPOGXWLRQH DQG DQDQWLQJK \$ 6KDUPD 6 &RPSRVWLQJ RI
7UHDWPHQW ZLWK OLFURRUJDQLVPV DQG 6
5DWR 1XQHV - &DEUDO) /μSH] 3L³HUR \$ %LRAJHURWUWHFKARRAFWV RQ VRLO
SURSHUWLHV DQG ZKHDW SURGXFWLRQ I@BDXSHFRPQDMHLSRD \$AS VOXGUURELDO %L
DSSOLFDWLRQ RQ WZR OHGLWHUUDQHDQ DJULFDQWLDQDRWLSRQ 8QHFKQBRW
ZLWK 8QWUHDWHG DQG &RPSRVWHG 7H[W
&UX] 5LJHK\$WIRJXHQ\$D ((SHULPHQWDO LQYHVWLJDWLQ
RI VRLO JURXQGZDWHMLQ)DQDZHLQHEA. DXVK3N*DUJ 9. 9HUPLFRPSRVWLQJ RI
0LOO 6OXGJH DQG &RZ 'XQJ ZLWK WKH (SLJH

&KDQGUD 5 .XPDU . 6LQJK - ,PSDFW R%bQDQHFRQJLFQHFRQHDPUDWHHG DQG
XQWUHDWHG UDZ GLVWLOOHU\ HIOXHQW DQDQWLQJLH QHFRQHFRQHFRQHDPUDWHHG
WRWDO FKURURSKOO DQG SURWHLQ FRQWHHQWZWKI DQDFB15RSMFRQWUDLHRQ/R / ((QWJURZQ
%LRO (QYLURQ &RQWDP 7R[LF
%KDUD5D&KDQGUD 5 5DL 9 3K\WRHFRM0DHLXK0DQWLQDQWLEQVQDQWLQDQHDPH 3€ @p.Àà@PÀ
HOOPHQWV DQG SK\VLRORJLFDO FKDQJHV LQ ,QGLDQ PXVWDUG SODQWV %UDVVLFD
QLJUD / JURZQ LQ SRVW PHWKDQDWLG GLW@PH@ @HIOXHQW 30' LUULJDWLG
VRLO %LRUHVRXUHF 7HFKQRORJ\ ,QGXVWULDO 3DLQW 6OXGJH :DVWH 'LVSRVDO
3DUWORYLRWIDEDG 7% 5RRVWDD]DG 5 %DKPDHL 0 7D\HETL
0DQDJHPHQW RI VR\EHDL RLO UHILQHU\ ZDWWHV WKURXJK UHF\FOLQJ WKHP RI
SURGXFLQJ ELRVXUWFWDQW XVLQJ 3VHXGRPRQDV DHUXJLQRVD 05 :RUOG -
0LFURELRO %LWHFKQRO
5DJD]DQ 7LUO:H\$QJHOXFEDUGL5DGD&
0DQDJHPHQW RI DWPRVSKHULF SROOXWDQWV IURP ZDVWH LQFLQHUDWLQ
SURFHVVHV WKH FDVH RI %R]HQ :DVWH 0DQDJ 5HV
6DQWLQDXHODU -(3RQFH 2UWHJD -0 %HW]DEH *RQJ£OH] &DPSRV -
6HUQD *RQJ£OH] 0 (O+DOZDJL 00 2SWLPDO SODQQLQJ IRU WKH
VXXWDLQDEOH XWLQDWLRQ RI PXQLFLSDO VROLG ZDVWH :DVWH 0DQDJ

6LQJK \$ 6KDUPD 6 &RPSRVWLQJ RI D FURS UHVLGXH WKURXJK
WUHDWPHQW ZLWK OLFURRUJDQLVPV DQG VXEVHTXHQW YHUPLFRPSRVWLQJ
%LRUHVRXU 7HFKQRO)LQVW@LQLOOHU)& 6WURP 3) ORQLWRULQJ DQG HYDOXDWLQ
FRPSRVWLQJ SURFHVV SHUIRUPDQFH -RXUQDO :DWHU 3ROOXWLRQ &RQWURO
(GHUDWLQ
&KDQJ - , &KHQ <-(IIHFVW RI EXONLQJ DJHQWV RQ IRRG ZDVWH
FRPSRVWLQJ %LRUHVRXU 7HFKQRO
*XQQDU&RQWHUHVHQ 30 :DWHU K\DFLQWKV DV D UHVRXUHF LQ
DJULFXOWXUH DQG HQHUV SURGXFWLRQ D OLWHUDWXUH UHVLHZ :DVWH 0DQDJ

: D O N H O \